

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞ VE ÇÖZÜMLEME**

**Muhammed Raşid GÜNEŞ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2011**



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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞ VE ÇÖZÜMLEME**

**Muhammed Raşid GÜNEŞ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2011**

Yrd. Doç. Dr. Mahmut BİLGEHAN danışmanlığında, Muhammed Raşid GÜNEŞ'in hazırladığı "Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme" konulu bu çalışma 10/02/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mahmut BİLGEHAN



Üye : Doç Dr. M. Arif GÜREL



Üye : Doç. Dr. Murat KISA



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



Prof. Dr. Mehmet CICI

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

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
SİMGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	5
3.1. Materyal .....	5
3.1.1. Kesit, Eleman ve Taşıyıcı Sistem Hasar Sınırı ve Bölgeleri .....	5
3.1.2. Taşıyıcı Eleman Deprem Hasar Durumu .....	6
3.1.3. Taşıyıcı Sistemin Deprem Performans Düzeyleri .....	7
3.1.3.1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi (HK) .....	8
3.1.3.2. Can Güvenliği Performans Düzeyi (CG) .....	8
3.1.3.3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi (GÖ) .....	9
3.1.3.4. Göçme Durumu .....	10
3.2. Yöntem .....	10
3.2.1. Binalarda Bilgi Toplanması ve Bilgi Düzeyleri .....	10
3.2.1.1. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi .....	11
3.2.1.2. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi .....	12
3.2.1.3. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi .....	13
3.2.2. Farklı Deprem Düzeylerinde Binalar İçin Öngörülen Minimum Performans Hedefleri .....	15
3.2.3. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi .....	16
3.2.3.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi .....	16
3.2.3.2. Mod Birleştirme Yöntemi .....	16
3.2.4. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi .....	20
3.2.4.1. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi .....	21
3.2.4.1.1. Yatay Yüğü Kapasite Eğrisi .....	22
3.2.4.2. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi .....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	25
4.1. Çerçevesiz Sistem .....	26
4.2. Perdeli - Çerçevesiz Sistem .....	59
4.3. Perdeli Sistem .....	94
4.4. Kıyaslama .....	128
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....	134
KAYNAKLAR .....	136
ÖZGEÇMİŞ .....	138
ÖZET .....	139
SUMMARY .....	140

## ÖZ

**Yüksek Lisans Tezi**

### **BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLERDE DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞ VE ÇÖZÜMLEME**

**Muhammed Raşid GÜNEŞ**

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

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mahmut BİLGEHAN**

**Yıl:2011, Sayfa: 140**

Bu çalışmada; 2007 Deprem Yönetmeliği ile beraber kullanıma giren, mevcut yapı kapasitesinin belirlenmesinde kullanılan “Doğrusal Elastik Yöntem” ve “Doğrusal Elastik Olmayan Yöntem”e değinilmiştir. Bu yöntemlerin uygulanması için mevcut yapıdan öğrenilmesi gereken parametrelerin neler olduğu ve bunların nasıl elde edileceği hususunda yönetmeliğin belirlediği kıstaslar değerlendirilmiştir. Son olarak tüm bu parametreler ışığında farklı taşıyıcı sisteme sahip üç ayrı yapının (Perdeli Sistem, Perdeli Çerçvelili Sistem, Çerçvelili Sistem); performans düzeyleri, yatay yük taşıma kapasiteleri ve tepe deplasman değerleri elde edilerek, bu üç farklı taşıyıcı sisteme sahip üç ayrı yapının elde edilen sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken değişken parametreler olarak; yapı alanı, taşıyıcı sistemi, beton kalitesi, donatı korozyonu ve donatı yetersiz kenetlenme oranı etkin olmuştur. Sonuçlar çizelgeler ve diyagramlar halinde karşılaştırmalı bir şekilde sunulmuştur.

**ANAHTAR KELİMELEER** : performans analizi, tepe deplasmanı, taşıyıcı sistem, beton sınıfı, korozyon ve kenetlenme

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **NONLINEER BEHAVIOR AND ANALYSIS ON REINFORCED CONCRETE STRUCTURAL SYSTEMS**

**Muhammed Raşid GÜNEŞ**

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

**Supervisor: Asist. Prof. Dr. Mahmut BİLGEHAN**

**Year: 2011, Page: 140**

In this work, ‘Linear Elastic Method’ and ‘Nonlinear Elastic Method’ which are used in the determination of the capacity of the current business came into use with the 2007 Earthquake Code is mentioned. The yardsticks which were determined by the code to learn what are the parameters that should be learned from current business for applying the procedures were evaluated. Last of all, with the help of these parameters, capacity to carry horizontal loadings, top displacement worths (according to its concrete grade and reinforcement of corrosion) performance level of this three different structure which has three different porter system with one rigid basement and 8 normal floors (shear wall system, shear wall and framed system, framed system ) obtained and these results presented in comparatively.

**KEYWORDS:** performance analysis, peak displacement, structural system, type of concrete, corrosion and clenching

## TEŐEKKÖR

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında akademik bilgi birikimiyle desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mahmut BİLGEHAN'a, çalışmanın yazımı sırasında destek veren değerli meslektaőım İnő. Müh. Muhammed Bahaeddin KABLAMA'ya ve maddi manevi destekleriyle sürekli yanımda olan aileme en derin teőekkürlerimi sunarım.



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Kesit hasar sınırları ve bölgeleri .....	6
Şekil 3.2. Taşıyıcı sistem performans düzeyleri.....	7
Şekil 4.1. Performansı belirlenecek binanın normal kat kalıp planı.....	26
Şekil 4.2. Performansı belirlenecek binanın perspektif görünüşü .....	27
Şekil 4.3. 1.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	29
Şekil 4.4. 2.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	32
Şekil 4.5. 3.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	35
Şekil 4.6. 1, 2 ve 3.Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri .....	39
Şekil 4.7. 4.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	40
Şekil 4.8. 5.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	43
Şekil 4.9. 6.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	46
Şekil 4.10. 4, 5 ve 6.Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri .....	50
Şekil 4.11. 7.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	51
Şekil 4.12. 8.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	54
Şekil 4.13. 9.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	55
Şekil 4.14. 7, 8 ve 9.Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri .....	56
Şekil 4.15. Performansı belirlenecek binanın normal kat kalıp planı.....	59
Şekil 4.16. Performansı belirlenecek binanın perspektif görünüşü .....	60
Şekil 4.17. 1.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	62
Şekil 4.18. 2.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	65
Şekil 4.19. 3.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	68
Şekil 4.20. 1, 2 ve 3.Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri .....	72
Şekil 4.21. 4.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	73
Şekil 4.22. 5.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	76
Şekil 4.23. 6.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	79
Şekil 4.24. 4, 5 ve 6. Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri.....	83
Şekil 4.25. 7.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	84
Şekil 4.26. 8.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	87
Şekil 4.27. 9.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	90
Şekil 4.28. 7, 8 ve 9. Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri.....	92
Şekil 4.29. Performansı belirlenecek binanın normal kat kalıp planı.....	94
Şekil 4.30. Performansı belirlenecek binanın perspektif görünüşü .....	95
Şekil 4.31. 1.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	98
Şekil 4.32. 2.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	101
Şekil 4.33. 3.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	104
Şekil 4.34. 1, 2 ve 3.Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri .....	107
Şekil 4.35. 4.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	108
Şekil 4.36. 5.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	111

Şekil 4.37. 6.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	114
Şekil 4.38. 4, 5 ve 6.Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri.....	117
Şekil 4.39. 7.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	118
Şekil 4.40. 8.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	121
Şekil 4.41. 9.Durum $V_t - \Delta$ eğrisi (kapasite eğrisi).....	124
Şekil 4.42. 7, 8 ve 9.Durumlara ait $V_t - \Delta$ eğrileri.....	127
Şekil 4.43. C20 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok; $V_t - \Delta$ .....	128
Şekil 4.44. C20 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %25 ; $V_t - \Delta$ .....	129
Şekil 4.45. C20 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %50 ; $V_t - \Delta$ .....	129
Şekil 4.46. C15 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok ; $V_t - \Delta$ .....	130
Şekil 4.47. C15 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %25; $V_t - \Delta$ .....	130
Şekil 4.48. C15 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %50; $V_t - \Delta$ .....	131
Şekil 4.49. C10 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok; $V_t - \Delta$ .....	131
Şekil 4.50. C10 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %25; $V_t - \Delta$ .....	132
Şekil 4.51. C10 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %50; $V_t - \Delta$ .....	132

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları .....	14
Çizelge 3.2. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri .....	15
Çizelge 3.3. Betonarme kirişler için etki/kapasite oranları ( $r_s$ ) .....	18
Çizelge 3.4. Betonarme kolonlar için etki/kapasite oranları ( $r_s$ ) .....	19
Çizelge 3.5. Betonarme perdeler için etki/kapasite oranları ( $r_s$ ) .....	19
Çizelge 3.6. Göreli kat ötelemesi sınırları .....	20
Çizelge 3.7. Malzemede şekil değiştirme sınır durumları .....	23
Çizelge 4.1. 1. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	29
Çizelge 4.2. 1. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	30
Çizelge 4.3. 1. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	31
Çizelge 4.4. 2. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	32
Çizelge 4.5. 2. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	33
Çizelge 4.6. 2. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	34
Çizelge 4.7. 3. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	35
Çizelge 4.8. 3. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	36
Çizelge 4.9. 3. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	37
Çizelge 4.10. 1, 2 ve 3. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	38
Çizelge 4.11. 1, 2 ve 3. Durumlara ait bina performans düzeyleri .....	38
Çizelge 4.12. 4. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	40
Çizelge 4.13. 4. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	41
Çizelge 4.14. 4. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	42
Çizelge 4.15. 5. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	43
Çizelge 4.16. 5. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	44
Çizelge 4.17. 5. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	45
Çizelge 4.18. 6. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	46
Çizelge 4.19. 6. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	47
Çizelge 4.20. 6. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	48
Çizelge 4.21. 4, 5 ve 6. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	49
Çizelge 4.22. 4, 5 ve 6. Durumlara ait bina performans düzeyleri .....	49
Çizelge 4.23. 4. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	50
Çizelge 4.24. 7. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	51
Çizelge 4.25. 7. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	52
Çizelge 4.26. 8. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	53
Çizelge 4.27. 8. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	55
Çizelge 4.28. 7, 8 ve 9. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	56
Çizelge 4.29. 7, 8 ve 9. Durumlara ait bina performans düzeyleri .....	56
Çizelge 4.30. Çerçevesi sistemin farklı durumları için $V_t - \Delta$ sonuçları .....	57
Çizelge 4.31. Çerçevesi sistemin farklı durumları için performans düzeyleri .....	58
Çizelge 4.32. 1. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	62
Çizelge 4.33. 1. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	63
Çizelge 4.34. 1. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	64
Çizelge 4.35. 1. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları .....	65
Çizelge 4.36. 2. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	66
Çizelge 4.37. 2. Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	67

Çizelge 4.38. 1. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	68
Çizelge 4.39. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	69
Çizelge 4.40. 3.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	70
Çizelge 4.41. 1,2 ve 3. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	71
Çizelge 4.42. 1,2 ve 3. Durumlara ait bina performans düzeyleri.....	71
Çizelge 4.43. 1. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	73
Çizelge 4.44. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	74
Çizelge 4.45. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	75
Çizelge 4.46. 1. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	76
Çizelge 4.47. 5.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	77
Çizelge 4.48. 5.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	78
Çizelge 4.49. 6. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	79
Çizelge 4.50. 6.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	80
Çizelge 4.51. 6.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	81
Çizelge 4.52. 4, 5 ve 6. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	82
Çizelge 4.53. 4, 5 ve 6. Durumlara ait bina performans düzeyleri.....	82
Çizelge 4.54. 7. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	84
Çizelge 4.55. 7.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	85
Çizelge 4.56. 7.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	86
Çizelge 4.57. 8. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	87
Çizelge 4.58. 8.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	88
Çizelge 4.59. 8.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	89
Çizelge 4.60. 9. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	90
Çizelge 4.61. 7, 8 ve 9. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	91
Çizelge 4.62. 4, 5 ve 6. Durumlara ait bina performans düzeyleri.....	91
Çizelge 4.63. Perdeli-Çerçeve sistem farklı durumları için $V_t - \Delta$ sonuçları.....	93
Çizelge 4.64. Perdeli-Çerçeve sistem farklı durumları için performans düzeyleri.....	93
Çizelge 4.65. 1. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	97
Çizelge 4.66. 1.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	98
Çizelge 4.67. 1.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	99
Çizelge 4.68. 1. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	100
Çizelge 4.69. 2.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	101
Çizelge 4.70. 2.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	102
Çizelge 4.71. 3. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	103
Çizelge 4.72. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	104
Çizelge 4.73. 3.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	105
Çizelge 4.74. 1,2 ve 3. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	106
Çizelge 4.75. 1,2 ve 3. Durumlara ait bina performans düzeyleri.....	107
Çizelge 4.76. 4.Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	108
Çizelge 4.77. 4.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	108
Çizelge 4.78. 4.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	109
Çizelge 4.79. 5. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	111
Çizelge 4.80. 5.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	112
Çizelge 4.81. 5.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	113
Çizelge 4.82. 6. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	114
Çizelge 4.83. 6.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	115
Çizelge 4.84. 6.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	116

Çizelge 4.85. 4, 5 ve 6. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	117
Çizelge 4.86. 4, 5 ve 6. Durumlara ait bina performans düzeyleri .....	117
Çizelge 4.87. 7. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	118
Çizelge 4.88. 7.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	119
Çizelge 4.89. 7.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	120
Çizelge 4.90. 8. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	121
Çizelge 4.91. 8.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	122
Çizelge 4.92. 8.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	123
Çizelge 4.93. 9. Durum $V_t - \Delta$ sonuçları.....	124
Çizelge 4.94. 9.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları .....	125
Çizelge 4.95. 9.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları .....	126
Çizelge 4.96. 7, 8 ve 9. Durumlara ait $V_t - \Delta$ değerleri .....	127
Çizelge 4.97. 7, 8 ve 9. Durumlara ait bina performans düzeyleri.....	127

## SİMGELER DİZİNİ

$V_t$	Taban kesme kuvveti
$\Delta$	Tepe deplasmanı
K	Kesitin ilgili kapasitesini göstermektedir
E	Karşılanması beklenen elastik deprem etkisini
$r_s$	Kesit etkisi sınır değeri
$G, Q$	Düşey etkiler
HK	Hemen kullanım performans düzeyi
CG	Can güvenliği performans düzeyi
GÖ	Göçme öncesi performans düzeyi
$f_{ym}$	Mevcut çelik akma dayanımı
$f_{cm}$	Mevcut beton dayanımı
$\eta_{bi}$	Burulma düzensizlik katsayısı
$R_a$	Deprem yükü azaltma katsayısı
$W$	Bina toplam ağırlığı
$M_E$	Deprem etkisindeki eğilme momenti
$N_E$	Deprem etkisindeki normal kuvvet
$M_K$	Kesit eğilme momenti kapasitesi
$N_K$	Kesit normal kuvveti
$N_A, M_A$	Artık kapasite
$V_e$	Deprem kesme kuvveti
$A_c$	Brüt kesit alanı
$b_w$	Kesit genişliği
$d$	Faydalı yükseklik
$\delta_i$	Görel kat ötelemesi
$L_p$	Plastik mafsallık boyu
$\varepsilon_{cu}$	Beton maksimum kısalması
$\varepsilon_{su}$	Çelik maksimum kısalması

## 1. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı betonarme taşıyıcı sistemlerde doğrusal olmayan davranış ve çözüm yöntemleri üzerinde durmak ve özellikle '*Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik – DBYBHY'2007*' de açıklanan çözüm yöntemlerini irdelemektir. Söz konusu yönetmelikte anlatılan doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin basamaklarının neler olduğu ve yapıya nasıl uygulandığını araştırmak ve bu analiz yöntemlerini kullanarak farklı taşıyıcı sistemlere sahip farklı binalara değişken parametrelerle uygulamak ve sonuçları karşılaştırmak bu çalışmanın esas amacını oluşturmaktadır.

Türkiye'de yapılan betonarme binalara bakıldığında pek de iç açıcı olmayan manzaralarla karşılaşılmaktadır. Yapım kalitesi bakımından birçok dünya ülkesinin gerisindedir. Proje aşamasından tutun da uygulama ve servis aşamasına kadar sürekli kontrol altında tutulması gereken hassas bir konu iken, birçok farklı etkenden dolayı yapı kalitesindeki ilerleme hızı bugün gelinen noktada pek iç açıcı görünmemektedir. Türkiye'nin bir deprem ülkesi olduğu, oldukça fazla aktif fay hattına sahip olduğu ve son yaşanan depremlerdeki maddi manevi kayıplar bir arada düşünüldüğünde, gerek mevcut yapıların gerekse yeni projelendirilecek yapıların deprem kapasitelerinin artırılması için neler yapılabileceği oldukça ciddi bir araştırma konusudur. Bununla ilgili 2007 yılında Türk Deprem Yönetmeliğinde revizyona gidilmiş ve konunun teorik esasları anlatılmıştır. Bu tez çalışmasında söz konusu yönetmelikte anlatılan teorik esaslara değinilmiş ve sayısal uygulamalara yer verilmiştir.

Sayısal uygulamalarda '*beton kalitesi, donatı korozyonu ve yetersiz kenetlenme oranı*'nın yapı kapasitesi üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Bu etkenlerin seçilmesinin en önemli sebebi ise yapılan gözlemlerde uygulama sırasında söz konusu etkenlere gereken önemin verilmeyişidir. Bu çalışmada söz konusu etkenler üç farklı taşıyıcı sisteme sahip, üç ayrı bina için farklı kombinasyonlarla tatbik

edilmiş ve sonuçlar mukayeseli bir biçimde irdelenmiştir. Sonuç olarak; taşıyıcı sistem seçiminin, beton kalitesinin ve nitelikli işçiliğin yapı kapasitesi üzerinde ne denli etkili olduğu sayısal verilerle anlatılmaya çalışılmıştır.



## **2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

Betonarme taşıyıcı sistemlerde doğrusal olmayan davranış, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 Bölüm 7, yapı kapasitesinde belirleyici olan faktörler gibi konularda daha önce yapılmış olan çalışmalar ve sonuçları üzerinde kısaca durulmuştur.

Haluk Sucuoğlu (2005); yapıların Deprem Güvenliğini Değerlendirme Yöntemleri üzerine bir çalışma yapmıştır. Türkiye mevcut yapı stoğuna bakıldığında 2000 yılına kadar yapılmış olan yapıların, günümüz deprem yönetmeliklerinin tanımladığı deprem kuvvetlerini karşılayamayacağına aşikâr olduğunu belirtmiştir. 1970 sonrası yaşanan hızlı ve çarpık kentleşmeye dikkat çekerek bu yapıların inşasında ‘depreme dayanıklı yapı ilkeleri’nin tamamen göz ardı edildiğini vurgulamıştır. Bu çalışma neticesinde, mevcut bir yapının deprem kapasitesini belirlerken yeni yapılacak yapılara uygulanan yönetmeliğin kullanılmasının gerçekçi olmayacağını vurgulayarak bu konuda uzmanlığın geliştirilmesi gerektiğini ve diğer ülkelere göre daha acil bir şekilde bu konuda çalışmaların hızlandırılması gerektiğini vurgulamıştır.

Ali Koçak (2005); İstanbul’da bulunan 24 farklı ilçedeki 220 binayı ayrıntılı olarak incelenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Birinci aşamada binaların beton dayanımları, donatı sınıfları, taşıyıcı elemanlardaki donatı miktarları, düzenleri ikinci aşamada ise yapıların varsa projelerine uygunlukları, düşey ve yatay yüklere karşı yeterliliği, sistem düzensizlikleri, eleman hasar durumları irdelenmiş ve sonuç olarak hemen her yapıda birçok kusura rastlamıştır. En önemli sorunun da kullanılan betonun dayanım yetersizliği, donatı miktarındaki yetersizlik ve işçilik hatalarından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

İsa Yüksel (2005); sünek yapılarda performans değerlendirmesi üzerine yaptığı bir çalışmada; mevcut yönetmeliklere göre boyutlandırılmış, 3 ve 5 katlı

perdesiz iki yapı ile 5, 7 ve 10 katlı perdeli üç yapıya statik itme analizi uygulayarak ve perdeli sistemlerin kapasitelerinin, perdesiz sistemlere göre çok daha büyük olduğunu gözlemlemiştir.

Haluk Sucuoğlu (2006); deprem yönetmeliği performans esaslı hesap yöntemlerinin karşılıklı değerlendirilmesi üzerine yaptığı bir çalışmada, basit onarım ve güçlendirme gereken uygulamalar için daha pratik bir yöntemin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Çok modlu statik analiz yönteminin, tüm ülkelerde iyice yaygınlaşmadan ve daha da önemlisi eğitim altyapısı oluşturulmadan ülkemiz yönetmeliğinde de yer almaması gerektiğini vurgulamıştır. Etki/kapasite sınır değerlerinin, özellikle kiriş kesitlerinin sünekliklerini daha gerçekçi biçimde yansıtması gerektiğini vurgulamıştır. Sünek elemanların performans değerlendirmesinde artık kapasite momenti tanımı yerine toplam momentin toplam kapasiteye oranı tanımının yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Mehmet İnel, Hüseyin Bilgin ve Hayri Baytan Özmen (2006); mevcut kamu yapılarının performans değerlendirmesi üzerine yaptıkları çalışmada kamu yapılarında kullanılan tip projeli binalarda, uygulamada karşılaşılabilecek beton basınç dayanımları ve etriye aralıklarını dikkate alarak bu yapılarda doğrusal olmayan performans analiz yöntemlerini uygulamışlar ve beton sınıfı ile etriye aralığının yapı kapasitesi üzerinde çok ciddi etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı şekilde sargı donatısının yetersiz olduğu ve beton basınç dayanımının düşük olduğu yapılarda kesmeden dolayı gevrek güç tükenmelerinin kritik olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. İnceledikleri kamu binalarında perdeleri bağlayan bağ kirişlerinin, normal kat kirişlerine göre performansı belirlemede daha belirgin oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Mevcut binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi işlemi üç adımda yapılabilir:

- *Kapasitenin belirlenmesi:* Mevcut binanın taşıyıcı sistem elemanlarının geometrik ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Bu bilgileri kullanarak deprem etkisinde zorlanması beklenen eleman kesit kapasitelerinin hesabı.
- *Talebin belirlenmesi:* Göz önüne alınacak deprem etkisinin seçilmesi ve bu depremde binada ortaya çıkacak kesit etkileri, şekil değiştirme ve yerdeğiştirmelerin hesabı.
- *Karşılaştırma ve sonuç:* Eleman ve kesitlerde bulunan kapasite ve talebin karşılaştırılarak beklenen hasar durumunun (taşıyıcı sistem performans durumunun) belirlenmesi. Bu durumun, kabul edilebilir veya edilemez olmasına karar verilmesi. (Celep, 2007)

##### 3.1.1. Kesit, Eleman ve Taşıyıcı Sistem Hasar Sınırı ve Bölgeleri

Kesitler davranışlarına göre sünek ve gevrek olarak ikiye ayrılırlar. Sünek bir kesitteki iç kuvvet ve şekil değiştirme ilişkisi Şekil 3.1'de verilmiştir. Beklendiği gibi ilk başta elastik davranışa benzer daha sonra elasto-plastik bir davranış ortaya çıkar. Bu eğri üzerinde elastik ötesi davranışın belirgin başlangıcı Minimum Hasar Sınırı (MN) ve iç kuvvetlerin azalarak güç tükenmesinin ortaya çıkması Göçme Sınır (GÇ) nispeten kolayca tanımlanabilir. Güvenlik Sınır (GV) ise, kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırı olarak bu iki sınırın arasında ortaya çıkar. Bu sınırlar arasında da Şekil 3.1'de verilen hasar bölgeleri ortaya çıkar. Bu tanımlamalar gevrek olarak hasar gören elemanlarda geçerli değildir. (Celep, 2007)

Kesit için bu sınırların matematiksel olarak tanımlanması kolay değildir. Ancak yönetmelikte bu doğrusal elastik değerlendirme yönteminde bu sınır kuvvet esas alınarak;

$$r = \frac{E}{K - (G + Q)} \leq r_s \quad (3.1)$$

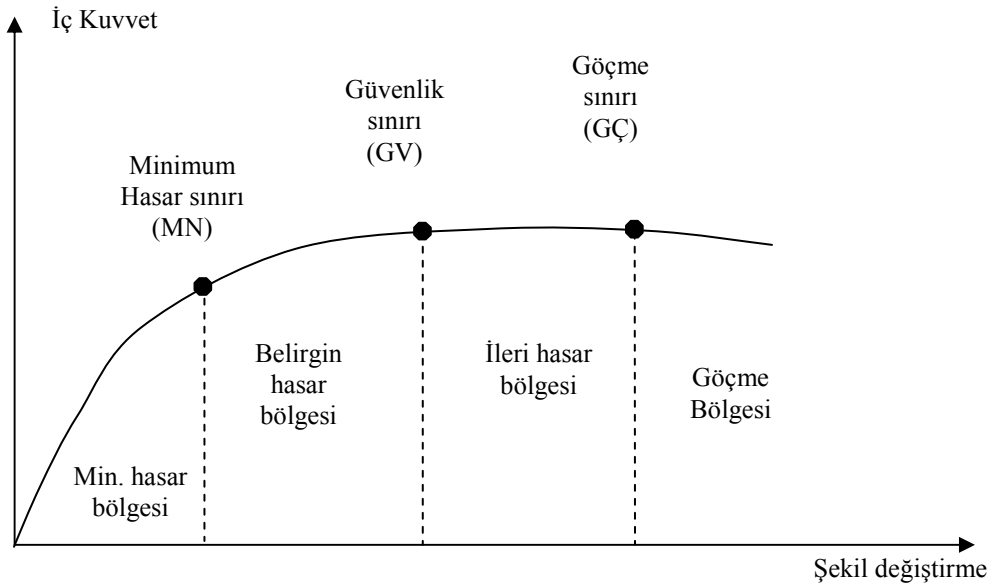
şeklinde yeni bir parametre tanımlanmıştır. Burada;

$K$  : kesitin ilgili kapasitesini göstermektedir.

$E$  : karşılanması beklenen elastik deprem etkisini,

$r_s$  : kesit etkisi sınır değeri,

$G + Q$  : düşey etkileri göstermektedir.



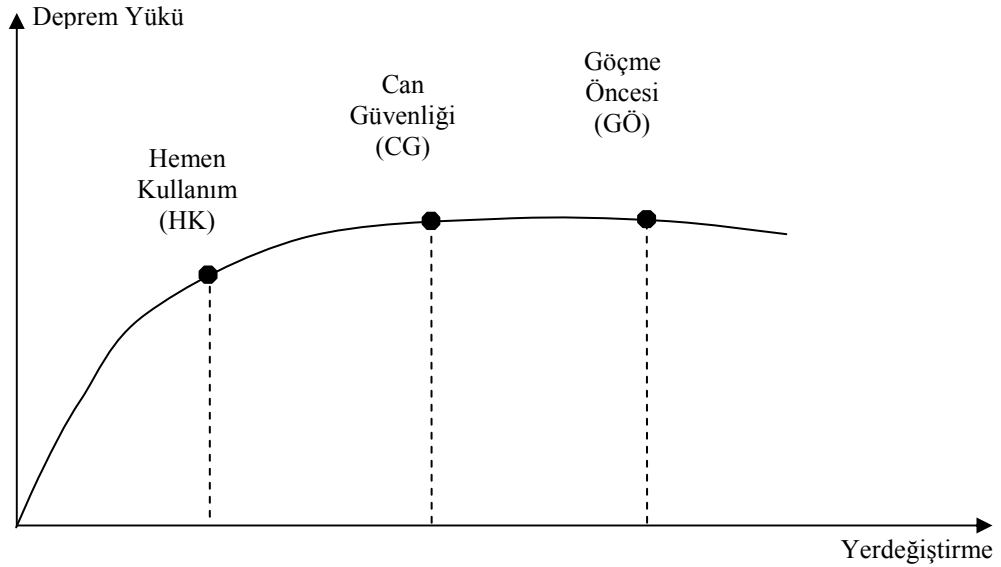
Şekil 3.1. Kesit hasar sınırları ve bölgeleri (DBYBHY, 2007)

### 3.1.2. Taşıyıcı Eleman Deprem Hasar Durumu

Deprem etkisindeki taşıyıcı sistemin kolon ve kirişlerinin zorlanan kesitleri, iki uç kesitleridir. Deprem etkilerinin karşılanmasında yer almayan (ikincil) kirişler, değerlendirmede göz önüne alınmazlar. Bu elemanların kesitlerinden daha ileri hasar bölgesinde bulunanı, elemanın hasar bölgesini tanımladığı kabul edilir. Bunun gibi perdelerin en çok zorlanan (genellikle mesnet) kesitlerinin hasar bölgesi, perdenin hasar bölgesi olarak kabul edilir. Kesitlerinden birisi gevrek olan eleman, gevrek eleman olarak kabul edilir. (Celep, 2007)

### 3.1.3. Taşıyıcı Sistemin Deprem Performans Düzeyleri

Deprem etkisinde taşıyıcı sistemin statik davranışı, Şekil 3.2'deki gibi, en üst kat yerdeğiştirmesi ve toplam deprem taban kesme kuvveti arasında çizilecek eğri ile yorumlanabilir. Bu değişim Şekil 3.1'de kesit davranışı verilen eğriye benzer olup sadece tüm taşıyıcı sistem için elde edilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere ilk başta lineer-elastik bir davranıştan sonra elasto-plastik bir davranış ortaya çıkmaktadır. Bu eğri üzerinde elastik ötesi davranışın belirgin başlangıcı sınırlı hasara karşı geldiği için, *Hemen Kullanım Performans Düzeyi (HK)* olarak isimlendirilir. Dış statik deprem yükünün azalmaya yüz tutması taşıyıcı sistemde güç tükenmesinin ortaya çıkmasına işaret eder ve *Göçme Öncesi Performans Düzeyi (GÖ)* olarak adlandırılır. *Can Güvenliği Performans Düzeyi (CG)*, taşıyıcı sistemin elastik ötesi şekil değiştirmelerle, yatay yük kapasitesini güvenli olarak sağlayabileceği sınır olarak tanımlanır. (Celep, 2007)



Şekil 3.2. Taşıyıcı sistem performans düzeyleri (Celep, 2007)

### 3.1.3.1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi (HK)

Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusu için yapılan değerlendirmede kirişlerin en fazla %10'u *Belirgin Hasar Bölgesi*'nde bulunabilir. Ancak diğer taşıyıcı elemanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi*'nde kalmalıdır. Varsa gevrek elemanların sünek duruma getirilmesi şartı ile bu durumdaki bina *Hemen Kullanım Performans Düzeyi*'nde olduğu kabul edilir. (DBYBHY,2007)

*Hemen Kullanım (HK)* durumunda binada küçük elasto-plastik şekil değiştirmelere izin verilmektedir. Taşıyıcı sistemin ana elemanı olarak kabul edilebilecek olan kolon ve perdelerin *Minimum Hasar Bölgesi*'nde kalması öngörülürken, kirişlerde belirli bir oranın (%10) bir üst hasar seviyesine geçmesine izin verilmektedir. Teoride, gevrek hiçbir elemanın kabul edilmemesi uygulamada sağlanması çok zor bir şart olarak ortaya çıkmaktadır. (Celep, 2007)

### 3.1.3.2. Can Güvenliği Performans Düzeyi (CG)

Varsa gevrek elemanların sünek duruma getirilmesi şartı ile aşağıdaki koşulları sağlayan bina *Can Güvenliği Performans Düzeyi*'nde kabul edilir:

- a. Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusu için, yapılan değerlendirmede ikincil (yatay yük taşıyıcı sistemde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların aşağıdaki (b) paragrafında tanımlanan kadarı *İleri Hasar Bölgesi*'ne geçebilir.
- b. *İleri Hasar Bölgesi*'ndeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. En üst katta *İleri Hasar Bölgesi*'ndeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.
- c. Diğer taşıyıcı elemanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi* veya *Belirgin Hasar Bölgesi*'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden *Minimum Hasar Sınırı* aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. ( Doğrusal Elastik Yöntemle hesapta, alt

ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden yönetmelikte verilen güçlü kolon şartının sağlandığı kolonlar bu hesaba dâhil edilmez.) (DBYBHY,2007)

Hasar durumu kirişlerde oran olarak verilirken, kolonlarda kolon kesme kuvvetine bağlı olarak verilmektedir. En üst katın taşıyıcı sistem kararlılığındaki daha az etkili durumu da dile getirildiği görülmektedir. Ayrıca kolonun iki ucunun da hasar bölgesine erişmesi anlamlı bir şekilde olumsuz bir durum olarak kabul edilmektedir. Benzer güçlü kolon kavramının olumlu yanının ortaya çıkarıldığı görülmektedir. (Celep, 2007)

### 3.1.3.3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi (GÖ)

Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların *Göçme Bölgesi*'nde olduğunun göz önüne alınması kaydıyla, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların *Göçme Öncesi Performans Düzeyi*'nde olduğu kabul edilir:

- a. Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si *Göçme Bölgesi*'ne geçebilir.
- b. Diğer taşıyıcı elemanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi*, *Belirgin Hasar Bölgesi* veya *İleri Hasar Bölgesi*'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden *Minimum Hasar Sınırı* aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. (*Doğrusal Elastik Yöntem*'le hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden yönetmelikte verilen güçlü kolon şartlarının sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmez.)
- c. Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır. (DBYBHY,2007)

Sünek elemanlar için Şekil 3.2'de olduğu gibi çeşitli hasar durumları tanımlanırken, gevrek elemanların taşıma güçlerine eriştikten sonra doğrudan göçme duruma geldiği kabul edilmektedir. Burada da hasar durumu kirişlerde oran olarak verilirken, kolonlarda kolon kesme kuvvetine bağlı olarak verilmektedir. Ayrıca

kolonun iki ucunun da hasar bölgesi erişmesi olumsuz ve güçlü kolon kavramı olumlu bir durum olarak kabul edilmektedir. (Celep, 2007)

#### 3.1.3.4. Göçme Durumu

Bina *Göçme Öncesi Performans Düzeyi*'ni sağlayamıyorsa, *Göçme Durumu*'ndadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır. (DBYBHY,2007)

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Binalarda Bilgi Toplanması ve Bilgi Düzeyleri

Binanın deprem güvenliğinin değerlendirilmesinde taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlarının belirlenmesi için, binanın taşıyıcı sistemi konusunda bilgi toplanması gerekir. Taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme özelliklerine uygulanacak deneylerden elde edilir.

Binadan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler yapısal sistemin tanımlanması, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerini belirlenmesi, varsa mevcut hasarın ve evvelce yapılmış olan değişiklik ve/veya onarımların belirlenmesi, eleman boyutlarının ölçülmesi, malzeme özelliklerinin belirlenmesi, sahada derlenen bilgilerin binanın varsa projesine uygunluğunun kontrolüdür.

Binanın incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için *Bilgi Düzeyi* ve buna bağlı olarak *Bilgi Düzey Katsayısı* tanımlanır. Bilgi düzeyleri sırasıyla *Sınırlı*, *Orta* ve *Kapsamlı* olarak tanımlanır. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılır. (Celep, 2007)



### 3.2.1.1. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

- *Bina Geometrisi:* Saha çalışması ile binanın taşıyıcı sistem plan rölevesi çıkarılır. Mimari projeler mevcut ise, röleve çalışmalarına yardımcı olarak kullanılır. Elde edilen bilgiler tüm elemanların ve dolgu duvarlarının her kattaki yerini, eksen açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını içermelidir ve binanın hesap modelinin oluşturulması için yeterli olmalıdır. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrık, bitişik, derz durumu) belirlenecektir.
- *Eleman Detayları:* Betonarme projeler veya uygulama çizimleri mevcut değildir. Betonarme elemanlardaki donatı miktarı ve detaylarının binanın yapıldığı tarihteki minimum donatı koşullarını sağladığı varsayılır. Bu varsayımın doğrulanması veya hangi oranda gerçekleştiğinin belirlenmesi için her katta en az birer adet olmak üzere perde ve kolonların %10'unun ve kirişlerin %5'inin pas payları sıyrılarak donatı ve donatı bindirme boyu tespiti yapılacaktır. Sıyırma işlemi kolonların ve kirişlerin uzunluğunun açıklık ortasındaki 1/3 lük bölümde yapılmalı, ancak donatı bindirme boyunun tespiti amacıyla en az 3 kolonda bindirme bölgelerinde yapılmalıdır. Sıyrılan yüzeyler daha sonra yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılmalıdır. Ancak pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Donatı tespiti yapılan betonarme kolon ve kirişlerde bulunan mevcut donatının minimum donatıya oranını ifade eden *donatı gerçekleşme katsayısı* kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.
- *Malzeme Özellikleri:* Her katta kolonlardan veya perdelerden ilgili yönetmeliğe (TS-10465) göre uygun şekilde en az 2 adet beton örneği (karot) alınarak deney yapılır ve örneklerden elde edilen en düşük basınç dayanımı *mevcut beton dayanımı* ( $f_{cm}$ ) olarak alınır. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit

edilir, bu sınıftaki çeliğin karakteristik akma dayanımı *mevcut çelik dayanımı* ( $f_{ym}$ ) olarak alınır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenir ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınır. (DBYBHY,2007)

### 3.2.1.2. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi

- *Bina Geometrisi:* Binanın betonarme projeleri mevcut ise, binada yapılacak ölçümlerle mevcut geometri projesine uygunluğu kontrol edilir. Proje yoksa saha çalışması ile binanın taşıyıcı sistem rölevesi çıkarılmalıdır. Elde edilen bilgiler, tüm betonarme elemanların ve dolgu duvarlarının her kattaki yerini, açıklıklarını, yüksekliklerini ve boylarını içermelidir. Bina geometrisi bilgileri, bina kütesinin hassas biçimde tanımlanması için gerekli ayrıntıları içermelidir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrık, bitişik, derz durumu) belirlenmelidir. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir.
- *Eleman Detayları:* Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut değil ise *Sınırlı Bilgi Düzeyi*'ndeki *Eleman Detayları* koşulları geçerlidir, ancak pas payları sıyrılarak donatı kontrolü yapılacak kolon sayısının %20'sinden ve kiriş sayısının %10'undan az olmayacaktır. Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut ise donatı kontrolü için *Sınırlı Bilgi Düzeyi*'nde açıklanan işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılamayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden *donatı gerçekleşme katsayısı* kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1'den büyük olamaz. Bu katsayı, donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarı belirlenir.

- *Malzeme Özellikleri:* Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam 3 adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m<sup>2</sup> den 1 adet beton örneği (karot) TS-10465'te belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılır. Elemanların kapasitelerin hesaplanmasında örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri *mevcut beton dayanımı ( $f_{cm}$ )* olarak alınır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit edilecek, bu sınıftaki çeliğin karakteristik dayanımı eleman kapasite hesaplarında *mevcut çelik dayanımı ( $f_{ym}$ )* olarak alınır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınır. (DBYBHY,2007)

### 3.2.1.3 Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

- *Bina Geometrisi:* Binanın betonarme projeleri mevcuttur. Binada yapılacak ölçmelerle mevcut geometrinin projelere uygunluğu kontrol edilir. Projeler ölçümler ile önemli farklılıklar gösteriyor ise proje yok sayılır ve bina *Orta Bilgi Düzeyi'*ne uygun olarak incelenir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenir. Komşu binalarla ilişkisi (ayrık, bitişik, derz durumu) belirlenir. Bina geometrisi bilgileri, bina kütesinin hassas biçimde tanımlanması için gerekli ayrıntıları içermelidir. Temel sistemi bina içinde veya açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenir.
- *Eleman Detayları:* Binanın betonarme detay projeleri mevcuttur. Donatının projeye uygunluğunun kontrolü için *Orta Bilgi Düzeyi'*nde belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden *donatı gerçekleştirme katsayısı* kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde

kullanılan bu katsayı 1'den büyük olamaz. Bu katsayı, donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenir.

- *Malzeme Özellikleri:* Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam 3 adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 200 m<sup>2</sup> den 1 adet beton örneği (karot) TS-10465'te belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında, örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri *mevcut beton dayanımı ( $f_{cm}$ )* olarak alınır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilir. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sınırlanmış yüzeylerde yapılan inceleme ile tespit edilecek ve her sınıftaki çelik için (S220,S420,S500) birer adet örnek alınarak deney yapılır, çeliğin akma ve kopma dayanımları ve şekil değiştirme özellikleri belirlenerek projeye uygunluğu saptanır. Projesine uygun ise, eleman kapasite hesaplarında projede kullanılan çeliğin karakteristik akma dayanımı *mevcut çelik dayanımı ( $f_{ym}$ )* olarak alınır. Uygun değil ise, en az 3 adet örnek daha alınarak deney yapılır, elde edilen en elverişsiz değer eleman kapasite hesaplarında *mevcut çelik dayanımı ( $f_{ym}$ )* olarak alınır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenir ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınır. (DBYBHY,2007)

**Çizelge 3.1.** Binalar için bilgi düzeyi katsayıları (DBYBHY,2007)

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı Bilgi Düzeyi	0.75
Orta Bilgi Düzeyi	0.90
Kapsamlı Bilgi Düzeyi	1.00

### 3.2.2. Farklı Deprem Düzeylerinde Binalar İçin Öngörülen Minimum Performans Hedefleri

Farklı deprem etkileri altında binalarda sağlanması gereken performans hedefleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Bu tablo yeni tasarımı yapılacak binalar için söz konusu olan *Bina Önem Katsayısı (I)* tablosuna benzerdir. Yeni binalar için *Bina Önem Katsayısı* ile karşılanması öngörülen deprem etkisi arttırılır. Mevcut binalarda ise Tablo 3.2'de verildiği gibi binanın kullanım amacı ve türü, deprem etkisine göre binanın sağlanması gereken performans hedefini değiştirir.

**Çizelge 3.2.** Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri (DBYBHY,2007)

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
<b>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar:</b> Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, v.b.	-	HK	CG
<b>İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar:</b> okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, ceza evleri, müzeler, v.b.	-	HK	CG
<b>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar:</b> sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri, v.b.	HK	CG	-
<b>Tehlikeli madde içeren binalar:</b> toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar.	-	HK	GÖ
<b>Diğer binalar:</b> yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, iş yerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları v.b.)	-	CG	-

**HK:** Hemen Kullanım; **CG:** Can Güvenliği; **GÖ:** Göçme Öncesi

### 3.2.3. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi

Binaların deprem performanslarının belirlenmesi için kullanılan doğrusal elastik hesap yöntemleri, yönetmelikte anlatılan *Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi* ve *Mod Birleştirme Yöntemi*'dir. Bu yöntemlerle ilgili olarak bazı ek kurallar uygulanır.

#### 3.2.3.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Bodrum kat üzerinde, toplam yüksekliği ( $H_N$ ) 25 metreyi ve toplam kat sayısı 8'i aşmayan, ayrıca ek dış merkezlik ( $\pm$  %5) göz önüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı  $\eta_{bi} < 1.4$  olan binalara uygulanır. Toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvveti  $V_t$ ) hesabında  $R_a=1$  alınacak ve denklemin sağ tarafı  $\lambda$  katsayısı ile çarpılır. Burada  $\lambda$  katsayısı, bodrum hariç 1 ve 2 katlı binalarda 1.0, diğerlerinde 0.85 alınır. (DBYBHY,2007)

$$V_t = \lambda W A(T_1) / R_a \quad (3.2)$$

#### 3.2.3.2. Mod Birleştirme Yöntemi

Bu yöntemde birden fazla mod göz önüne alındığı için tüm binalarda kullanılabilir. Bu yöntemde deprem kuvvetleri birden fazla mod için hesaplanarak, kesit etkileri ayrı ayrı hesaplanır, daha sonra bu etkiler yönetmelikte bulunan mod etkilerinin birleştirilmesi için verilen iki yöntemden biri kullanılarak birleştirilir. Bu adımdan sonra her iki yöntemin uygulaması aşağıdaki gibi benzer olarak devam eder.

Bu yöntem (eğilme momentinin kritik olduğu elemanlar) sünek olan elemanlarda uygulanır. Gevrek olan, kesme kuvvetinin veya basınç kuvvetinin kritik olduğu elemanlarda uygulanmaz. Kolon, kiriş ve perdelerin sünek eleman sayılabilmeleri için bu elemanlarda eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvvetinin bilgi düzeyi ile uyumlu mevcut malzeme dayanımı değeri kullanılarak, TS 500'e göre hesaplanan kesme kapasitesini ( $V_r$ ) aşmaması gereklidir.

Kolon, kiriş ve perdelerde eğilme momenti ile uyumlu kesme kuvvetinin hesabında pekleşmeli taşıma gücü momentleri yerine taşıma gücü momentleri kullanılır. Birleşim bölgesi kesme kuvvetinin, kesme dayanımını aşması halinde, kolon-kiriş birleşim bölgesi gevrek olarak tanımlanır.

Bu yöntem yeni binaların tasarımında kullanılan yöntemin mevcut binalara genişletilmiş olarak kabul edilebilir. Yeni tasarımda olduğu gibi bu yöntemde kesit ve elemanların dayanımları esas alınır. Bu amaçla taşıyıcı sisteme ayrı ayrı her iki doğrultuda elastik (azaltılmamış  $R_a=1$ ) deprem yükü yüklenir. Bu işlem eşdeğer deprem yükü yönteminde azaltılmamış deprem yükü statik etki olarak yüklenerek yapılır. Mod birleştirme yönteminde ise, deprem etkisini tanımlayan spektrum eğrinin azaltılmaması şeklinde yapılabilir. Deprem etkisinde zorlanan kiriş, kolon ve perde kesitlerinde deprem etkisinde ortaya çıkan  $M_E$  eğilme momenti ve  $N_E$  normal kuvvet hesap edilir. Buna paralel olarak malzeme katsayılarında bir azaltma yapmaksızın  $f_{cm}$  ve  $f_{ym}$  mevcut malzeme dayanımları kullanılarak kesitlerin  $M_K$  eğilme momenti ve  $N_K$  normal kuvvet kapasiteleri hesaplanır. Bu kapasite momentinden veya normal kuvvetinden, düşey yüklerin talep ettiği değer çıkarılarak deprem etkisinin karşılanmasına kalan *Artık Kapasite* ve deprem etkisi için  $r$  (etki/kapasite oranı) hesaplanır. (DBYBHY, 2007)

$$M_A = M_K - M_D = M_K - M_{G+Q} \quad (3.3)$$

$$N_A = N_K - N_D = N_K - N_{G+Q} \quad (3.4)$$

$$r = \text{Deprem etkisi} / \text{Deprem etkisinde kalan kapasite} \quad (3.5)$$

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{M_E}{M_K - M_D} = \frac{M_E}{M_K - M_{G+Q}} \quad (3.6)$$

$$r = \frac{N_E}{N_A} = \frac{N_E}{N_K - N_D} = \frac{N_E}{N_K - N_{G+Q}} \quad (3.7)$$

Belirli bir hasar bölgesinin aşılması için;

$$r = \frac{M_E}{M_K - M_{G+Q}} \leq r_s \quad (3.8)$$

$$r = \frac{N_E}{N_K - N_{G+Q}} \leq r_s \quad (3.9)$$

(3.8) ve (3.9)'in sağlanması gerektiği ortaya çıkar. Bu eşitliğin sağlanamaması, göz önüne alınan depremde ilgili kesitte öngörülen hasar sınırının aşıldığına işaret eder. Kiriş mesnetlerinde  $M_{G+Q}$  düşey yükler altındaki mesnet momenti TS 500'deki yeniden dağılım maddesine göre en fazla %15 oranında azaltılabilir.

Çizelge 3.3.. Betonarme kirişler için etki/kapasite oranları ( $r_s$ ) (DBYBHY,2007)

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

$$*V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad \text{ve} \quad \beta_v = 1$$



Çizelge 3.4. Betonarme kolonlar için etki/kapasite oranları ( $r_s$ ) (DBYBHY,2007)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$N_K / (A_c f_{cm})$	Sargılama	$V_e / (b_w d f_{cm})$	MN	GV	GÇ
$\leq 0.1$	Var	$\leq 0.65$	3	6	8
$\leq 0.1$	Var	$\geq 1.30$	2.5	5	6
$\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$	Var	$\leq 0.65$	2	4	6
$\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$	Var	$\geq 1.30$	1.5	2.5	3.5
$\leq 0.1$	Yok	$\leq 0.65$	2	3.5	5
$\leq 0.1$	Yok	$\geq 1.30$	1.5	2.5	3.5
$\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$	Yok	$\leq 0.65$	1.5	2	3
$\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$	Yok	$\geq 1.30$	1	1.5	2
$\geq 0.7$	—	—	1	1	1

Çizelge 3.5. Betonarme perdeler için etki/kapasite oranları ( $r_s$ ) (DBYBHY,2007)

Sünek perdeler	Hasar sınırı		
Perde uç bölgesinde sargılama	MN	GV	GÇ
Var	3	6	8
Yok	2	4	6

Yeni binalarda tüm taşıyıcı sistem için ön görülen tek bir  $R_a$  Deprem Yükü Azaltma Katsayısı mevcutken, mevcut binada taşıyıcı eleman kesiti esasına bağlı olarak  $r=etki/kapasite$  biçiminde hesaplanmakta ve öngörülen sınır değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Bunu en önemli sebebi, mevcut taşıyıcı sistem elemanlarının sahip olduğu süneklik düzeyi farklılığıdır. Yeni binalarda süneklik düzeyinin bütün elemanlarda tasarımda uygun şartları sağlayarak belirli bir seviyeye getirilmesi mümkünken, mevcut binada var olan süneklik seviyesinin dikkate alınması gerekir. Doğrusal elastik olan yöntemde taşıyıcı sistem çözümü doğrusal ise de, sistemin elastik ötesi davranışı  $r=etki/kapasite$  katsayısı ile göz önüne alınmaktadır. Deprem yükleri altındaki çözümün doğrusal olması büyük bir kolaylık getirmekte ve mevcut bilgisayar çözümlene programlarının kullanılmasını mümkün kılmaktadır. (Sucuoğlu, 2006)

Doğrusal elastik yöntemde aynen yeni tasarımda olduğu gibi görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması ön görülür. Bunun için sınır değerler Çizelge 3.6'da verilmiştir. Çizelgede,  $\delta_i$  belirli bir kattaki kolonun (veya perdenin) üst ucunun alt ucuna göre görelî ötelemesini ve  $h_i$  kat yüksekliğini göstermektedir. Hasar sınırları ilerledikçe izin verilen sınırların büyüdüğü görülmektedir.

Çizelge 3.6. Görelî kat ötelemesi sınırları (DBYBHY,2007)

Görelî kat ötelemesi oranı	Hasar sınırı		
	MN	GV	GÇ
$\delta_i / h_i$	0.01	0.03	0.04

$$r = \frac{M_E}{M_K - M_D} \qquad r = \frac{N_E}{N_K - N_D} \qquad (3.10)$$

Bulunan  $r$  değerleri ilgili eleman için verilen  $r_{sınır}$  değerleri ile karşılaştırılarak kesit, bu sonuçlardan eleman ve kat hasar bölgeleri ve sonuç olarak taşıyıcı sistem performans durumu belirlenebilir.

### 3.2.4. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi

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

Şekil değiştirme ve yerdeğiştirme esaslı değerlendirmenin göz önüne alındığı bu yöntemde, belirli bir yatay deprem yükü dağılımı için binadaki yerdeğiştirme talebine ulaşıldığında, binanın beklenen performans hedefleri sağlanıp

sağlanmadığı kontrol edilir. Bu yöntemin iki uygulaması mevcuttur: *Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi* ve *Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi*. (Celep, 2007)

#### 3.2.4.1. Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

Bu yöntemin amacı, birinci (deprem doğrultusunda hâkim) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizinin yapılmasıdır. Düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımında taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır.

Bu yöntemin kullanılabilmesi için, binanın kat sayısının bodrum hariç 8'den fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dış merkezlik ( $\pm\%5$ ) göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hâkim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin, toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması zorunludur.

Yöntem, taşıyıcı sistemin yatay kapasitesi ile deprem etkisi talebinin buluşturularak, depremlili duruma karşı gelen performans durumunun belirlenmesi olup, dört adımdan ibaret kabul edilebilir.

- Kapasite eğrisinin belirlenmesi
- Deprem etkisinin talep eğrisinin belirlenmesi
- İki eğrinin kesiştirilerek taşıyıcı sistemde dengenin olduğu bina performans durumunun belirlenmesi
- Performans durumunda iç kuvvetler ve şekil değiştirme durumunu incelenerek sağlanan performans durumunun hedeflenene uygun olup olmadığının tespiti.

### 3.2.4.1.1. Yatay Yük Kapasite Eğrisi

Taşıyıcı sistem geometrisi, kesit ve malzeme özelliklerini ve taşıyıcı sistem elastik ötesi davranışını göz önüne alarak sistem adım adım yüklenir ve toplam yatay yükle en üst noktanın yerdeğiştirmesi arasındaki ilişki elde edilir.

*Statik İtme Analizi*'nde aşağıdaki kabuller yapılır.

- Plastik şekil değiştirmelerin belirli kesitlerde toplandığı kabul edilerek, plastik mafsal kabulü kullanılır.
- Plastik mafsal boyu kesit yüksekliğinin yarısı olarak kabul edilir. ( $L_p=0.5h$ )
- Plastik mafsalların, deprem etkisinde en çok zorlanan kolon ve kirişlerin uçlarına, perdelerde ise her katta kat seviyesinde oluşabileceği kabul edilir.
- Eğilme momenti yanında normal kuvvet de bulunan kolon kesitlerinde plastik mafsal kesitlerinin güç tükenmesi (karşılıklı etki) çizgilerinin (yüzeylerinin) mevcut malzeme dayanımları kullanılarak belirlenir ve eğrisel değişimin yeterli yaklaşıklıkla doğrularla ifade edilebileceği kabul edilir.
- Tablalı kiriş kesitlerinde, tabladaki beton ve donatının kesit kapasitesine katkısının olduğu kabul edilir.
- Betonarme elemanlarda daha gerçekçi olması sebebiyle çatlamış kesit eğilme rijitlikleri kabul edilir.

Statik itme çözümünün adımlarında elemanların güç tükenmesi durumlarının kontrolü gereklidir. Eğer bu güç tükenmesi gevrek ise sistemin bu itme adımına ulaşmadan gücünün tükeneceğine karar verilir. Geri dönerek kesit etkilerine karşı gelen mevcut kapasite ile karşılaştırılmasıyla, ulaşılabilecek en büyük itme adımı bulunur. Bu adım eğer depremin talep yerdeğiştirmesinden küçük kalıyorsa, deprem etkisi karşılanmıyor demektir. İstenirse gevrek güç tükenmesi güçlendirme ile önlenerek daha ileri itme adımlara geçilebilir.

Kesitte bulunan normal kuvvet ve eğilme momenti belirlendiğine göre bu değerleri kullanarak kesitteki şekil değiştirme durumu (betonun en büyük kısalması ve donatının en büyük uzaması,  $\varepsilon_{cu} - \varepsilon_{su}$ ) hesap edilebilir. Hesaplanan bu değerler Çizelge 3.7'deki performans durumlarına ait sınır değerlerle karşılaştırılarak kesitin bulunduğu hasar durumu elde edilir.

**Çizelge 3.7.** Malzemede şekil değiştirme sınır durumları (DBYBHY,2007)

Şekil değiştirme sınırı	Hasar sınırı	
	Betonda birim kısalma	Donatıda birim uzama/kısalma $\varepsilon_{su}$
Minimum hasar sınırı	$\varepsilon_{cu} = 0.0035$	0.010
Güvenlik sınırı	$\varepsilon_{cg} = \min[0.0035 + 0.010\rho_s / \rho_{sm}; 0.0135]$	0.040
Göçme sınırı	$\varepsilon_{cg} = \min[0.0040 + 0.014\rho_s / \rho_{sm}; 0.0180]$	0.060

#### 3.2.4.2. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi:

Bu yöntemin amacı, taşıyıcı sistem davranışını temsil eden yeterli sayıda doğal titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde monotonik olarak adım adım arttırılan ve birbirleri ile uygun biçimde ölçeklendirilen modal yerdeğiştirmeler veya onlarla uyumlu modal deprem yükleri esas alınarak Mod Birleştirme Yöntemi'nin artımsal olarak uygulanmasıdır.

Bu yöntem, birinci modal kütlelin davranışa yeterli katkıda bulunmadığı durumlarda (yüksek binalar ve taşıyıcı sistemde düzensizlik bulunan binalar gibi) kullanılması gereken bir yöntemdir. Ardışık iki plastik kesit oluşumu arasındaki her bir itme adımında, taşıyıcı sistemde '*adım adım doğrusal elastik*' davranış esas alınır. Modal ölçeklendirme ile monotonik olarak arttırılan modal yerdeğiştirmeler göz önüne alınarak, her adımda *mod birleştirme kuralları*'nın uygulandığı bir *lineer davranış spektrumu analizi* gerçekleştirilir. Bu analiz neticesinde, plastik kesitler belirlenir ve yerdeğiştirmeler, plastik şekil değiştirmeler, iç kuvvet artımları ile

bunlara ait kümülatif değerler ve sonuç olarak deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır.

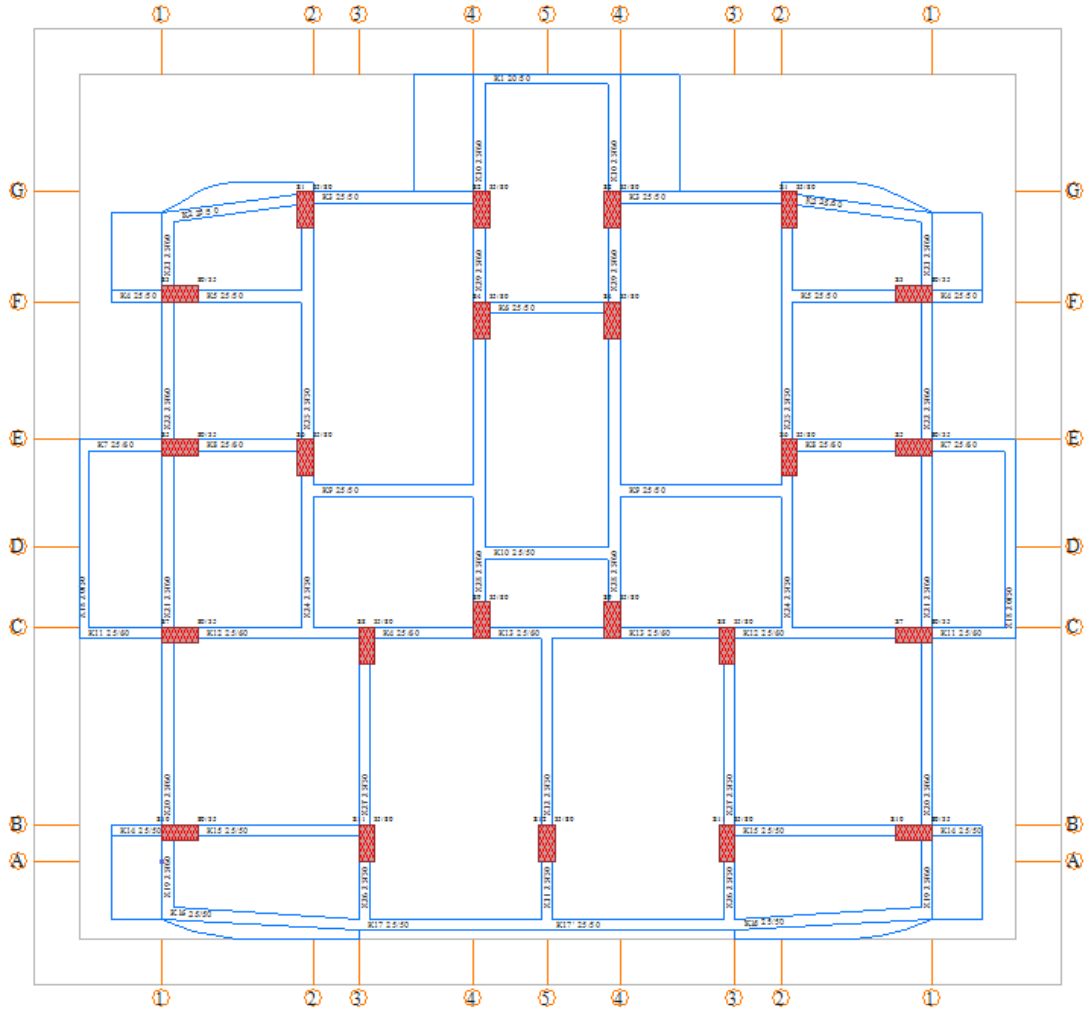
#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmaya başlarken yapıların neden hasar gördükleri üzerinde durulmuştur. Depremlerden mi? İmalat hatalarından mı? Proje hatalarından mı? Yönetmeliklerden mi? Başka etkenlerden mi? Birçok yapı ve proje üzerinde yapılan gözlemlere dayanarak şu söylenebilir ki; bir yapının hasar görmesi ve/veya yıkılmasının birçok farklı nedeni olabilir. Bu nedenler değişkendir; bazı yapılar statik proje hatalarından, bazıları imar uygulamalarından, bazıları niteliksiz işçilikten ve bazıları da kalitesiz malzeme kullanımından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada hasar gören ve/veya yıkılan yapılarda en fazla rastlanılan durumlardan ikisi üzerinde durulmuştur; nitelikli malzeme ve nitelikli imalat. C20, C15 ve C10 kalitesinde beton kullanılarak yapılan yapıların; işçilik kaliteleri de göz önünde tutularak, donatı kenetlenmesi ve korozyon oranı 0.00; 0.25 ve 0.75 olarak dikkate alınmış ve bu 6 farklı veriyle yapı kapasiteleri ve performans düzeyleri ayrı ayrı her durum için hesaplanmaya çalışılmıştır. Yapılan analizler neticesinde, beton basınç dayanımındaki %20~25'lik bir azalma neticesinde taban kesme kuvvetinde %10'luk bir azalma ve tepe deplasman değerinde %10'luk bir artma tespit edilmiştir. Beton sınıfı sabit kalmak şartıyla, korozyon oranı ve yetersiz kenetlenme oranındaki yaklaşık %20~25'lik bir artış da aynı şekilde yapı kapasitesinde yaklaşık olarak %10'luk bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Yönetmelikte kirişler için belirtilen sınır değerlerin çabuk aşıldığı ve bu sebeple bina hedef performans düzeyinin aşıldığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde çizelgeler ve tablolar halinde örneklerle sunulmuştur.

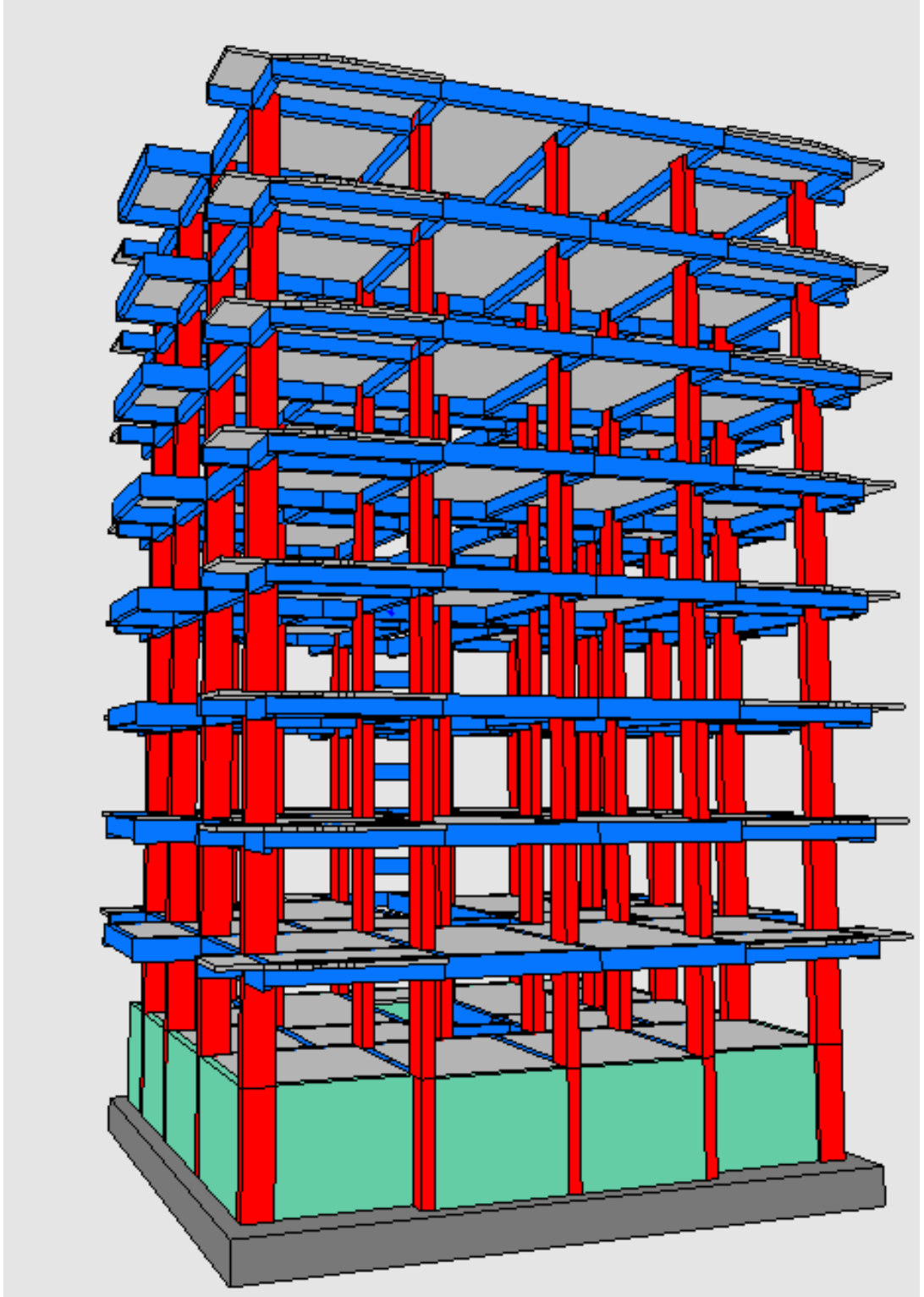
#### 4.1. Çerçevesel Sistem

1 bodrum, zemin ve 7 normal kattan ve düşey taşıyıcıları kolonlardan oluşan bir binanın performans seviyesi ile yatay yük –tepe deplasman eğrisi ( $V_i - \Delta$ ); C10, C15, C20 beton sınıfları ile donatı korozyonu ve donatı yetersiz kenetlenme oranı:  $k=0.00$ ,  $k=0.25$ ,  $k=0.50$  değerleri için ayrı ayrı elde edilecek ve karşılaştırmalı olarak irdelenecektir.



Şekil 4.1. Performansı belirlenecek çerçevesel sistemin normal kat kalıp planı





Şekil 4.2. Performansı belirlenecek çerçevesi sistemin perspektif görünüşü

*Mevcut Yapı Özellikleri:*

Kat adedi	: B + Zemin +7 Normal Kat (9 Kat)
Rijit bodrum kat adedi	: 1
Bina toplam yüksekliği	: 27 m
Bina önem katsayısı(I)	: 1
Taşıyıcı Sistem	: Çerçeve Sistem
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (X / Y)	: 4 / 4
Analizde kullanılan yöntem	: Mod birleştirme yöntemi (Dinamik)
Süneklik düzeyi	: Normal
Zemin yatak katsayısı	: 3000 t/m <sup>3</sup>
Zemin sınıfı	: Z2 ; T <sub>a</sub> =0.15 ve T <sub>b</sub> =0.40
Zemin grubu	: B
Zemin emniyet gerilemesi	: 20 t/m <sup>2</sup>
Malzeme (Beton/Çelik)	: C20 – C15 – C10 / BCIII (S 420)
Sabit yükler	: 185 kgf/m <sup>2</sup>
Hareketli yükler	: 200 kgf/m <sup>2</sup> (Konut, teras, oda..... v.b)
Ağırlıklı kiriş kesitleri	: 25 x 50 cm
Kolon kesitleri	: 35 x 80 cm 1, 2, 3. kat 35 x 75 cm 4, 5, 6. kat 35 x 70 cm 7, 8, 9. kat

Yukarıda kalıp planı ve perspektif görünüşü verilen 9 katlı betonarme çerçeve yapının, aşağıda verilen değişkenlere göre ‘Performans Düzeyi’ ve ‘Yatay Yük – Tepe Deplasmanı ( $V_t - \Delta$ )’ elde edilecektir.

Statik İtme Analizi (Pushover Analiz); ‘G+Q+FI’ yükleme kombinasyonuna göre yapılmıştır.

Yapının performansı belirlenirken kiriş tablasındaki döşeme donatıları da dikkate alınmıştır. Bina *Bilgi Düzeyi* ‘Kapsamlı’ ve *Bilgi Düzey Katsayısı* ‘1.00’ (DBYBHY’2007 Tablo 7.1) olarak alınmıştır. Malzeme güvenlik katsayıları kullanılmamış olup bilgi düzeyi katsayısı dikkate alınmıştır.

Şimdi yukarıda verilen bilgilerden sonra, beton sınıfı, donatı korozyonu ile donatı yetersiz kenetlenme oranında yapılan değişiklikler neticesinde elde edilen kapasite sınır durumları ve  $V_t - \Delta$  eğrilerini karşılaştırmalı olarak irdelemeye çalışalım.

**1. Durum :** C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

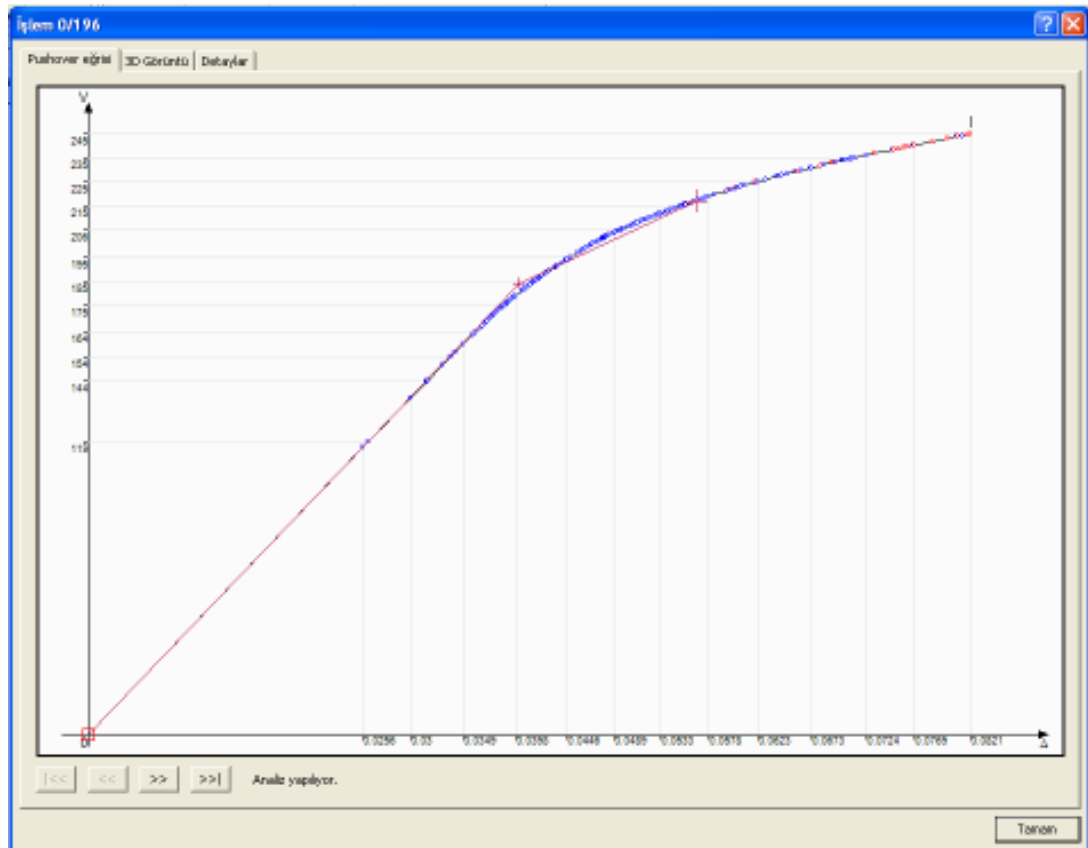
Beton Sınıfı : C20

Donatı Korozyonu : 0.00

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.1. 1. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	0	245	0.0821



Şekil 4.3. 1.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.2. 1.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	57 (%95)	3 (%5)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	53 (%88)	7 (%12)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	51 (%85)	9 (%15)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	51 (%85)	9 (%15)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	52 (%87)	8 (%13)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	52 (%87)	8 (%13)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	23 (%96)	1 (%4)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Can Güvenliği (CG)

Çizelge 4.3. 1.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>6. Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>5. Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>4. Kat</b>	Kirişler	55 (%92)	5 (%8)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>3. Kat</b>	Kirişler	53 (%88)	5 (%8)	2 (%3)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>2. Kat</b>	Kirişler	48 (%80)	12(%20)		
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>1. Kat</b>	Kirişler	48 (%80)	10(%17)	2 (%3)	
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	53 (%88)	7 (%12)		
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	22 (%92)	2 (%8)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Can Güvenliği (CG)

2. Durum : C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %25;

Beton Sınıfı : C20

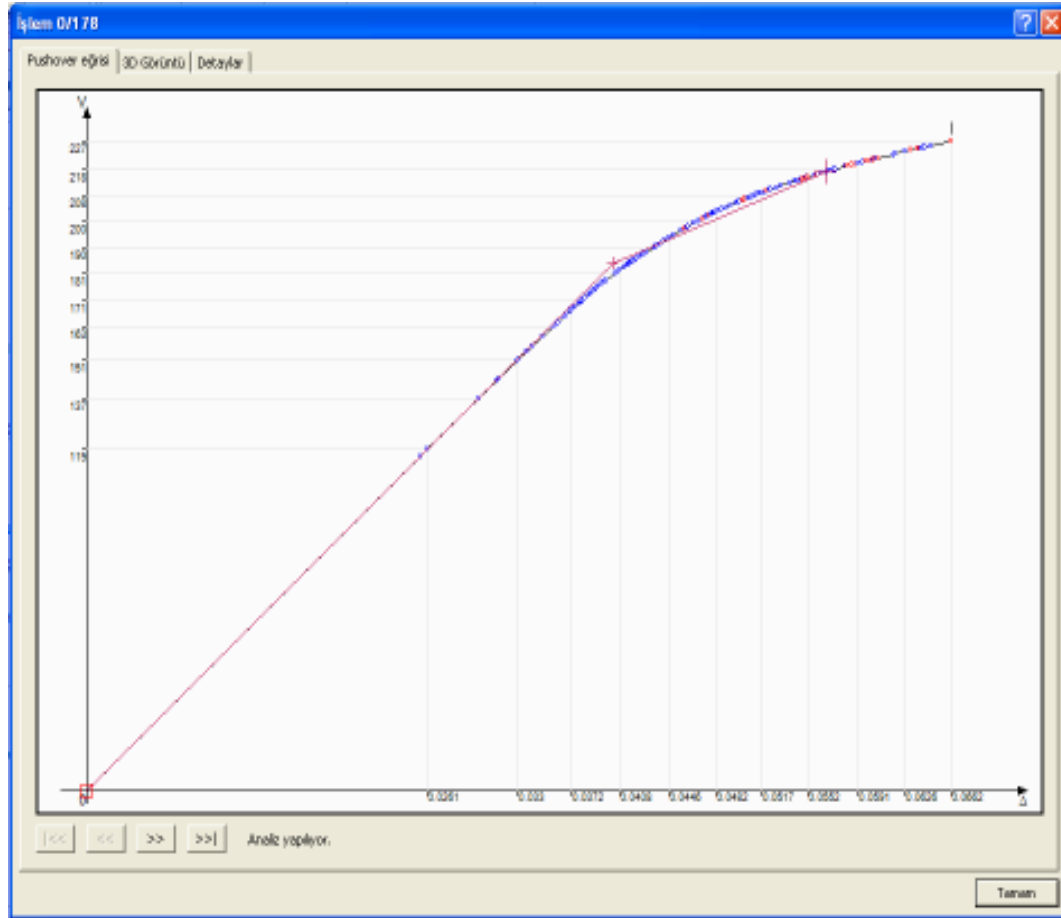
Donatı Korozyonu : 0.25

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.4. 2.Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	% 25	227	0.066



Şekil 4.4. 2.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.5. 2.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7.Kat</b>	Kirişler	59 (%98)	1 (%2)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	52 (%87)	8 (%13)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	46 (%77)	14(%23)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	46 (%77)	11(%18)	3(%5)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	46 (%77)	12(%20)	2 (%3)	
	Kolonlar	22 (%96)	1(%4)		
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	46 (%77)	9(%15)	5 (%8)	
	Kolonlar	22 (%96)	1(%4)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	45 (%75)	11(%18)	4 (%7)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	46 (%77)	12(%20)	2 (%3)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	19 (%79)	5 (%21)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Can Güvenliği (CG)

Çizelge 4.6. 2.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7.Kat</b>	Kirişler	54 (%90)	6 (%10)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	50 (%83)	10(%17)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	17(%28)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	15(%15)	2(%3)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	13(%22)	2 (%3)	2(%3)
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	13(%22)	2 (%3)	2 (%3)
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	13(%22)	2 (%3)	2 (%3)
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	43 (%72)	13(%22)	4 (%7)	
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	14 (%58)	10(%42)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)



**3. Durum** : C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50

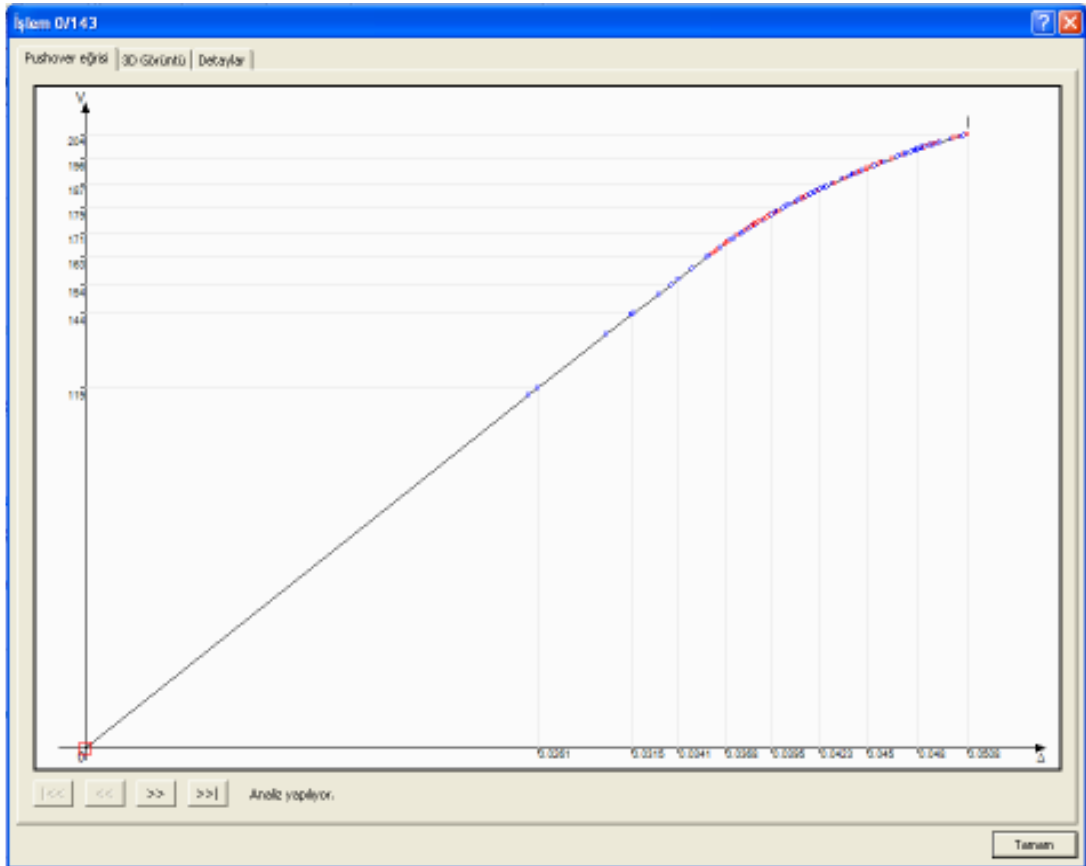
Beton Sınıfı : C20

Donatı Korozyonu : 0.50

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;Çizelge 4.7. 3.Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	% 50	204	0.0508

Şekil 4.5. 3.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.8. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	45 (%75)	7 (%12)	1 (%2)	7(%12)
	Kolonlar	18 (%78)	5 (%22)		
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	37 (%62)	8 (%13)	4(%7)	11(%18)
	Kolonlar	19 (%83)	4(%17)		
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	36 (%60)	10(%17)	2 (%3)	12(%20)
	Kolonlar	19 (%83)	4(%17)		
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	34 (%57)	8(%13)	4 (%7)	14(%23)
	Kolonlar	19 (%83)	4(%17)		
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	36 (%60)	6(%10)	4 (%7)	14(%23)
	Kolonlar	19 (%83)	4(%17)		
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	36 (%60)	5(%8)	4 (%7)	15(%25)
	Kolonlar	18 (%78)	5(%22)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	36 (%60)	6(%10)	3 (%5)	15(%25)
	Kolonlar	18 (%78)	5(%22)		
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	38 (%63)	4(%7)	3 (%5)	15(%25)
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	14 (%58)	3 (%13)	2 (%8)	5(%21)
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.9. 3.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	44 (%73)	8 (%13)	2 (%3)	6 (%10)
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	39 (%65)	11(%18)		10 (%17)
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	34 (%57)	10(%17)	4 (%7)	12 (%20)
	Kolonlar	17 (%74)	6 (%26)		
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	35 (%58)	6 (%10)	3 (%5)	16 (%27)
	Kolonlar	19 (%83)	4 (%17)		
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	35 (%58)	8 (%13)	1 (%2)	16 (%27)
	Kolonlar	17 (%74)	6 (%26)		
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	35 (%58)	6 (%10)	3 (%5)	16 (%27)
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	35 (%58)	6 (%10)	3 (%5)	16 (%27)
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	36 (%60)	4 (%7)	4 (%7)	16 (%27)
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	12 (%50)	2 (%8)		10 (%42)
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (G)

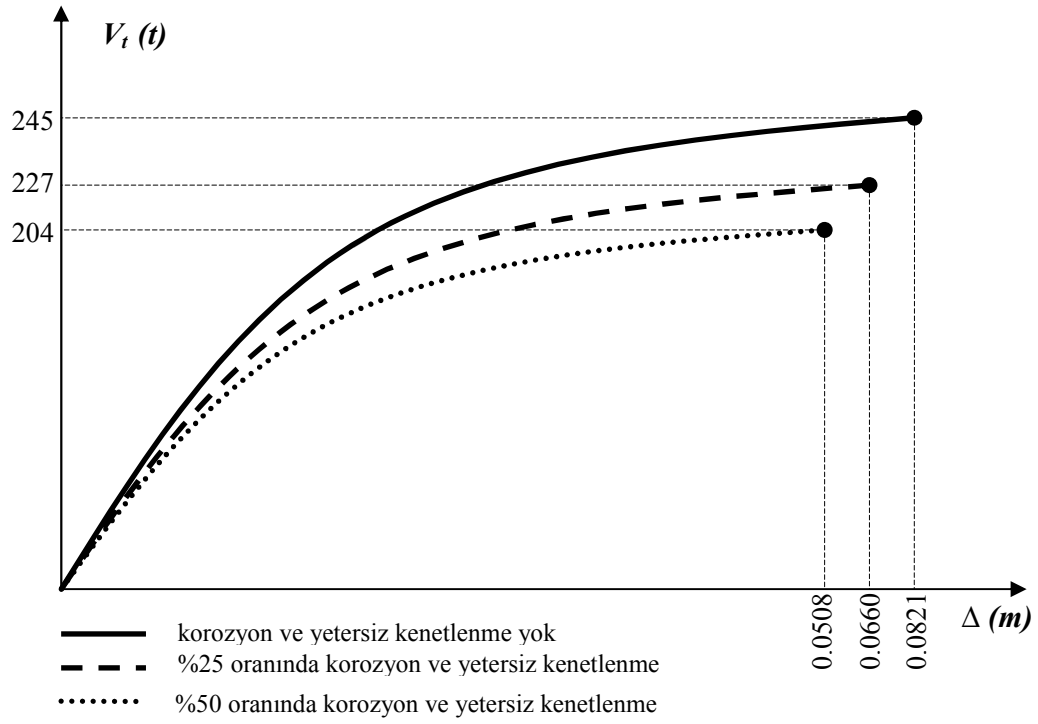
Şimdi, bu 3 durumda elde edilen sonuçları karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de özetlemeye çalışalım.

**Çizelge 4.10.** 1,2 ve 3. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	(yok)	245	0.0821
C 20	% 25	227	0.066
C 20	% 50	204	0.0508

**Çizelge 4.11.** 1,2 ve 3. Durumlara ait bina performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C 20	(yok)	Can Güvenliği	Can Güvenliği
C 20	% 25	Can Güvenliği	Göçme Öncesi
C 20	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu



Şekil 4.6. 1, 2 ve 3.Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

Yukarıdaki sonuçlardan da görüldüğü üzere, donatı korozyonunun yapı kapasitesi üzerindeki etkisi azımsanmayacak kadar belirgindir. Türkiye'deki yapı imalat kalitesi göz önünde tutulduğunda, kullanılan donatılarda ortalama bir değer olarak % 20~25 civarında bir korozyon ve/veya yetersiz kenetlenmenin olması durumunda yapının, beton kalitesinden bağımsız bir şekilde yapı performans düzeyi kullanılabilir sınır değerleri aşmaktadır. Yatay yük taşıma kapasitesi ( $V_t$ ) yaklaşık olarak %10 civarında azalırken, tepe deplasman değeri ( $\Delta$ ) de yaklaşık olarak %20 oranında azalmaktadır.

**4.Durum:** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

Beton Sınıfı : C15

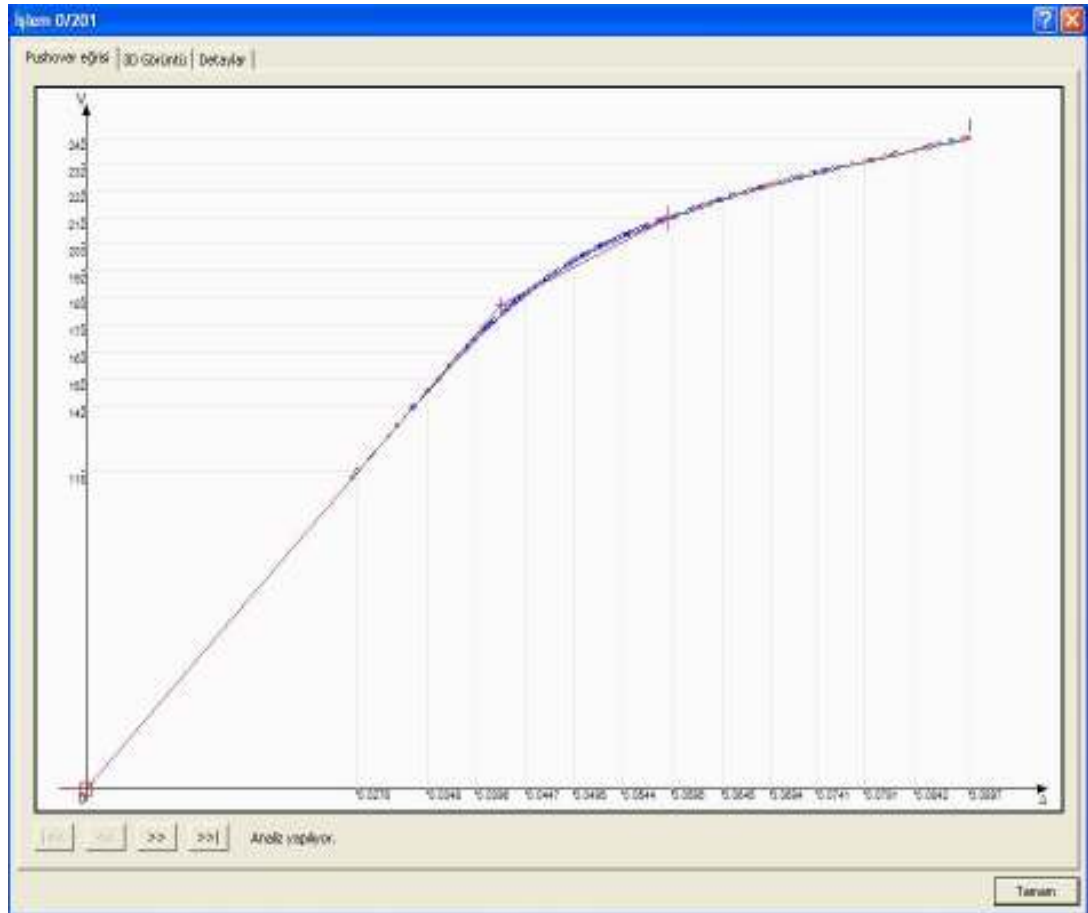
Donatı Korozyonu : 0.00

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

**Çizelge 4.12.** 4.Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 15	0	242	0.0897



**Şekil 4.7.** 4.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.13. 4.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	57 (%95)	3 (%5)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	53 (%88)	7(%12)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	50 (%83)	10(%17)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	52 (%87)	8(%13)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	51 (%85)	9(%15)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	52 (%87)	8(%13)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	24 (%58)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Can Güvenliği (CG)

Çizelge 4.14. 4.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
6.Kat	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
5.Kat	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
4.Kat	Kirişler	55 (%92)	5 (%8)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
3.Kat	Kirişler	53 (%88)	5 (%8)	2 (%3)	
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
2.Kat	Kirişler	50 (%83)	10(%17)		
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
1.Kat	Kirişler	50 (%83)	8 (%13)	2 (%3)	
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
Zemin	Kirişler	52 (%87)	8 (%13)		
	Kolonlar	19 (%83)	4 (%17)		
	Perdeler				
Bodrum	Kirişler	22 (%92)	2 (%8)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Can Güvenliği (CG)



**5.Durum:** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %25

Beton Sınıfı : C15

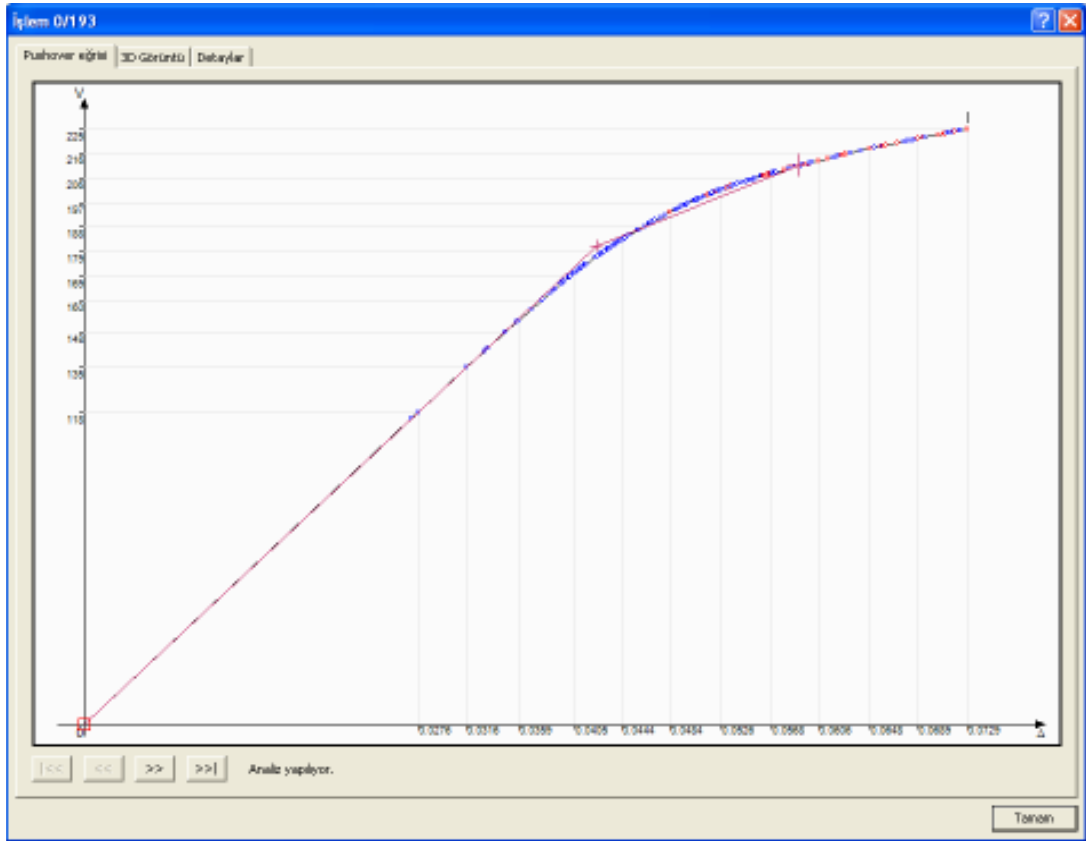
Donatı Korozyonu : 0.25

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.15. 5.Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 15	%25	225	0.0729



Şekil 4.8. 5.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.16. 5.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	59 (%98)	1 (%2)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	52 (%87)	8 (%13)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	46 (%77)	14(%23)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	46 (%77)	12(%20)	2(%3)	
	Kolonlar	21 (%91)	2(%9)		
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	46 (%77)	13(%22)	1(%2)	
	Kolonlar	21 (%91)	2(%9)		
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	46 (%77)	9(%15)	5(%8)	
	Kolonlar	20 (%87)	3(%13)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	45 (%75)	11(%18)	4(%7)	
	Kolonlar	20 (%87)	3(%13)		
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	46 (%77)	13(%13)	1(%2)	
	Kolonlar	20 (%87)	3(%13)		
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	19 (%79)	5(%21)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Can Güvenliği (CG)

Çizelge 4.17. 5.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	54 (%90)	4 (%7)	2 (%3)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	49 (%82)	11(%18)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	15(%25)	2 (%3)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	15(%25)	2 (%3)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	15(%25)	2 (%3)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	17(%28)		
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	43 (%72)	15(%25)	2 (%3)	
	Kolonlar	21 (%91)	2 (%9)		
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	43 (%72)	15(%25)	2 (%3)	
	Kolonlar	17 (%74)	6 (%26)		
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	16 (%67)	6 (%25)	2 (%8)	
	Kolonlar	21 (%91)			2 (%9)
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

**6.Durum:** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50

Beton Sınıfı : C15

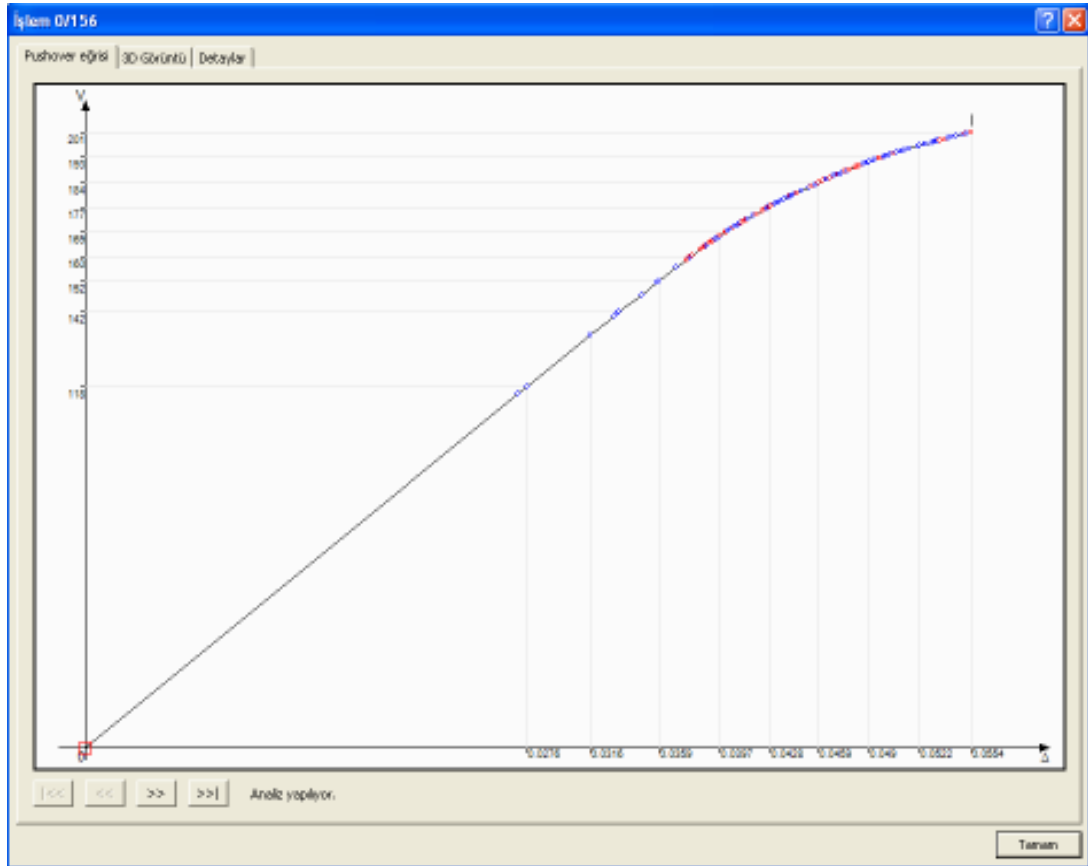
Donatı Korozyonu : 0.50

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.18. 6.Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 15	%50	201	0.0554



Şekil 4.9. 6.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.19. 6.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	45 (%75)	7(%12)	1(%2)	7(%12)
	Kolonlar	19 (%83)	4(%17)		
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	37 (%62)	8 (%13)	4(%7)	11(%18)
	Kolonlar	19 (%83)	4(%17)		
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	36 (%60)	10(%17)	3(%5)	11(%18)
	Kolonlar	19 (%83)	4(%17)		
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	34 (%57)	9(%15)	3(%5)	14(%23)
	Kolonlar	19 (%83)	4(%17)		
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	37 (%62)	5(%8)	4(%7)	14(%23)
	Kolonlar	17(%74)	6(%26)		
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	36 (%60)	5(%8)	4(%7)	15(%25)
	Kolonlar	17(%74)	6(%26)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	37 (%62)	5(%8)	3(%5)	15(%25)
	Kolonlar	17(%74)	6(%26)		
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	38 (%63)	4(%7)	3(%5)	15(%25)
	Kolonlar	11 (%48)	12(%52)		
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	14 (%58)	3(%13)	2(%8)	5(%21)
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.20. 6.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	45 (%75)	6 (%10)	2 (%3)	9 (%15)
	Kolonlar	17 (%74)	6 (%26)		
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	39 (%65)	9 (%15)	2 (%3)	10 (%17)
	Kolonlar	19 (%83)	4 (%17)		
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	34 (%57)	6 (%10)	9 (%15)	11 (%18)
	Kolonlar	19 (%83)	4 (%17)		
	Perdeler				
<b>4.Kat</b>	Kirişler	37 (%62)	3 (%5)	6 (%10)	14 (%23)
	Kolonlar	17 (%74)	6 (%26)		
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	39 (%65)		4 (%7)	17 (%28)
	Kolonlar	19 (%83)	4 (%17)		
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	37 (%62)	2 (%3)	4 (%7)	17 (%28)
	Kolonlar	17 (%74)	6 (%26)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	37 (%62)	4 (%7)	2 (%3)	17 (%28)
	Kolonlar	15 (%65)	8 (%35)		
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	39 (%65)	3 (%5)	3 (%5)	15 (%25)
	Kolonlar	10 (%43)	11(%48)	2 (%9)	
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	9 (%38)	6 (%25)		9 (%38)
	Kolonlar	21 (%91)	1 (%4)		1 (%4)
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

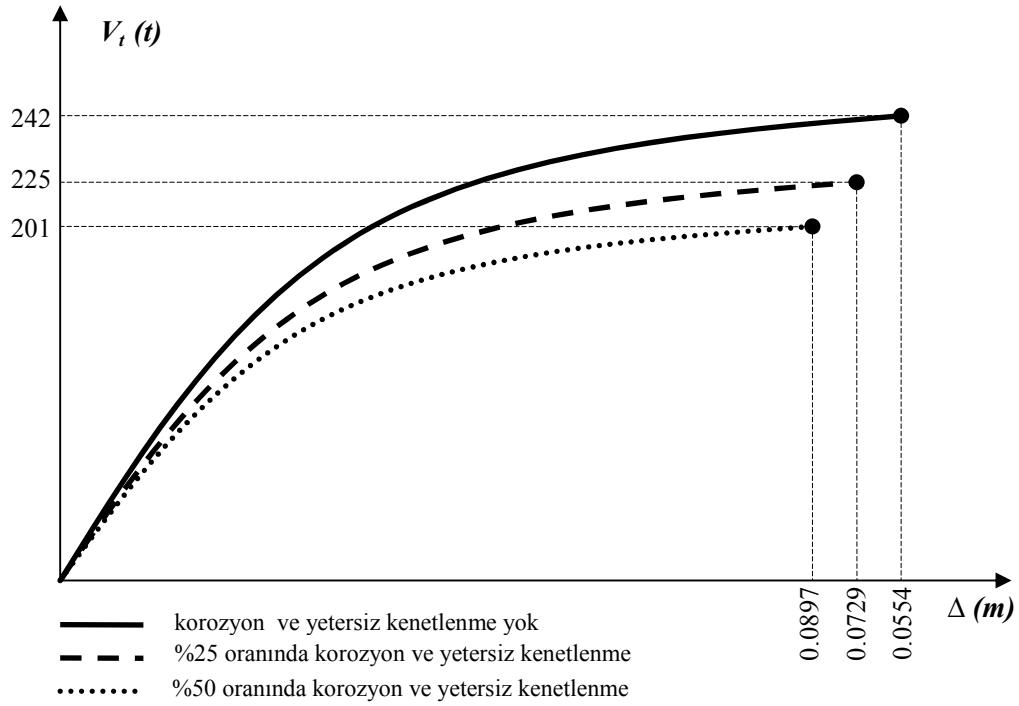
Şimdi, bu 3 durumda (4, 5 ve 6. Durumlar) elde edilen sonuçları karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de özetlemeye çalışalım.

**Çizelge 4.21.** 4,5 ve 6. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 15	0	242	0.0897
C 15	% 25	225	0.0729
C 15	% 50	201	0.0554

**Çizelge 4.22.** 1,2 ve 3. Durumlara ait bina performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C 15	0	Can Güvenliği	Can Güvenliği
C 15	% 25	Can Güvenliği	Göçme Durumu
C 15	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu



Şekil 4.10. 4, 5 ve 6.Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

Donatıdaki korozyonu ve yetersiz kenetlenme oranındaki yaklaşık %20~25'lik bir artış, yatay yük taşıma kapasitesinde ( $V_t$ ) yaklaşık olarak %10 civarında azalmaya neden olurken, tepe deplasman ( $\Delta$ ) değerinde de yaklaşık olarak %20~25 arasında azalmaya neden olmaktadır.

**7.Durum:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

Beton Sınıfı : C10

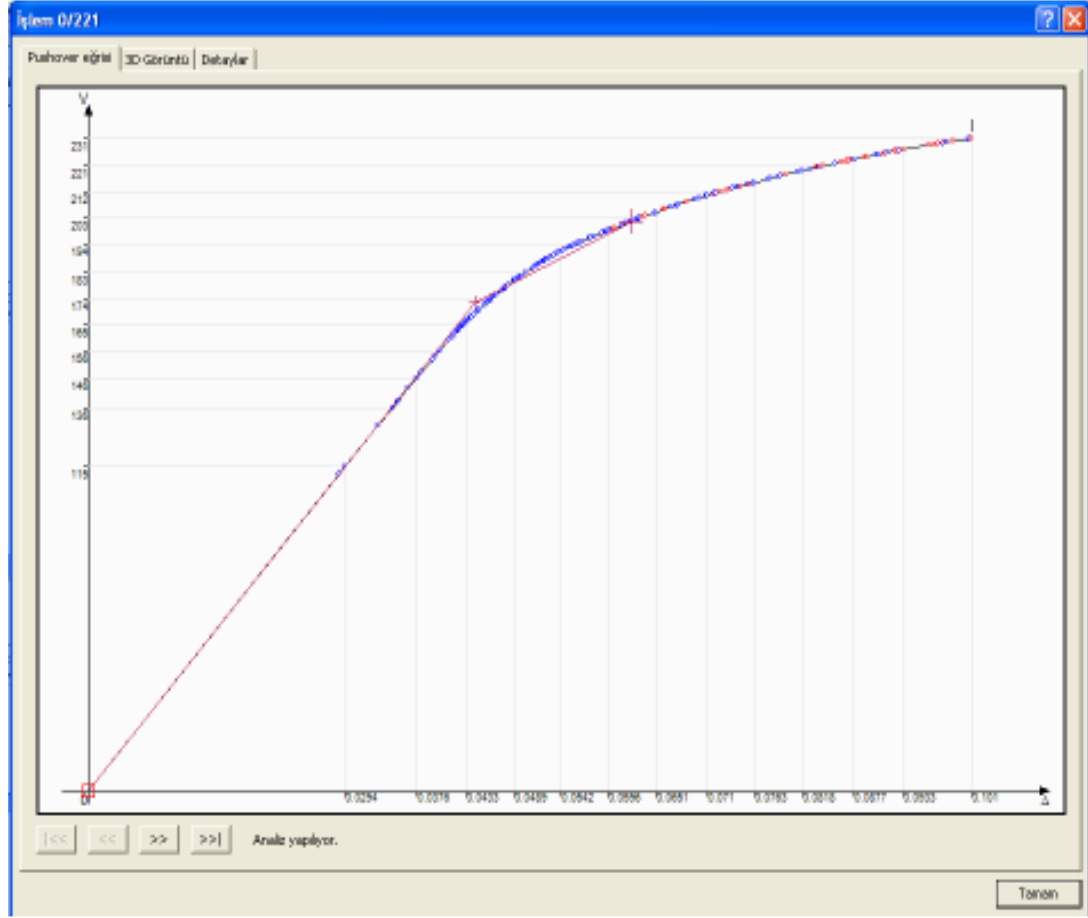
Donatı Korozyonu : 0.00

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.23. 4.Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 10	0	231	0.101



Şekil 4.11. 7.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.24. 7.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
6. Kat	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
5. Kat	Kirişler	57 (%95)	3 (%5)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				

<b>4.Kat</b>	Kirişler	52(%87)	8(%13)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	50 (%83)	10(%17)		
	Kolonlar	23(%100)			
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	50 (%83)	10(%17)		
	Kolonlar	23(%100)	6(%26)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	50 (%16)	10(%17)		
	Kolonlar	16(%70)	6(%26)		1(%4)
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	52 (%87)	8(%13)		
	Kolonlar	12 (%52)	7(%30)		4(%17)
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	24 (%100)			
	Kolonlar	18 (%78)	2(%9)		3(%13)
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.25. 7.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>6.Kat</b>	Kirişler	60 (%100)			
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>5.Kat</b>	Kirişler	56 (%93)	4 (%7)		
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				

<b>4.Kat</b>	Kirişler	54 (%90)	4 (%7)	2 (%3)	
	Kolonlar	23 (%100)			
	Perdeler				
<b>3.Kat</b>	Kirişler	52 (%87)	8 (%13)		
	Kolonlar	19 (%83)	4 (%17)	2 (%3)	
	Perdeler				
<b>2.Kat</b>	Kirişler	52 (%87)	8 (%13)		
	Kolonlar	17 (%74)	6 (%26)		
	Perdeler				
<b>1.Kat</b>	Kirişler	52 (%87)	8 (%13)		
	Kolonlar	15 (%65)	6 (%26)		2 (%9)
	Perdeler				
<b>Zemin</b>	Kirişler	50 (%83)	10(%17)		
	Kolonlar	10 (%43)	7 (%30)		6 (%26)
	Perdeler				
<b>Bodrum</b>	Kirişler	22 (%92)	2 (%8)	2(%8)	5(%21)
	Kolonlar	17 (%74)	2 (%9)	2 (%9)	2 (%9)
	Perdeler	17 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

**8.Durum:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %25

Beton Sınıfı : C10

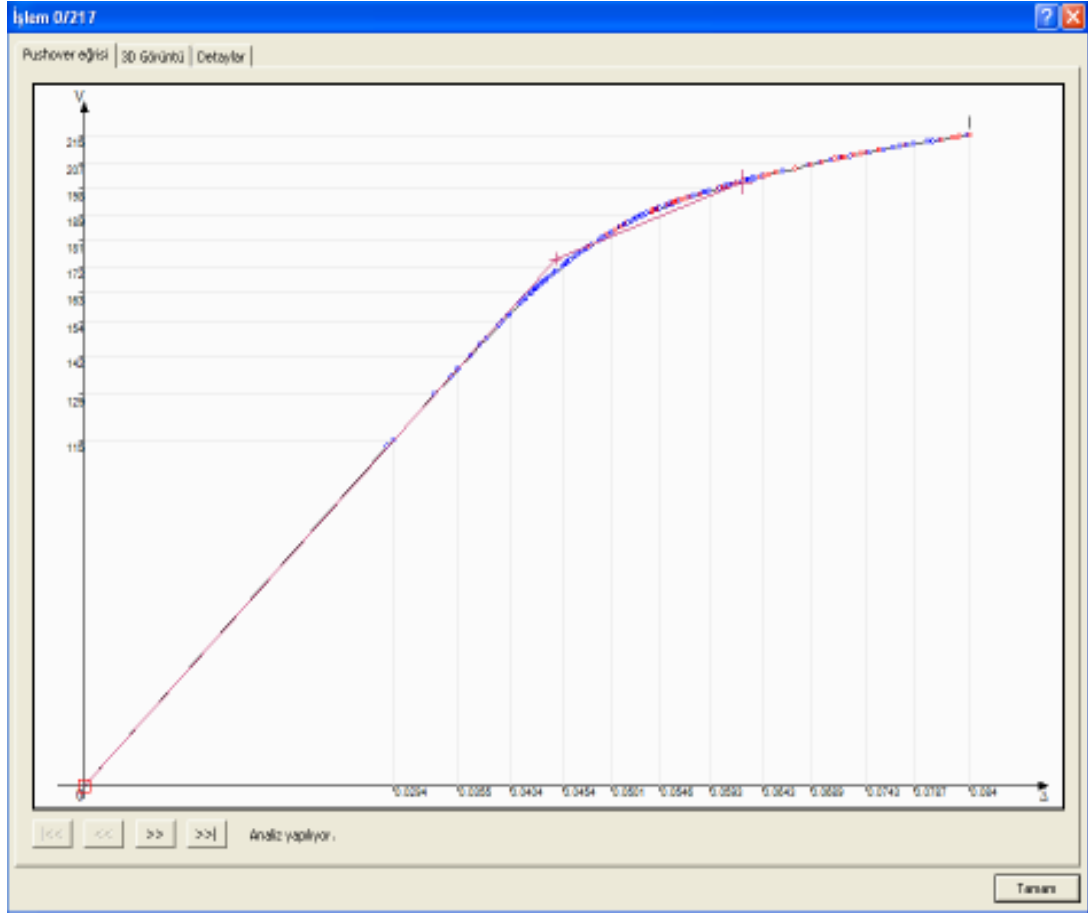
Donatı Korozyonu : 0.25

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.26. 8.Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 10	%25	215	0.084



Şekil 4.12. 8.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

7. Durum'dan da anlaşılacağı üzere 8.Durum ve daha sonraki aşama olan 9. Durum (C10 korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50) için yapı deprem performans düzeylerinin;

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

olacağı aşikârdır. Bu nedenle 8. ve 9. Durumlar için ayrıntılı bir şekilde eleman hasar durumlarının belirtilmesine gerek duyulmamıştır. Ancak 9. Durum için de  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi elde edilecektir.

**9.Durum:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50

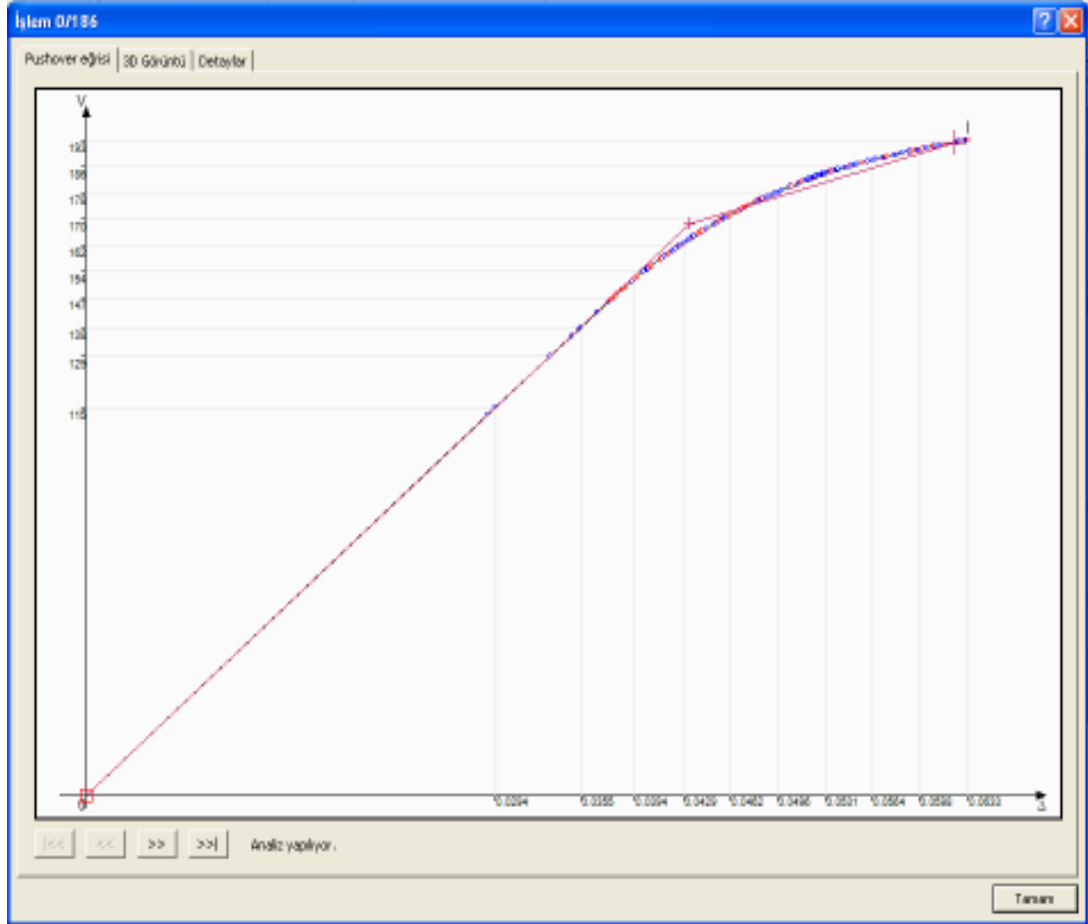
Beton Sınıfı : C10

Donatı Korozyonu : 0.50

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.27. 8.Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 10	%50	193	0.063

Şekil 4.13. 9.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Yapının performans düzeyi;

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

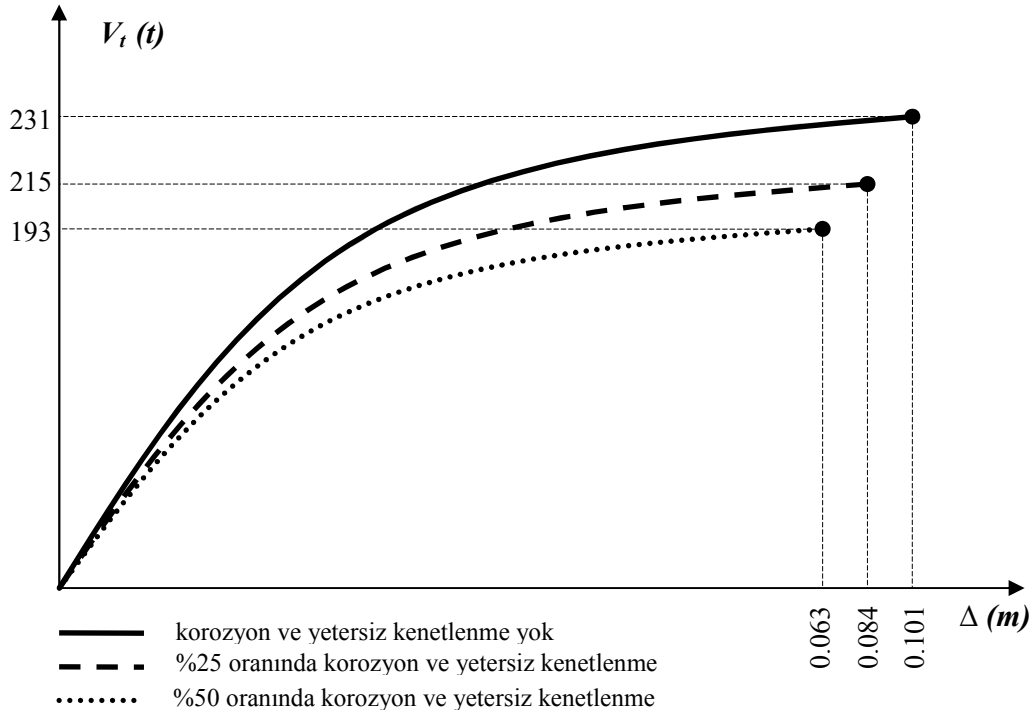
7, 8 ve 9. Durumlarda elde edilen sonuçları karşılaştırmalı olarak bir çizelgede özetlemeye çalışalım.

Çizelge 4.28. 7, 8 ve 9. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 10	0	231	0.101
C 10	% 25	215	0.084
C 10	% 50	193	0.063

Çizelge 4.29. 1,2 ve 3. Durumlara ait bina performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C 10	0	Göçme Durumu	Göçme Durumu
C 10	% 25	Göçme Durumu	Göçme Durumu
C 10	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu

Şekil 4.14. 7, 8 ve 9. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

7, 8 ve 9. Durumlar da gösteriyor ki; donatı korozyonunda ve yetersiz kenetlenme oranında yaklaşık %20~25'lik bir artış, yatay yük taşıma kapasitesinde ( $V_t$ ) yaklaşık olarak %10 civarında azalmaya neden olurken, tepe deplasman ( $\Delta$ ) değerinde de yaklaşık olarak %20~25 arasında azalmaya neden olmaktadır.

Söz konusu çerçevesel sistem için, şu ana kadar elde edilen sonuçlar Çizelge 4.30 ve Çizelge 4.31'de özet olarak verilmiştir.

**Çizelge 4.30.** Çerçevesel sistemin farklı durumları için  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ ( t )	$\Delta$ ( m )
<b>C20</b>	Yok	245	0.0821
	%25	227	0.0660
	%50	204	0.0508
<b>C15</b>	Yok	242	0.0897
	%25	225	0.0729
	%50	201	0.0554
<b>C10</b>	Yok	231	0.1010
	%25	215	0.0840
	%50	193	0.0633

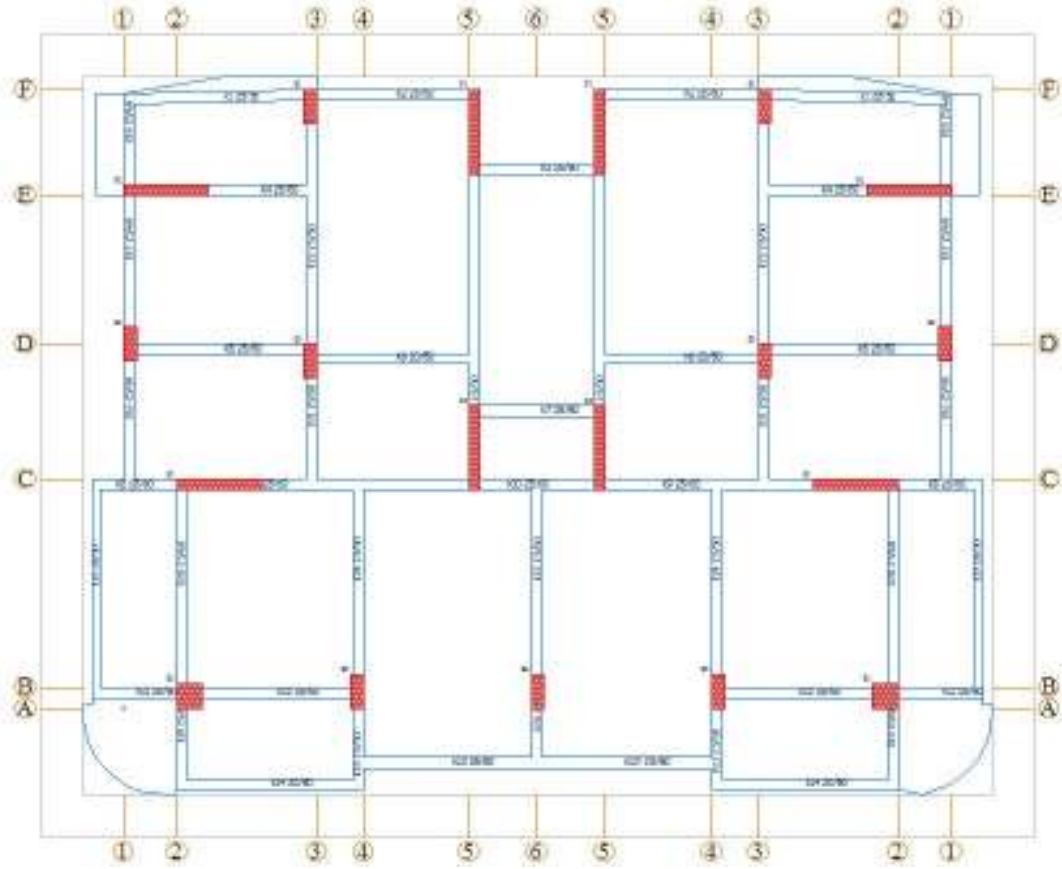
Çizelge 4.31. Çerçevesi sistemin farklı durumları için performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
<b>C20</b>	Yok	Can Güvenliği	Can Güvenliği
	%25	Can Güvenliği	Göçme Öncesi
	%50	Göçme Durumu	Göçme Durumu
<b>C15</b>	Yok	Can Güvenliği	Can Güvenliği
	%25	Can Güvenliği	Göçme Durumu
	%50	Göçme Durumu	Göçme Durumu
<b>C10</b>	Yok	Göçme Durumu	Göçme Durumu
	%25	Göçme Durumu	Göçme Durumu
	%50	Göçme Durumu	Göçme Durumu

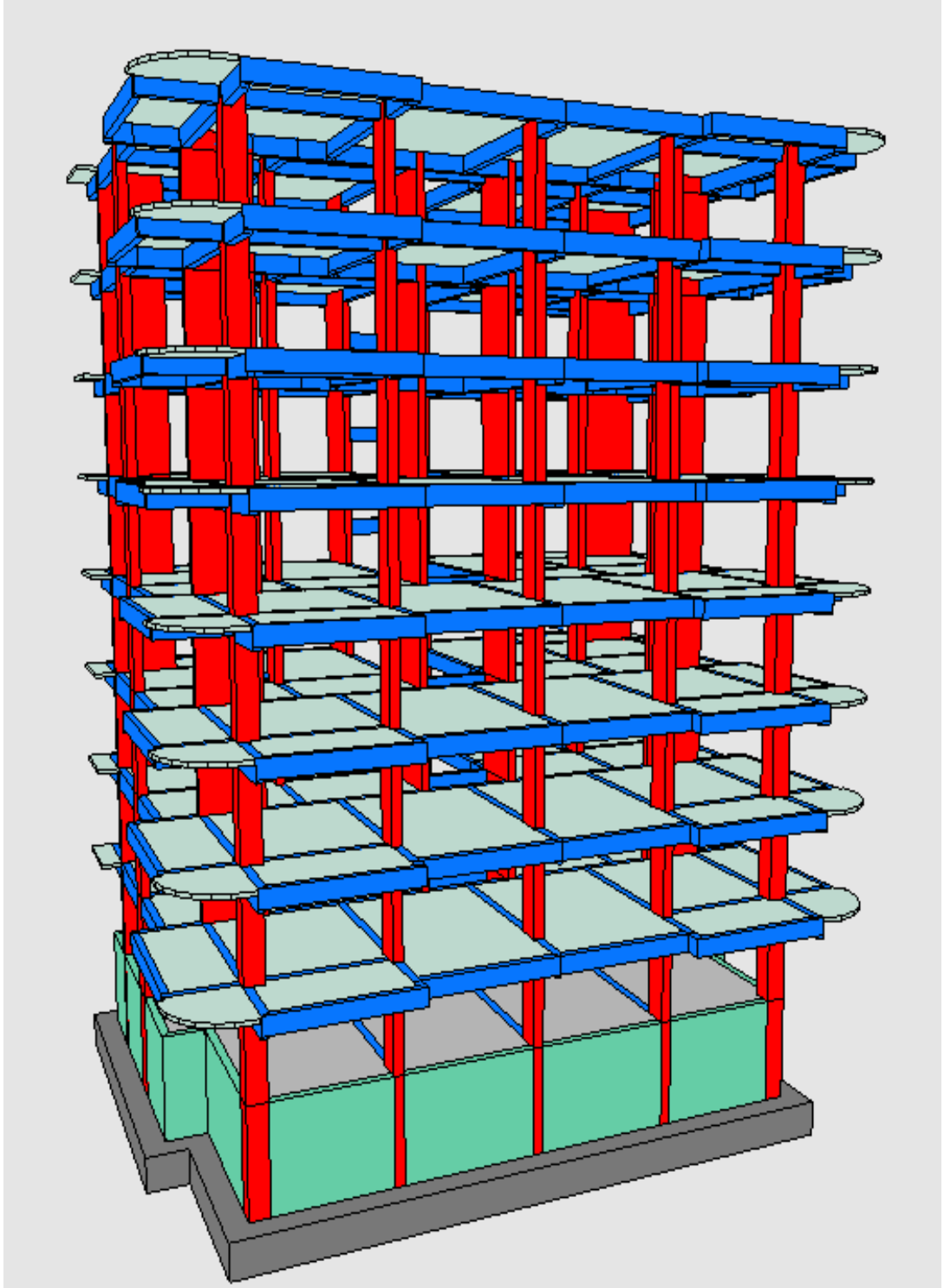


#### 4.2. Perdeli - Çerçevesi Sistem

1 bodrum, zemin ve 7 normal kattan oluşan perdeli-çerçevesi sisteminin performans seviyesi ile yatay yük – tepe deplasman eğrisi ( $V_t - \Delta$ ); C10, C15, C20 beton sınıfları ile donatı korozyonu ve donatı yetersiz kenetlenme oranı:  $k=0.00$ ,  $k=0.25$ ,  $k=0.50$  değerleri için ayrı ayrı elde edilecek ve karşılaştırmalı olarak irdelenecektir.



Şekil 4.15. Performansı belirlenecek perdeli-çerçevesi sistemin normal kat kalıp planı



Şekil 4.16. Performansı belirlenecek perdeli-çerçevesel sistemin perspektif görünüşü

*Mevcut Yapı Özellikleri:*

Kat adedi	: B + Zemin + 7 Normal Kat (9 Kat)
Rijit bodrum kat adedi	: 1
Bina toplam yüksekliği	: 27 m
Bina önem katsayısı(I)	: 1
Taşıyıcı Sistem	: Perdeli-Çerçeve Sistem
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (X / Y)	: 6/6
Analizde kullanılan yöntem	: Mod birleştirme yöntemi (Dinamik)
Süneklik düzeyi	: Karma
Zemin yatak katsayısı	: 3000 t/m <sup>3</sup>
Zemin sınıfı	: Z2 ; T <sub>a</sub> =0.15 ve T <sub>b</sub> =0.40
Zemin grubu	: B
Zemin emniyet gerilemesi	: 20 t/m <sup>2</sup>
Malzeme (Beton/Çelik)	: C20 – C15 – C10 / BCIII (S 420)
Sabit yükler	: 185 kgf/m <sup>2</sup>
Hareketli yükler	: 200 kgf/m <sup>2</sup> (Konut, teras, oda..... v.b)
Ağırlıklı kiriş kesitleri	: 25 x 50 cm
Kolon kesitleri	: 30 x 80 cm
Perde kesitleri	: 25 x 200 cm

Yukarıda kalıp planı ve perspektif görünüşü verilen 9 katlı, perdeli-çerçeve yapıнын, aşağıda verilen değişkenlere göre ‘Performans Düzeyi’ ve ‘Yatay Yük – Tepe Deplasmanı ( $V_t - \Delta$ )’ elde edilecektir.

Statik İtme Analizi (Pushover Analiz); ‘G+Q+FI’ yükleme kombinasyonuna göre yapılmıştır.

Yapının performansı belirlenirken kiriş tablasındaki döşeme donatıları da dikkate alınmıştır. Bina *Bilgi Düzeyi ‘Kapsamlı’* ve *Bilgi Düzey Katsayısı ‘1.00’* (DBYBHY’2007 Tablo 7.1) olarak alınmıştır. Malzeme güvenlik katsayıları kullanılmamış olup, bilgi düzeyi katsayısı dikkate alınmıştır.

Şimdi yukarıda verilen bilgilerden sonra, beton sınıfı, donatı korozyonu ve yetersiz kenetlenme oranında yapılan değişiklikler neticesinde elde edilen kapasite

sınır durumları ve  $V_t - \Delta$  eğrilerini karşılaştırmalı olarak bir önceki örnekte olduğu gibi irdelemeye çalışalım.

**1. Durum :** C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

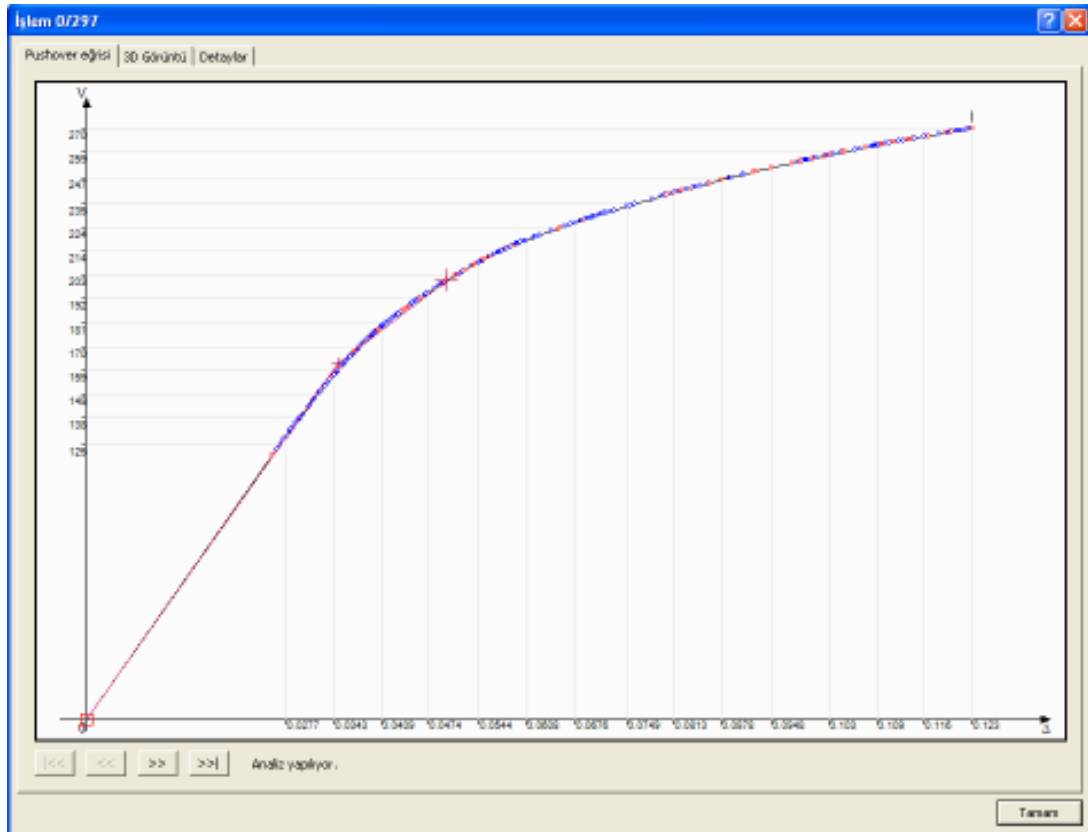
Beton Sınıfı : C20

Donatı Korozyonu : 0.00

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.32. 1. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	0	270	0.123



Şekil 4.17. 1.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.33. 1.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	49 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	49 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	45 (%92)	4 (%8)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	42(%100)	7 (%14)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	40 (%100)	9(%18)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	41 (%84)	8(%16)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	40 (%82)	9(%18)		
	Kolonlar	11(%100)	6(%26)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	41 (%84)	8(%16)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	27 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Can Güvenliği (CG)

Çizelge 4.34. 1.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	49 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	42 (%86)	7(%14)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	38 (%78)	11(%22)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	36(%73)	13(%27)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	15(%31)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	36 (%73)	13(%27)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	36 (%73)	13(%27)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	36 (%73)	13(%27)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	18 (%90)	2(%10)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	21 (%78)	6(%22)		

Deprem Yüklemesi E<sub>y</sub> : Can Güvenliği (CG)

2. Durum : C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %25

Beton Sınıfı : C20

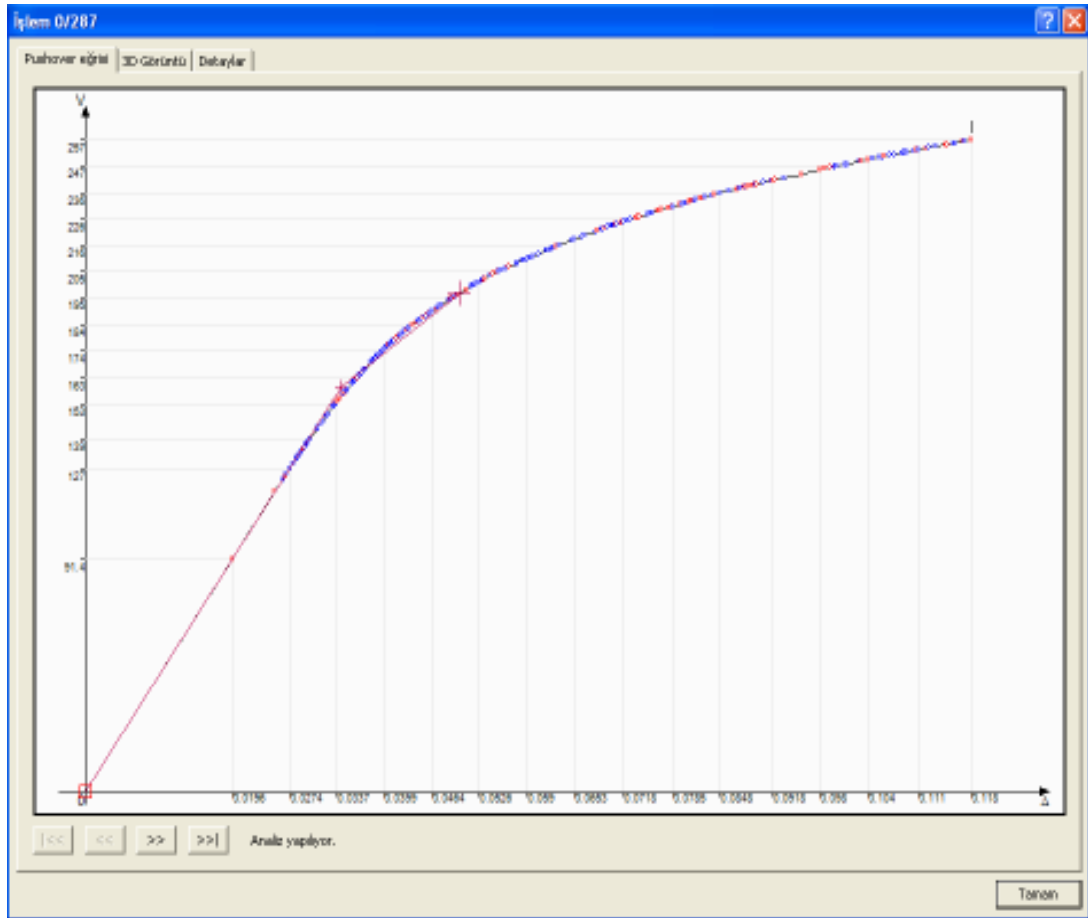
Donatı Korozyonu : 0.25

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.35. 1. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	% 25	257	0.118



Şekil 4.18. 2.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.36. 2.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	46 (%94)	2(%4)		1(%2)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	41 (%84)	6(%12)	2(%4)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	36 (%73)	11(%22)	2(%4)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	35(%71)	9(%18)	4(%8)	1(%2)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	12(%24)	3(%6)	1(%2)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	10(%20)	4(%8)	1(%2)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	10(%20)	5(%10)	1(%2)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	36 (%73)	10(%20)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	18 (%90)	2(%10)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	21 (%78)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Öncesi (GÖ)



Çizelge 4.37. 2.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	35 (%71)	12(%24)	2 (%4)	
	Kolonlar	9 (%82)	2 (%18)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	7 (%14)	9 (%18)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	7 (%14)	8 (%16)	1(%2)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	5 (%10)	10 (%20)	1(%2)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	5 (%10)	8 (%16)	3(%6)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	5 (%10)	9 (%18)	2(%4)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	3(%6)	11 (%22)	2(%4)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	36 (%73)	5 (%10)	11 (%22)	
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	13 (%65)	5(%25)	2(%10)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	21 (%78)	6(%22)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

3. Durum : C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50

Beton Sınıfı : C20

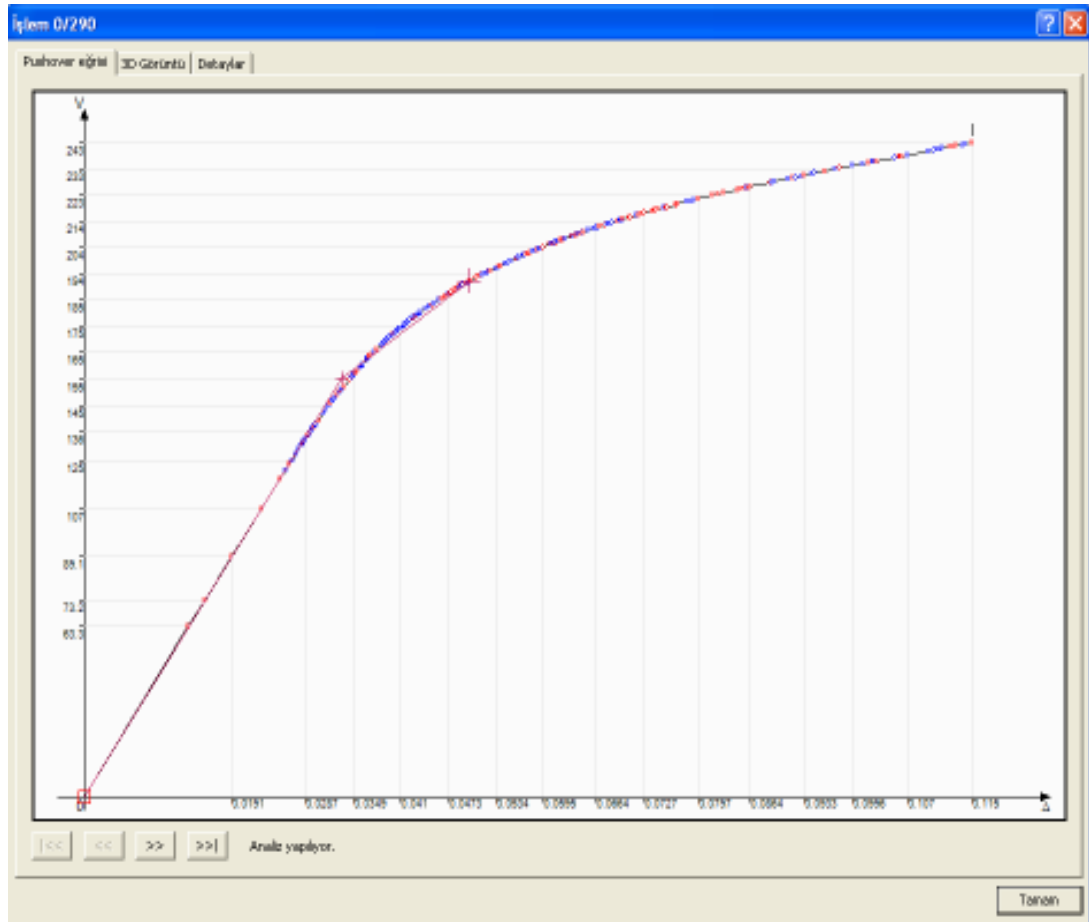
Donatı Korozyonu : 0.50

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.38. 1. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	% 50	243	0.115



Şekil 4.19. 3.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.39. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	30 (%61)	9(%18)	2(%4)	8(%16)
	Kolonlar	8 (%73)	3(%27)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	24(%49)	9(%18)	3(%6)	13(%27)
	Kolonlar	10 (%91)	1(%9)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	21 (%43)	10(%20)	3(%6)	15(%31)
	Kolonlar	10 (%91)	1(%9)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	19 (%39)	10(%20)	5(%10)	15(%31)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	19 (%39)	9(%18)	6(%12)	15(%31)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	19 (%39)	11(%22)	4(%8)	15(%31)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	19 (%39)	11(%22)	4(%8)	15(%31)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	22 (%45)	7(%14)	5(%10)	15(%31)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	7 (%35)	7(%35)	2(%10)	4(%20)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	21 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Öncesi (GÖ)

Çizelge 4.40. 3.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	26 (%53)	7 (%14)	2 (%4)	14 (%29)
	Kolonlar	7 (%64)	2 (%18)	2 (%18)	
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6. Kat</b>	Kirişler	24 (%49)	2 (%4)	2 (%4)	21 (%43)
	Kolonlar	7 (%64)	4 (%36)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5. Kat</b>	Kirişler	24 (%49)		2 (%4)	23 (%47)
	Kolonlar	7 (%64)	4 (%36)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4. Kat</b>	Kirişler	24 (%49)	4 (%8)		21 (%43)
	Kolonlar	7 (%64)	4 (%36)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3. Kat</b>	Kirişler	22 (%45)	6 (%12)	8 (%16)	21 (%43)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2. Kat</b>	Kirişler	22 (%45)	8 (%16)		19 (%39)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1. Kat</b>	Kirişler	22 (%45)	8 (%16)		19 (%39)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	24 (%49)	4 (%8)		21 (%43)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	6 (%75)	2 (%25)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	7 (%35)	3 (%15)		10 (%50)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	21 (%78)	6(%22)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

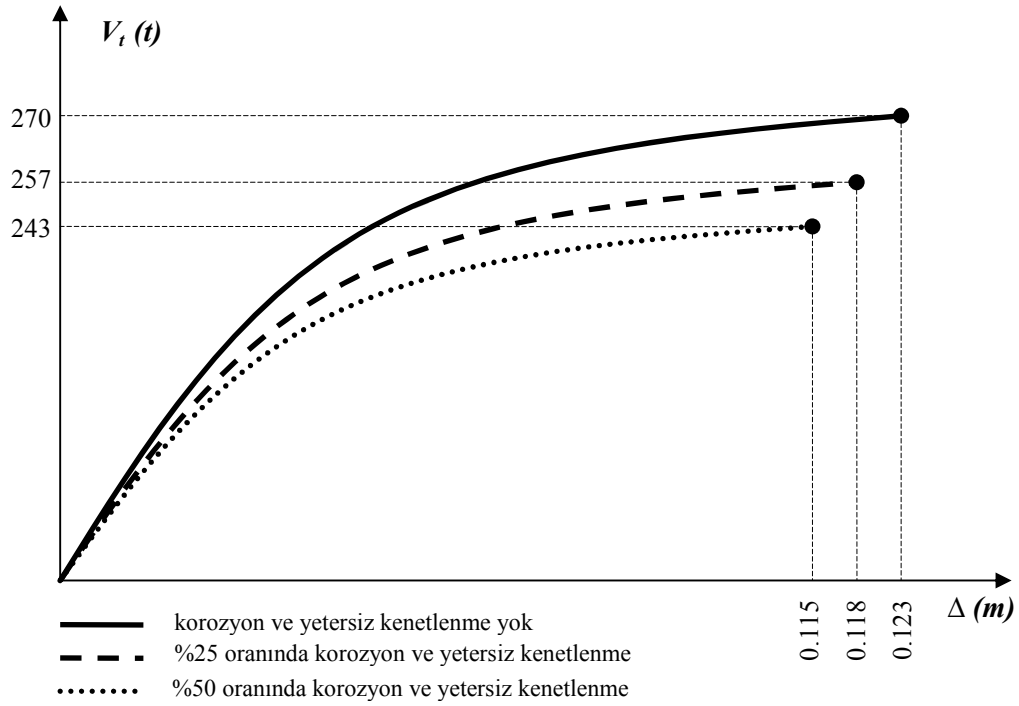
Bu 3 durumda elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42’de verilmiştir.

**Çizelge 4.41.** 1,2 ve 3. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	0	270	0.123
C 20	% 25	257	0.118
C 20	% 50	243	0.115

**Çizelge 4.42.** 1,2 ve 3. Durumlara ait bina performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C 20	0	Can Güvenliği	Can Güvenliği
C 20	% 25	Göçme Öncesi	Göçme Öncesi
C 20	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu



Şekil 4.20. 1, 2 ve 3.Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

'Perdeli-Çerçeveli Sistem'de, donatı korozyonunun yapı kapasitesi üzerindeki etkisinin 'Çerçeveli Sisteme' göre gittikçe azaldığı görülmektedir. C20 beton sınıfına sahip örnekteki yapı için; donatı korozyonu ve yetersiz kenetlenme oranındaki %20~25'lik artış miktarının, tepe deplasman değerinde yaklaşık %3~5 civarında ve aynı zamanda taban kesme kuvvetinde de %5~7 civarında bir azalmaya neden olduğu görülmektedir.

**4. Durum :** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

Beton Sınıfı : C15

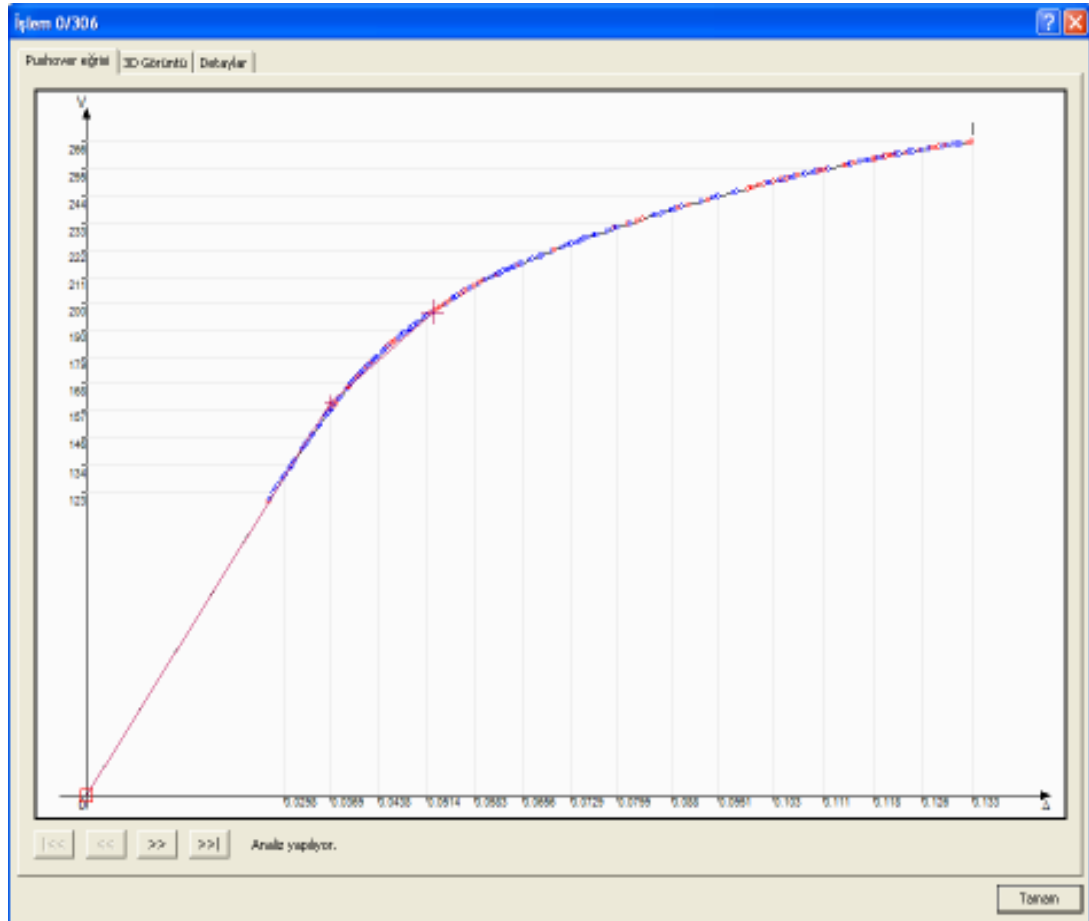
Donatı Korozyonu : 0.00

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.43. 1. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 15	0	266	0.133

Şekil 4.21. 4. Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.44. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	49 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
6. Kat	Kirişler	49 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
5. Kat	Kirişler	45 (%92)	4(%8)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
4. Kat	Kirişler	42(%86)	7(%14)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
3. Kat	Kirişler	41 (%84)	8(%16)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
2. Kat	Kirişler	41 (%84)	8(%16)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
1. Kat	Kirişler	41 (%84)	8(%16)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
Zemin	Kirişler	42 (%86)	8(%16)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
Bodrum	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	21 (%78)			

Deprem Yüklemesi E<sub>x</sub> : Can Güvenliği (CG)



Çizelge 4.45. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	49 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
6. Kat	Kirişler	44 (%90)	5(%10)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
5. Kat	Kirişler	42(%86)	7(%14)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
4. Kat	Kirişler	38(%78)	11(%22)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
3. Kat	Kirişler	36 (%73)	13(%27)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
2. Kat	Kirişler	38 (%78)	11(%22)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
1. Kat	Kirişler	38 (%78)	11(%22)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
Zemin	Kirişler	40 (%82)	9(%18)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
Bodrum	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	21 (%78)	6(%22)		

Deprem Yükleme E<sub>y</sub> : Can Güvenliği (CG)

**5.Durum:** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı:%25

Beton Sınıfı : C15

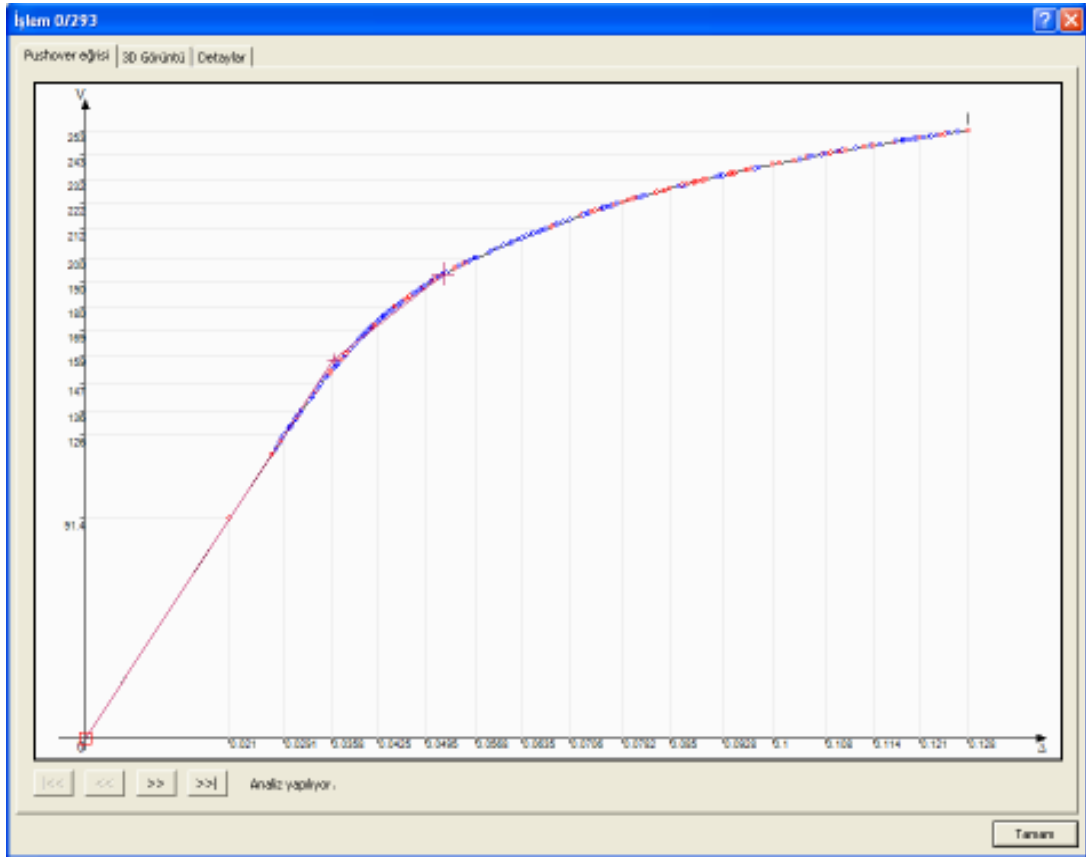
Donatı Korozyonu : 0.25

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

**Çizelge 4.46.** 1. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 15	%25	253	0.128



**Şekil 4.22.** 5.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.47. 5.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	46 (%94)	3(%16)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	41 (%84)	7 (%14)	1(%2)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	38 (%78)	9(%18)	2(%4)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	35(%71)	9(%18)	5(%10)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	11(%22)	3(%6)	1(%2)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	12(%24)	3(%6)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	35 (%71)	9(%18)	5(%10)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	36 (%73)	10(%20)	3(%6)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	18 (%90)	2(%10)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	27 (%100)			

Deprem Yükleme E<sub>x</sub> : Göçme Öncesi (GÖ)

Çizelge 4.48. 5.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	41 (%84)	6(%12)	2(%4)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	36 (%73)	7 (%14)	6(%12)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	9(%18)	4(%8)	2(%4)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	9(%18)	4(%8)	2(%4)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	4(%8)	9(%18)	2(%4)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	7(%14)	8(%16)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	6(%12)	9(%18)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	34 (%69)	7(%14)	6(%12)	2(%4)
	Kolonlar	11 (%100)	2(%18)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	15 (%75)	5(%25)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	27 (%100)	6(%22)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

**6.Durum:** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50

Beton Sınıfı : C15

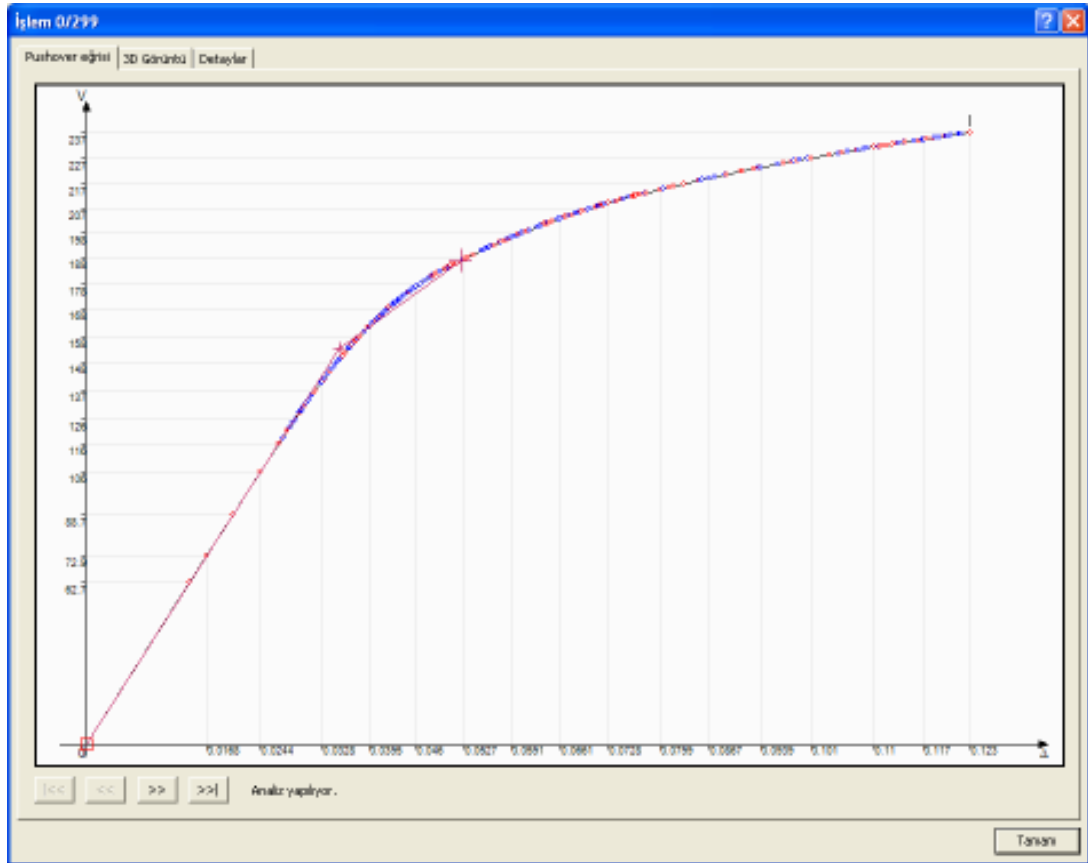
Donatı Korozyonu : 0.50

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.49. 6. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 15	%50	237	0.123



Şekil 4.23. 6.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.50. 6.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	31 (%63)	6 (%12)	1 (%2)	11 (%22)
	Kolonlar	8 (%73)	3 (%27)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	25 (%51)	10(%20)		14 (%29)
	Kolonlar	9 (%82)	2 (%18)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	27 (%55)	7 (%14)	1 (%2)	14 (%29)
	Kolonlar	9 (%82)	2 (%18)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	21 (%43)	13(%27)	1 (%2)	14 (%29)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	20 (%41)	10(%20)	4 (%8)	15 (%31)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	20 (%41)	10(%20)	4 (%8)	15 (%31)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	22 (%45)	8 (%16)	2 (%4)	17 (%35)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	23 (%47)	9 (%18)	1 (%2)	16 (%33)
	Kolonlar	6 (%55)	5 (%45)		
	Perdeler	4 (%50)	4 (%50)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	9 (%45)	3 (%15)	1 (%5)	7 (%35)
	Kolonlar	10 (%91)	1 (%9)		
	Perdeler	21 (%78)	6 (%22)		

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.51. 6.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	31 (%63)	6(%12)	1(%2)	11(%22)
	Kolonlar	8 (%73)	3(%27)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	25(%51)	10(%20)		14(%29)
	Kolonlar	9 (%82)	2(%18)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	27 (%55)	7(%14)	1(%2)	14(%29)
	Kolonlar	9 (%82)	2(%18)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	21 (%43)	13(%27)	1(%2)	14(%29)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	20 (%41)	10(%20)	4(%8)	15(%31)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	20 (%41)	10(%20)	4(%8)	15(%31)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	22 (%45)	8(%16)	2(%4)	17(%35)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	23 (%47)	9(%18)	1(%2)	116(%33)
	Kolonlar	6(%55)	5(%45)		
	Perdeler	4 (%50)	4(%50)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	9 (%45)	3(%15)	1(%5)	7(%35)
	Kolonlar	10 (%91)	1(%9)		
	Perdeler	21 (%78)	6(%22)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

Elde edilen durumları (*Durum 4, Durum 5 ve Durum 6*) ortak bir çizelgede özetlersek,

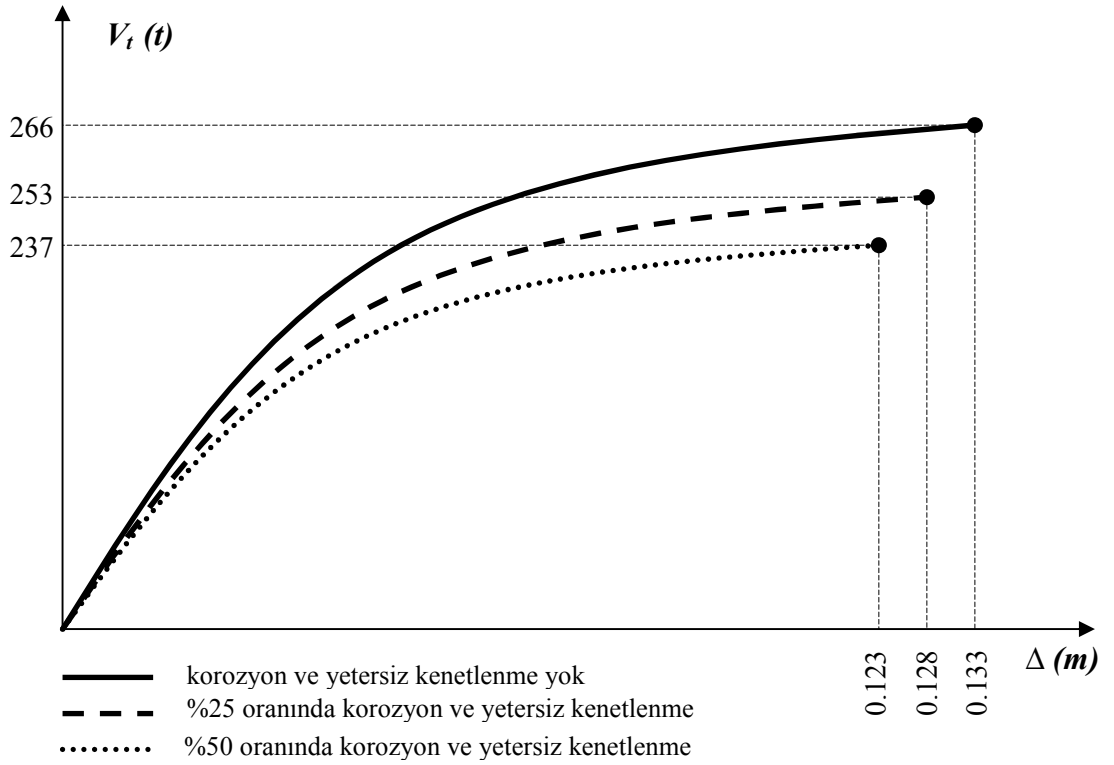
**Çizelge 4.52.** 4, 5 ve 6. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 15	0	266	0.133
C 15	% 25	253	0.128
C 15	% 50	237	0.123

**Çizelge 4.53.** 4, 5 ve 6. Durumlara ait bina performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C 15	0	Can Güvenliği	Can Güvenliği
C 15	% 25	Göçme Öncesi	Göçme Öncesi
C 15	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu





Şekil 4.24. 4, 5 ve 6. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

Kapasite eğrilerine bakıldığında; *Durum 1, 2, 3*'te olduğu gibi donatı korozyonun ve yetersiz kenetlenme oranının %20~25 civarında bir artış göstermesi, tepe deplasmanında ve taban kesme kuvvetinde yaklaşık %3~5 civarında azalma meydana getirmiştir.

**Durum 7:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

Beton Sınıfı : C15

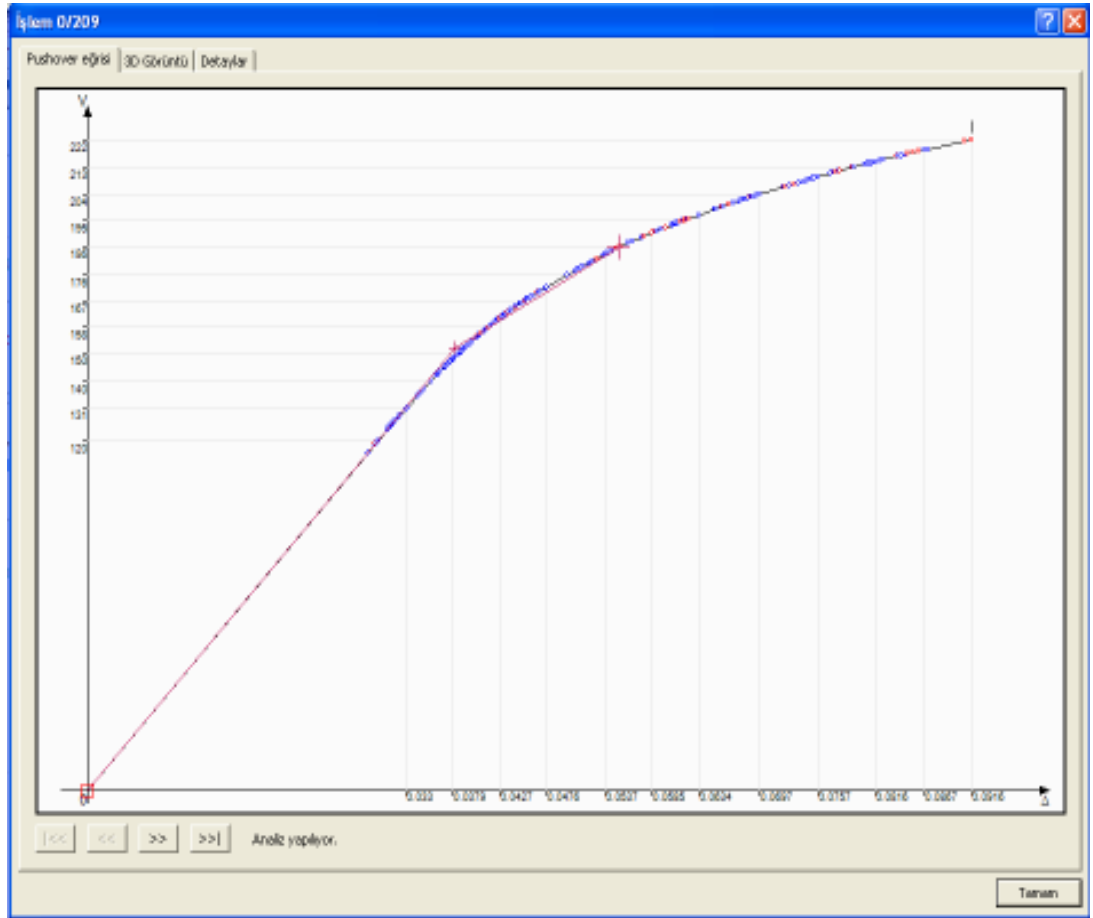
Donatı Korozyonu : 0.00

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.54. 7. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 10	0	222	0.091

Şekil 4.25. 7. Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.55. 7.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	49 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	44 (%90)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	46(%94)	3(%6)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	42(%86)	7(%14)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	40 (%82)	9(%18)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	40 (%82)	9(%18)		
	Kolonlar	9(%82)	2(%18)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	40 (%82)	9(%18)		
	Kolonlar	8(%73)	3(%27)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	42 (%86)	7(%14)		
	Kolonlar	9(%82)	2(%18)		
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar	10 (%91)			1(%9)
	Perdeler	27 (%100)			

Deprem Yüklemesi E<sub>x</sub> : Göçme Öncesi (GÖ)

Çizelge 4.56. 7.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	49 (%100)			
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	38 (%78)	11(%22)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	36(%73)	13(%27)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	34(%69)	15(%31)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	34(%69)	15(%31)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	34(%69)	15(%31)		
	Kolonlar	9(%82)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	34(%69)	15(%31)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	36 (%73)	13(%27)		
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	6(%75)	2(%25)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	18 (%90)		2(%10)	
	Kolonlar	8 (%73)		3(%27)	
	Perdeler	21 (%78)		6(%22)	

Deprem Yüklemesi E<sub>y</sub> : Can Güvenliği (CG)

**Durum 8:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %25

Beton Sınıfı : C10

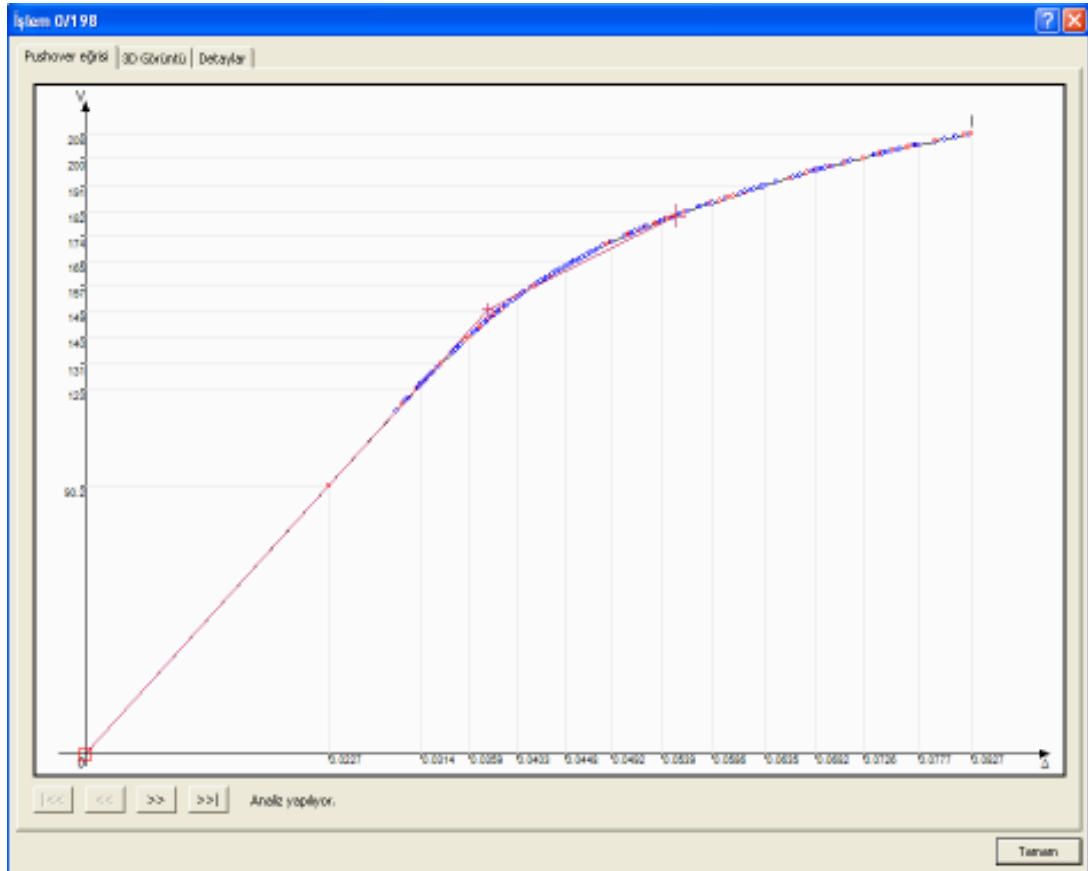
Donatı Korozyonu : 0.25

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.57. 8. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 10	%25	208	0.082



Şekil 4.26. 8.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.58. 8.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	46 (%94)	2(%4)		1(%2)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
6.Kat	Kirişler	41(%84)	6 (%12)	2(%4)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
5.Kat	Kirişler	37 (%76)	10(%20)	2(%4)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
4.Kat	Kirişler	36 (%73)	8(%16)	4(%8)	1(%2)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
3.Kat	Kirişler	34 (%69)	11(%22)	4(%8)	
	Kolonlar	8 (%73)	3(%27)		
	Perdeler	8 (%100)			
2.Kat	Kirişler	33 (%67)	12(%24)	3(%6)	1(%2)
	Kolonlar	6(%55)	5(%45)		
	Perdeler	8 (%100)			
1.Kat	Kirişler	33 (%67)	12(%24)	4(%8)	
	Kolonlar	7(%64)	4(%36)		
	Perdeler	8 (%100)			
Zemin	Kirişler	35 (%71)	12(%24)	2(%4)	
	Kolonlar	7 (%64)	4(%36)		
	Perdeler	8 (%100)			
Bodrum	Kirişler	17 (%85)	3(%15)		
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	27 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Öncesi (GÖ)

Çizelge 4.59. 8.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	43 (%88)	4 (%8)	2 (%4)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	36 (%73)	7 (%14)	6 (%12)	
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	10(%20)	2 (%4)	4 (%8)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	34 (%69)	4 (%8)	7 (%14)	4 (%8)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	5 (%10)	9 (%18)	2 (%4)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	5 (%10)	9 (%18)	2 (%4)
	Kolonlar	11 (%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	33 (%67)	8 (%16)	6 (%12)	2 (%4)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	8 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	34 (%69)	7 (%14)	6 (%12)	2 (%4)
	Kolonlar	11(%100)			
	Perdeler	4 (%50)	4 (%50)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	14 (%70)	6 (%30)		
	Kolonlar	6 (%55)	5 (%45)		
	Perdeler	21 (%78)	6 (%22)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

**Durum 9:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı:%50

Beton Sınıfı : C10

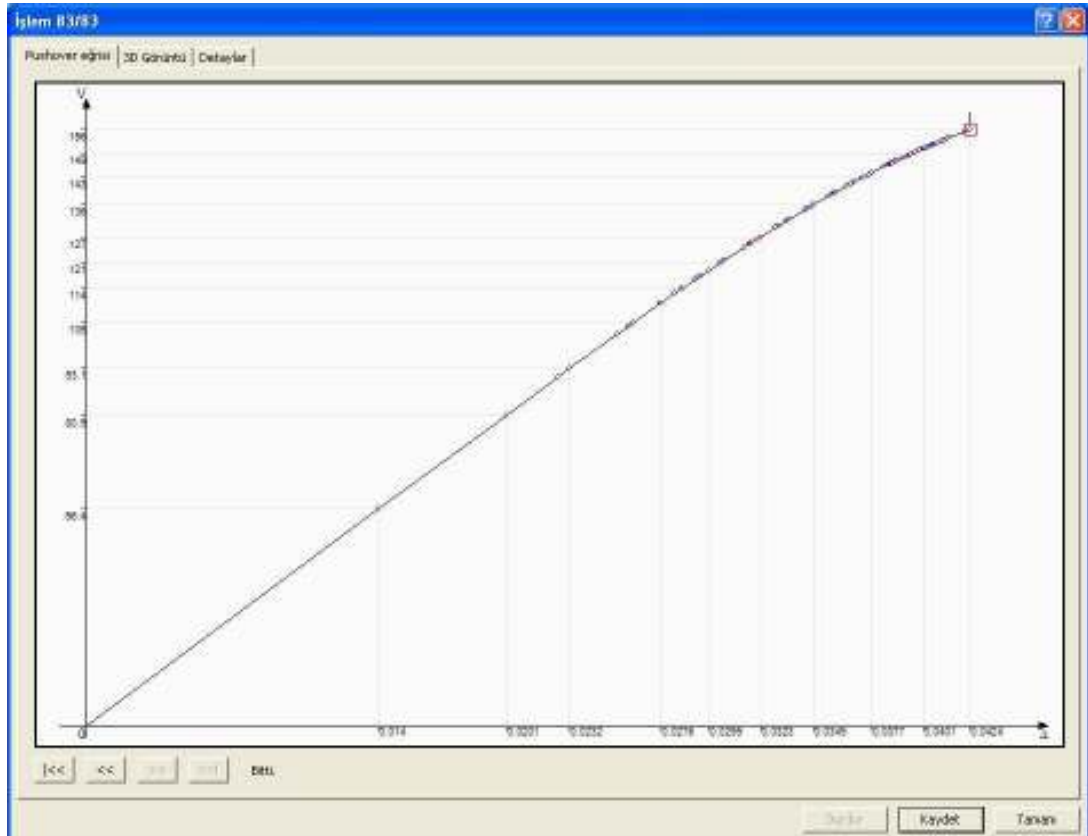
Donatı Korozyonu : 0.50

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.60. 9. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 10	%50	156	0.042



Şekil 4.27. 9.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)



8.Durum'dan da anlaşılacağı üzere 9.Durum:C10 korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50 için yapı deprem performans düzeylerinin;

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

olacağı aşikârdır. Bu nedenle 9. Durum için ayrıntılı bir şekilde eleman hasar durumlarının belirtilmesine gerek duyulmamıştır. Ancak 9. Durum için de  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi elde edilmiştir.

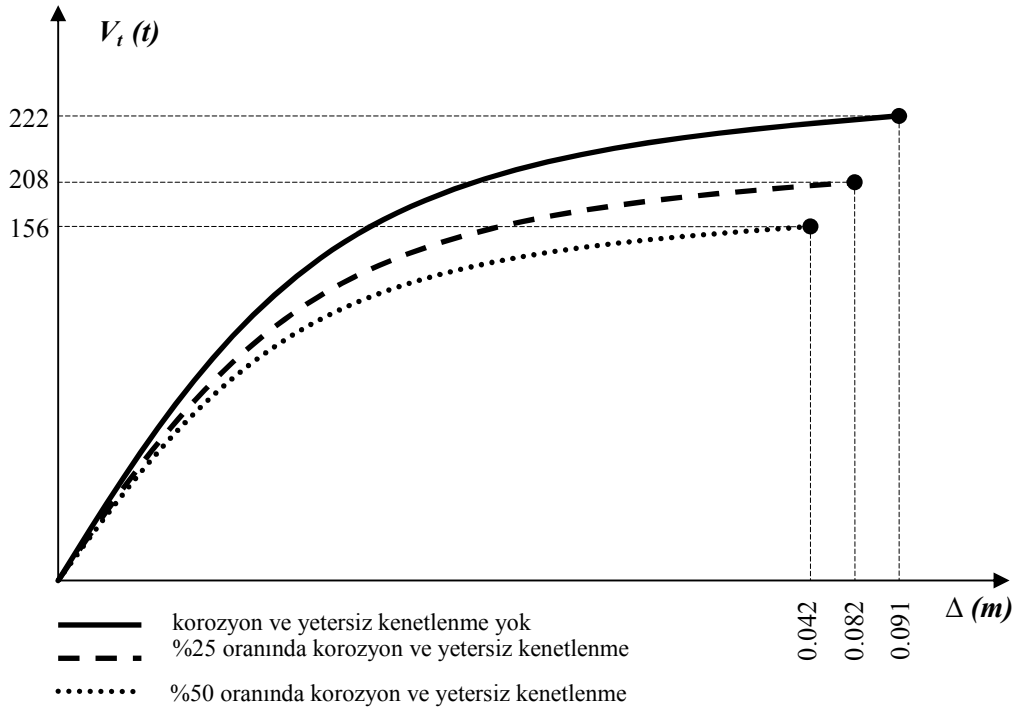
Söz konusu durumlardan (Durum 7, Durum 8 ve Durum 9) elde edilen sonuçları ortak bir çizelgede özetlersek,

Çizelge 4.61. 7, 8 ve 9. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C10	0	222	0.091
C10	% 25	208	0.082
C10	% 50	156	0.042

Çizelge 4.62. 4, 5 ve 6. Durumlara ait bina performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C10	0	Göçme Öncesi	Can Güvenliği
C10	% 25	Göçme Öncesi	Göçme Öncesi
C10	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu



Şekil 4.28. 7, 8 ve 9. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

Söz konusu Perdeli-Çerçevesel Sistem için, şu ana kadar elde edilen tüm Çizelge 4.63'te, performans düzeyleri ise Çizelge 4.64'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.63. Perdeli-Çerçeve sistem için  $V_t - \Delta$  sonuçları

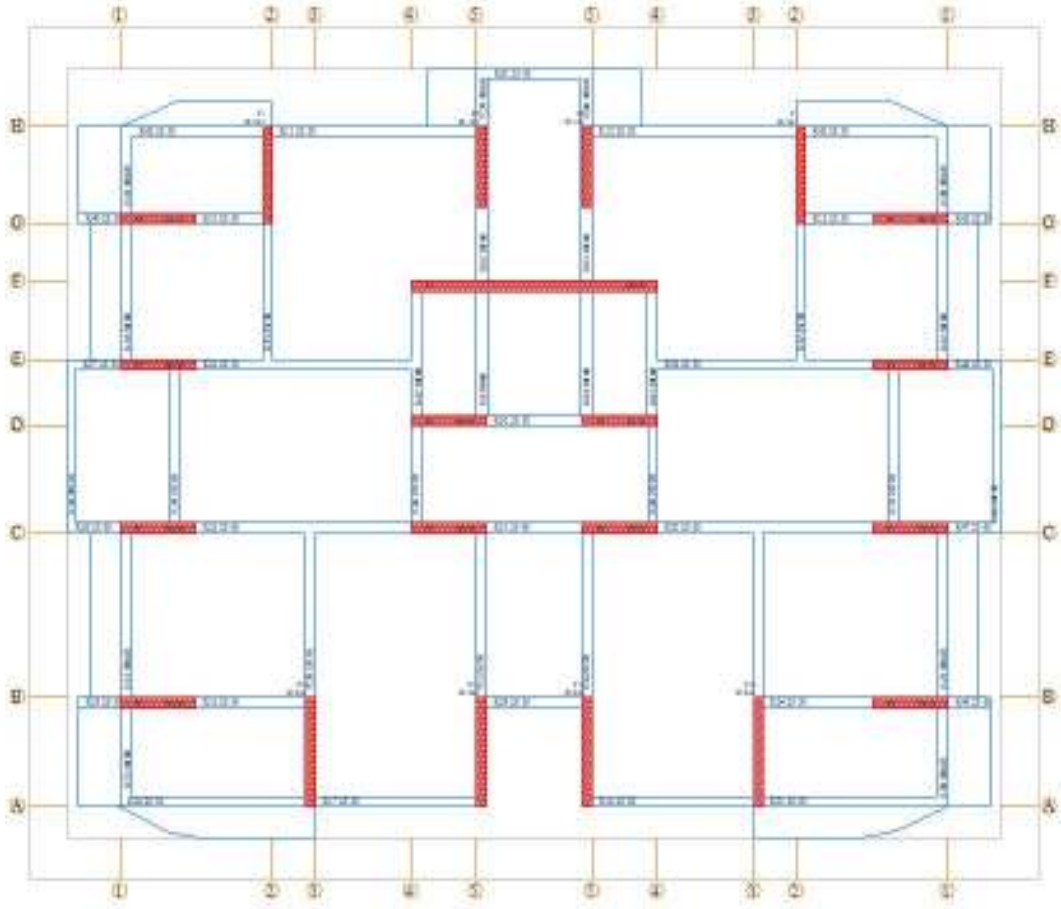
Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ ( t )	$\Delta$ ( m )
C20	Yok	270	0.123
	%25	257	0.118
	%50	243	0.115
C15	Yok	266	0.133
	%25	253	0.128
	%50	237	0.123
C10	Yok	222	0.091
	%25	208	0.082
	%50	156	0.042

Çizelge 4.64. Perdeli-Çerçeve sistem için performans düzeyleri

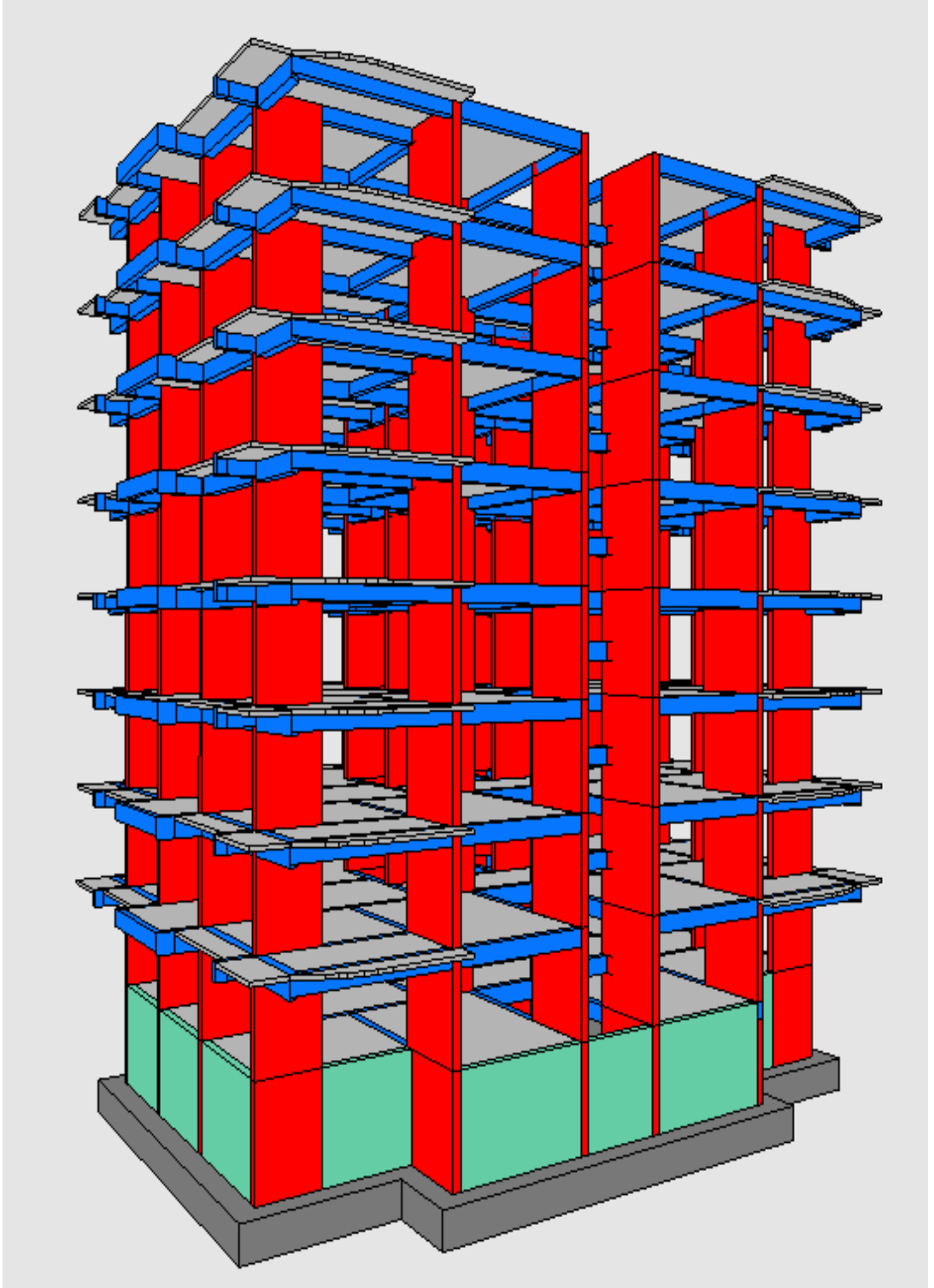
Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C20	Yok	Can Güvenliği	Can Güvenliği
	%25	Göçme Öncesi	Göçme Öncesi
	%50	Göçme Durumu	Göçme Durumu
C15	Yok	Can Güvenliği	Can Güvenliği
	%25	Göçme Öncesi	Göçme Öncesi
	%50	Göçme Durumu	Göçme Durumu
C10	Yok	Göçme Öncesi	Göçme Öncesi
	%25	Göçme Öncesi	Göçme Öncesi
	%50	Göçme Durumu	Göçme Durumu

### 4.3. Perdeli Sistem

1 bodrum, zemin ve 7 normal kattan oluşan düşey taşıyıcıları salt perdelerden oluşan sistemin performans seviyesi ile yatay yük – tepe deplasman eğrisi ( $V_i - \Delta$ ); C10, C15, C20 beton sınıfları ve donatı korozyonu ile donatının yetersiz kenetlenme oranı;  $k=0.00$ ,  $k=0.25$ ,  $k=0.50$  değerleri için ayrı ayrı elde edilecek ve karşılaştırmalı olarak irdelenecektir.



Şekil 4.29. Performansı belirlenecek perdeli sistemin normal kat kalıp planı



Şekil 4.30. Performansı belirlenecek perdeli sistemin perspektif görünüşü

*Mevcut Yapı Özellikleri:*

Kat adedi	:	B + Zemin + 7 Normal Kat (9 Kat)
Rijit bodrum kat adedi	:	1
Bina toplam yüksekliği	:	27 m
Bina önem katsayısı(I)	:	1
Taşıyıcı Sistem	:	Perdeli Sistem
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (X / Y)	:	6/6
Analizde kullanılan yöntem	:	Mod birleştirme yöntemi (Dinamik)
Süneklik düzeyi	:	Karma
Zemin yatak katsayısı	:	3000 t/m <sup>3</sup>
Zemin sınıfı	:	Z2 ; T <sub>a</sub> =0.15 ve T <sub>b</sub> =0.40
Zemin grubu	:	B
Zemin emniyet gerilemesi	:	20 t/m <sup>2</sup>
Malzeme (Beton/Çelik)	:	C20 – C15 – C10 / BCIII (S 420)
Sabit yükler	:	185 kgf/m <sup>2</sup>
Hareketli yükler	:	200 kgf/m <sup>2</sup> (Konut, teras, oda..... v.b)
Ağırlıklı kiriş kesitleri	:	25 x 50 cm
Perde kesitleri	:	X yönü 12 adet 25 x 195 cm 1 adet 25 x 640 cm Y yönü 2 adet 25 x 195 cm 2 adet 25 x 235 cm 4 adet 25 x 265 cm

Yukarıda kalıp planı ve perspektif görünüşü verilen 9 katlı, perdeli sisteme ait yapının, aşağıda verilen değişkenlere göre ‘Performans Düzeyi’ ve ‘Yatay Yük – Tepe Deplasmanı ( $V_t - \Delta$ )’ elde edilecektir.

Statik İtme Analizi (Pushover Analiz); ‘G+Q+FI’ yükleme kombinasyonuna göre yapılmıştır.

Yapının performansı belirlenirken kiriş tablasındaki döşeme donatıları da dikkate alınmıştır. Bina Bilgi Düzeyi ‘Kapsamlı’ ve Bilgi Düzey Katsayısı ‘1.00’ (DBYBHY’2007 Tablo 7.1) olarak alınmıştır. Malzeme güvenlik katsayıları kullanılmamış olup, bilgi düzeyi katsayısı dikkate alınmıştır.

Şimdi yukarıda verilen bilgilerden sonra; beton sınıfı, donatı korozyonu ve donatıdaki yetersiz kenetlenme koşullarında yapılan değişiklikler neticesinde elde edilen kapasite sınır durumları ve  $V_t - \Delta$  eğrilerini karşılaştırmalı olarak bir önceki örnekte olduğu gibi irdelemeye çalışalım.

**1. Durum :** C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

Beton Sınıfı : C20

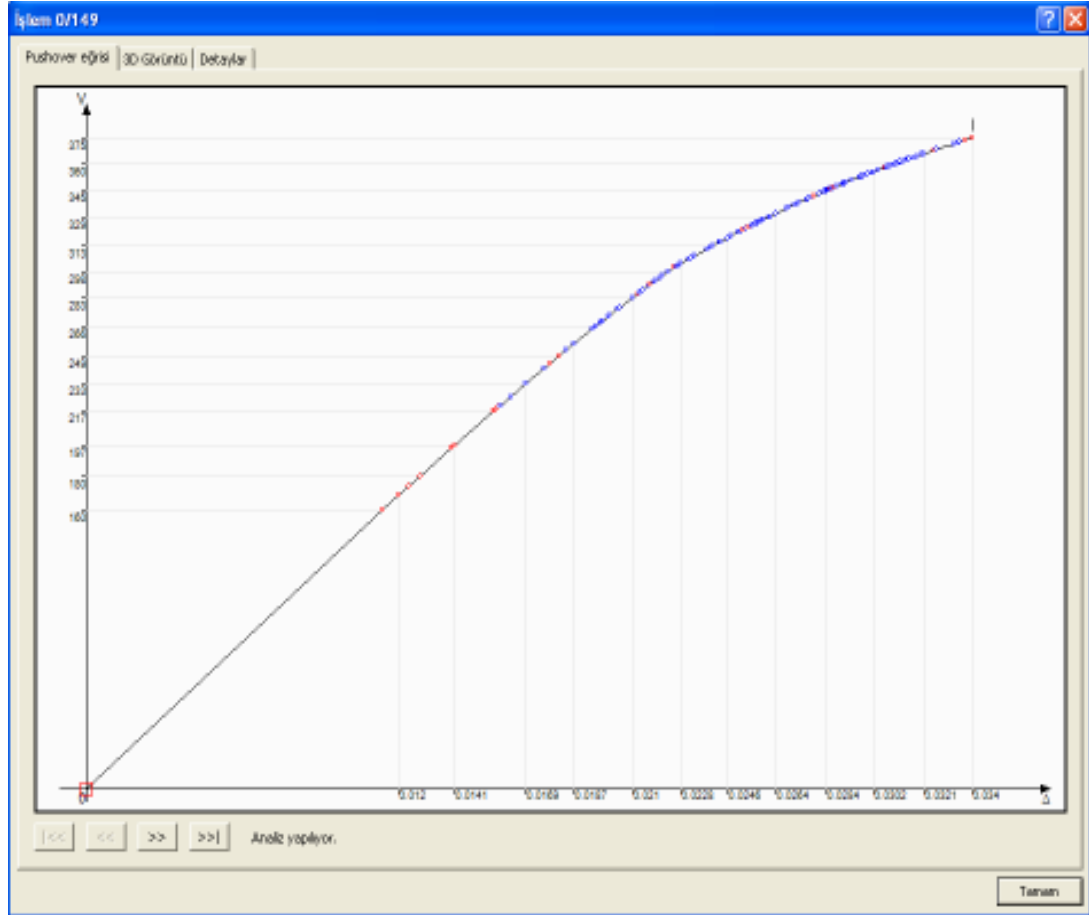
Donatı Korozyonu : 0.00

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

**Çizelge 4.65.** 1. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	0	375	0.034



Şekil 4.31. 1.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.66. 1.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	56 (%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
6.Kat	Kirişler	55 (%98)	1(%2)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
5.Kat	Kirişler	52 (%93)	4(%7)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			



<b>4.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	53 (%95)	3(%5)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	37 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Hemen Kullanım (HK)

Çizelge 4.67. 1.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	54 (%98)	2(%4)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	52 (%93)	2(%4)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	47 (%84)	7(%13)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			

<b>4.Kat</b>	Kirişler	44 (%79)	12(%21)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	46(%82)	10(%18)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	44 (%79)	12(%21)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	43 (%77)	13(%23)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	48 (%86)	8(%14)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	17 (%85)	3(%15)		
	Kolonlar				
	Perdeler	31 (%84)	6(%16)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Can Güvenliği (CG)

**2.Durum:** C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %25

Beton Sınıfı : C20

Donatı Korozyonu : 0.25

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.68. 1. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	% 25	346	0.0304

Şekil 4.32. 2.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.69. 2.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	44 (%79)	10(%18)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
6.Kat	Kirişler	41 (%73)	12(%21)	3(%5)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
5.Kat	Kirişler	40 (%71)	14(%25)	1(%2)	1(%2)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			

<b>4.Kat</b>	Kirişler	40 (%71)	11(%20)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	40 (%71)	10(%18)	5(%9)	1(%2)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	41 (%73)	11(%20)	4(%7)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	42 (%75)	9(%16)	5(%9)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	45 (%80)	10(%18)	1(%2)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	37 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Can Güvenliği (CG)

Çizelge 4.70. 2.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	42 (%75)	12(%21)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	15(%27)	5(%9)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	16(%29)	4 (%7)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			

<b>4.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	14(%25)	6 (%11)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	14(%25)	7(%13)	3(%5)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	14(%25)	8(%14)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	12(%21)	7(%13)	3(%5)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	36 (%64)	12(%21)	6(%11)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	13(%65)	4(%20)	2(%10)	1(%5)
	Kolonlar				
	Perdeler	31 (%84)	6(%16)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

**3. Durum:** C20, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50

Beton Sınıfı : C20

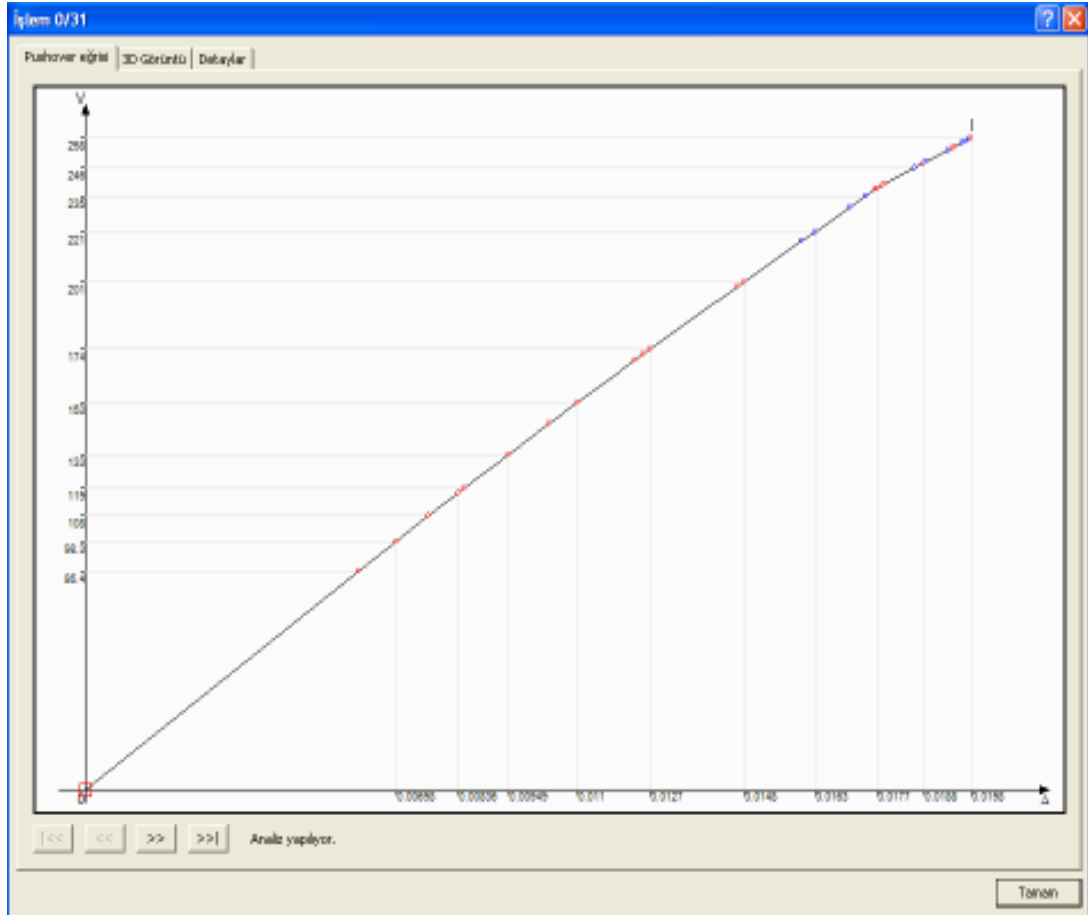
Donatı Korozyonu : 0.50

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.71. 3. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	% 50	258	0.0198

Şekil 4.33. 3.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.72. 3.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	35 (%63)	6 (%11)	4(%7)	11(%20)
	Kolonlar				
	Perdeler	20(%95)	1(%5)		
6.Kat	Kirişler	34 (%61)	4(%7)	3(%5)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
5.Kat	Kirişler	32 (%57)	6(%11)	4(%7)	14(%25)
	Kolonlar				

	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	6(%11)	3(%5)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	5(%9)	4(%7)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	6(%11)	2(%4)	16(%29)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	6(%11)	2(%4)	16(%29)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	34 (%61)	4(%7)	4(%7)	14(%25)
	Kolonlar				
	Perdeler	20 (%95)	1(%5)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	9 (%45)	6(%30)	3(%15)	2(%10)
	Kolonlar				
	Perdeler	37 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.73. 3.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	24 (%43)	10(%18)	6(%11)	16(%29)
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	5(%9)	4(%7)	24(%43)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			

<b>5.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	5(%9)		28(%50)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	3(%5)	2(%4)	28(%50)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	3(%5)	4(%7)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	3(%5)	4(%7)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	3(%5)	3(%5)	27(%48)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	23 (%41)	6(%11)	4(%7)	23(%41)
	Kolonlar				
	Perdeler	19 (%90)	2(%10)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	8(%40)	5(%25)		7(%35)
	Kolonlar				
	Perdeler	31 (%84)	6(%16)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

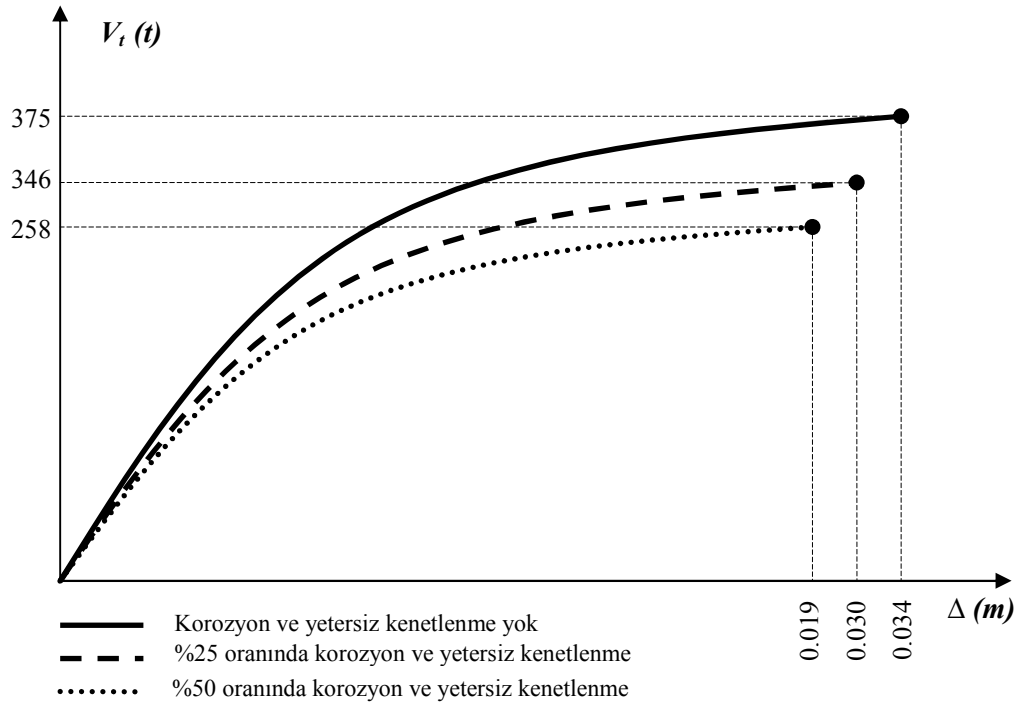
Çizelge 4.74. 1,2 ve 3. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C 20	0	375	0.034
C 20	% 25	346	0.030
C 20	% 50	258	0.0198



Çizelge 4.75. 1,2 ve 3. Durumlara ait bina performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C 20	0	Hemen Kullanım	Can Güvenliği
C 20	% 25	Can Güvenliği	Göçme Öncesi
C 20	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu

Şekil 4.34. 1, 2 ve 3. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

**Durum 4:** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

Beton Sınıfı : C15

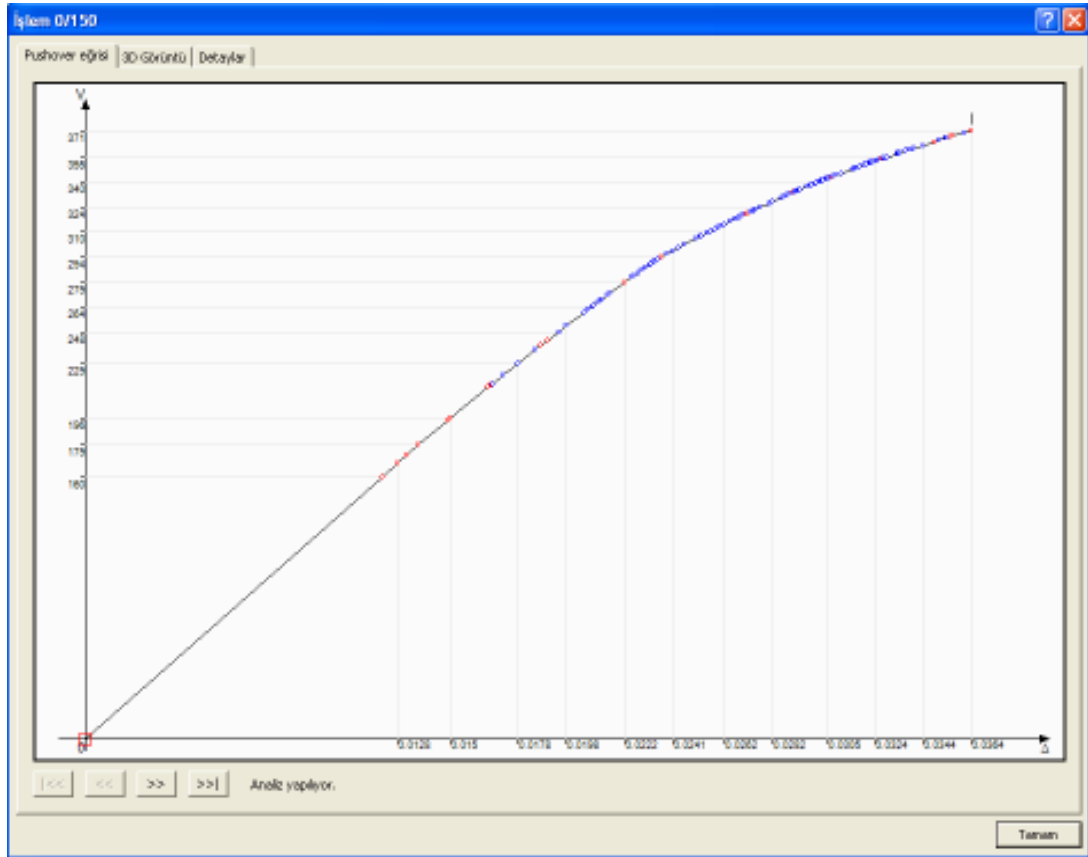
Donatı Korozyonu : 0.00

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.76. 4. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C15	% 0 (yok)	371	0.036

Şekil 4.35. 4. Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.77. 4. Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	56(%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			

<b>6.Kat</b>	Kirişler	55 (%98)	1(%2)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	52 (%93)	4(%7)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	54 (%96)	2(%4)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	37 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Hemen Kullanım (HK)

Çizelge 4.78. 4.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	52(%93)	4(%7)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			

<b>6.Kat</b>	Kirişler	50 (%89)	6(%11)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	48 (%86)	6(%11)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	47 (%84)	9(%16)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	41 (%73)	15(%27)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	42 (%75)	14(%25)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	43 (%77)	13(%23)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	48(%86)	8(%14)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	17 (%85)	3(%15)		
	Kolonlar				
	Perdeler	31 (%84)	6(%16)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

**5.Durum:** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %25

Beton Sınıfı : C15

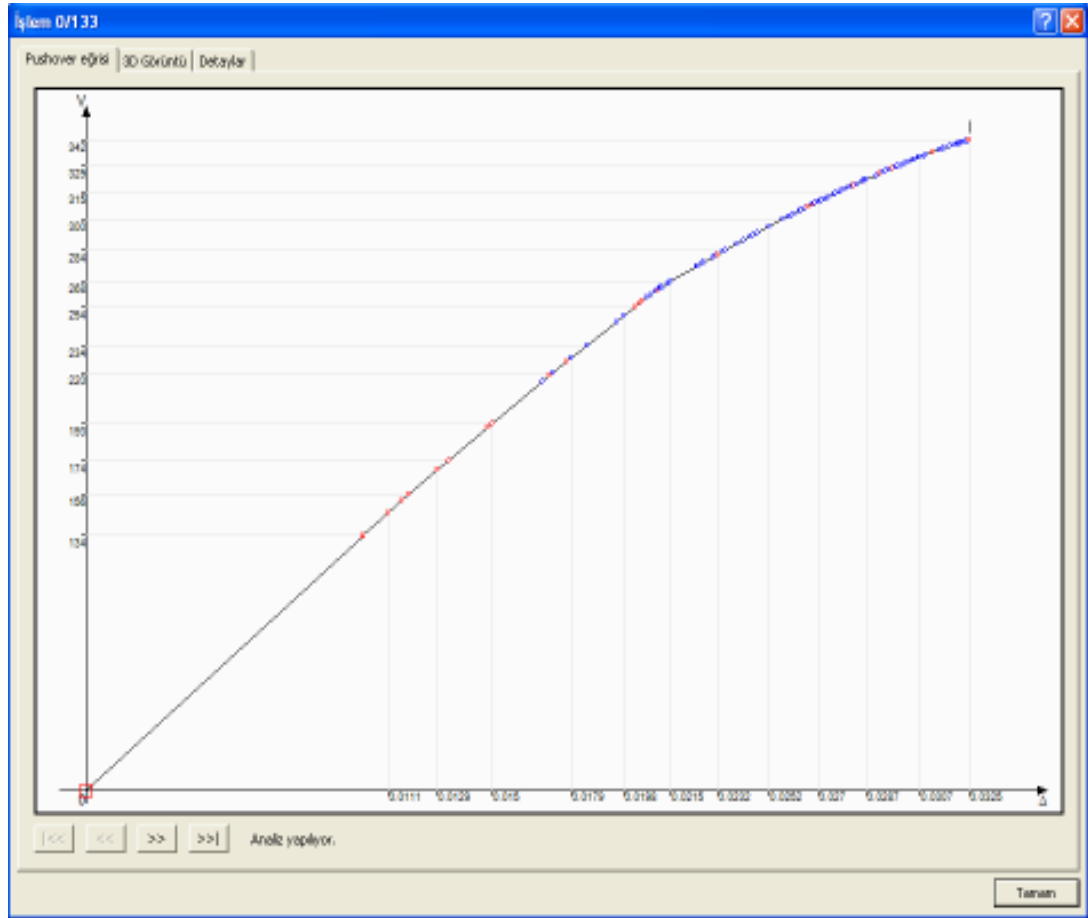
Donatı Korozyonu : 0.25

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_i - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.79. 5. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C15	% 25	342	0.0325

Şekil 4.36. 5.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.80. 5.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
7. Kat	Kirişler	45(%80)	9(%16)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
6. Kat	Kirişler	41 (%73)	13(%23)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
5. Kat	Kirişler	40 (%71)	14(%25)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
4. Kat	Kirişler	41 (%73)	13(%23)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
3. Kat	Kirişler	40 (%71)	11(%20)	5(%9)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
2. Kat	Kirişler	41 (%73)	11(%20)	4(%7)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
1. Kat	Kirişler	41 (%73)	11(%20)	4(%7)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
Zemin	Kirişler	46(%82)	9(%16)	1(%2)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
Bodrum	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	37 (%100)			

Deprem Yükleme E<sub>x</sub> : Can Güvenliği (CG)

Çizelge 4.81. 5.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	44(%79)	10(%18)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	16(%29)	4(%7)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	14(%25)	6(%11)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	14(%25)	6(%11)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	15(%27)	6(%11)	3(%5)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	12(%21)	8(%14)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	12(%21)	7(%13)	3(%5)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	36(%64)	14(%25)	6(%11)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	13 (%65)	6(%30)		1(%5)
	Kolonlar				
	Perdeler	31 (%84)	6(%16)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

**Durum 6:** C15, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50

Beton Sınıfı : C15

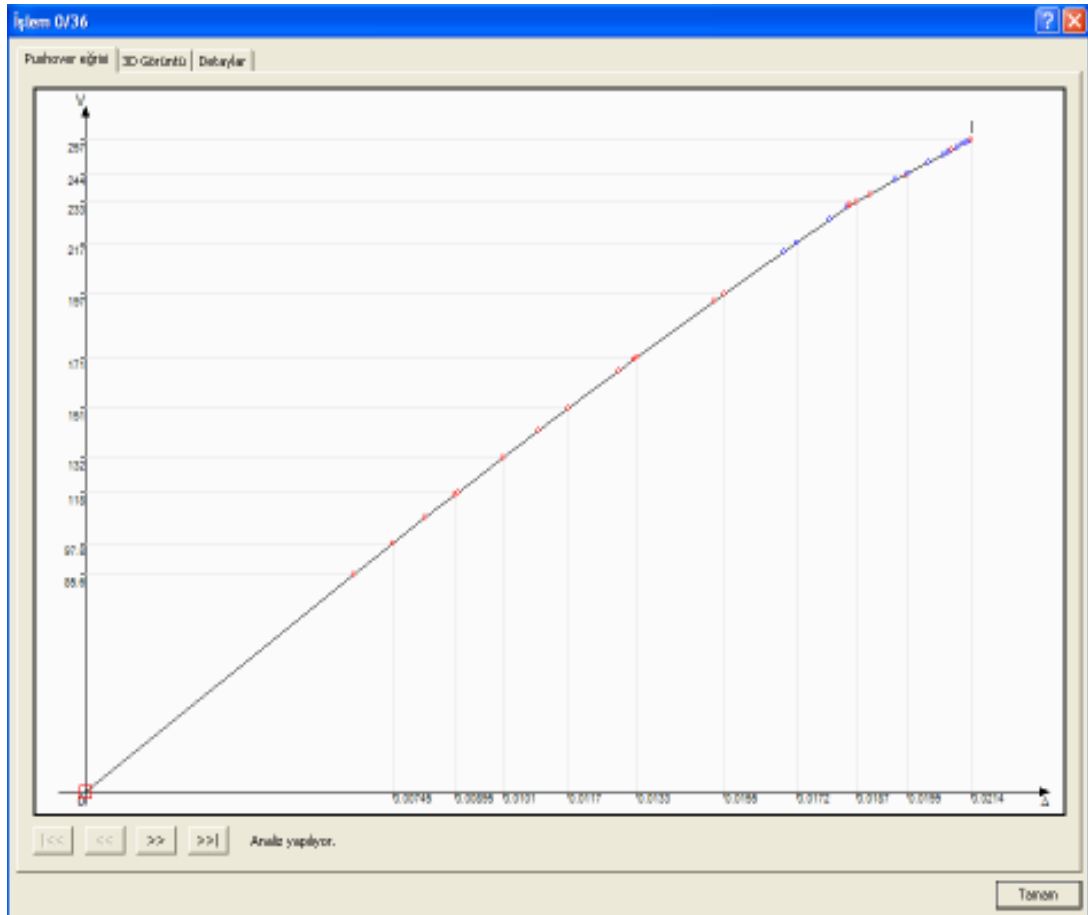
Donatı Korozyonu : 0.50

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.82. 6. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C15	%50	257	0.0214



Şekil 4.37. 6. Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)



Çizelge 4.83. 6.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	37 (%66)	7 (%13)	2(%4)	10(%18)
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	36 (%64)	2(%4)	4(%7)	14(%25)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	4(%7)	3(%5)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	33 (%59)	5(%9)	3(%5)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	6(%11)	3(%5)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	6(%11)	3(%5)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	6(%11)	2(%4)	16(%29)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	34 (%61)	4(%7)	4(%7)	14(%25)
	Kolonlar				
	Perdeler	20 (%95)	1(%5)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	9 (%45)	6(%30)	1(%15)	4(%20)
	Kolonlar				
	Perdeler	37 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.84. 6.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	24 (%43)	10(%18)	4(%7)	18(%32)
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	5(%9)	5(%9)	23(%41)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	5(%9)	2(%4)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	4(%7)	3(%5)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	3(%5)	4(%7)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	22 (%39)	4(%7)	4(%7)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	4(%7)	3(%5)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	23 (%41)	5(%9)	4(%7)	24(%43)
	Kolonlar				
	Perdeler	19 (%90)	2(%10)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	8(%40)	3(%15)	2(%10)	7(%35)
	Kolonlar				
	Perdeler	31 (%84)	6(%16)		

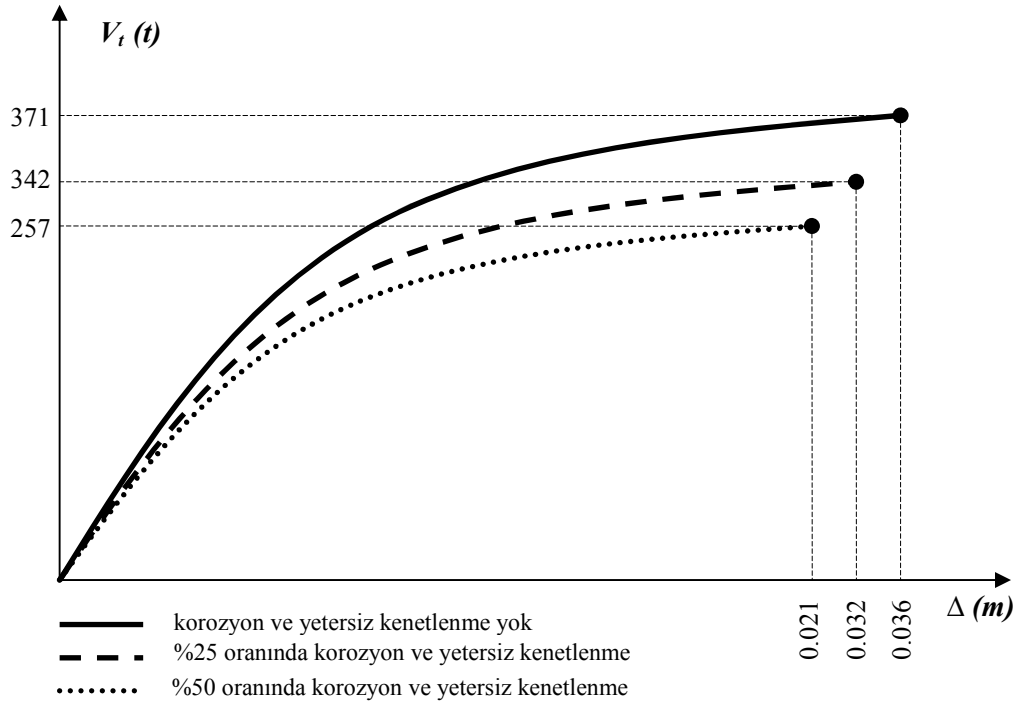
Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.85. 4, 5 ve 6. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C15	0	371	0.036
C15	% 25	342	0.032
C15	% 50	257	0.021

Çizelge 4.86. 4, 5 ve 6. Durumlara ait bina performans düzeyleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C15	0	Hemen Kullanım	Can Güvenliği
C15	% 25	Can Güvenliği	Göçme Öncesi
C15	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu

Şekil 4.38. 4, 5 ve 6. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

**Durum 7:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok

Beton Sınıfı : C10

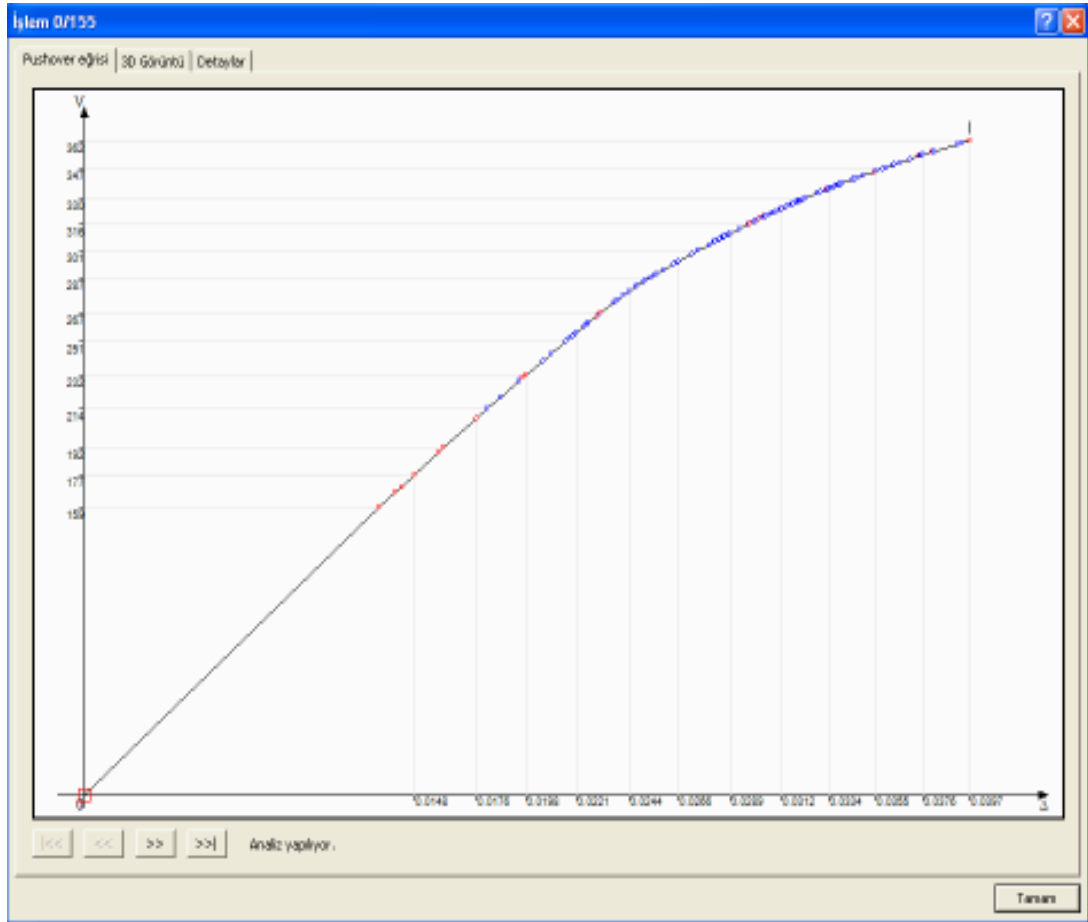
Donatı Korozyonu : 0.00

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.87. 7. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C15	0.00	362	0.039



Şekil 4.39. 7.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.88. 7.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	56(%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	54 (%96)	2(%4)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	53(%95)	3(%5)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	51 (%91)	5(%9)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	52 (%93)	4(%7)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	54(%96)	2(%4)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	37 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Hemen Kullanım (HK)

Çizelge 4.89. 7.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	52(%93)	4(%7)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	52(%93)	2(%4)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	48 (%86)	6(%11)		2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	43 (%77)	11(%20)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	41 (%73)	15(%27)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	39 (%70)	17(%30)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	42 (%75)	14(%25)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	49(%88)	5(%9)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	17(%100)	3(%15)		
	Kolonlar				
	Perdeler	31 (%84)	6(%16)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

**Durum 8:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %25

Beton Sınıfı : C10

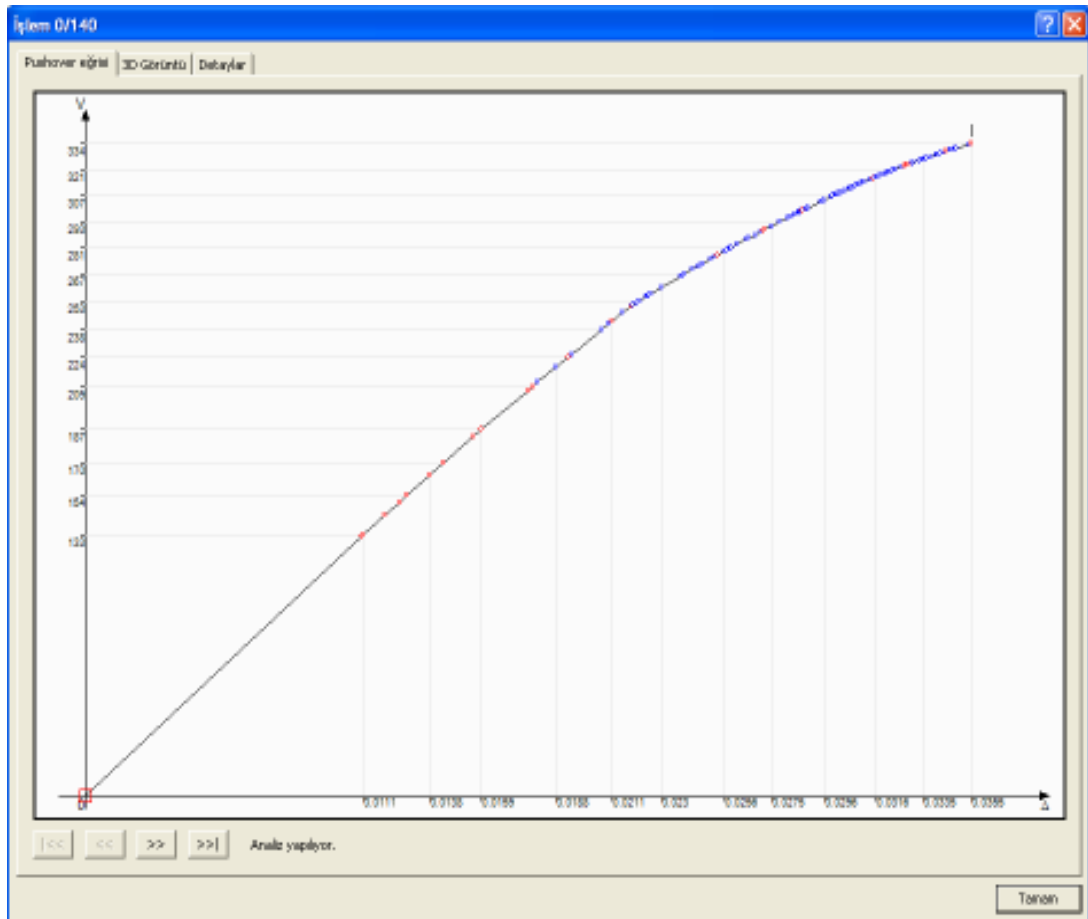
Donatı Korozyonu : 0.25

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

**Çizelge 4.90.** 8. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C10	0.25	334	0.035



**Şekil 4.40.** 8.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.91. 8.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	46(%82)	8(%14)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	41 (%73)	15(%27)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	40 (%71)	15(%27)	1(%2)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	41 (%73)	14(%25)	1(%2)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	41 (%73)	12(%21)	3(%5)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	41 (%73)	13(%23)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	42 (%75)	12(%21)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	46(%82)	10(%18)		
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Bodrum</b>	Kirişler	20 (%100)			
	Kolonlar				
	Perdeler	37 (%100)			

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Can Güvenliği (CG)



Çizelge 4.92. 8.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	44(%79)	10(%18)	2(%4)	
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	16(%29)	4(%7)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	16(%29)	4(%7)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	14(%25)	6(%11)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	13(%23)	7(%13)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	32 (%57)	12(%21)	11(%20)	1(%2)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	13(%23)	7(%13)	2(%4)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	36(%64)	14(%25)	5(%9)	1(%2)
	Kolonlar				
	Perdeler	20 (%95)	1(%5)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	13 (%65)	6(%30)		1(%5)
	Kolonlar				
	Perdeler	31 (%84)	6(%16)		

Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Öncesi (GÖ)

**Durum 9:** C10, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı: %50

Beton Sınıfı : C10

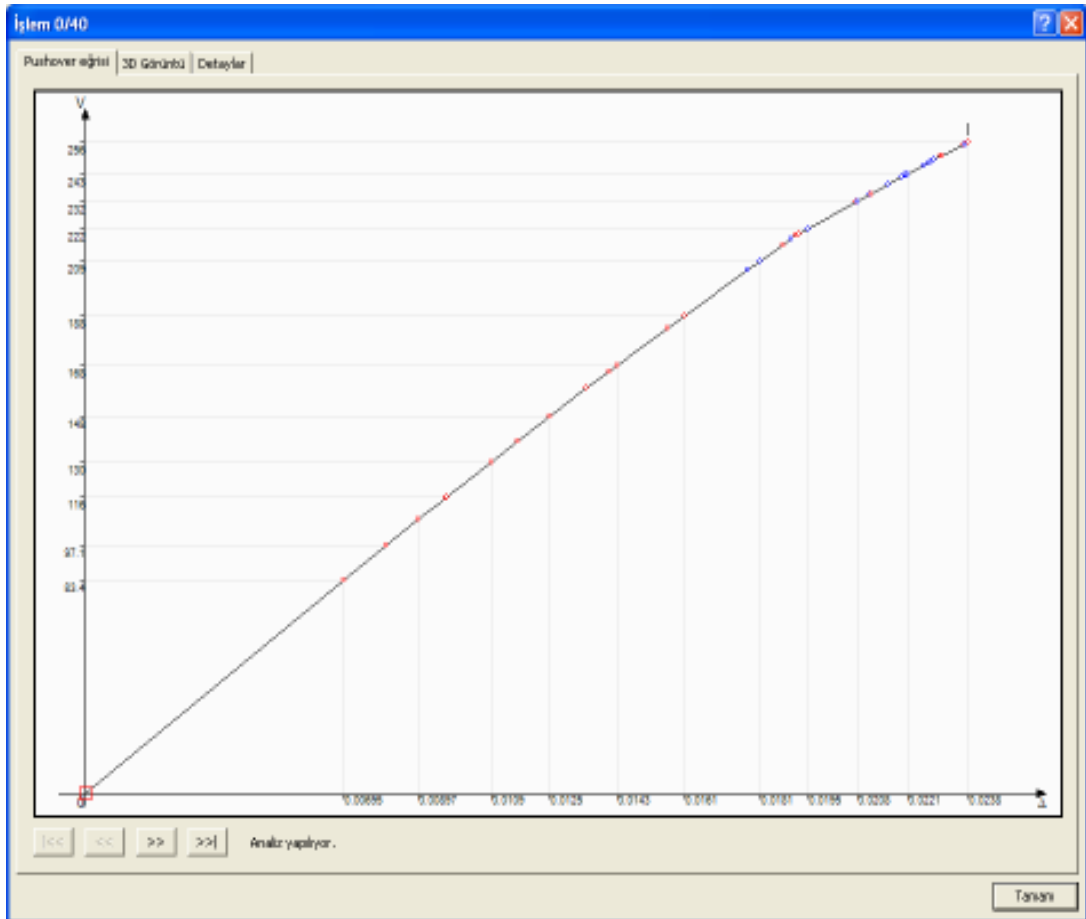
Donatı Korozyonu : 0.50

Bu durumda yapılan;

Statik İtme Analizi neticesinde elde edilen  $V_t - \Delta$  kapasite eğrisi ve değerleri;

Çizelge 4.93. 9. Durum  $V_t - \Delta$  sonuçları

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C10	0.25	256	0.023



Şekil 4.41. 9.Durum  $V_t - \Delta$  eğrisi (kapasite eğrisi)

Çizelge 4.94. 9.Durum Ex doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	36 (%64)	8 (%14)	2(%4)	10(%18)
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	36 (%64)	2(%4)	5(%9)	13(%23)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	36 (%64)	2(%4)	3(%5)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	34 (%61)	4(%7)	3(%5)	15(%27)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	33 (%59)	3(%5)	4(%7)	16(%29)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	33 (%59)	4(%7)	3(%5)	16(%29)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	33 (%59)	5(%9)	2(%4)	16(%29)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	35 (%63)	3(%5)	6(%11)	12(%21)
	Kolonlar				
	Perdeler	20 (%95)	1(%5)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	9 (%45)	7(%45)	1(%15)	3(%15)
	Kolonlar				
	Perdeler	36 (%97)	1(%3)		

Deprem Yüklemesi  $E_x$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.95. 9.Durum Ey doğrultusu elemanların hasar durumları

<b>Kat</b>	<b>Eleman</b>	<b>Minimum Hasar Bölgesi</b>	<b>Belirgin Hasar Bölgesi</b>	<b>İleri Hasar Bölgesi</b>	<b>Göçme Bölgesi</b>
<b>7. Kat</b>	Kirişler	24 (%43)	13(%23)	1(%2)	18(%32)
	Kolonlar				
	Perdeler	21(%100)			
<b>6.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	5(%9)	4(%7)	24(%43)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>5.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	5(%9)	3(%5)	25(%45)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>4.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	5(%9)	2(%4)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>3.Kat</b>	Kirişler	22 (%39)	7(%13)	1(%2)	26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>2.Kat</b>	Kirişler	22 (%39)	8(%14)		26(%46)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>1.Kat</b>	Kirişler	23 (%41)	7(%13)	3(%5)	23(%41)
	Kolonlar				
	Perdeler	21 (%100)			
<b>Zemin</b>	Kirişler	23 (%41)	8(%14)	2(%4)	23(%41)
	Kolonlar				
	Perdeler	13 (%62)	8(%38)		
<b>Bodrum</b>	Kirişler	8(%40)	2(%10)	2(%10)	8(%40)
	Kolonlar				
	Perdeler	28 (%76)	9(%24)		

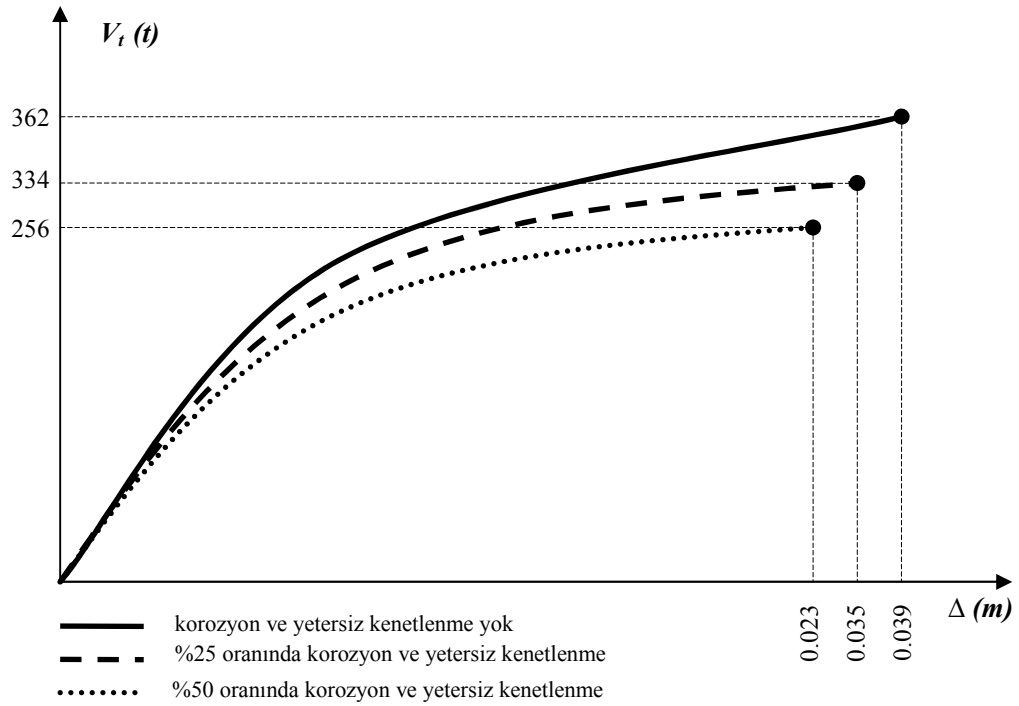
Deprem Yüklemesi  $E_y$  : Göçme Durumu (G)

Çizelge 4.96. 7, 8 ve 9. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  değerleri

Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	$V_t$ (tf)	$\Delta$ (m)
C10	0	362	0.039
C10	% 25	334	0.035
C10	% 50	256	0.023

Çizelge 4.97. 7, 8 ve 9. Durumlara ait bina performans düzeyleri

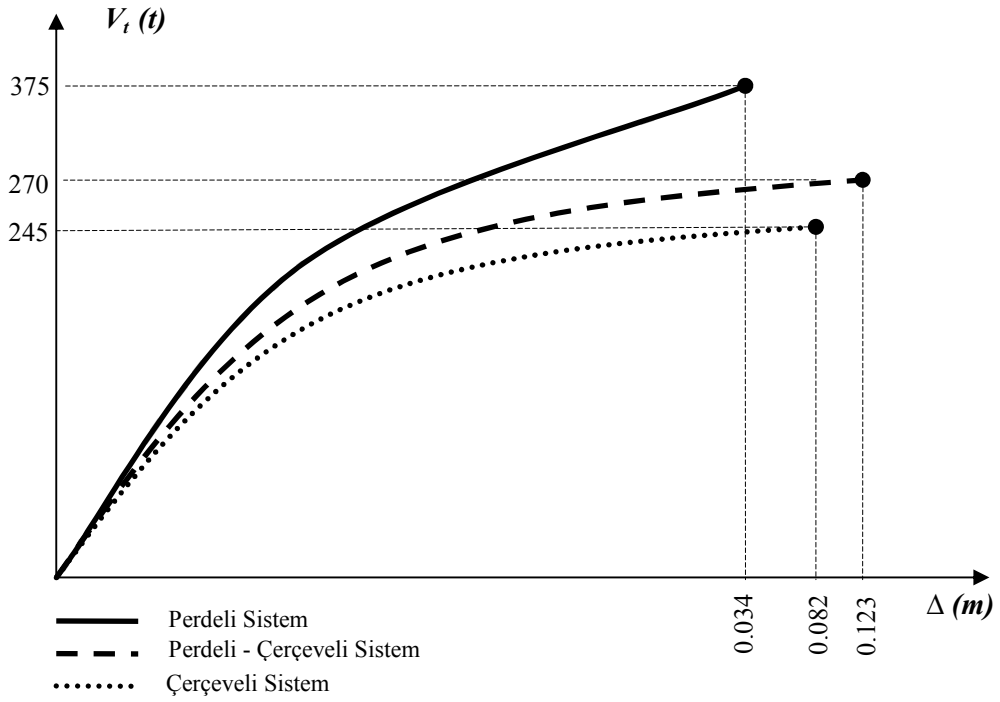
Beton Sınıfı	Donatı Korozyonu ve Yetersiz Kenetlenme Oranı	X Yönü Performans Düzeyi	Y Yönü Performans Düzeyi
C10	0	Hemen Kullanım	Göçme Öncesi
C10	% 25	Can Güvenliği	Göçme Öncesi
C10	% 50	Göçme Durumu	Göçme Durumu

Şekil 4.42. 7, 8 ve 9. Durumlara ait  $V_t - \Delta$  eğrileri

#### 4.4. Kıyaslama

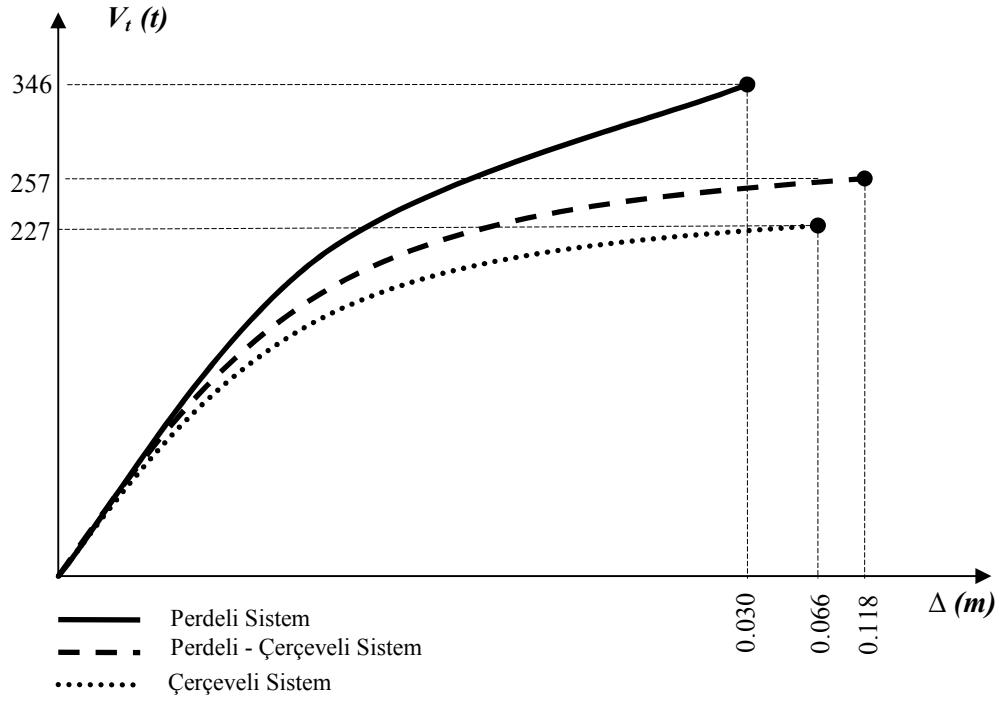
Yukarıda verilen üç ayrı bina örneğinden elde edilen sonuçları farklı kombinasyonlarla bir arada görmeye çalışalım. Daha önce yapılan karşılaştırmalarda beton sınıfları ve korozyon/yetersiz kenetlenme durumları karşılaştırılmıştı. Şimdi ise taşıyıcı sistemlerin mukayesesini yapalım.

**1.kombinasyon:** C20; korozyon ve yetersiz kenetlenme yok;



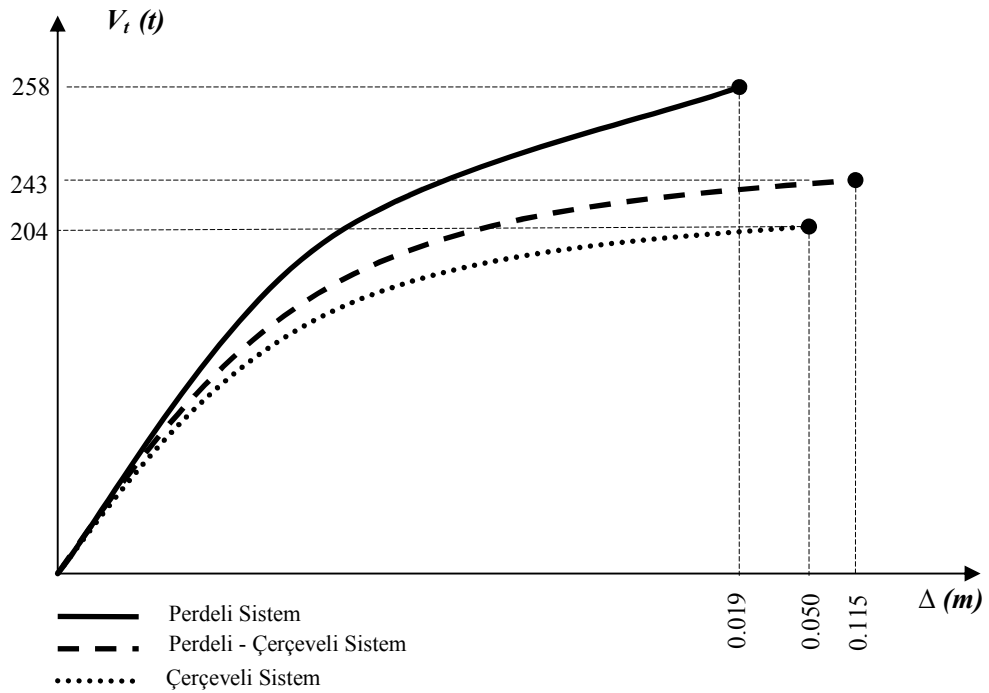
Şekil 4.43. C20 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok;  $V_t - \Delta$

2. kombinasyon: C20; korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %25;



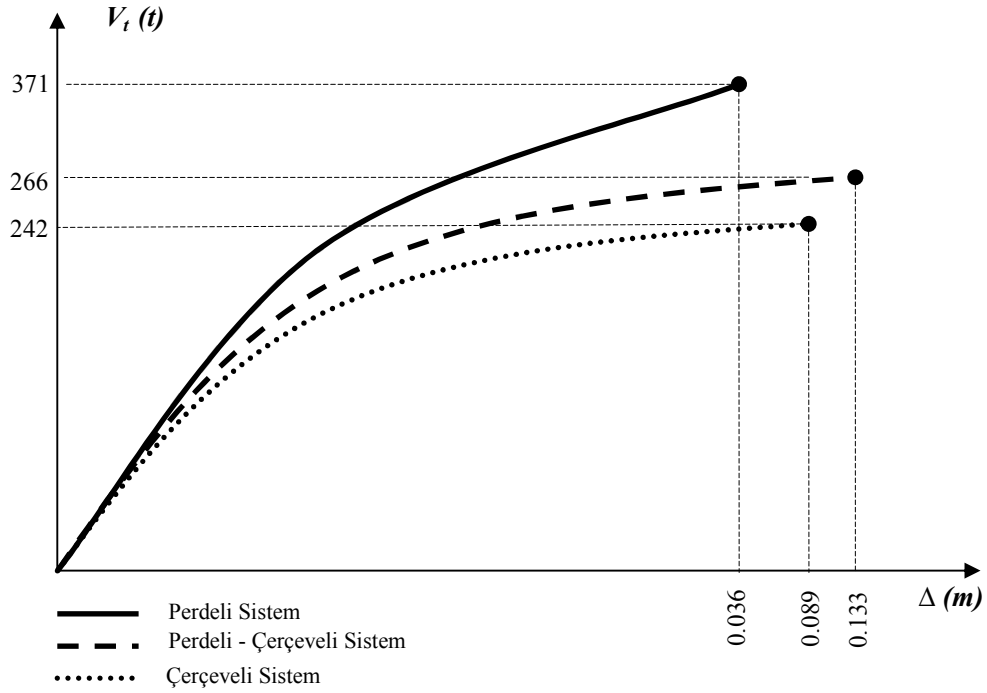
Şekil 4.44. C20 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %25 ;  $V_i - \Delta$

3. kombinasyon: C20; korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %50;



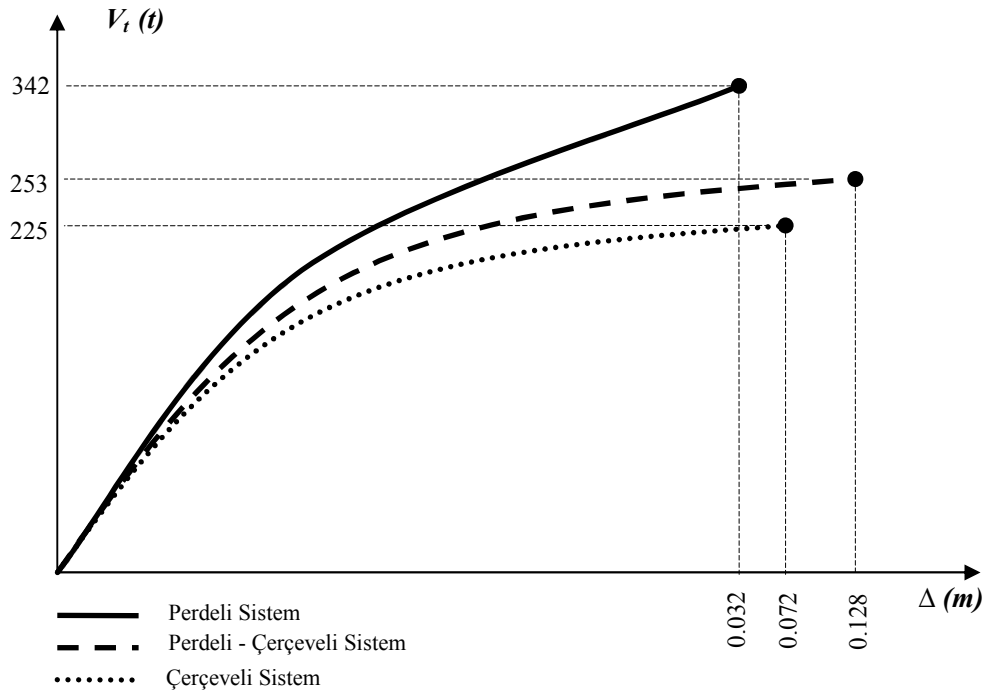
Şekil 4.45. C20 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %50 ;  $V_i - \Delta$

4. kombinasyon: C15; korozyon ve yetersiz kenetlenme yok;



Şekil 4.46. C15 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok ;  $V_i - \Delta$

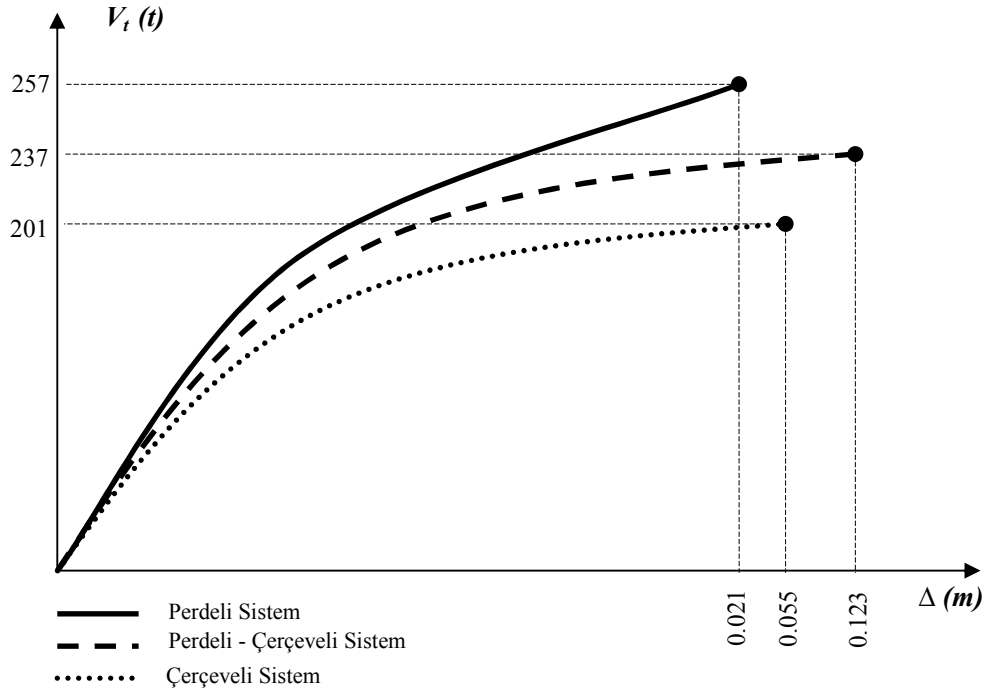
5. kombinasyon: C15; korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı%25;



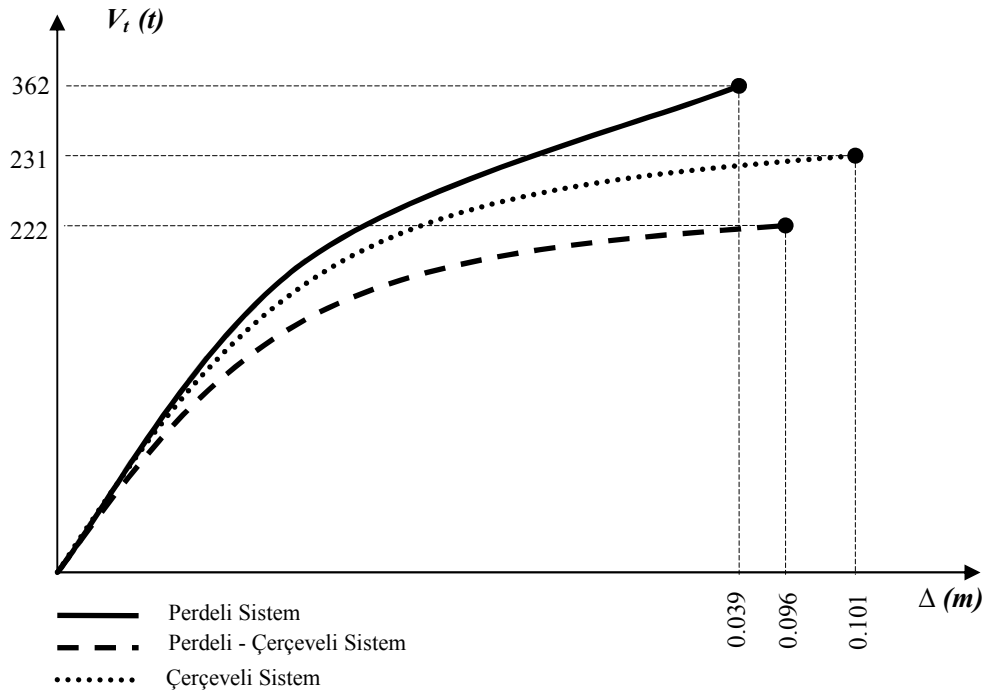
Şekil 4.47. C15 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %25;  $V_i - \Delta$



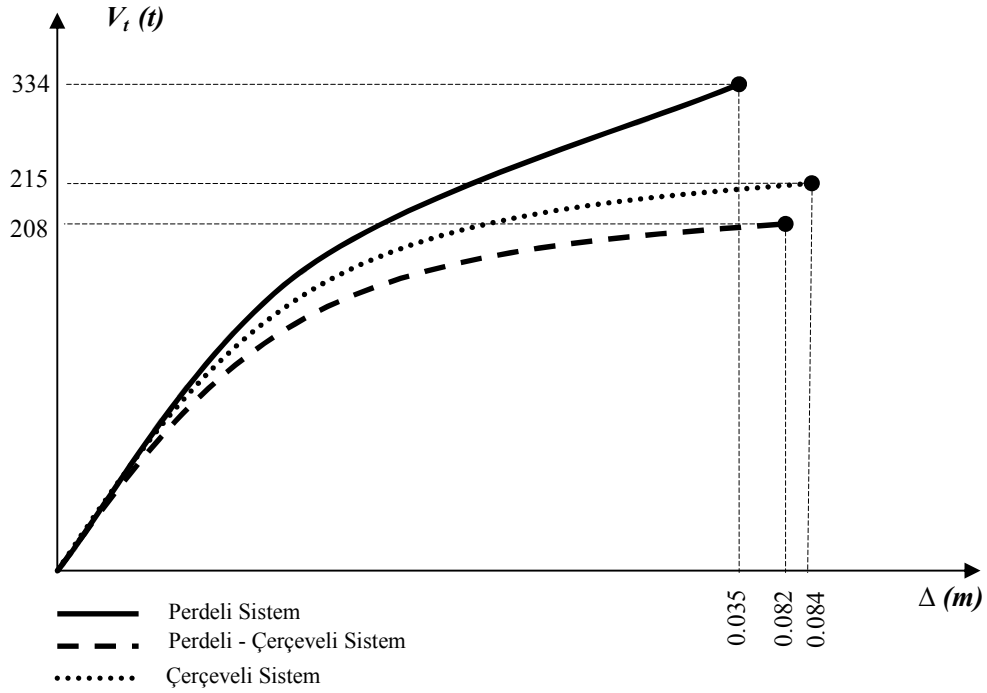
## 6. kombinasyon: C15; korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %50;

Şekil 4.48. C15 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %50;  $V_t - \Delta$ 

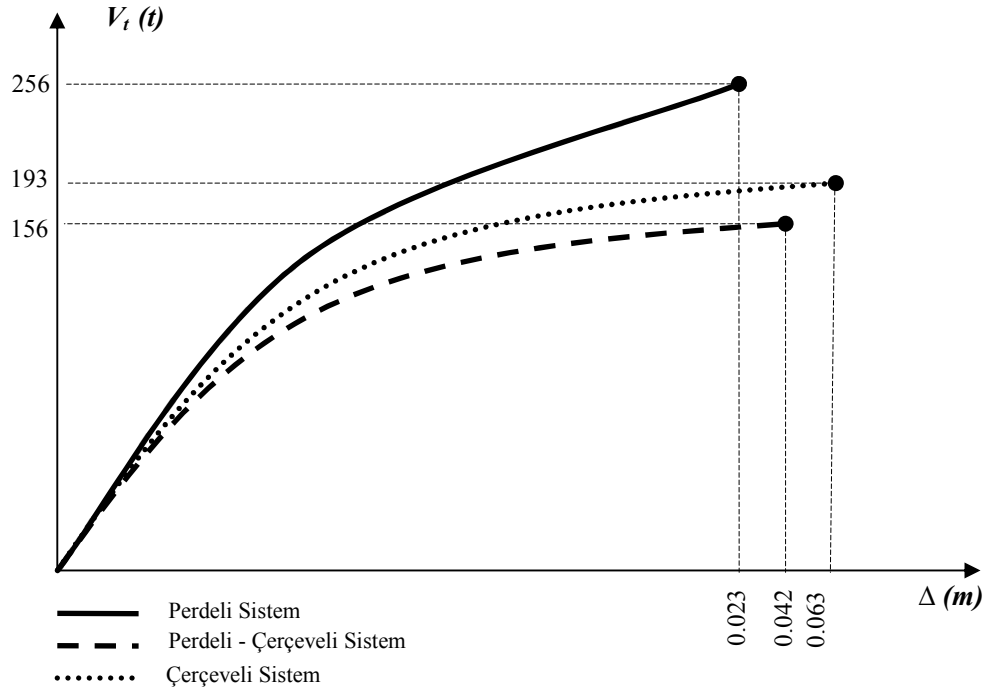
## 7. kombinasyon: C10; korozyon ve yetersiz kenetlenme yok;

Şekil 4.49. C10 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme yok;  $V_t - \Delta$

## 8. kombinasyon: C10; korozyon ve yetersiz kenetlenme %25;

Şekil 4.50. C10 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %25;  $V_i - \Delta$ 

## 9. kombinasyon: C10; korozyon ve yetersiz kenetlenme %50;

Şekil 4.51. C10 beton sınıfı, korozyon ve yetersiz kenetlenme oranı %50;  $V_i - \Delta$

Verilen 9 kombinasyona ait kapasite diyagramları incelendiğinde, betonarme bir yapının düşey taşıyıcı sistem seçiminin ne denli önemli olduğu anlaşılmaktadır. Zira diyagramlardan da görüldüğü üzere taşıyıcı sistemi perdelerden oluşan sistemlerde; perdelerin, eğilme rijitliklerinin çok büyük olması ve yapının güvenliğini sağlayarak, yerdeğiştirmeleri sınırlandırması gibi özelliklerinden dolayı, taban kesme kuvvetleri yüksek ve tepe deplasman değerleri de her zaman için diğer taşıyıcı sistemlerle kıyasla düşük ve performans düzeyleri de hedeflenen düzeyde veya çok yakın çıkmaktadır.

Buradaki örneklerimizde ilginç bir duruma da rastlanmıştır. 7, 8 ve 9. kombinasyon diyagramlarında *'perdeli-çerçeveseli sistem'*in kapasite eğrisinin *'çerçeveseli sistem'* kapasite eğrisinin altında kalmasıdır. Bu durum da göstermektedir ki; beton sınıfı ve/veya donatı kenetlenme yetersizlik oranına bağlı olarak farklı taşıyıcı sisteme sahip farklı binaların kapasiteleri her zaman doğru orantılı olarak değişmemektedir. İlk 6 kombinasyona baktığımızda, max. tepe deplasmanları *'perdeli-çerçeveseli sistem'*de meydana gelmektedir. Tüm diyagramlara bakarak da denebilir ki; uygun beton sınıfı ve uygun imalat yapıldığı varsayılarak yapılacak olan binalarda karma taşıyıcı sistemlerin seçilmesi optimum sonuçları vermektedir.

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada; beton kalitesi, işçilikten kaynaklanan donatı kenetlenmesi eksikliği ve inşaatın yapım aşaması ve sonrasındaki donatı korozyonunun yapı kapasitesi ve performans düzeyi üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Bu irdeleme yapılırken *perdeli*, *çerçeveli* ve *perdeli-çerçeveli* olmak üzere üç farklı yapı tipi seçilmiş ve aradaki farklar ortaya konmuştur. Sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

- Beton kalitesi, donatı korozyonu ve yetersiz kenetlenme oranı ile oluşturulan bütün kombinsayonlarda, perdeli sistemlerin kapasitelerinin, diğer iki sisteme göre fazla olduğu görülmüştür.
- Perdeli sistemlerin tepe deplasman değerleri her durumda da diğer sistemlerden daha küçük çıkmıştır.
- Deprem yönetmeliği ve TS500 standartlarına uygun olarak projelendirilen yapılardan perdeli-çerçeveli ve çerçeveli yapının; C20 beton, korozyon ve yetersiz kenetlenmenin olmadığı durumlarda Can Güvenliği performans düzeyinde çıkmasındaki ana etken kirişler olmuştur. Aynı şekilde perdeli sistemde de beton sınıfında C20'den C15'e geçişte performans düzeyinin düşmesinde ana etken kiriş elemanları olmuştur.
- Bu durumlara bakılınca; yönetmeliğin belirlediği kriterlere göre projelendirilen yeni bir yapının yine aynı yönetmeliğin ilgili kriterlerine göre yapılan kapasite analizi neticesinde yapıda bulunan kirişlerde güç tükenmesinin olması, yönetmeliğin kirişler için belirlemiş olduğu hasar sınırındaki eleman yüzdeleri ve etki/kapasite oranlarının kapsamlı olarak irdelenmesi gerektiği sonucunu doğurmuştur.
- Donatıdaki yetersiz kenetlenme ve korozyondan kaynaklanan kapasite azalmaları ve performans düzeyindeki düşmeler örneklerle gösterilmişti. Bu sakıncalı durumun önüne geçebilmenin yolu da uygulama projelerinin daha iyi bir şekilde yapılması ve hazırlanması değil, kontrol mekanizmasının

kuvvetlendirilmesidir. Kontrol mekanizmasının güçlendirilmesi için her ne kadar ‘Yapı Denetim’ birimleri kurulmuş olsa da pilot illerdeki uygulamalar göstermiştir ki buradaki yapı denetim şirketleri genel olarak ticari kaygılarla faaliyet göstermiştir. 2011 yılı itibariyle tüm Türkiye’de faal hale gelen ‘Yapı Denetim’ firmalarının da kontrol gibi hassas ve elzem bir görevi ticari kaygılar güderek yapmaması için bu firmaların da uzman kişiler tarafından sık periyotlarla denetlenmesi zaruridir.

Beton ve işçilik kalitesi yanı sıra tüm yapı için bir yapı kalitesinden söz edebilmek için zincirin bütün halkalarının alanında yetkin olması şartı kaçınılmazdır. Projeciden kontrol mekanizmasına, işçisinden müteahhidine kadar zinciri oluşturan tüm halkaların uzmanlarca bilgilendirilmesi ve denetlenmesi zaruridir. Türkiye’de müteahhitlik yapabilmek için resmi prosedür dışında herhangi bir ehliyet, yeterlilik şartı istenmemektedir. Yapı müteahhitlerinin, uzmanlarca bilgilendirilmesi, yetiştirilmesi, birer ehliyet verilmesi ve yapılan denetimlerde müteahhit için birer karne düzenlenmesi ve karnedeki notuna göre iş yapabilirlik yetkisi alması veya iş yapamaz gibi bir cezai müeyyide konması gibi bir mekanizma oluşturulması halinde bu durum yapı kalitesine çok ciddi oranda katkı sağlayacaktır.

- Bu çalışmada belirlenen ön şartlar göz önüne alınarak, yurdumuzda oldukça sık bir şekilde inşa edilen nervürlü (asmolen) döşeme sistemine sahip yapılar da irdelenmelidir. Bu irdeleme de ayrı bir çalışma konusu olarak yürütülebilir. Zira bu tip sistemlerde kirişlerin taşıma gücü kapasiteleri oldukça düşük olduğundan bu yapılara donatı korozyonu ve düşük beton sınıfı gibi etmenler de eklenince yapı performansının ve kapasitesinin ne olacağı araştırılabilir. Hazırlanmış olan bu tez çalışması söz konusu araştırmaya katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1997. *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara.
- FEMA 310, 1998. Handbook for the seismic evaluation of buildings—A prestandard, *Federal Emergency Management Agency*, Washington.
- CELEP, Z. ve KUMBASAR, N., 2000. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- CELEP, Z. 2008. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul.
- FEMA, 1998. Seismic map package, *Federal Emergency Management Agency*, Washington.
- GÜLKAN, P., YAKUT, A., 1994. Mühendislik hizmeti görmüş yapılar için hasar tespit formu hazırlanması, *ODTÜ Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi*, Rapor No. 94-01, Ankara.
- OKHUBO, M., 1991. Current Japanese system on seismic capacity and retrofit techniques for existing reinforced concrete buildings and post-earthquake damage inspection and restoration techniques, *Structural System Research Project*, Report No. SSRP-91/02,
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY), Ankara, 2007.
- CELEP, Z., KUMBASAR, N., 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- CELEP, Z., 2007. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul.
- CELEP, Z., 2008. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul.
- KOÇAK, A., 2005. İstanbul'un Çeşitli İlçelerinde Yer Alan Mevcut Binaların Ayrıntılı İncelenmesi ve Mevcut Binaların Deprem Riski, Kocaeli.
- TS 500, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Ankara.
- TS 498, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yük Değerleri, Ankara.

- CELEP, Z., KUMBASAR, N., 2005. Betonarme Yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul.
- SUCUOĞLU, H., 2007. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Esasları.
- SUCUOĞLU, H., 2007. Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Yüklerini Sokaktan Tarama Yöntemiyle Belirlenmesi, İstanbul.
- SUCUOĞLU, H., 2006. 2007 Deprem Yönetmeliği Performans Esaslı Hesap Yöntemlerinin Karşılıklı Değerlendirilmesi, İstanbul.
- KUTANIŞ, M., 2007. İMO Adıyaman İl Temsilciliği Meslek İçi Eğitim Kurs Notları, Haziran-2007.
- KURAN, F., BAYÜLKE, N., KOCAMAN, N., 2003. 1502 Tipi Afet Konutunun Nonlineer Statik İtme Analizi ve Deprem Hasarının Karşılanması, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara.
- İdeCAD Statik, Bursa, 2005.

## ÖZGEÇMİŞ

Muhammed R. GÜNEŞ, 1980 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Şanlıurfa'da tamamladı. 2005 yılında girmiş olduğu Harran Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde 2007 – 2008 akademik yılının güz döneminde lisans eğitimini tamamladı. Aynı akademik dönemin sonunda, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'na kayıt yaptırdı. Hâlen aynı enstitüde yüksek lisans öğrencisi olarak eğitimine devam etmektedir.



## ÖZET

Bu çalışmada, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007’de anlatılan, yapı kapasitesinin ve performans düzeyinin elde edilmesi için uygulanan ‘Doğrusal Elastik Yöntemler’ ile ‘Doğrusal Olmayan Elastik Yöntemler’e ve bu yöntemlerin algoritmalarına değinilmiştir. Yönetmelikte yer alan yapı performans düzeylerine ve bu düzeylerin sınır değerlerine ilişkin koşullar irdelenmiştir. Mevcut yapıların kapasitelerinin belirlenebilmesi için yapıdan toplanması gereken bilgilere bu bilgilere göre yapılan değerlendirme kriterlerinin neler olduğu üzerinde durulmuştur.

Tüm bu yönetmelik bilgileri doğrultusunda; taşıyıcı sistem bakımından birbirinden farklı 3 adet yapı seçilmiş ve bu yapılarda; farklı beton sınıfları, yetersiz kenetlenme ve korozyon oranları kullanılarak yapıların kapasite eğrileri ve performans düzeyleri elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar mukayeseli bir biçimde karşılaştırılmış ve taşıyıcı sistem, beton sınıfı, donatı korozyonu ve yetersiz kenetlenme durumlarına göre yapılar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Perdeli sistem, perdeli-çerçeveli sistem ve çerçeveli sistem olarak ele alınan yapıların performans düzeylerindeki değişikliğin belirleyici parametresi belirlenmeye çalışılmıştır.

Performans düzeyleri belirlenirken yüksek beton dayanımında dâhi HK düzeyinin sağlanmaması veya CG düzeyinin sağlanmamasının nedeni olarak, kirişlerin çabuk güç tükenmesine ulaştıkları görülmüştür. Bu nedenle, yönetmelikte kirişler için belirtilen etki/kapasite oranlarının, HK ve CG performans düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan kiriş eleman hasar durumlarının detaylı bir şekilde irdelenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Beton kalitesi, donatı korozyonu, yetersiz kenetlenme oranı gibi faktörlerin önüne geçilebilmesi için yapım zincirinde yer alan tüm halkaların (mimar, mühendis, işçi, müteahhit..v.b) uzmanlarca bilgilendirilmesi ve kontrol mekanizmalarının güçlendirilmesi zarureti belirtilmiştir.

## SUMMARY

In this study, building capacity and performance level is applied to obtain the 'Linear Elastic Methods' and ' Non-Linear Elastic Methods' and algorithms of these methods are mentioned which is described in Earthquake Regulations for Buildings 2007. Structure performance levels and limit values of these levels and conditions of these were discussed. It was focused on needed information about structure to determine the capacity of existing structures and what the evaluation criteria with respect to these information that is used.

All the information in accordance with this regulation; three different buildings were chosen in point of design type and in these buildings structure capacity curves and performance levels were obtained by using different concrete class, inadequate interlocking and corrosion rates. Obtained results were compared comperatively and structures were evaluated individually according to design type, concrete class, reinforcement corrosion and inadequate interlocking. It was studied to determine decisive parameters of change in performance levels of buildings that constructed as sheer-wall system, sheer wall-frame system and frame system.

While performance levels was being determined, even high-strenght concrete was used, the reason of not reaching level of HK or CG is beams were quickly reached by the power drain. Therefore, it is needed to investigate effect/capacity rates specified in the regulation for beams, damaged beam situations which is used to determine performance level of HK and CG in detail. To prevent concrete quality, reinforcement corrosion and inadequate interlocking ratio problems the chain circles of construction (architects, engineers, workers, contractors, etc. ..) experts to inform and strengthen the control mechanisms are necessity.