

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEVCUT BETONARME YAPILARIN DEPREM
GÜVENLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE GÜVENİLİRLİĞİ
ETKİLEYEN PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Tuğçe YENİCE

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kasım Armağan KORKMAZ

II. Danışman: Doç. Dr. Fuat DEMİR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2010**

TEZ ONAYI

Tuğçe YENİCE tarafından hazırlanan “Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Güvenliklerinin Belirlenmesi ve Güvenilirliği Etkileyen Parametrelerin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu Süleyman Demirel Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Kasım Armağan KORKMAZ

Süleyman Demirel Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

II. Danışman : Doç. Dr. Fuat DEMİR

Süleyman Demirel Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Prof. Dr. Hikmet Hüseyin ÇATAL

Dokuz Eylül Üniversitesi Yapı Anabilim Dalı

Doç. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN

Süleyman Demirel Üniversitesi Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Kemal Tuşat YÜCEL

Süleyman Demirel Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. Mustafa KUŞCU

Enstitü Müdürü

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

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER DİZİNİ.....	xvii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Çalışmada kullanılan yapıların özellikleri.....	10
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Mevcut binaların deprem güvenliğinin değerlendirilmesi.....	24
3.2.2. Yapı elemanlarında hasar sınırları ve hasar bölgeleri.....	25
3.2.2.1. Kesit, eleman ve taşıyıcı sistem hasar sınır ve bölgeleri.....	25
3.2.2.2. Taşıyıcı eleman deprem hasar sınır ve bölgeleri.....	26
3.2.3. Bina deprem performansının belirlenmesi.....	27
3.2.3.1. Hemen kullanım performans düzeyi.....	27
3.2.3.2. Can güvenliği performans düzeyi.....	27
3.2.3.3. Göçme öncesi performans düzeyi.....	28
3.2.3.4. Göçme durumu.....	29

3.2.4. Binalar için hedeflenen performans düzeyleri.....	29
3.2.5. Doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemi.....	30
3.2.5.1. Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi.....	31
3.2.6. Bulanık mantık yöntemi.....	34
3.2.6.1. Bulanık kümeler ve üyelik dereceleri.....	35
3.2.6.2. Bulanıklaştırma.....	39
3.2.6.3. Üyelik Derecesi Atanması.....	39
3.2.6.4. Durulaştırma.....	39
3.2.6.5. Bulanık kurallar ve sistemler.....	43
3.2.6.6. Grafik çıkarım teknikleri.....	44
3.2.7. Bir yapının kayma rijitliği hesabı.....	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	46
4.1. Statik İtme Analizi Sonuçları.....	46
4.1.1. Tip 1 yapısına ait sonuçlar.....	47
4.1.2. Tip 2 yapısına ait sonuçlar.....	51
4.1.3. Tip 3 yapısına ait sonuçlar.....	55
4.1.4. Tip 4 yapısına ait sonuçlar.....	59
4.1.5. Tip 5 yapısına ait sonuçlar.....	63
4.2. Tip Yapıların Deprem Performansları.....	69
4.2.1. Tip 1 yapısına ait sonuçlar.....	70
4.2.2. Tip 2 yapısına ait sonuçlar.....	76
4.2.3. Tip 3 yapısına ait sonuçlar.....	82
4.2.4. Tip 4 yapısına ait sonuçlar.....	88
4.2.5. Tip 5 yapısına ait sonuçlar.....	94

4.3. Statik İtme Analizi ile Bulanık Mantık Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	100
4.3.1. Tip 2 yapısına ait sonuçlar.....	104
4.3.2. Tip 4 yapısına ait sonuçlar.....	110
4.4. Bilgisayar Programı ve Bulanık Mantık Sonuçları İle Çizilen Grafiklerin Karşılaştırılması.....	116
4.4.1. Tip 2 yapısına ait sonuçlar.....	117
4.4.2. Tip 4 yapısına ait sonuçlar.....	125
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	134
6. KAYNAKLAR.....	137
ÖZGEÇMİŞ.....	140

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MEVCUT BETONARME YAPILARIN DEPREM GÜVENLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE GÜVENİLİRLİĞİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tuğçe YENİCE

Süleyman Demirel Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kasım Armağan KORKMAZ

Bu tez çalışması kapsamında, mevcut betonarme yapıların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve güvenilirliği etkileyen parametrelerin değerlendirilmesi amacıyla farklı özelliklere sahip 5 tip örnek yapı modellenmiştir. Bu yapıların çelik ve beton sınıflarının yanında kolon boyutları da farklı düşünülerek toplamda 720 kombinasyon oluşturulmuştur. Modellerdeki çeşitli parametrelerin alternatiflerle kullanılmasındaki esas amaç; hangi parametrenin yapı davranışına ve performans düzeyine ne derecede etkidiğinin belirlenmesidir.

Modellenen yapıların deprem güvenliği, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik 2007’de yer alan doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden statik itme analizi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz sonucu elde edilen kapasite eğrileri değerlendirilerek hangi parametrenin yapı davranışına ve performans düzeyine ne derecede etkidiği değerlendirilmiştir.

Mevcut betonarme yapıların depreme karşı dayanıklılığının ve deprem güvenliklerinin belirlenmesi için pratik yöntemler üzerinde durulması gerekliliği

yaşanan depremlerden alınan önemli dersler arasındadır. Günümüzde bu amaç doğrultusunda çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Yapılan çalışma kapsamında yapıların performanslarının yani deprem güvenliklerinin pratik bir şekilde tahmin edilmesi amacıyla bulanık mantık yöntemi ile bir model oluşturulmuştur. Bu modelde Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 modellerinin statik itme analizi sonucunda elde edilen, taban kesme kuvveti / yapı ağırlığı (V_b/W), yatay yer değiştirme / kat yüksekliği (Δ/H) değerleri çıktı olarak, yapıların performanslarına etki eden çeşitli parametreler de girdi olarak kullanılmıştır. Bulanık mantık yöntemi yardımıyla gerçekleştirilen analiz sonucunda modelin geçerliliği, farklı iki yapı modeliyle test edilmiştir. Bulanık mantık sonuçları ile test için kullanılan Tip 2 ve Tip 4 yapılarının statik itme analizi sonuçları kıyaslanarak bulanık mantık modelinin geçerliliği değerlendirilmiştir. Elde edilen değerlerin birbirine yakın çıkması sonucu, mevcut betonarme yapıların deprem güvenliklerinin tahmin edilmesi açısından pratik bir yöntem elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Statik itme analizi, bulanık mantık yöntemi, deprem güvenliği, mevcut binalar, yapısal kapasite değerlendirmesi, performans değerlendirmesi.

2010, 140 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF SEISMIC SAFETY AND THE EFFECTING PARAMETERS FOR EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

Tuğçe YENİCE

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Civil Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. Kasım Armağan KORKMAZ

After the recent earthquakes in Turkey, structural capacity of the existing buildings has been questioned. Most of existing building in the area hit by earthquake performed insufficient structural capacity and got severe damage or collapsed. In the countrywide, it is known that structural type is very typical and ubiquitous. Therefore, most of the existing buildings are suspicious in terms of earthquake resistance in any possible future earthquakes. Especially in the metropolitan areas, with the gigantic residential buildings should be reevaluated for the earthquake resistance.

In the present thesis, existing buildings in Turkey are aimed to be evaluated in terms of structural capacity. Therefore, 5 different existing building types were modeled in different variations and combinations. In the evaluation part, 720 combinations are evaluated. The buildings were modeled considering the existing building types in Turkey. Each building was modeled according to both 1975 and 2007 Turkish design codes. Buildings have 2 to 6-spans. Each span is 4m. Story height is 3m. Buildings have 2, 3, 4 and 5 story. Column dimensions are 30x30 and 40x40. Beam dimensions are 25x60cm. Concrete and steel classes are changed for the combinations. Concrete strength varies as 10, 16 and 20 MPa. Reinforcement yield strength varies as 220 and

420MPa. Buildings were evaluated through nonlinear analyses. For nonlinear analyses, pushover analyses are employed. Base shear and roof displacements are evaluated. After nonlinear analyses, performance based evaluations are realized. The performance levels and maximum inelastic displacement of these buildings are computed. As a result of the analyses, structural capacities were defined for each building and a structural behavior was determined for existing building types in Turkey. With all combinations, important structural parameters were determined and sensitivity parameters were computed. Through fuzzy logic algorithms, models 2 and 4 were determined by using models 1, 3 and 5 fuzzy logic results were compared with the computer program results.

Key Words: Pushover analysis, fuzzy logic, earthquake resistance, existing buildings, structural capacity evaluation, performance evaluation.

2010, 140 pages

TEŞEKKÜR

Bu tez için çalışmalarım ve araştırmalarım beni yönlendiren, bilgi ve tecrübeleriyle yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve bilimsel anlamda gelişmemi sağlayan Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Kasım Armağan Korkmaz'a ve II. Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Fuat Demir'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yardımlarıyla her zaman arkamda olan Sayın Uzman Dr. Asuman Işıl Çarhoğlu'na ve Sayın Uzman Dr. Hamide Tekeli'ye teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tezimi hazırlamamda yardımlarıyla yanımda olan meslektaş arkadaşlarım Betül Öksüz, Yasin Arıcan ve Ayşe Tanrıbir'e çok teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım. Özellikle fedakarlığıyla her zaman yanımda olan anneme sonsuz teşekkür ederim.

Tuğçe YENİCE
ISPARTA, 2010

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toplamda 720 kombinasyon ile gerçekleştirilecek olan çalışma organizasyon şeması.....	12
Şekil 3.2. Tip 1 yapısına ait kat kalıp planı.....	13
Şekil 3.3. Tip 2 yapısına ait kat kalıp planı.....	14
Şekil 3.4. Tip 3 yapısına ait kat kalıp planı.....	15
Şekil 3.5. Tip 4 yapısına ait kat kalıp planı.....	16
Şekil 3.6. Tip 5 yapısına ait kat kalıp planı.....	17
Şekil 3.7. (a) Tip 1, (b) Tip 2, (c) Tip 3 örnek yapı görünüm.....	18
Şekil 3.8. (d) Tip 1, (e) Tip 2 örnek yapı görünümleri.....	19
Şekil 3.9. Kesit hasar sınırları ve bölgeleri.....	26
Şekil 3.10. Statik itme analizi.....	32
Şekil 3.11. Statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi.....	33
Şekil 3.12. Klasik sistem.....	36
Şekil 3.13. Bulanık mantığın temel elemanları.....	36
Şekil 3.14. Bitişik dikdörtgen gösterim.....	38
Şekil 3.15. Örtüşmeli üçgen gösterimi.....	38
Şekil 3.16. En büyük üyelik derecesi durulaştırması.....	40
Şekil 3.17. Sentroid yöntemi durulaştırması.....	40
Şekil 3.18. Ağırlıklı ortalama yöntemi durulaştırması.....	41
Şekil 3.19. Ortalama en büyük üyelik durulaştırması.....	41
Şekil 3.20. En büyük alanın merkezi ile durulaştırma.....	42
Şekil 3.21. “VE” bağlacı ile bağlanan kuralın kullanıldığı model uygulaması.....	44
Şekil 3.22. “VEYA” bağlacı ile bağlanan kuralın kullanıldığı model uygulaması.....	44

Şekil 4.1. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 1 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	47
Şekil 4.2. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 1 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	48
Şekil 4.3. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 1 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	49
Şekil 4.4. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 1 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	50
Şekil 4.5. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	51
Şekil 4.6. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	52
Şekil 4.7. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	53
Şekil 4.8. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	54
Şekil 4.9. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 3 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	55
Şekil 4.10. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 3 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	56
Şekil 4.11. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 3 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	57
Şekil 4.12. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 3 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	58

Şekil 4.13. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	59
Şekil 4.14. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	60
Şekil 4.15. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	61
Şekil 4.16. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	62
Şekil 4.17. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	63
Şekil 4.18. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	64
Şekil 4.19. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	65
Şekil 4.20. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları.....	66
Şekil 4.21. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan beton sınıfı üyelik fonksiyonları.....	101
Şekil 4.22. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan çelik sınıfı üyelik fonksiyonları.....	101
Şekil 4.23. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan yönetmelikler üyelik fonksiyonları.....	102
Şekil 4.24. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan periyot üyelik fonksiyonları.....	102
Şekil 4.25. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan kayma rijitliği (GA) üyelik fonksiyonları.....	103

Şekil 4.26. 2 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	117
Şekil 4.27. 3 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	118
Şekil 4.28. 4 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	119
Şekil 4.29. 5 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	120
Şekil 4.30. 2 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	121
Şekil 4.31. 3 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	122
Şekil 4.32. 4 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	123
Şekil 4.33. 5 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	124
Şekil 4.34. 2 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	125
Şekil 4.35. 3 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	126
Şekil 4.36. 4 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	127
Şekil 4.37. 5 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	128
Şekil 4.38. 2 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	129
Şekil 4.39. 3 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	130
Şekil 4.40. 4 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	131
Şekil 4.41. 5 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması.....	132

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Statik itme analizi gerçekleştirilen yapıların bilgileri.....	21
Çizelge 3.2. Tip yapıların kayma rijitlikleri.....	23
Çizelge 3.3. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri.....	30
Çizelge 4.1. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	70
Çizelge 4.2. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	71
Çizelge 4.3. 2007 DBYBHY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	72
Çizelge 4.4. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	73
Çizelge 4.5. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	74
Çizelge 4.6. 2007 DBYBHY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	75
Çizelge 4.7. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	76
Çizelge 4.8. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	77
Çizelge 4.9. 2007 DBYBHY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	78
Çizelge 4.10. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	79
Çizelge 4.11. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	80
Çizelge 4.12. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	81
Çizelge 4.13. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	82

Çizelge 4.14. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	83
Çizelge 4.15. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	84
Çizelge 4.16. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	85
Çizelge 4.17. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	86
Çizelge 4.18. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	87
Çizelge 4.19. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	88
Çizelge 4.20. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	89
Çizelge 4.21. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	90
Çizelge 4.22. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	91
Çizelge 4.23. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	92
Çizelge 4.24. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	93
Çizelge 4.25. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	94
Çizelge 4.26. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	95
Çizelge 4.27. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	96
Çizelge 4.28. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	97
Çizelge 4.29. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	98

Çizelge 4.30. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları.....	99
Çizelge 4.31. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	104
Çizelge 4.32. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	105
Çizelge 4.33. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	106
Çizelge 4.34. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	107
Çizelge 4.35. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	108
Çizelge 4.36. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	109
Çizelge 4.37. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	110
Çizelge 4.38. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	111
Çizelge 4.39. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	112
Çizelge 4.40. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	113
Çizelge 4.41. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	114

Çizelge 4.42. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması.....	115
---	-----

SİMGELER DİZİNİ

a_1	Modal ivme
d_1	Modal yer değıştirme
$A(T)$	Spektral ivme katsayısı
A_0	Etkin yer ivmesi katsayısı
ABYYHY 1998	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1998
b_w	Kirişin gövde genişliği
C	Beton sınıfı
CG	Can Güvenliği
C_0	1975 Deprem Yönetmeliği'nde yer alan deprem bölge katsayısı
DBYBHY 2007	Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkındaki yönetmelik
1975 DY	1975 Deprem Yönetmeliği
E_c	Betonun elastisite modülü
f_{ctm}	Mevcut betonun çekme dayanımı
FEMA	Federal Emergency Management Agency
G	Öz ağırlık

GA	Çerçevenin kayma rijitliği
GÇ	Göçme sınırı
GD	Göçme durumu
GÖ	Göçme öncesi
GV	Güvenlik sınırı
h	Kiriş yüksekliği
H	Bina yüksekliği
HK	Hemen kullanım
I	Yapı önem katsayısı
I _b	Kiriş atalet momenti
I _c	Kolon atalet momenti
K	1975 Deprem Yönetmeliği'nde yer alan yapı davranış kat sayısı
KN	Kilonewton
K _o	Zemin yatak katsayısı
L _p	Plastik mafsallık boyu
MN	Minimum hasar sınırı

n	Hareketli yük katılım katsayısı
S	Çelik sınıfı
S_a	Spektral ivme
S_d	Spektral yer değiştirme
$T_A; T_B$	Spektrum karakteristik periyotları
T_1	Binanın birinci doğal titreşim periyodu
TS	Türk standartları
u_{N1}	En üst katın yer değiştirmesi
$\ddot{U}(z)$	Bulanık mantık üyelik derecesi
Q	Hareketli yük
V	Kesme kuvveti
V_b	Taban kesme kuvveti
W	Binanın ağırlığı
z^*	Durulaştırılmış değer
Z	Yerel zemin sınıfı
Δ	Yapı yer değiştirmesi

1.GİRİŞ

Nüfusunun yaklaşık % 92'si deprem bölgesi içersinde yer alan Türkiye'de, son yıllarda meydana gelen depremlerde, betonarme yapılarda oluşan hasarların ağır olması ve bu hasarların çok büyük oranlarda can ve mal kaybına neden olması, ülkemizdeki mevcut betonarme yapıların depreme karşı yeterince dayanıklı olmadığını göstermektedir.

Depremler sonucunda oluşan hasarlar doğrultusunda yapılan çalışmalarda; yapılarda meydana gelen hasarlarda; yetersiz denetim, hatalı projelendirme, düşük kaliteli veya eksik malzeme seçimi, işçilik hataları gibi parametrelerin daha etkili olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, betonarme yapıların depreme karşı dayanıklılığının araştırılması, yapıların deprem güvenliğinin ve güvenliğine etki eden parametrelerin belirlenmesi ve incelenmesi son yıllarda daha da önem kazanmıştır. Bu nedenlerle, betonarme yapıların deprem davranışlarının ve güvenliklerinin belirlenmesi deprem mühendisliğinin güncel konuları arasında yer almaktadır.

Günümüzde bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler deprem mühendisliği konusunun ilerlemesine yardımcı olmaktadır. Böylece, depreme dayanıklı yapı tasarımı, yani performans dayalı yapı tasarımı ve mevcut yapıların deprem güvenliklerinin değerlendirilmesi daha gerçeğe yakın olarak yapılabilmektedir.

Mevcut betonarme yapıların depreme karşı dayanıklılığının ve deprem güvenliklerinin belirlenmesi için pratik yöntemler üzerinde durulması gerekliliği yaşanan depremlerden alınan önemli dersler arasındadır. Günümüzde bu amaç doğrultusunda çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Yapılan çalışmada yapıların performanslarının yani deprem güvenliklerinin belirlenmesi için bulanık mantık yöntemi tavsiye edilmektedir. Böylece uzun zaman alan analizlere gerek duyulmadan mevcut betonarme yapıların deprem güvenlikleri hakkında daha gerçekçi sonuçların tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında, mevcut betonarme yapıların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve güvenilirliği etkileyen parametrelerin değerlendirilmesi amacıyla farklı özelliklere sahip 5 tip örnek yapı modellenmiştir.

Çalışmada esas alınan yapıların deprem güvenliği, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik 2007’de yer alan doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden statik itme analizi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz sonucu elde edilen kapasite eğrileri değerlendirilerek hangi parametrenin yapı davranışına ve performans düzeyine ne derecede etkidiği değerlendirilmiştir.

Türkiye’deki mevcut yapılar incelendiğinde, büyük çoğunluğunun deprem etkisi ele alınmadan yani sadece düşey yük etkisi altında projelendirildiği görülmektedir. Bu nedenle, yapılan çalışmadaki modeller hem deprem etkisi altında hem de sadece düşey yük altında değerlendirilmiştir. Deprem etkisi altındaki inceleme için, 1975 Deprem Yönetmeliği (1975 DY) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007) esasları dikkate alınmıştır.

Çalışma kapsamında modellenen tip yapılar öncelikle yapıldıkları yıllara göre; ilgili yönetmelik altında veya sadece düşey yük etkisi altında, beton sınıfı, çelik sınıfı, kolon boyutu, kat sayısı değerleri değiştirilerek incelenmiştir. Ardından, bilgisayar programı ile DBYBHY 2007 esas alınarak statik itme analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonuçlarıyla her bir yapının kapasite eğrileri elde edilmiş ve yapıların deprem güvenliklerine etki eden parametrelerin ne ölçüde etkili olduğu bu eğriler yardımıyla değerlendirilmiştir.

Modellenen yapıların yapıldıkları yıllara göre, ilgili yönetmelik koşullarına göre ve sadece düşey yük etkisi altında, beton sınıfı, çelik sınıfı, kolon boyutları ve kat sayıları değiştirilerek statik analizleri gerçekleştirildikten sonra DBYBHY 2007’de verilen esaslar doğrultusunda, farklı kombinasyonlarda oluşturulan 720 model yapının doğrusal olmayan deprem performansları incelenmiştir.

Elde edilen performans sonuçları yönetmelik koşullarına göre Bölüm 4.2.'de sunulmuştur. Çizelge 4.1. ile Çizelge 4.30. arasında verilen bu çizelgeler her sayfada düşey yük, 1975 DY, 2007 DBYBHY koşullarına göre kat sayıları ve kolon boyutları dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Böylece, çalışma kapsamında elde edilen performans sonuçları bu çizelgeler yardımıyla değerlendirme altına alınmıştır.

Mevcut betonarme yapıların deprem güvenliklerinin tahmin edilmesi amacıyla, MATLAB programı ile bir bulanık mantık modeli oluşturulmuştur. Bu modelde toplamda 432 yapının statik itme analizi sonucunda elde edilen, taban kesme kuvveti / yapı ağırlığı (V_b/W), yatay yer değiştirme / kat yüksekliği (Δ/H) değerleri çıktı olarak, yapıların performanslarına etki eden çeşitli parametreler de girdi olarak kullanılmıştır. Bu amaçla kullanılan model yapılar; Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 yapılarıdır. Modelin geçerliliğinin değerlendirilmesi amacıyla ise 288 yapının statik itme analizi sonuçları test olarak kullanılmıştır. Test amacıyla kullanılan bu yapılar ise Tip 2 ve Tip 4 yapılarıdır.

Yapılan çalışmada, yumuşak kat, kısa kolon gibi olumsuz etkiler ve düzensizlikler göz önüne alınmamıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Lawson vd., (1994), tarafından yapılan çalışmada doğrusal olmayan artımsal itme analizi yöntemlerinin uygulanmasında ortaya çıkan sınırlamalar ve uygulama sırasında karşılaşılan sorunlar üzerinde durulmuştur. Ayrıca yatay yük dağılımından kaynaklanan analiz sonuçlarının değişimi ele alınmıştır.

Cheng vd. (1999), tarafından yapılan çalışmada bulanık mantık yöntemi kullanarak üstyapı çatlak araştırması yapan bir model oluşturulmuştur. Bu model ile üstyapıya ait görüntüleri renklerine göre incelenerek, çatlak varlığı tespit edilmektedir. Bunun için bulanık mantık yöntemini kullanan bir görüntüleme algoritması geliştirmiştir.

Lefort (2000), tarafından yapılan çalışmada statik itme analizinin doğrusal olmayan incelemenden daha kullanılabilir olması için geliştirilmesi gerekli olan eksikler belirtilmiştir. Çalışma kapsamında örnek olarak iki adet on katlı düzlem çerçeve seçilerek bu yapıların statik itme analizleri yapılmıştır. Seçilen bu tip yapının biri düzenli, diğeri ise yumuşak kat düzensizliğine sahiptir. Bu analiz sonuçları doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda Adaptive Pushover Method adında yeni bir yöntem önerilmiştir. Bu metodun diğer doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinden daha gerçekçi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Kilar ve Fajfar (2001), tarafından yapılan çalışmada simetrik olmayan yapıların sismik tasarımı ve değerlendirilmesinde kullanılan doğrusal olmayan artımsal itme analizi yöntemlerinin doğruluğu araştırılmıştır.

Jan vd., (2003), tarafından yapılan çalışmada yüksek mod etkilerini göz önüne alan yeni bir basitleştirilmiş statik itme analizi geliştirilmiştir. Bu yöntemin geliştirilmesindeki amaç, geleneksel doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerin yüksek binaların elastik ötesi sismik taleplerinin belirlemedeki eksikliklerin giderilmesidir. Geliştirilen yöntemin uygulanması amacıyla beş farklı yükseklikteki yapılar ele alınmıştır. Sonuçta, geliştirilen yöntemin tepe yer değiştirmesi, kat öteleme talepleri, plastik mafsallı dönmeleri gibi parametreler bakımından yüksek

binaların önemli özelliklerini tahmin etmekte daha kesin sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Çavuş (2004), tarafından yapılan çalışmada bulanık mantık yöntemi kullanılarak deprem sebebiyle meydana gelen, zeminlerin sıvılaşma yüzdeleri bulunmuştur. Sonuçlar arazi verileri ile karşılaştırıldığında yapılan modellemenin gerçeğe çok yakın sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

İrtem vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği'nin performans hedefleri doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmada, doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden Kapasite Spektrum Yöntemi ve Deplasman Katsayıları Yöntemi ile dört farklı deprem derecesine göre FEMA 356 ve ATC 40'da tanımlanan performans kriterlerinden yararlanarak üç tip betonarme yapı için performans düzeyleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamındaki her üç yapı aynı kriterler altında değerlendirilmesine karşın performanslarında önemli farklılıklar görülmüştür.

Kaya (2004), tarafından yapılan çalışmada taşıyıcı sistem modellerinin 1998, 1975 ve 1968 Türk Deprem Yönetmeliklerine göre tasarlanmış ve 2006 Türk Deprem Yönetmeliği'ndeki doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile bu taşıyıcı sistemlerin deprem performanslarını tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında uygulanan doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile elde edilen sayısal sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Demir (2005), tarafından yapılan çalışmada normal ve yüksek dayanımlı betonların elastisite modüllerinin belirlenmesi amacıyla bulanık mantık yöntemi kullanmıştır. Böylece, bulanık mantık yöntemi ile elde edilen değerler ile bir çok yönetmelikte elastisite modülünün belirlenmesi için verilen bağıntılar kullanılarak elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

Zou (2005), tarafından yapılan çalışmada performansa dayalı tasarımın etkinliğini göstermek için iki farklı çerçeve sisteme sahip betonarme yapı incelenmiştir. Bu iki

tip yapının performansa dayalı doğrusal olmayan artımsal itme analizleri bilgisayar programları yardımıyla gerçekleştirerek betonarme binaların performansa dayalı tasarımını yapılmıştır.

Dervişoğlu (2006), tarafından yapılan çalışmada mevcut betonarme yapıların performanslarının belirlenmesi ve elde edilen analiz sonuçlarının çeşitli parametreler ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesi amacıyla, farklı deprem seviyeleri için doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinden Kapasite Spektrum Yöntemi (KSY ATC 40 ve KSY FEMA 440) ve Yer değiştirme Katsayıları Yöntemi (YKY FEMA 356 ve YKY FEMA 440) kullanılarak, TS 500 ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY 1998)'e göre boyutlandırılmış betonarme binaların analizleri yapılmıştır. Analizler, geniş bir periyot aralığındaki, herhangi bir düzensizliği bulunmayan sekiz ayrı betonarme düzlem çerçeve bina için gerçekleştirilmiştir. İncelenen binaların KSY ATC 40 ile elde edilen analiz sonuçlarının her parametre için KSY FEMA 440, YKY FEMA 356 ve YKY FEMA 440'a göre oldukça farklı olduğu belirlenmiştir. Doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinin karşılaştırılmasında plastik dönme dağılımının en etkili parametre olduğu sonucuna varılmıştır.

Koparan(2006), tarafından yapılan çalışmada Performansa Dayalı Tasarım kavramı ve buna bağlı olarak doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri anlatılmıştır. Çalışma kapsamında statik itme analizi ve performans değerlendirme yöntemlerinden Kapasite Spektrumu Yöntemi ile Deplasman Katsayıları Yöntemi üzerinde durulmuştur. Eski yönetmeliklere göre inşa edilmiş dört katlı betonarme bir yapının mevcut ve güçlendirilmiş durumlarının performansları Deplasman Katsayıları Yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, yeni yönetmeliğe göre inşa edilmiş dört katlı betonarme bir binanın performansı yine Deplasman Katsayıları Yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Tekeli(2006), tarafından yapılan çalışmada perde duvarlı-çerçevesiz yapıların ötelenme hesabı için türetilen analitik ilişkilerden yararlanarak kapasite eğrisinin elde edilmesinde kullanılabilecek basit ve kolay uygulanabilir bir işlem yöntemi

geliştirilmiştir. Ayrıca seçilen model binalara ait elde edilen ötelenme ve dönme sonuçları, SAP 2000 programı sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Aysal (2007), tarafından yapılan çalışmada genel olarak yapısal performans kavramı ile birlikte mevcut betonarme binaların deprem güvenliklerinin performans kavramı kullanılarak saptanması üzerinde durulmuştur. Çalışmada altı katlı betonarme bir yapının performansı, DBYBHY 2006'da tanımlanan doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi yapıya iki farklı bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, yapılan analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

DBYBHY 2007'nin 7. Bölümü mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi konularını kapsamaktadır. Binalardan bilgi toplanması, yapı elemanlarında hasar sınırları ve hasar bölgeleri, deprem hesabına ilişkin genel ilke ve kurallar, depremde bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleri ile belirlenmesi, depremde bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile belirlenmesi, bina deprem performansının belirlenmesi, binalar için hedeflenen performans düzeyleri, binaların güçlendirilmesi vb. konular bu bölümün konuları arasında yer almaktadır.

Esendal (2007), tarafından yapılan çalışmada Eğirdir Gölü'ndeki mevsimlere göre su seviyesi değişimlerinin tespiti amacıyla bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında su bütçesi ve istatistiksel su dengesi denklemi yardımıyla bulunan su seviyesi değişimi değerleri bulanık mantık sonucunda elde edilen değerler ile kıyaslanmıştır.

Mermer (2007), tarafından yapılan çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği'ndeki doğrusal elastik yöntem ve doğrusal elastik olmayan yöntemler kullanılarak kapasite kontrollü doğrusal çözümler ve deplasman kontrollü doğrusal olmayan çözümler yapılmıştır.

Yön (2007), tarafından yapılan çalışmada betonarme yapıların doğrusal olmayan statik itme analizi ile yapısal performanslarının belirlenmesi amacıyla, yüksek süneklığe sahip yapı koşullarını sağlayacak şekilde TS500 ve DBYBHY 2007 kurallarına uygun olarak tasarlanmış, kat planları ve kat yüksekleri aynı olan üç boyutlu, beş katlı betonarme çerçeveli bir sistem göz önüne alınmıştır. İncelenen yapı sistemi deprem etkisinin de dikkate alındığı değişik yük kombinasyonları için SAP2000 ve İde Statik yapı analiz programlarıyla çözülmüştür. Çalışma kapsamında her iki programdan elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Aycı (2008),’nın mevcut betonarme binaların deprem güvenliğini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada farklı özelliğe sahip yapılar artımsal itme analizleri yapılarak incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen kapasite eğrileri incelenerek analize etki eden parametrelerin hangi oranlarda etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca aynı çalışmada yapay sinir ağları kullanılarak mevcut yapıların performans seviyeleri yaklaşık olarak bulunmuştur.

Demir vd (2008), tarafından yapılan çalışmada tarafından yapılan çalışmada, yapıların performanslarının belirlenmesi için yapay sinir ağları kullanılmıştır. Çalışmada oluşturulan üç tip yapının artımsal itme analizleri bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları yardımıyla yapay sinir ağı modeli oluşturulmuştur. İki tip yapının sonuçları kullanılarak, yapay sinir ağı modelleriyle, programın daha önce hiç öğrenmediği üçüncü tip yapının sonuçları tahmin edilmiştir. Böylece yapay sinir ağı modelleriyle mevcut betonarme yapıların performans seviyelerinin yaklaşık olarak elde edilebileceği gösterilmiştir.

Sarıdemir (2008), tarafından yapılan çalışmada kum yerine atık lastik agregalarının kullanıldığı harçlarda eğilme ve basınç dayanımı değerleri deneysel olarak belirlenmiştir. Ardından, belirlenen değerler yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemlerinde modeller geliştirilerek de tahmin edilmiştir. Modellerdeki eğitim ve test sonuçları, deney sonuçlarına çok yakın olarak elde edilebileceği gösterilmiştir.

Pürselim (2009), tarafından yapılan çalışmada uzun periyotlu mevcut betonarme bir binanın performans değerlendirmesini gerçekleştirilmiştir. Mevcut yapının performansının değerlendirilmesinde, DBYBHY 2007'e göre 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan Tasarım Depremi ile 50 yılda asılma olasılığı %2 olan iki büyük depremin kayıtları göz önüne alınmıştır. Bina deprem performans seviyesi Can Güvenliği Performans Düzeyi olarak seçilerek yapının performans noktaları ve eleman hasar seviyeleri belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan yapıların özellikleri

Yapılan çalışma genel anlamda iki aşamadan oluşmaktadır.

Birinci aşamada, çalışma kapsamında modellenen tip yapılar öncelikle yapıldıkları yıllara göre; ilgili yönetmelik altında veya sadece düşey yük etkisi altında, beton sınıfı, çelik sınıfı, kolon boyutu, kat sayısı değerleri değiştirilerek statik çözümleri yapılmıştır. Ardından, bilgisayar programı ile DBYBHY 2007 esas alınarak statik itme analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonuçlarıyla her bir yapının kapasite eğrileri elde edilmiş ve yapıların deprem güvenliklerine etki eden parametrelerin ne ölçüde etkili olduğu bu eğriler yardımıyla değerlendirme altına alınmıştır.

İkinci aşamada ise, mevcut betonarme yapıların deprem güvenliklerinin tahmin edilmesi amacıyla, MATLAB programı ile bir bulanık mantık modeli oluşturulmuştur. Bu modelde 432 model yapının statik itme analizi sonucunda elde edilen, taban kesme kuvveti / yapı ağırlığı (V_b/W), yatay yer değiştirme / kat yüksekliği (Δ/H) değerleri çıktı olarak, yapıların performanslarına etki eden parametreler olan beton sınıfı, çelik sınıfı, yönetmelik, periyot ve kayma rijitliği de girdi olarak kullanılmıştır. 288 model yapının statik itme analizi sonuçları ise bulanık mantık modelinin geçerliliğinin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır.

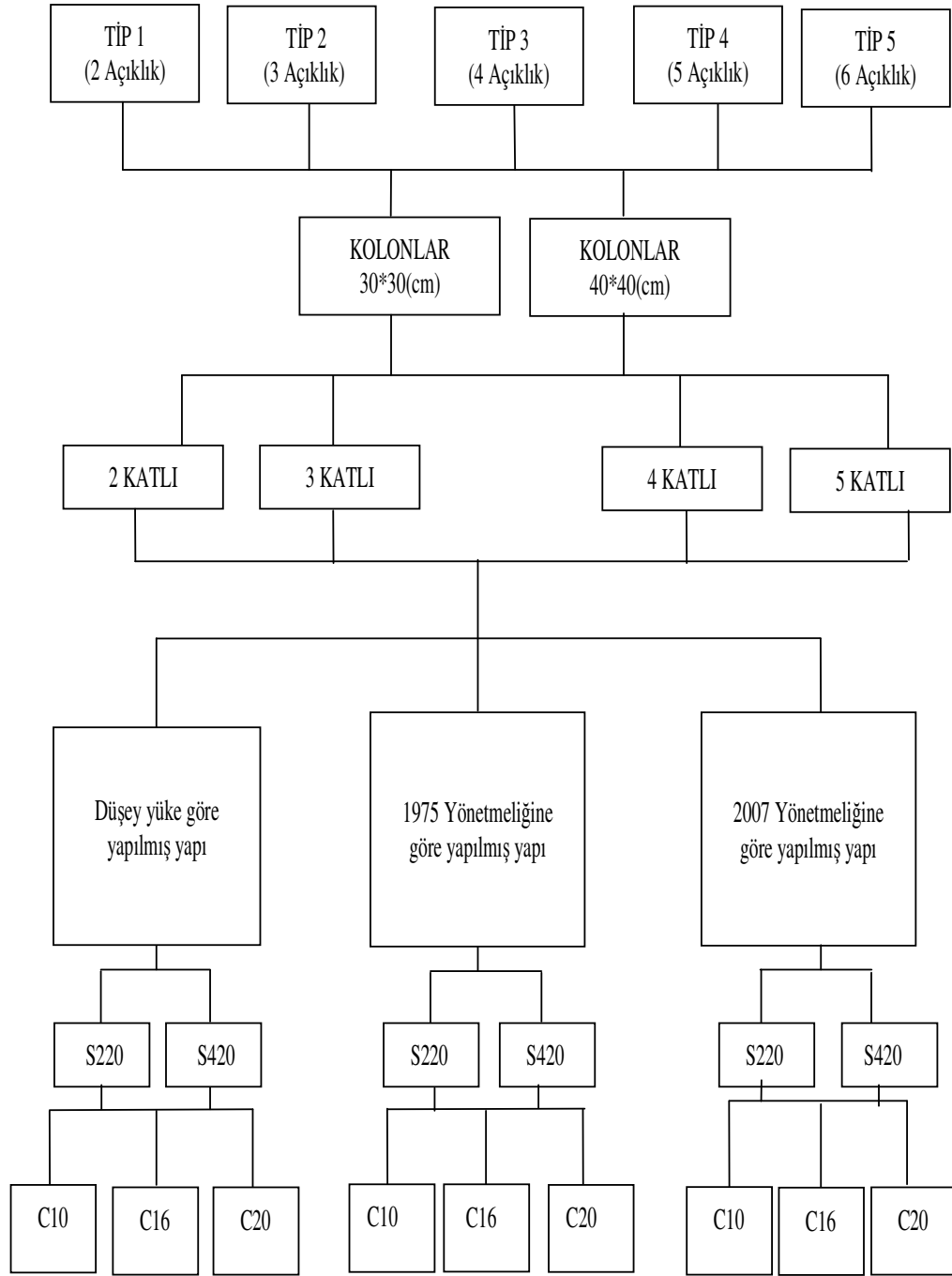
Şekil 3.1.'de gösterilen çalışma organizasyon şemasına uygun şekilde, 5 tip örnek yapı bilgisayar programı yardımıyla modellenmiştir. Bu yapılar; Tip 1, Tip 2, Tip 3, Tip 4 ve Tip 5 yapılarıdır. Tip 1 iki açıklıklı, Tip 2 üç açıklıklı, Tip 3 dört açıklıklı, Tip 4 beş açıklıklı ve Tip 5 altı açıklıklı olarak modellenmiştir. Tüm tip yapıların açıklık mesafeleri 4m alınmıştır. Türkiye'deki yapıların temsil edilmesi amacıyla yapılar 2 katlı, 3 katlı, 4 katlı ve 5 katlı olarak düşünülmüştür. Tip yapıların kat kalıp

planları (Bkz. Şekil 3.2. ile Şekil 3.6.) arasında verilmektedir. Tip yapıların görünimleri ise (Bkz. Şekil 3.7. ve Şekil 3.8.)’de yer almaktadır.

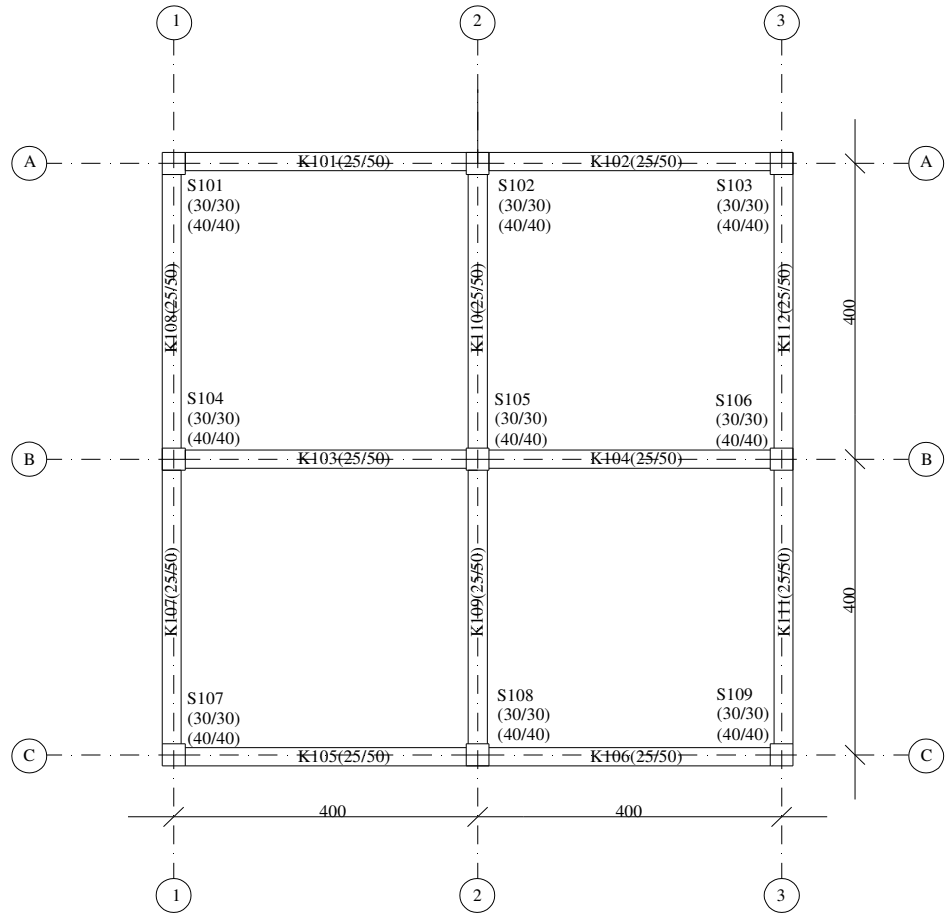
Oluşturulan tip yapılarda kullanılan beton sınıfı C10, C16 ve C20’dir. Kullanılan çelik sınıfı ise S220 ve S420’dir. Çalışma kapsamında farklı beton ve çelik sınıfı kullanılarak bu parametrelerin performansa etkisi incelenmiştir.

Ayrıca, kolon boyutlarının yapının deprem güvenliğine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla çalışmada iki farklı kolon boyutu göz önüne alınmıştır. Çalışmada kullanılan kolon boyutları 30x30 cm ve 40x40 cm dir.

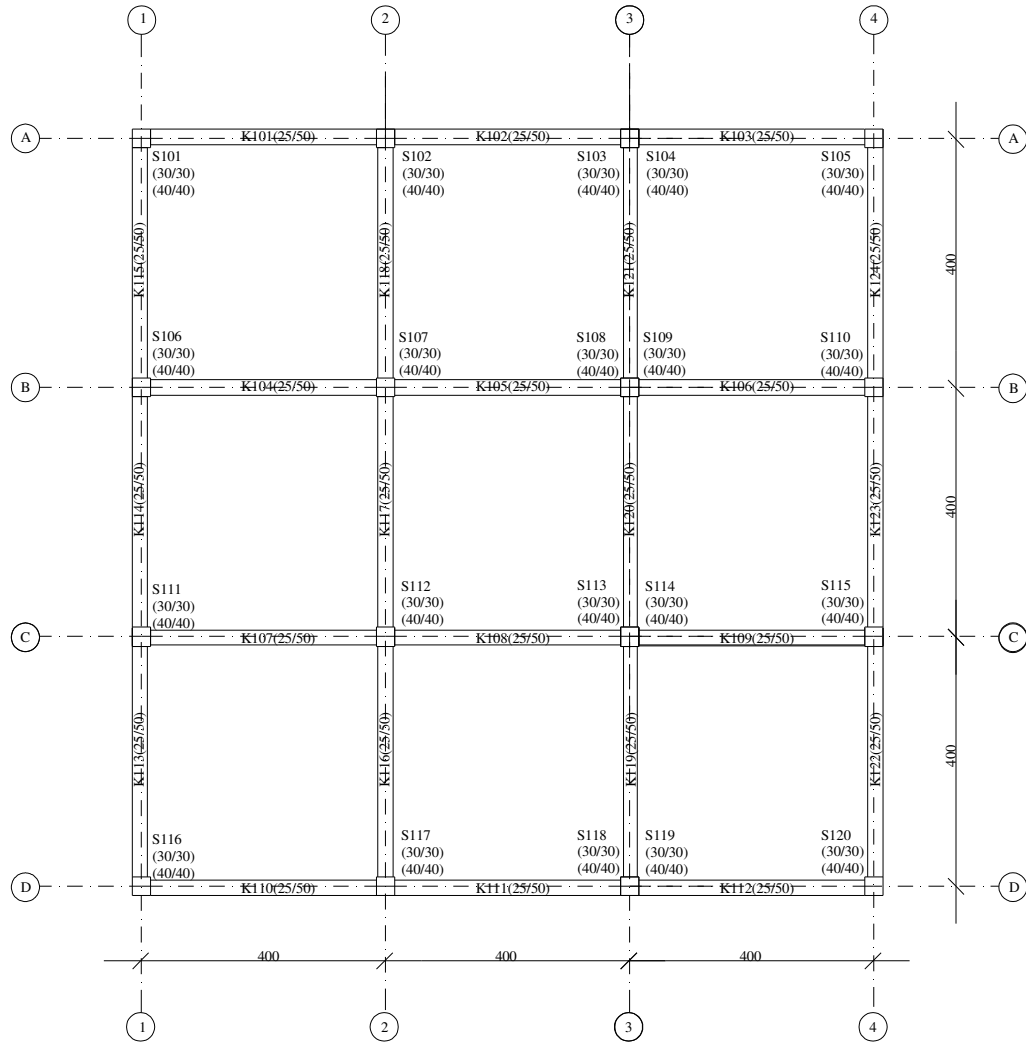
Türkiye’deki mevcut yapıların büyük çoğunluğunun sadece düşey yük etkisi altında projelendirildiği bilinmektedir. Bu nedenle, yapılan çalışmada modeller hem deprem etkisi altında hem de sadece düşey yük altında değerlendirilmiştir. Deprem etkisi altındaki inceleme için, 1975 DY ve DBYBHY 2007 esasları dikkate alınmıştır.



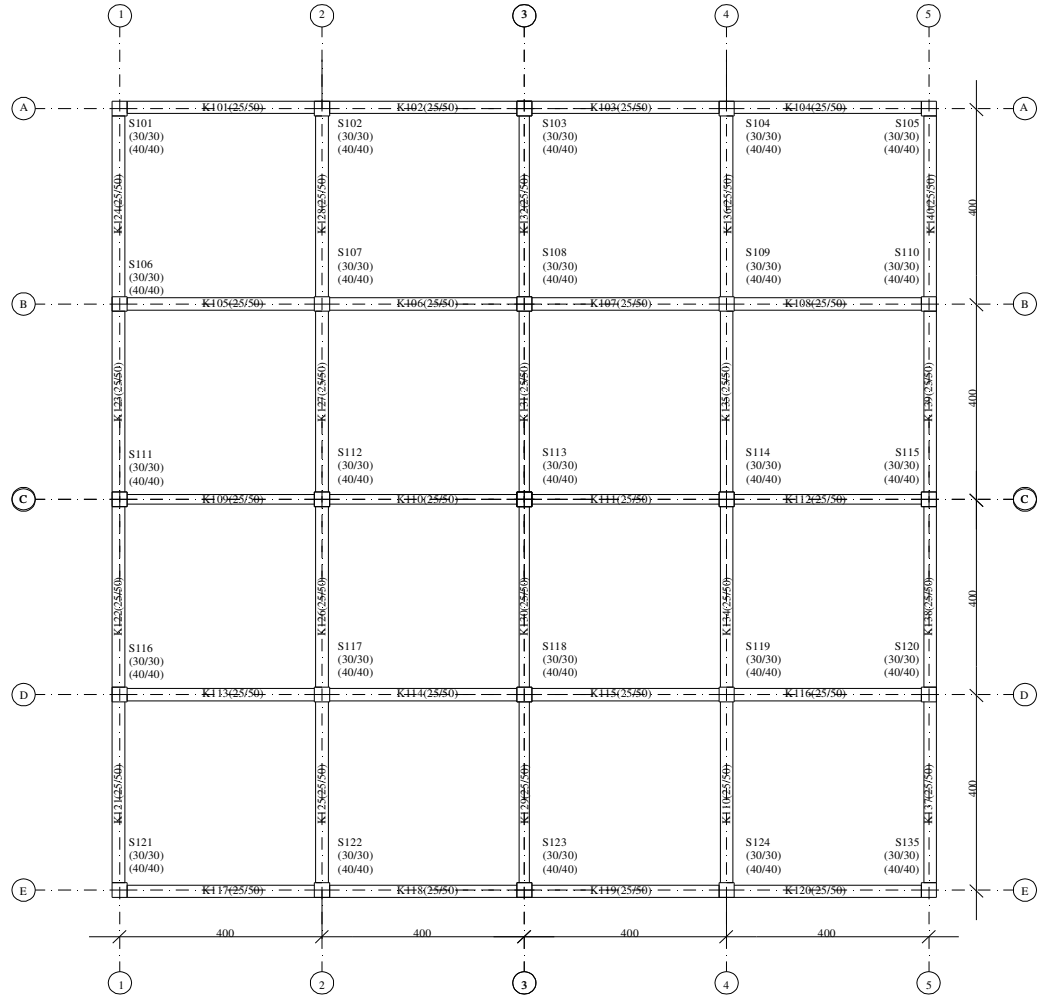
Şekil 3.1. Toplamda 720 kombinasyon ile gerçekleştirilecek olan çalışma organizasyon şeması



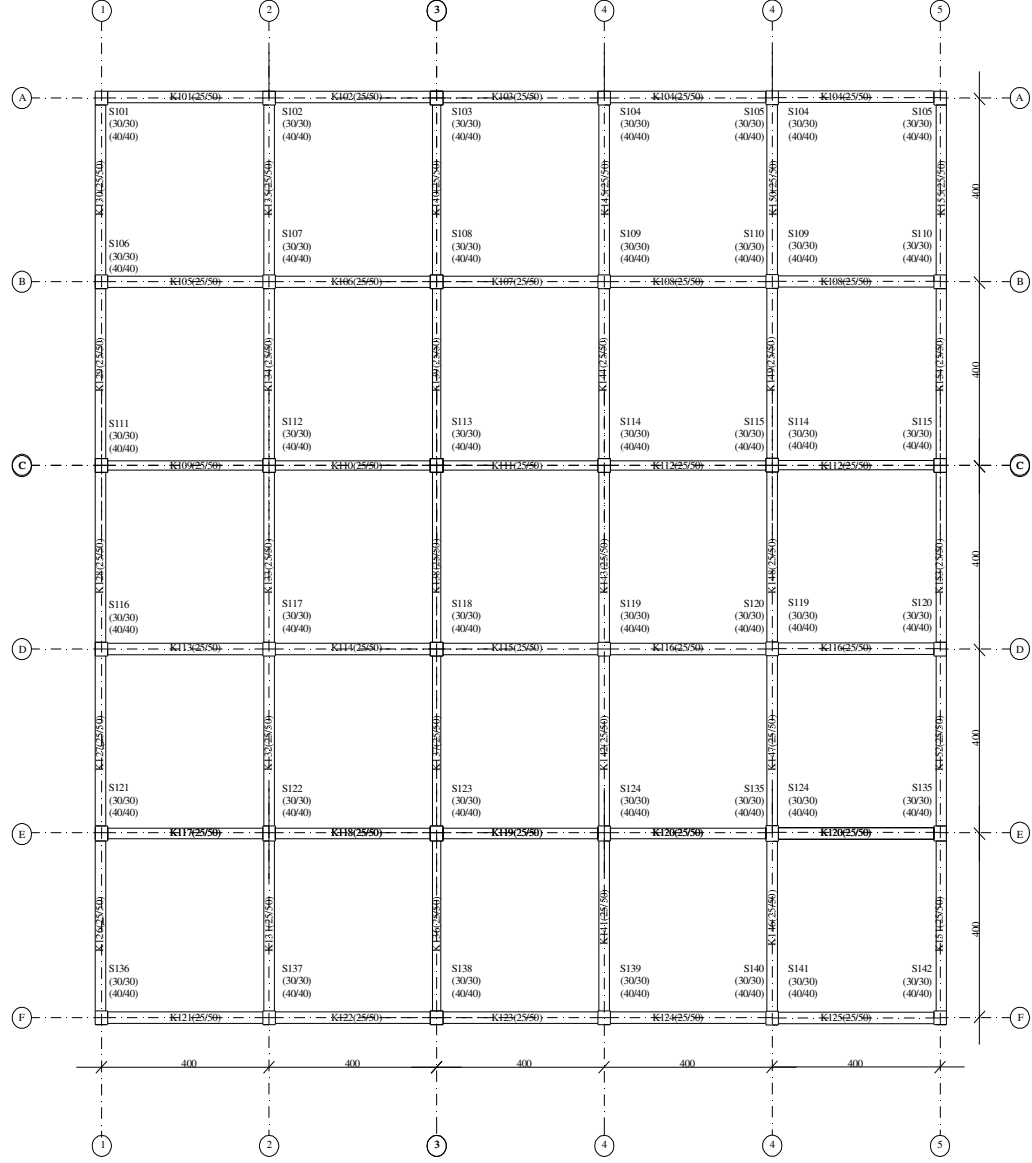
Şekil 3.2. Tip 1 yapısına ait kat kalıp planı



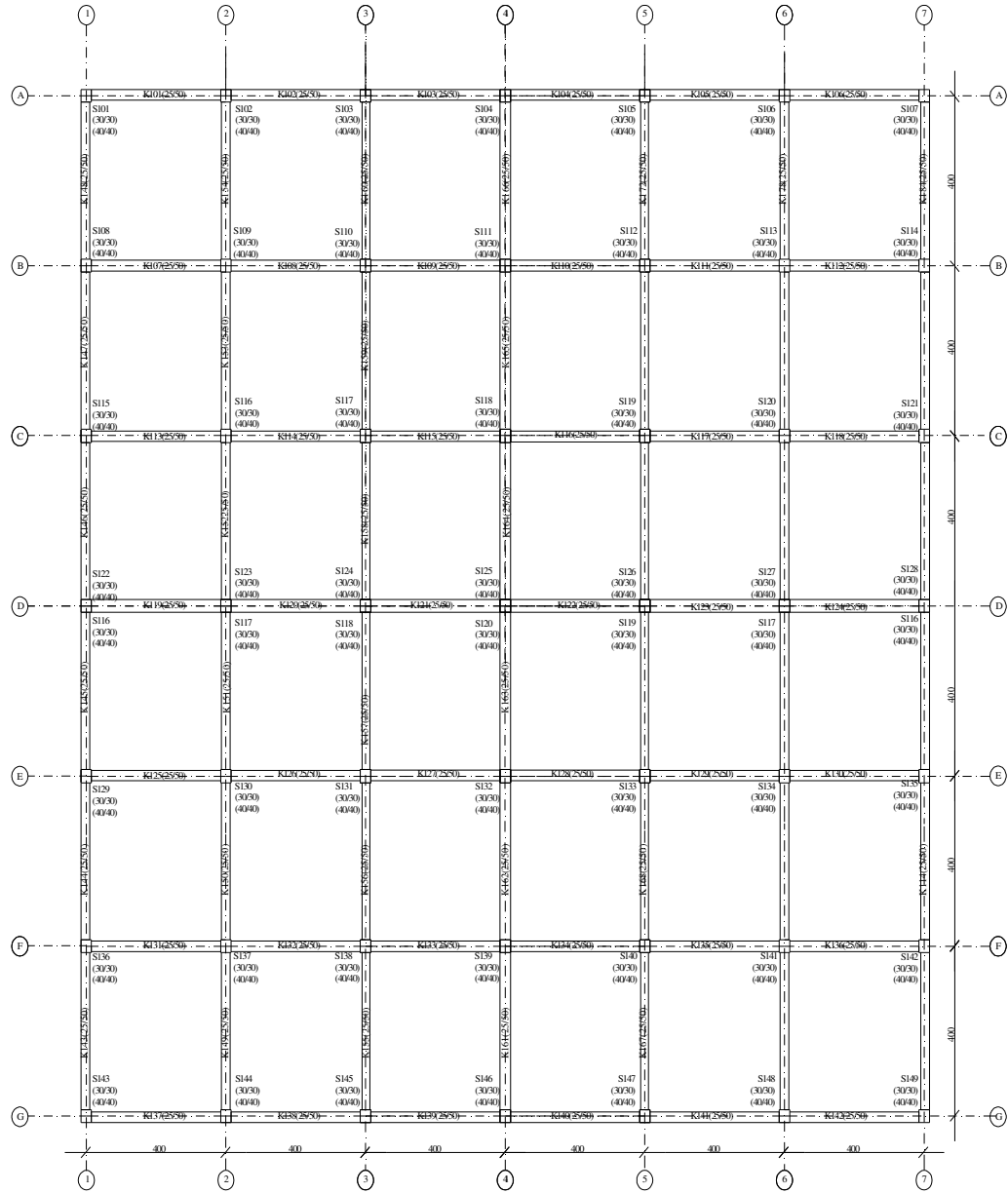
Şekil 3.3. Tip 2 yapısına ait kat kalıp planı



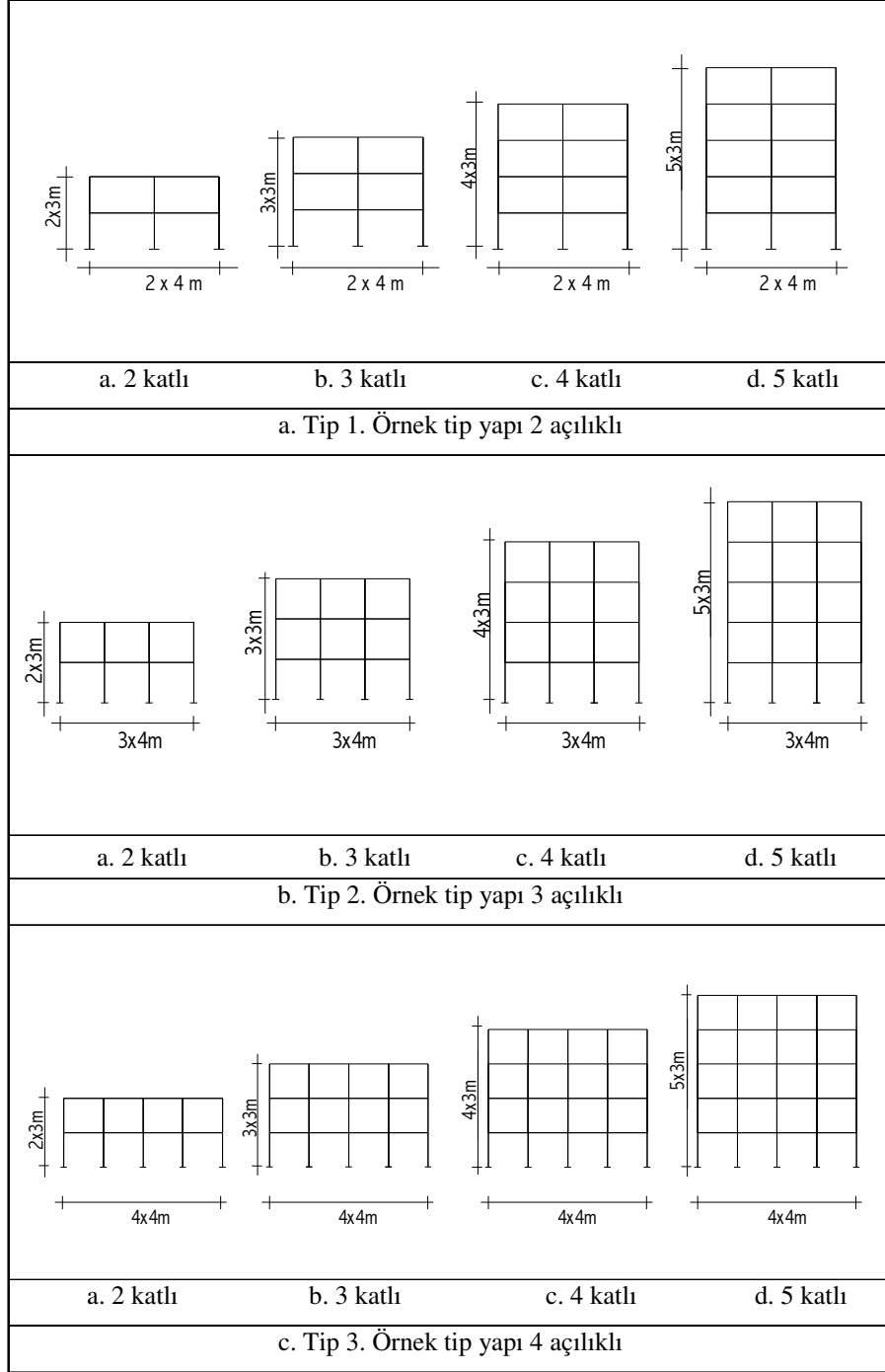
Şekil 3.4. Tip 3 yapısına ait kat kalıp planı



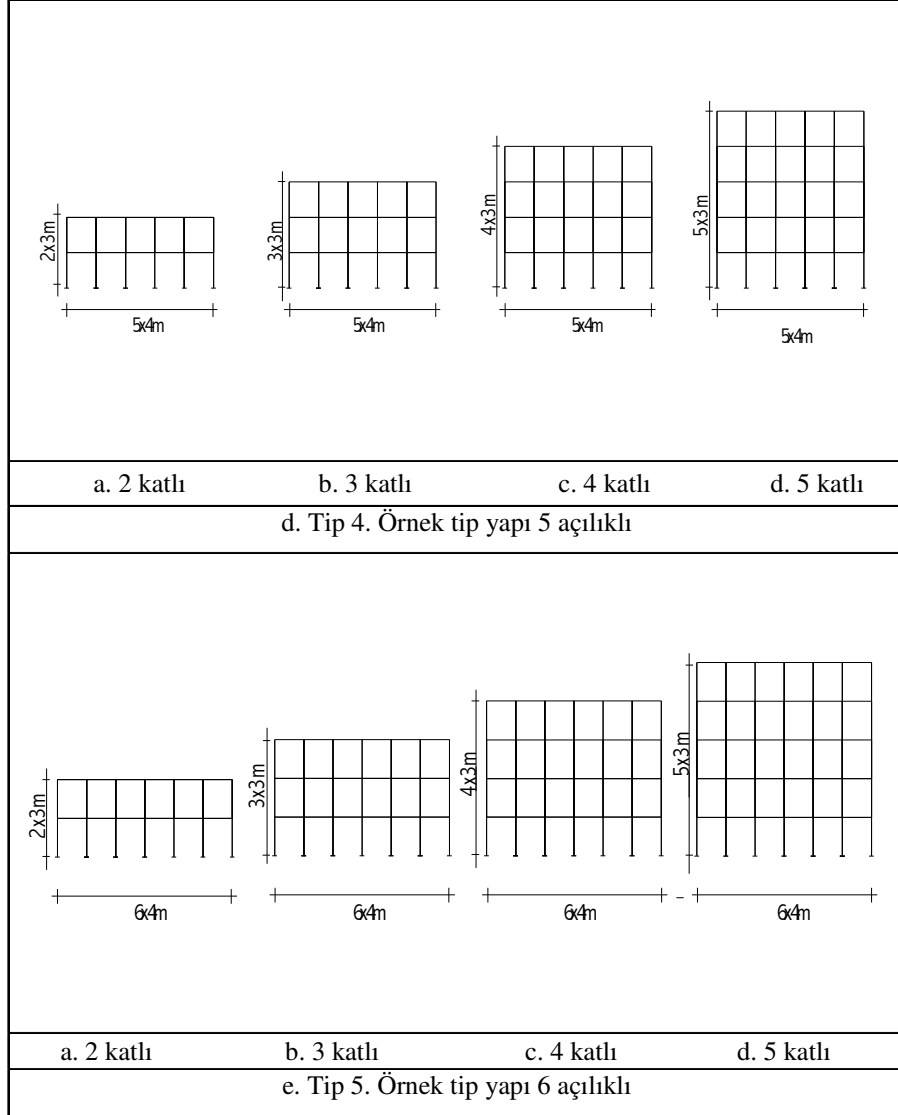
Şekil 3.5. Tip 4 yapısına ait kat kalıp planı



Şekil 3.6. Tip 5 yapısına ait kat kalıp planı



Şekil 3.7. (a) Tip 1, (b) Tip 2, (c) Tip 3 örnek yapı görünüm



Şekil 3.8. (d) Tip 1, (e) Tip 2 örnek yapı görünüşleri

Çalışmada yer alan yapıların en kötü şartlar altında değerlendirilebilmesi açısından, yapıların 1. Derece deprem bölgesinde inşa edildiği düşünülmüştür. Ayrıca zemin sınıfı olarak da Z4 sınıfı zemin kullanılarak en kötü zemin sınıfı göz önüne alınmıştır.

Bilgisayar programı ile statik çözümleri yapılan yapıların deprem güvenliği, DBYBHY 2007’de yer alan doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden biri olan statik itme analizi ile tespit edilmiştir.

Çalışmada esas alınan yapılarda kullanılan kiriş boyutları 25x50 cm’dir. Kirişlerde yük 1,11 t/m olarak alınmıştır. Döşeme kalınlığı 12 cm, hareketli yük 2 kN/m², ölü yük 5 kN/m² olarak alınmıştır.

Çalışmada kullanılan betonun elastisite modülü, yapılardaki beton sınıfları göz önüne alınarak ilgili şartnamedeki bağıntı kullanılarak hesaplanmıştır. Normal ağırlıktaki betonlar için j günlük betonun elastisite modülü;

$$E_{cj}=3250\sqrt{f_{ckj}}+14000 \text{ (MPa) (Celep, 2005; Kumbasar, 2005)} \quad (3.1)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

Statik itme analizi gerçekleştirilen tip yapıların bilgileri Çizelge 3.1’de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Statik itme analizi gerçekleştirilen yapıların bilgileri

Kat Sayısı	2, 3, 4, 5
Bina Türü	Konut
Taşıyıcı Sistem Türü	Betonarme çerçeve sistem
Deprem Bölgesi	1. derece deprem bölgesi
Deprem Bölge Katsayısı (A_0)	0,4 (DBYYHY 2007)
Deprem Bölge Katsayısı (C_0)	0,1 (1975 DY)
Yapı Davranış Kat Sayısı (R_x / R_y)	4 (DBYYHY 2007)
Yapı Davranış Kat Sayısı (K)	1 (1975 DY)
Yapı Önem Katsayısı (I)	1,0
Spektrum Karakteristik Periyodu (T_a / T_b)	0,2 / 0,9
Hareketli Yük Kat sayısı (n)	0,3
Zemin Yatak Katsayısı K_o (t/m^3)	3000
Zemin Emniyet Gerilmesi (t/m^2)	15
Yerel Zemin Sınıfı	Z4
Beton Sınıfı	C10, C16, C20
Çelik Akma Gerilmesi	S220, S420
Kat Yüksekliği	3 m

Sadece düşey yük altında değerlendirilen yapılarda A_0 ve C_0 değerleri sıfır olarak alınmıştır.

Çalışma kapsamında öncelikle bilgisayar programı ile modellenen yapılar yapıldıkları yıllara göre, ilgili yönetmelik altında veya sadece düşey yük etkisi altında statik çözümleri yapılmıştır. Her tip yapının statik çözümleri, çalışmada dikkate alınan beton sınıfı, çelik sınıfı, kolon boyutları ve kat sayıları değiştirilerek tekrarlanmıştır. Ardından oluşturulan 720 adet kombinasyon için statik itme analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen kapasite eğrilerinin yardımıyla çalışma kapsamındaki ilgili parametrelerin deprem performanslarına ne derece etkili olduğu belirlenmiştir.

Bulanık mantık modelinde Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 yapılarının statik itme analizi sonuçları olan taban kesme kuvveti / yapı ağırlığı (V_b/W), yatay yer değiştirme \ kat yüksekliği (Δ/H) değerleri çıktı olarak kullanılmıştır. Girdi olarak kullanılan parametreler ise; beton sınıfı, çelik sınıfı, yönetmelik, kayma rijitliği ve periyottur. MATLAB programı yardımıyla gerçekleştirilen analiz sonucunda modelin geçerliliği farklı iki yapı modeliyle test edilmiştir. Bu sonuçlar ile test için kullanılan tip 2 ve tip 4 yapılarının statik itme analizi sonuçları kıyaslanarak bulanık mantık modelinin geçerliliği değerlendirilmiştir.

Oluşturulan bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan kayma rijitlikleri (Bkz. Formül (3.8.) ve (3.9.)) ile hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Çizelge 3.2.'de yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Tip yapıların kayma rijitlikleri

TİP1	40/40cm	C10	3320.218KN
		C16	3692.565KN
		C20	3897.708KN
	30/30cm	C10	1533.182KN
		C16	1705.121KN
		C20	1799.850KN
TİP2	40/40cm	C10	6213.497KN
		C16	6910.312KN
		C20	7294.218KN
	30/30cm	C10	2789.456KN
		C16	3102.280KN
		C20	3274.629KN
TİP3	40/40cm	C10	10000.046KN
		C16	11121.505KN
		C20	11739.367KN
	30/30cm	C10	4418.336KN
		C16	4913.833KN
		C20	5186.823KN
TİP4	40/40cm	C10	14679.864KN
		C16	16326.144KN
		C20	17233.152KN
	30/30cm	C10	6419.824KN
		C16	7139.778KN
		C20	7536.432KN
TİP5	40/40cm	C10	20252.953KN
		C16	22524.230KN
		C20	23775.953KN
	30/30cm	C10	8793.918KN
		C16	9780.116KN
		C20	10323.456KN

3.2. Yöntem

3.2.1. Mevcut binaların deprem güvenliğinin değerlendirilmesi

Hemen hemen bütün diğer ülkelerin yönetmeliğinde olduğu gibi, DBYBHY 2007, yeni yapılacak binaların depreme dayanıklı tasarımında ‘hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılması’ öngörmektedir. Mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesinde ise, genel olarak bu kural çerçevesinde kalınarak yeni binalara göre daha ayrıntılı ve farklı bir yaklaşım öngörülmüştür (Celep, 2007).

Mevcut binanın deprem güvenliğinin belirlenmesi işlemi üç adım olarak görülebilir:

- **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 etkiler, şekil değiştirme ve yer değiştirmelerin 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).

3.2.2. Yapı elemanlarında hasar sınırları ve hasar bölgeleri

3.2.2.1. Kesit, eleman ve taşıyıcı sistem hasar sınır ve bölgeleri

Kesitler davranışlarına göre sünek ve gevrek olarak ayrılırlar. Sünek bir kesitteki iç kuvvet ve şekil değiştirme (örneğin eğilme momenti ve eğrilik) ilişkisi Şekil 3.6.'da verilmiştir. Beklendiği gibi ilk bölümde elastik davranışa benzetilebilecek bir davranış ve daha sonra elasto-plastik davranış ortaya çıkar. Bu eğri üzerinde elastik ötesi davranışın belirgin başlangıcı Minimum Hasar Sınırı (MN) ve iç kuvvetlerin azalarak güç tükenmesinin ortaya çıkması Göçme Sınırı (GÇ) nispeten kolayca tanımlanabilir. Güvenlik Sınırı (GV) ise, kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırı olarak bu iki sınırın arasında ortaya çıkar. Bu sınırlar arasında Şekil 3.9.'da verilen hasar bölgeleri ortaya çıkar. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu tür bir tanımla geçerli değildir.

Kesit için bu sınırların matematiksel olarak tanımlanması kolay değildir. DBYBHY 2007'de bu doğrusal elastik değerlendirme yönteminde bu sınır kuvvet (kesit etkisi) esas alınarak;

$$r = \frac{E}{K - (G + Q)} \leq r_{\text{sınır}} \quad (\text{DBYBHY, 2007}) \quad (3.1.)$$

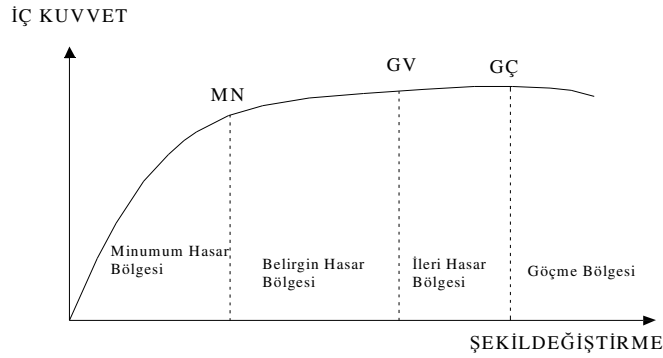
yeni bir parametre tanımlanmıştır. Burada (K) kesitin ilgili kapasitesini göstermektedir. Bu ifadede (E) karşılanması beklenen elastik deprem etkisinin, kesitte (G+Q) düşey etkilerden artan (geriye kalan) kapasiteye oranı olarak görülebilir. Kesitin sadece elastik davranışla öngörülen deprem etkisinin karşılanması söz konusu olsaydı $r \leq r_{\text{sınır}} = 1$ olması beklenirdi. Bu çözüm ekonomik olmadığı için $r \leq r_{\text{sınır}}$ söz konusu olur ve burada $r_{\text{sınır}} \geq 1$ seçilir. Bu sınır değerleri, kabul edilecek hasar seviyesine ve kesitte sünekliği etkileyecek diğer kabullere bağlı olarak ortaya çıkar.

Doğrusal elastik olmayan değerlendirme yönteminde kesitteki betonun birim kısalması ve donatının birim uzama ve kısalması, yani şekil değiştirme esas alınarak;

$$\epsilon_c \leq \epsilon_{c \text{ sınır}} \text{ (DBYBHY, 2007)} \quad (3.2)$$

$$|\epsilon_s| \leq \epsilon_{s \text{ sınır}} \text{ (DBYBHY, 2007)} \quad (3.3)$$

olarak tanımlanmıştır. Sınır değerler elastik sınırın üzerinde olup, elasto-plastik davranış beklenir. Burada da bu sınır değerleri kabul edilecek hasar seviyesine bağlıdır (Celep, 2007).



Şekil 3.9. Kesit hasar sınırları ve bölgeleri (DBYBHY, 2007)

3.2.2.2. Taşıyıcı eleman deprem hasar sınır ve bölgeleri

Deprem etkisindeki taşıyıcı sistemin kolon ve kirişlerinin daha çok zorlanan kesitleri iki uç kesitleridir. İkincil olan (deprem etkisinin karşılanmasında yer almayan) kirişler değerlendirmede göz önüne alınmaz. Bu elemanların kesitlerinden daha ileri hasar bölgesinde bulunanı, elemanın hasar bölgesini tanımladığı kabul edilir. Bunun gibi perdelerin de en çok zorlanan (genellikle mesnet) kesitlerinin hasar bölgesi, perdenin hasar bölgesi olarak kabul edilir. Eleman hasar durumundan kat hasar durumu elde edilir. Kesitlerinden birisi gevrek olan eleman gevrek olarak tanımlanır (Celep, 2007).

3.2.3. Bina deprem performansının belirlenmesi

Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkilidir ve dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlanmıştır. DBYBHY 2007’de tanımlanan hesap yöntemlerinin uygulanması ve eleman hasar bölgelerine karar verilmesi ile bina deprem performans düzeyi belirlenir.

3.2.3.1. Hemen kullanım performans düzeyi

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10’u Belirgin Hasar Bölgesi’ne geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü Minimum Hasar Bölgesi’ndedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, bu durumdaki binaların Hemen Kullanım Performans Düzeyi’nde olduğu kabul edilir. Hemen kullanım durumunda binada küçük elasto-plastik şekil değiştirmelere izin verilmektedir. Taşıyıcı sistemin ana elemanı olarak kabul edilebilecek olan kolon ve perdelerin en düşük hasar seviyesinde kalması öngörülürken, kirişlerde belirli oranın bir üst hasar seviyesine geçmesine izin verilmektedir. Gevrek hiçbir elemanın kabul edilmemesi uygulamada sağlanması oldukça zor bir şart olarak ortaya çıkmaktadır (Celep, 2007).

3.2.3.2. Can güvenliği performans düzeyi

Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Can Güvenliği Performans Düzeyi’nde olduğu kabul edilir:

- Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30’u ve kolonların aşağıdaki paragrafda tanımlanan kadarı İleri Hasar Bölgesi’ne geçebilir.
- 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.

- 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 DBYBHY 2007'de verilen güçlü kolon şartının sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler) (DBYBHY, 2007).

Hasar durumu kirişlerde oran olarak verilirken, kolonlarda kolon kesme kuvvetine bağlı olarak verilmesi, önemli ve daha çok önemli kolonların ayrılabilmesi bakımından dikkat çekicidir. 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).

3.2.3.3. Göçme öncesi performans düzeyi

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

- Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir.
- 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 yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden DBYBHY 2007'de verilen güçlü kolon şartının sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).

- Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır (DBYBHY, 2007).

Hasar durumu kirişlerde oran olarak verilirken, kolonlarda kolon kesme kuvvetine bağlı olarak verilmektedir. Ayrıca kolonun iki ucunun da hasar bölgesine erişmesi olumsuz ve güçlü kolon kavramı olumlu bir durum olarak kabul edilmektedir (Celep, 2007).

3.2.3.4. Göçme durumu

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

3.2.4. Binalar için hedeflenen performans düzeyleri

DBYBHY 2007 yeni yapılacak binalar için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremi esas almaktadır. Bu deprem düzeyine ek olarak, mevcut binaların değerlendirilmesinde ve güçlendirme tasarımında kullanılmak üzere ayrıca aşağıda belirtilen iki farklı deprem düzeyi tanımlanmaktadır;

- 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları, DBYBHY 2007 Bölüm 2.4'de tanımlanan spektrumun ordinatlarının yaklaşık yarısı olarak alınacaktır.
- 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları ise DBYBHY 2007 Bölüm 2.4'de tanımlanan spektrumun ordinatlarının yaklaşık 1.5 katı olarak kabul edilmiştir. (DBYBHY, 2007)

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge 3.3.'de verilmektedir.

Çizelge 3.3. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri (DBYBHY, 2007)

Binaların Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 Yılda % 50	50 Yılda % 10	50 Yılda % 2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.		HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler, vb.		HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	
Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksik, parlayıcı ve patlatıcı özellikleri bulunduğu ve depolandığı binalar		HK	GÖ
Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)		CG	

3.2.5. Doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemi

Bu yöntemde taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan davranışı daha gerçekçi biçimde ele alınır. Buna karşılık yöntemin uygulanmasında taşıyıcı sisteme ait daha çok parametreye ihtiyaç duyulur. Bu özellikle mevcut binalar için bazen açılması zor olan belirsizlik ortaya çıkabilir. Ayrıca, doğrusal elastik çözüm yapan mevcut çözüm programları kullanılamaz ve çok daha ayrıntılı çözüm tekniklerini içeren programlara ihtiyaç duyulur. Doğrusal yöntemden olduğundan daha fazla, çözüm taşıyıcı sistemin düzensizliğinden etkilenir. Tahmin edileceği gibi, elde edilecek sonuç ne kadar çok kabul ile ortaya çıkıyorsa, güvenilirliği de o oranda daha az olacaktır. Bu yöntemin esasını oluşturan statik itme analizi olarak ifade edilen bu çözümün, doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçları ile önemli derecede farklılık gösterdiği bilinmektedir (Celep, 2007).

Şekil değiştirme ve yer değiştirme esaslı değerlendirmenin göz önüne alındığı bu yöntemde, belirli bir yatay deprem yükü dağılımı için binadaki yer değiştirme talebine ulaşıldığında, binanın beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. Bu yöntemin iki uygulaması mevcuttur;

- Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi
- Artımsal mod birleştirme yöntemi

3.2.5.1. Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi

Bu yöntem birinci modun etkili olduğu düşük katlı binalarda ve binada düzensizliğin sınırlı olduğu durumda yeterli yaklaşım sağlar. DBYBHY 2007’de bu şartlar aşağıdaki gibi verilmiştir:

- Toplam kat adedi 8’i aşmayan binalarda,
- Burulma düzensizlik katsayısı 1.4’den küçük olan binalarda,
- Deprem doğrultusundaki birinci titreşim moduna ait etkin kütle oranı 0.7’den büyük olan binalarda.

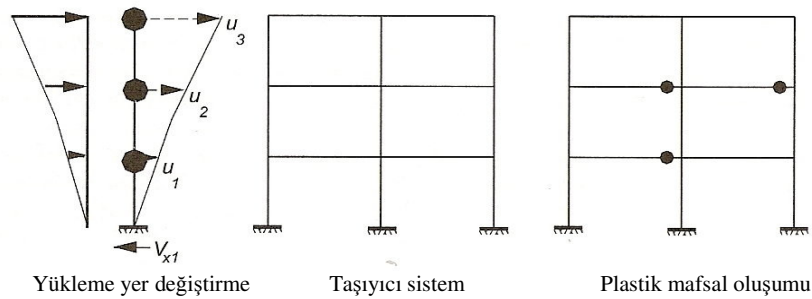
Yöntem, taşıyıcı sistemin yatay kapasitesi ile deprem etkisi talebinin buluşturularak, depremli duruma karşı performans durumunun belirlenmesi olup, üç adımdan ibaret kabul edilebilir:

- Kapasite eğrisinin belirlenmesi,
- Deprem etkisinin talep eğrisinin belirlenmesi,
- İki eğrinin kesiştirilerek taşıyıcı sistemde dengenin olduğu bina performans durumunun incelenmesi,

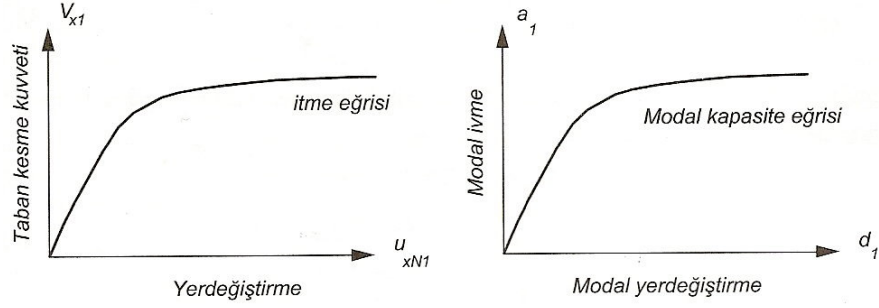
- Performans durumunda iç kuvvetler ve şekil değiştirme durumunun incelenerek sağlanan performans durumunun hedeflenene uygun olup olmadığının tespiti.

Yatay Yük Kapasite Eğrisi: Taşıyıcı sistemin geometrisi ve kesit ve malzeme özellikleri, ve taşıyıcı sistem elastik ötesi davranışını göz önüne alınarak sistem adım adım yüklenir. (Statik itme analizi) ve toplam yatay yüklerle en üst noktanın yer değiştirmesi arasındaki ilişki elde edilir (Şekil 3.10. ve Şekil 3.11). Yatay yükün değişimi deprem etkisinde olduğu gibi birinci titreşim modu ve kat kütleleri ile orantılı kabul edilir. Statik İtme Analizi'nde aşağıdaki kabuller yapılır:

- Plastik şekil değiştirmelerin belirli kesitlerde toplandığı kabul edilerek, plastik mafsalları kabulü kullanılır.
- Plastik mafsalları boyu kesit yüksekliğinin yarısı olarak kabul edilir ($L_p = 0.5 h$).
- Plastik mafsalların, deprem etkisinde en çok zorlanan kolon ve kirişlerin uçlarına, perdelerde ise her katta kat seviyesinde oluşabileceği kabul edilir.



Şekil 3.10. Statik İtme Analizi (Celep, 2007)



Şekil 3.11. Statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi (Celep, 2007)

- Eğilme momenti yanında normal kuvvet de bulunan kolon kesitlerinde plastik mafsallı kesitlerinin güç tükenmesi (karşılıklı etki) çizgilerinin (yüzeylerinin) mevcut malzeme dayanımları kullanılarak belirlenir ve eğrisel değişimin yeterli yaklaşıklıkla doğrularla ifade edilebileceği kabul edilir.
- Tablalı kiriş kesitlerde tabladaki beton ve donatının kesit kapasitesine katkısının olduğu kabul edilir.
- Betonarme elemanlarda daha gerçekçi olması sebebiyle çatlamış kesit eğilme rijitlikleri kabul edilir.

Statik itme eğrisi, tamamen sistemin özelliklerine bağlı olup, Şekil 3.10.'da verildiği gibi, taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan davranışla karşıladığı V_{x1} yatay kuvveti altında oluşan u_{xN1} yatay yer değiştirmesi arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu eğride yatay kuvvet arttıkça plastik şekil değiştirmeler ve yatay yer değiştirmeler büyümekte ve sistemde hasar artarak ortaya çıkmaktadır. Bu eğrinin adımlarında kesitlerde plastik mafsalların ortaya çıkış sırasının izlenmesi ve sistemin davranışının değerlendirilmesi bakımından önemli bilgiler içerir. Statik itme eğrisi daha sonra talep eğrisi ile bir araya getirilebilmesi için bir eksen değişimine tabi tutulur. V_{x1} toplam kuvvet (taban kesme kuvveti), a_1 modal ivmeye ve u_{N1} en üst katın yer değiştirmesi d_1 modal yer değiştirmeye dönüştürülür (Şekil 3.11.) (Celep, 2007).

3.2.6. Bulanık mantık yöntemi

Her insan, günlük hayatında kesin olarak bilinmeyen, bazen de önceden sanki kesinmiş gibi düşünülen, ama sonuçta kesinlik arz etmeyen durumlarla karşılaşabilir. Bu durumların sistematik bir şekilde önceden planlanarak sayısal öngörülerinin yapılması ancak bir takım kabul ve varsayımlardan sonra mümkün olabilmektedir.

Gerçek dünya karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünceden yoksunluk ve karar verilemeyiştten kaynaklanır. Bilgisayarlar bu tür belirsizlikleri işleyemezler, çünkü bilgisayarların çalışması için sayısal bilgiler gereklidir.

Bilgisayarlardan farklı olarak insanın yaklaşık düşünme, oldukça yetersiz, eksik ve belirsizlik içeren veri ve bilgi ile işlem yapabilme yeteneği vardır. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilir. Zadeh (1968), gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelemeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir.

1965’de L. A. Zadeh (Lütfi Askerzade)’nin, yeni bir matematiksel yöntemi açıklayan “Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)” adlı ünlü makalesi Information and Control isimli dergide yayınlanmıştır. Bu yöntem, “kısa adam”, “ güzel kadın” veya 1’den daha büyük gerçek sayılar” gibi belirsiz kümeleri veya şüpheli fikirleri elde etmeye ve tanımlamaya olanak sağlamıştır. O zamandan günümüze, bulanık kümeler kuramı hem Zadeh’in kendisi, hem de sayısız araştırmacı tarafından hızlı bir biçimde geliştirilmiştir. Aynı zamanda bu kuramın gerçek uygulamaları da başarılı bir biçimde gerçekleştirilmiştir. Bulanık kümeler kuramının ana fikri, tamamen sezgisel ve doğal olmasıdır.

Bulanık mantığın en geçerli olduğu iki durumdan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve değer yargılarına yer vermesi, ikincisi ise insan muhakemesine, kavrayışlarına ve karar vermesine gereksinim gösteren hallerdir (Şen, 2004).

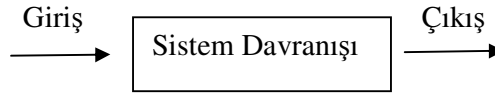
3.2.6.1. Bulanık kümeler ve üyelik dereceleri

Aristo mantığına göre çalışan ve şimdiye kadar alışlagelen klasik küme kavramında, bir kümeye giren öğelerin oraya ait oluşları durumunda üyelik dereceleri 1'e, ait olmamaları durumunda ise 0'a eşit olduğu var sayılmıştır. İkisi arasında hiçbir üyelik derecesi düşünülemez. Halbuki bulanık kümeler kavramında 0 ile 1 arasında değişen, değişik üyelik derecelerinden söz etmek mümkündür. Bu şekilde tanımlanan üyelik derecelerinin her bir bulanık söz için üç temel özelliği sağlaması gerekir:

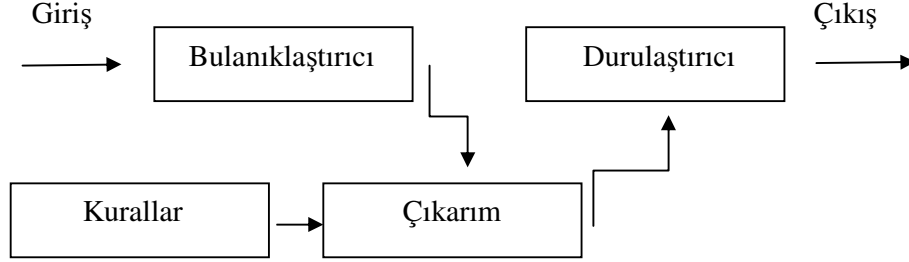
- Bulanık küme normaldir, yani kümede bulunan elemanlardan en az bir tanesinin en büyük üyelik derecesi olan 1'e sahip bulunması gerekir.
- Bulanık küme monotondur, yani üyelik derecesi 1'e eşit olan öğeye yakın sağda ve soldaki öğelerin üyelik dereceleri de 1'e yakın olmalıdır.
- Üyelik derecesi 1'e eşit olan öğeden sağa ve sola eşit mesafede hareket edildiği zaman bulunan öğelerin üyelik derecelerinin birbirine eşit olmasıdır ki, buna da bulanık kümenin simetrik özelliği adı verilir.

Klasik kümelerle bulanık kümelerin arasındaki önemli farklardan bir tanesi, klasik kümelerin sadece bir tane dikdörtgen üyelik derecesi fonksiyonu bulunmasına karşılık, bulanık kümenin yukarıdaki üç şarttan ilk ikisini mutlaka sağlayacak biçimde değişik üyelik derecesi fonksiyonlarına sahip olmasıdır. Yani bulanık küme üyelik derecesi fonksiyonlarının mutlaka simetrik olması özelliğini sağlamasına gerek yoktur (Şen, 2004).

Genellikle bilinen matematik, stokastik veya kavramsal sistemlerin hemen hepsi Şekil 3.12'de görülen üç ayrı birimden ibarettir. Bunlar giriş, bu girişi çıkışa dönüştüren ve sistem davranışı olarak isimlendirilen bir kutu ve buradan çıkış kısımlarıdır. Bu birimlerin hepsinde sayısal veri çıkış veya işlemler yapılmaktadır (Şen, 2004).



Şekil 3.12. Klasik sistem



Şekil 3.13. Bulanık mantığın temel elemanları

Girdi değerleri çoğunlukla kesin değerlerdir. Bulanıklaştırıcının görevi, bulanık kümeler (burada girdiler bulanık üyelik fonksiyonları tarafından tanımlanan bulanık değişkenlerdir) içine kesin sayıları haritalamaktır. Kurallar “eğer-ise” kurallarının oluşturduğu bulanık mantığı esas alır. Bir tipik “eğer-ise” kuralı:

- Eğer Yolun kapasitesi AZ ise Akan Taşıt Hızı ÇOK’tur.

Klasik uzman sistemlerde, kurallar insan deneyimlerinden çıkarılır. Bulanık kural tabanlı sistemlerde, kural tabanı insan deneyimlerinin yardımıyla şekillendirilir. Bulanık kural tabanında kullanılan insan deneyimlerinden elde edilen sözel bilgi ve ölçümlerden elde edilen sayısal bilgi birleştirildiğinde ilginç bir durum ortaya çıkar. Bu durumda, kurallar ilk adımda sayısal verilerden çıkarılır. Sonraki adımda ise, bulanık kural tabanı insan deneyimlerinden elde edilen kurallar ile birleştirilebilir.

Bulanık mantığın çıkarım makinesi, bulanık kümeler içine haritalanır. Durulaştırma esnasında, çıktı değişkeni için bir değer seçilir. Literatürde bir çok farklı durulaştırma yöntemi mevcuttur. Seçilen sonuç değeri çoğunlukla ya en yüksek üyelik derecesine sahip değer ya da ağırlık merkezi değeridir.

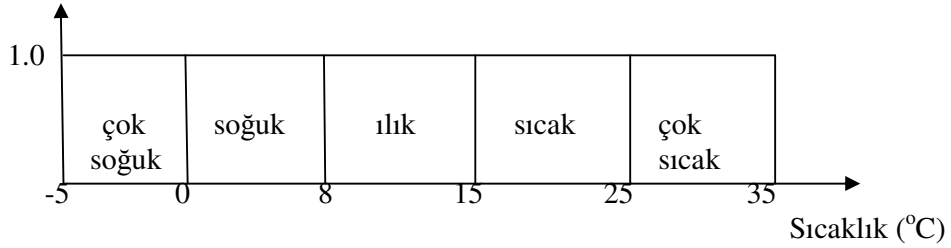
Burada bulunan birimlerin her birinin farklı, fakat birbiri ile ilişkili olabilen aşağıdaki görevleri vardır (Şen, 2004):

- **Genel Bilgi Tabanı Birimi:** İncelenecek olayın maruz kaldığı girdi değişkenleri ve bunlar hakkındaki tüm bilgileri içerir. Buna veri tabanı veya kısaca giriş adı da verilir. Genel veri tabanı denmesinin sebebi buradaki bilgilerin sayısal ve/veya sözel olabilmesidir.
- **Bulanık Kural Tabanı Birimi:** Veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal eğer-ise türünde yazılabilen kuralların tümünü içerir. Bu kuralların yazılmasında sadece girdi verileri ve çıktılar arasında olabilecek tüm aralık (bulanık küme) bağlantıları düşünülür. Böylece, her bir kural girdi uzayının bir parçasını, çıktı uzayına mantıksal olarak bağlar. İşte bu bağlamların tümü kural tabanını oluşturur.
- **Bulanık Çıkarım Motoru Birimi:** Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan ilişkilerin hepsini bir araya toplayarak sistemin nasıl çıktı vereceğini belirleyen işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor, her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdiler altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yarar.
- **Çıktı Birimi:** Bilgi ve bulanık kural tabanlarının, bulanık çıkarım motoru vasıtası ile etkileşimi sonunda elde edilen çıktı değeri topluluğunu belirtir.

Göz önünde tutulan bir bulanık kelime veya ifadenin temsil ettiği sayısal aralık, o ifade hakkında bilgi sahibi olan kişiler tarafından belirlenebilir. Mesela, İstanbul’da sıcaklık derecesinin değişim aralığının yaklaşık olarak -5°C ’den $+35^{\circ}\text{C}$ ’ye kadar olduğu söylenebilir. İşte bu aralık sıcaklık kümesinin İstanbul için öğelerinin bulunabileceği aralığı belirtir. Böylece tüm sıcaklık uzayı belirlenmiştir. Ancak günlük konuşmalarda bu sıcaklık uzayının da bir takım alt aralıklardan oluştuğu düşünülür. Mesela, ‘çok soğuk’, ‘soğuk’, ‘ılık’, ‘sıcak’, ‘aşırı sıcak’ gibi. Şekilde

görüldüğü gibi bu aralıklar için tahminlerde bulunulmuş ve her bir alt aralıktan biri bitince diğeri başlamıştır.

Üyelik derecesi (sıcaklık)

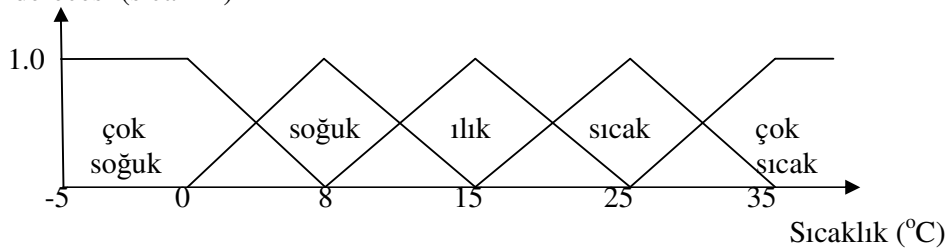


Şekil 3.14. Bitişik dikdörtgen gösterim (Şen, 2004)

Bu aralıkların sınırlarında yine Aristo mantığına göre katı kararlar alınmalıdır. Örneğin; 7.9 °C'nin soğuk, 8.1 °C'nin ise ılık olduğuna karar verilir. Bu şekilde gösterim bakımından önemli nokta, her alt aralığa düşen sıcaklık değerinin üyelik derecesinin, sadece o aralıkta 1'e, diğer aralıklarda ise 0'a eşit olduğudur. Bu nedenle, her sıcaklık alt kelimesinin üyelik fonksiyonu yüksekliği 1'e eşit olan bir dikdörtgen şeklindedir.

Aslında, bu aralıkların arasındaki geçiş kısımlarının böyle birbirinin devamı olmayacağını ve bir örtüşmenin söz konusu olabileceği söylenirse, daha mantıklı olur. Çünkü ılık sınırının +5 ile +15 °C'de sıfır üyelik derecelerine sahip olacağı düşünülemez. Böylece, sıcaklık alt aralıklarının birbiri ile örtüşmeli geçişlere sahip olmasının gerekliliği Şekil 3.15.'de gösterilmiştir. Bu fonksiyonların simetrik olması zorunlu değildir. Problemin özelliklerine göre simetrik olmayan üçgen, yamuk veya çan eğrisi şeklinde üyelik fonksiyonları kullanılabilir.

Üyelik derecesi (sıcaklık)



Şekil 3.15. Örtüşmeli üçgen gösterimi (Şen, 2004)

3.2.6.2. Bulanıklaştırma

Pratikte genel olarak, klasik küme şeklinde beliren değişim aralıklarının bulanıklaştırılması, bulanık küme, mantık ve sistem işlemleri için gereklidir. Bunun için, bir aralıkta bulunabilecek öğelerin hepsinin, 1'e eşit üyelik derecesine sahip olacak yerde, 0 ile 1 arasında değişik değerlere sahip olması düşünülür (Şen, 2004).

3.2.6.3. Üyelik derecesi atanması

Bulanık kümelerin gerek üyelik derecelerinin gerekse bunların tümünü temsil edebilecek üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde, ilk başlayanlar tarafından kişisel sezgi, mantık ve tecrübelerin kullanılmasına sıkça rastlanır. Zaten pratikte birçok sorunun üstesinden gelebilmek için bu yaklaşımlar çoğu zaman yeterlidir. Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin başlıcaları; Sezgi, Çıkarım, Mertebe, Açılı bulanık kümeler, Yapay sinir ağları, Genetik algoritmalar ve çıkarımcı muhakemedir (Şen, 2004).

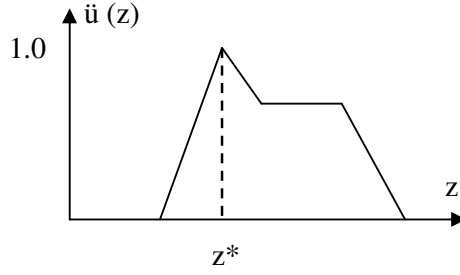
3.2.6.4. Durulaştırma

Pratik uygulamalarda, özellikle cihaz ve mühendislik plan, proje ve tasarımlarında boyutlandırmalar için kesin sayısal değerlere gereksinim duyulmaktadır. İşte bu durumlara bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli cevapların verilmesi için bulanık bilgilerin durulaştırılması gerekmektedir.

Durulaştırma işlemlerinde kullanılan yedi farklı yöntem vardır. Bunların hangisinin kullanılacağına, elindeki sorunun türüne göre araştırma ve tasarım yapanın karar vermesi gerekir. Burada z^* durulaştırılmış değeri gösterir (Şen, 2004).

- **En büyük üyelik ilkesi**

Bunun diğer bir adı da yükseklik yöntemidir. Kullanılabilmesi için tepeleri olan çıkarım bulanık kümelerine gerek vardır.

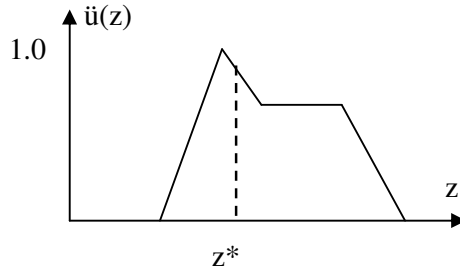


Şekil 3.16. En büyük üyelik derecesi durulaştırması

- **Sentroid yöntemi**

Diğer bir adı da ağırlık merkezi yöntemidir. Durulaştırma işlemlerinde, en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Şekil 3.17.'de gösterilmiş olan bu durulaştırmanın matematik işlemi aşağıdaki denklem vasıtasıyla yapılır.

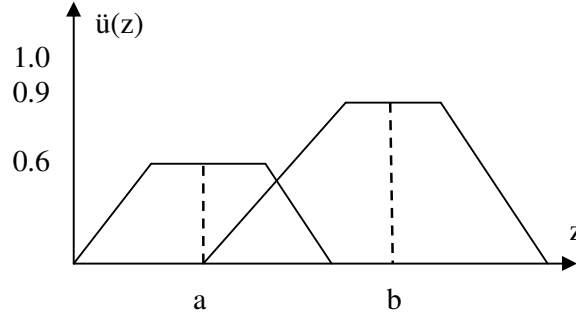
$$Z^* = \frac{\sum \int \ddot{U}_{\varphi}(z) \cdot z dz}{\sum \int \ddot{U}_{\varphi}(z) dz} \quad (\text{Şen, 2004}) \quad (3.4.)$$



Şekil 3.17. Sentroid yöntemi durulaştırması

- **Ağırlıklı ortalama yöntemi**

Bu yöntemin kullanılabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gerekir. Bu durulaştırma işlemi Şekil 3.18.'de gösterilmiştir. Böylece çıkışı oluşturan bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının her biri sahip oldukları en büyük üyelik derecesi değeri ile çarpılarak ağırlıklı ortalamaları alınır (Aycan, 2003; Şen, 2004.).



Şekil 3.18. Ağırlıklı ortalama yöntemi durulaştırması

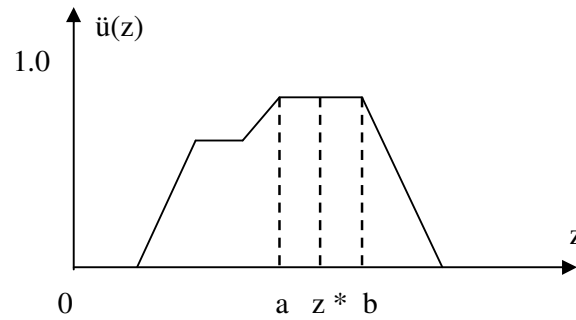
Şekil 3.15.’deki iki bulanık kümenin ağırlıklı ortalaması (durulaştırılmış değer);

$$Z^* = \frac{a(0.6) + b(0.9)}{0.6 + 0.9} \text{ (Şen, 2004)} \quad (3.6.)$$

olarak bulunur. Bu durulaştırma işlemi sadece simetrik olan üyelik fonksiyonları için geçerli olduğundan a ye b değerleri temsil ettikleri şekillerin ortalamalarıdır (Aycan, 2003; Şen, 2004).

- **Ortalama en büyük üyelik**

Bu yöntem aynı zamanda en büyüklerin ortalaması yöntemi olarak da bilinir. Bu bakımdan en büyük üyelik derecesi yöntemine çok yakındır. Ancak, en büyük üyeliğin konumu tekil olmayabilir.



Şekil 3.19. Ortalama en büyük üyelik durulaştırması

(3.7.) denklemi kullanılarak hesaplanabilir.

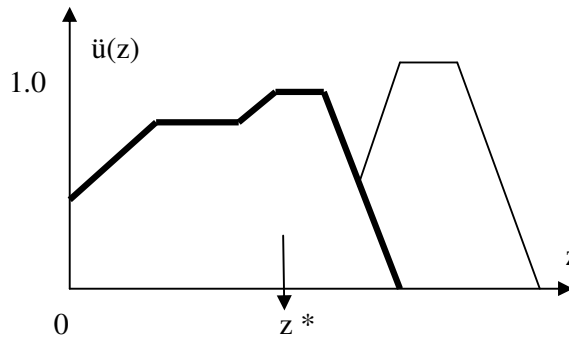
$$Z^* = \frac{a+b}{2} \quad (\text{Çavuş, 2004; Şen, 2004}) \quad (3.7.)$$

- **Toplamların merkezi**

Durulaştırma işlemleri arasında en hızlı olan yöntemdir. Bu yöntemde iki bulanık kümenin birleşimi yerine onların cebirsel toplamaları kullanılır. Bunun bir sakıncası, örtüşen kısımların iki defa toplama girmesidir. Bir bakıma bu hesaplama tarzı ağırlıklı ortalama durulaştırmasına benzer. Ancak bu yöntemde ağırlıklar ilgili üyelik fonksiyonlarının alanlarıdır. Ağırlıklı ortalama yönteminde ise bu, üyelik derecesidir (Şen, 2004).

- **En büyük alanın merkezi**

Eğer çıkış bulanık kümesi en azından iki tane dış bükey alt bulanık kümeyi içeriyorsa, bu bulanık kümelerin en büyük alanlısının ağırlık merkezi durulaştırma işleminde kullanılır (Şen, 2004; Öztürk, 2006).



Şekil 3.20. En büyük alanın merkezi ile durulaştırma

- **En büyük ilk veya son üyelik derecesi**

Bu yöntem de, tüm çıktıların birleşimi olarak ortaya çıkan bulanık kümede en büyük üyelik derecesine sahip olan en küçük veya en büyük bulanık küme değerini seçmek esasına dayanır (Şen, 2004).

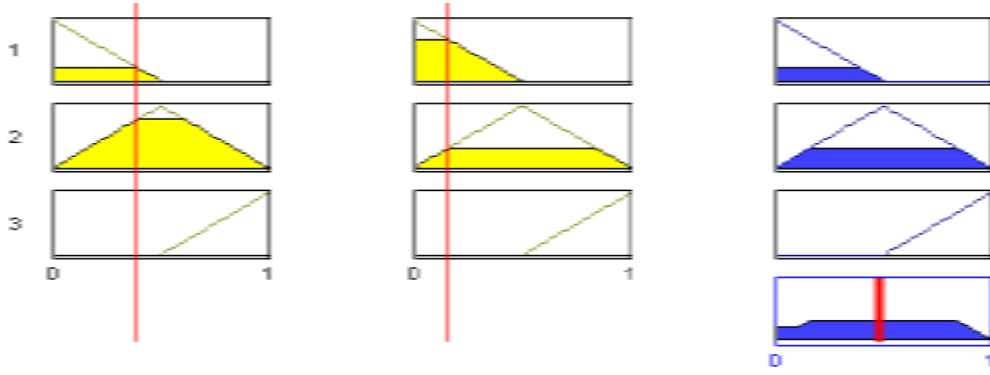
3.2.6.5. Bulanık kurallar ve sistemler

Makineler tarafından bilgi işlemlerinin algılanma yolu olan yapay zeka alanında, bilgi işlemi için değişik yollardan bir tanesi de, bilgiyi sanki insan diline benzer bir ifade ile temsil etmektir. Bu, en yaygın olarak kullanılan insan bilgisini işleme yoludur. Böyle bir ifadede eğer-lise olarak kullanılan insan bilgisini işleme yoludur. Böyle bir ifadede eğer-ise (If-then) kelimeleri ile ayrılmış olan iki kısım bulunur. Bunlardan eğer ile ise kelimeleri arasında bulunan kısma öncül veya ön şartlar, ise kelimesinden sonra kısma ise soncul veya çıkarım adı verilir. Genel kural olarak, eğer öncül ise çıkarım şeklinde yazılır.

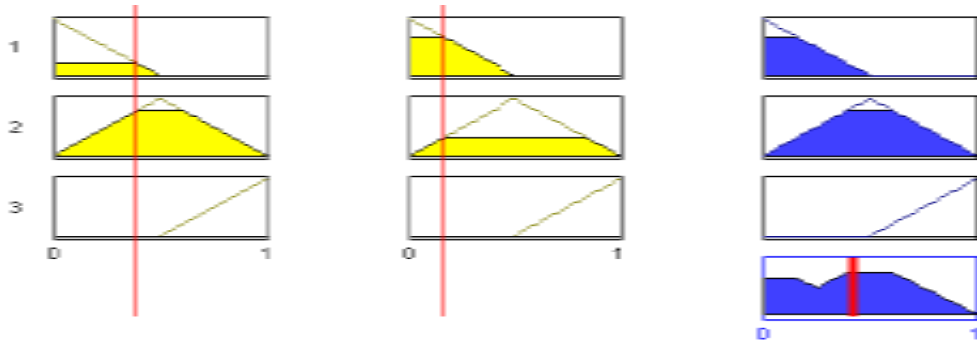
İşte, bu türlü yapısı olan ifadelere ‘eğer-ise kural tabanlı biçim adı verilir. Bu ifade, bilinen bazı bilgilerin kullanılması ile, bunların ışığı altında, faydalı olan diğer bazı bilgilerin çıkarılması anlamına gelir. Bu tür bilgilere sığ bilgiler adı verilir. Çünkü bunlar insanın kendisinin kişisel deneyim ve tecrübelerinden hareketle çıkardıkları bilgilerdir ve yerine göre çok da nesnel (objektif) değildir. Halbuki derin bilgiler ise, daha ziyade sezgi, yapı, fonksiyon ve eşyalar arasındaki davranış biçimlerine göre elde edilir. Derin bilgilerin, sözel olarak kolayca çıkarılması mümkün değildir. Bu bilgilerin oluşmasında yılların gözlem, deney ve birikimleri vardır. Kural tabanlı olan bilgilerin uzmanlar tarafından verilen bilgilerden farklı tarafı, kural tabanlı olanların insan uzmanlardan başka kaynaklardan da yararlanarak yazılabilesidir. Kural tabanlı olan bilgilerin gerek öncül, gerekse çıkarım olan son kısımları ayrı ayrı bulanıklaştırılarak işlemler yapılır. (Şen, 2004)

3.2.6.6. Grafik çıkarım teknikleri

Çıkarım yöntemlerini anlatabilmek için, iki tane öncül bir tane de çıkarımı olan eğer-ise kural tabanlı bir sistem düşünelim. Genel olarak bu sistemin iki tane girdisi bir tane çıktısı vardır. Şekil 3.21.'de kural “VE” bağlacı ile bağlanmıştır. Bu durumda En Büyük-En Küçük (EB-EK) kuralı gereğince her iki girdinin üyelik derecelerinden küçük olanın üyelik derecesi çıktının üyelik derecesi olacaktır. Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da mevcut üç kuraldan sadece ikisinin çalışmasıdır. Üçüncü kuraldaki şartlar sağlanmadığı için hesaplama yapılmamıştır.



Şekil 3.21. “VE” bağlacı ile bağlanan kuralın kullanıldığı model uygulaması (Terzi, 2006)



Şekil 3.22. “VEYA” bağlacı ile bağlanan kuralın kullanıldığı model uygulaması (Terzi, 2006)

3.2.7. Bir yapının kayma rijitliği hesabı

Tezde Bulanık mantık yöntemi kullanılarak oluşturulan modelin girdi değişkenlerinden biride GA (Kayma rijitliği)'dir. Çalışma kapsamında kullanılan yapıların kayma rijitlikleri formül (3.8.) ve (3.9.) kullanılarak hesaplanmıştır.

Kenar kolonlara ait kayma rijitliği hesabı:

$$\begin{array}{|c} 1 \\ \hline \end{array} \quad GA = \frac{12 \cdot E_c \cdot I_c}{\ell_c^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot I_c}{\ell_c \cdot \left(\frac{I_{b1}}{\ell_1} \right)}} \quad (\text{Tekeli, 2006}) \quad (3.8.)$$

Orta kolonlara ait kayma rijitliği hesabı:

$$\begin{array}{|c|c} 1 & 2 \\ \hline \end{array} \quad GA = \frac{12 \cdot E_c \cdot I_c}{\ell_c^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot I_c}{\ell_c \cdot \left(\frac{I_{b1}}{\ell_1} + \frac{I_{b2}}{\ell_2} \right)}} \quad (\text{Tekeli, 2006}) \quad (3.9.)$$

Yapıya ait toplam kayma rijitliği hesabı:

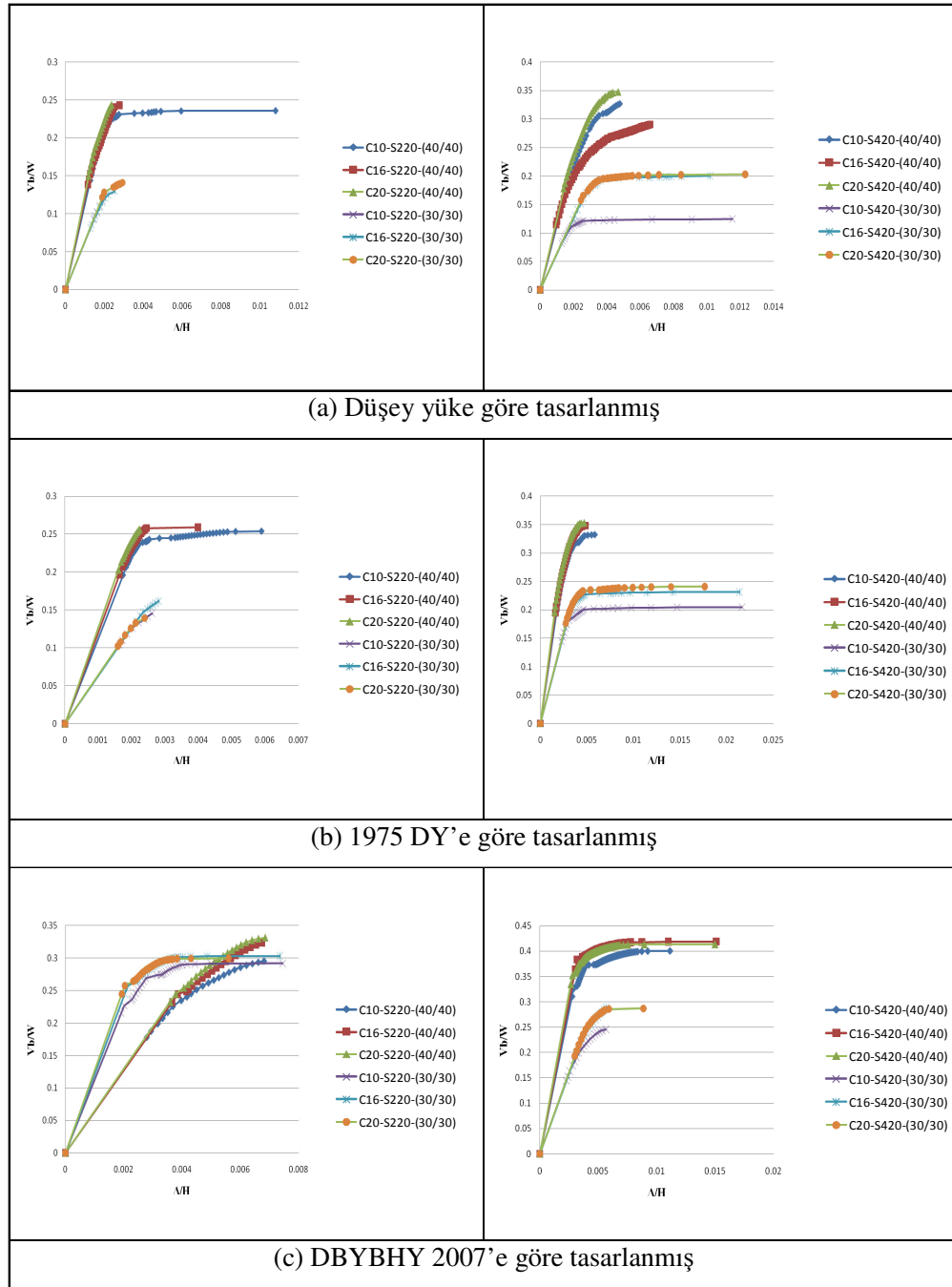
Yapıya ait toplam kayma rijitliği için, kat planı içerisindeki tüm kolonların kayma rijitliği değerleri toplanır (Tekeli, 2006).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

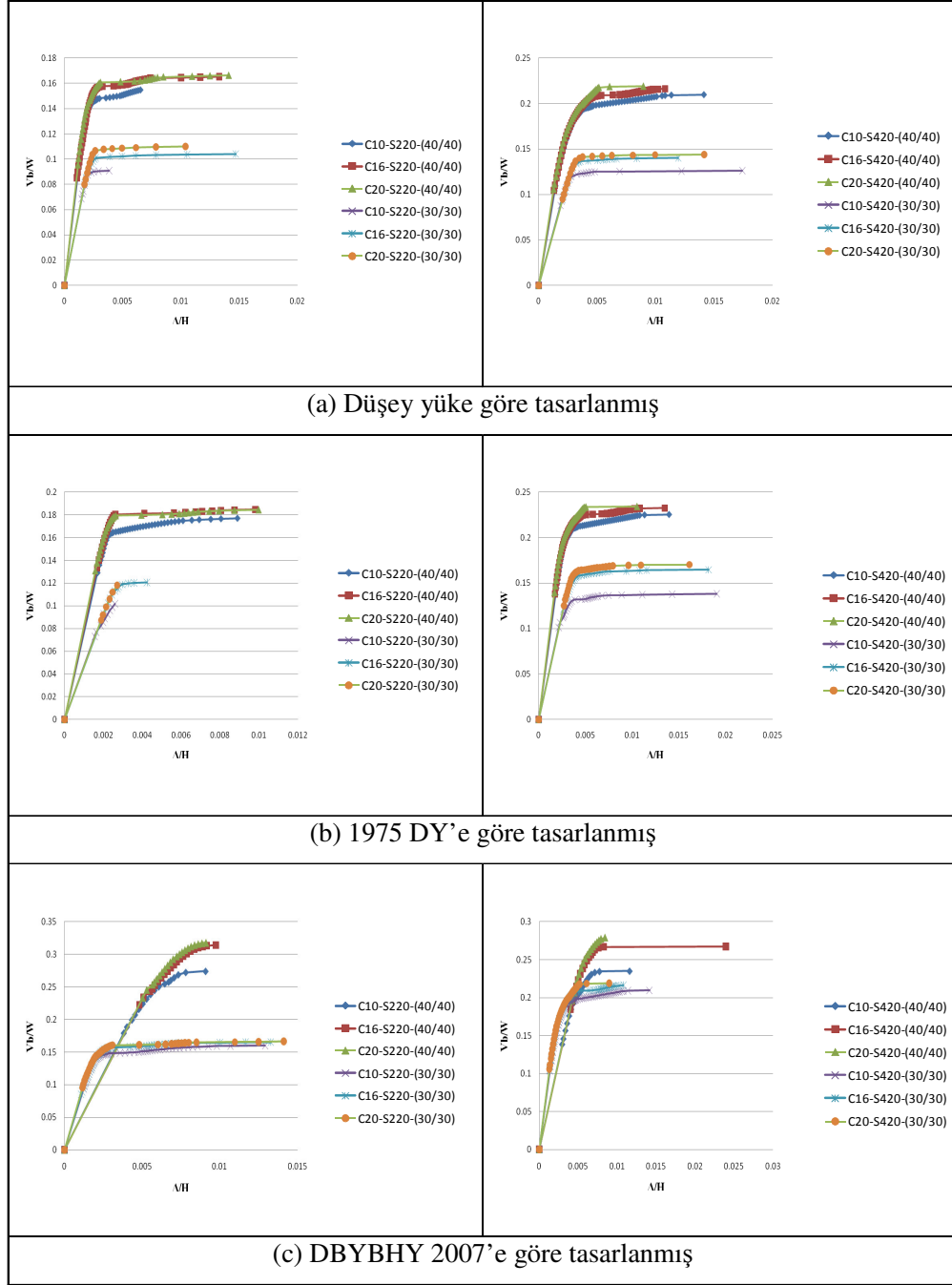
4.1. Statik İtme Analizi Sonuçları

Modellenen yapıların yapıldıkları yıllara göre, ilgili yönetmelik koşullarına göre ve sadece düşey yük etkisi altında, beton sınıfı, çelik sınıfı, kolon boyutları ve kat sayıları değiştirilerek, farklı kombinasyonlarda oluşturulan 720 model için statik itme analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları ile, yapıların deprem davranışlarının daha gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla beton sınıfı, çelik sınıfı, kat sayısı ve yönetmelikler esas alınarak model yapılar için 720 adet kapasite eğrisi oluşturulmuştur. Bu 720 statik itme eğrisi malzeme değişimine göre grafikler halinde Bölüm 4.1.'de sunulmuştur. Şekil 4.1. ile Şekil 4.20 arasında verilen bu grafikler her sayfada düşey yük, 1975 DY, DBYBHY 2007 koşullarına göre kat sayıları ve kolon boyutları dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Böylece, çalışma kapsamında elde edilen analiz sonuçları bu grafikler yardımıyla değerlendirme altına alınmıştır. Bölüm 4.1.1.'de Tip 1 yapısına ait sonuçlar, Bölüm 4.1.2.'de Tip 2 yapısına ait sonuçlar, Bölüm 4.1.3.'de Tip 3 yapısına ait sonuçlar, Bölüm 4.1.4.'de Tip 4 yapısına ait sonuçlar, Bölüm 4.1.5.'de Tip 5 yapısına ait sonuçlar verilmiştir.

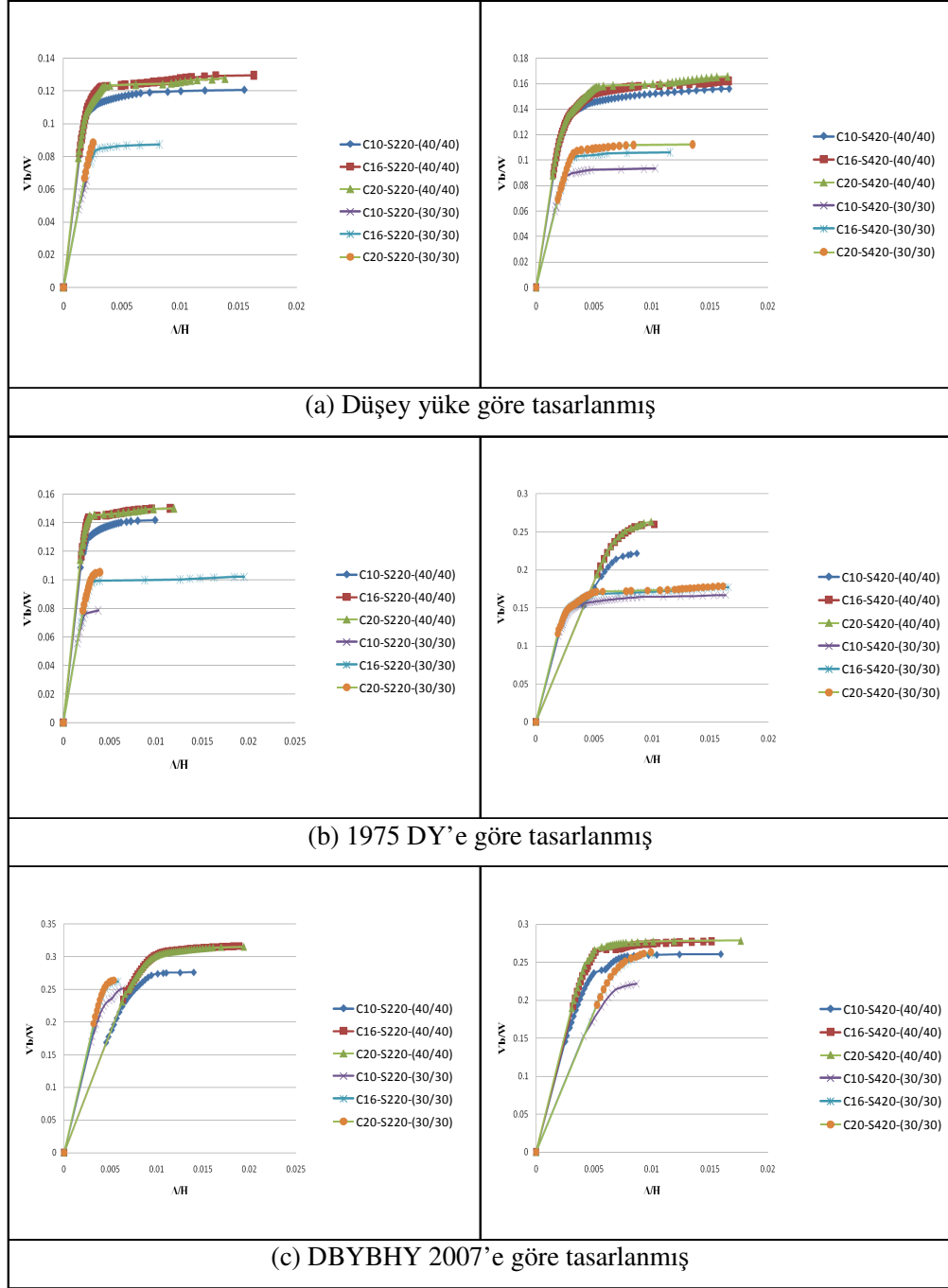
4.1.1. Tip 1 yapısına ait sonuçlar



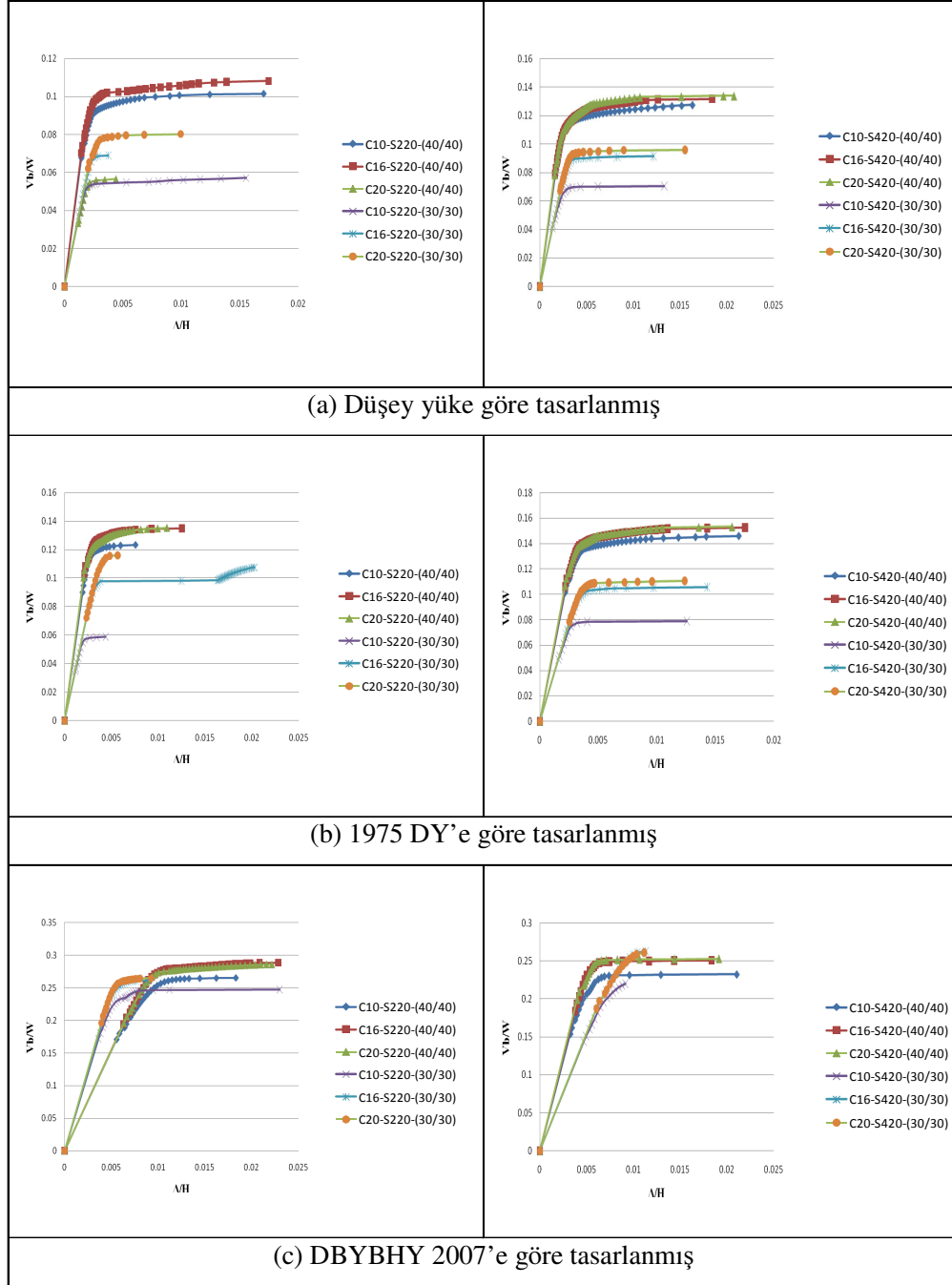
Şekil 4.1. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 1 yapısının statik itme analizi sonuçları



Şekil 4.2. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 1 yapısının statik itme analizi sonuçları

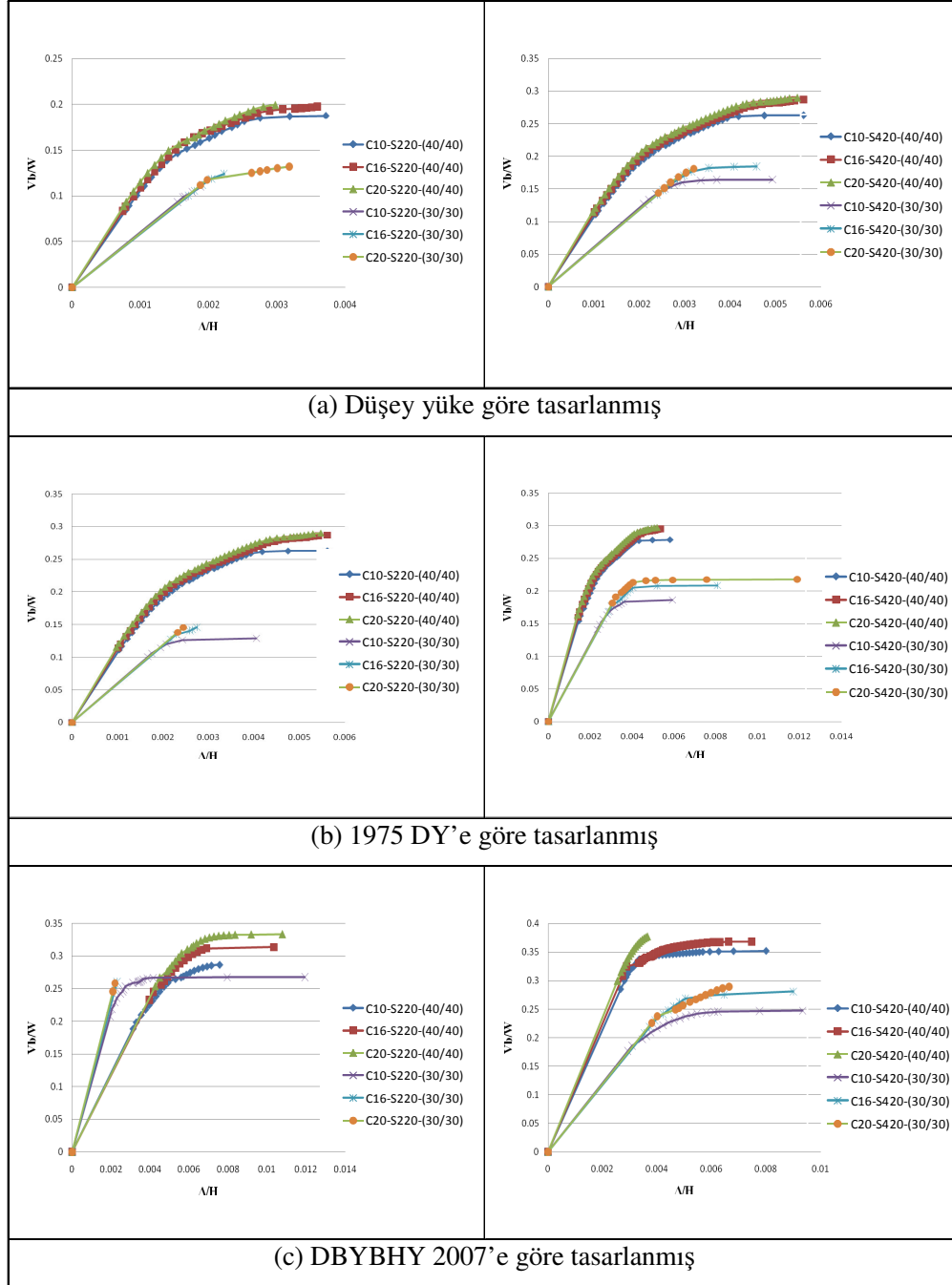


Şekil 4.3. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 1 yapısının statik itme analizi sonuçları

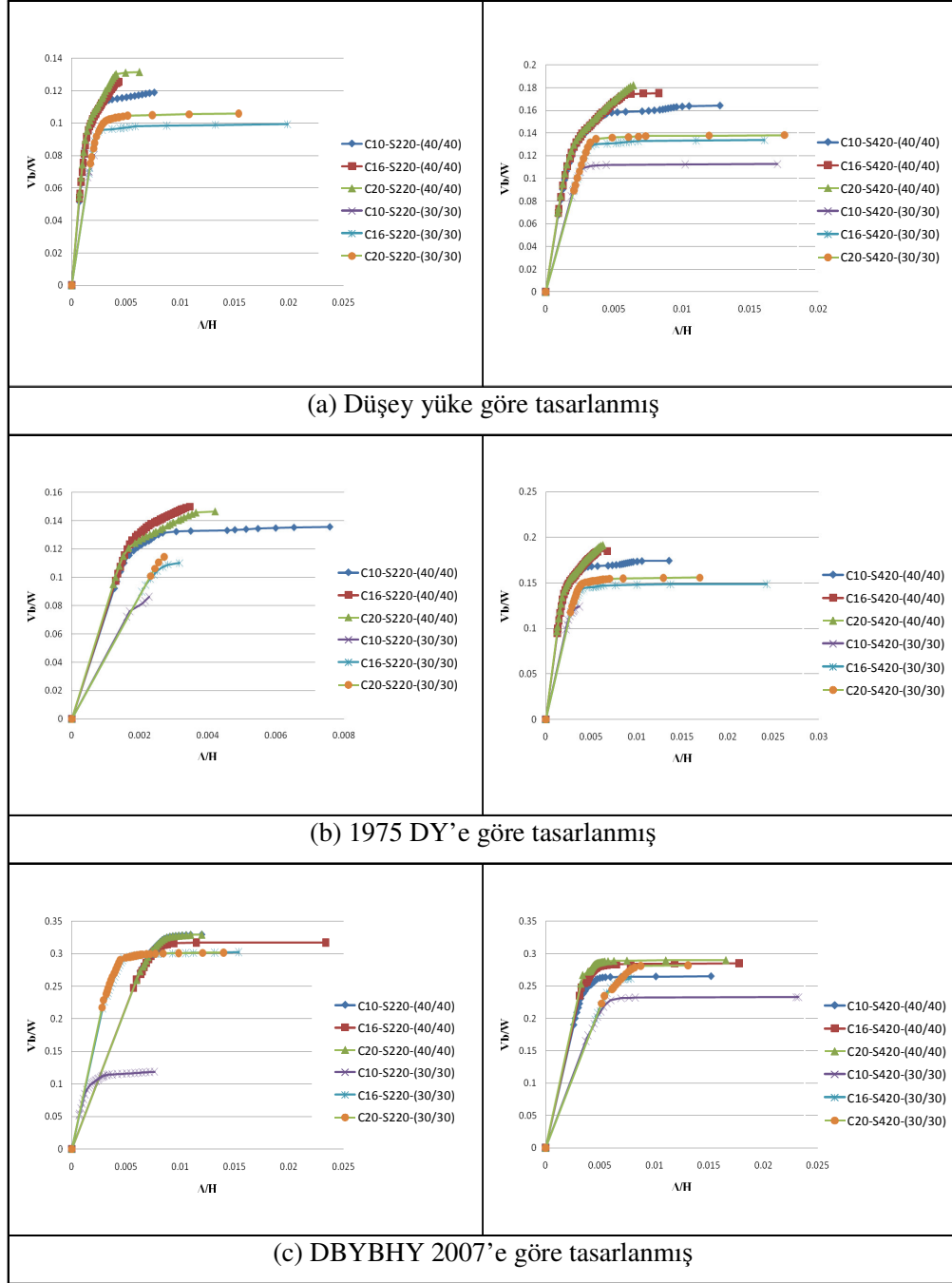


Şekil 4.4. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 1 yapısının statik itme analizi sonuçları

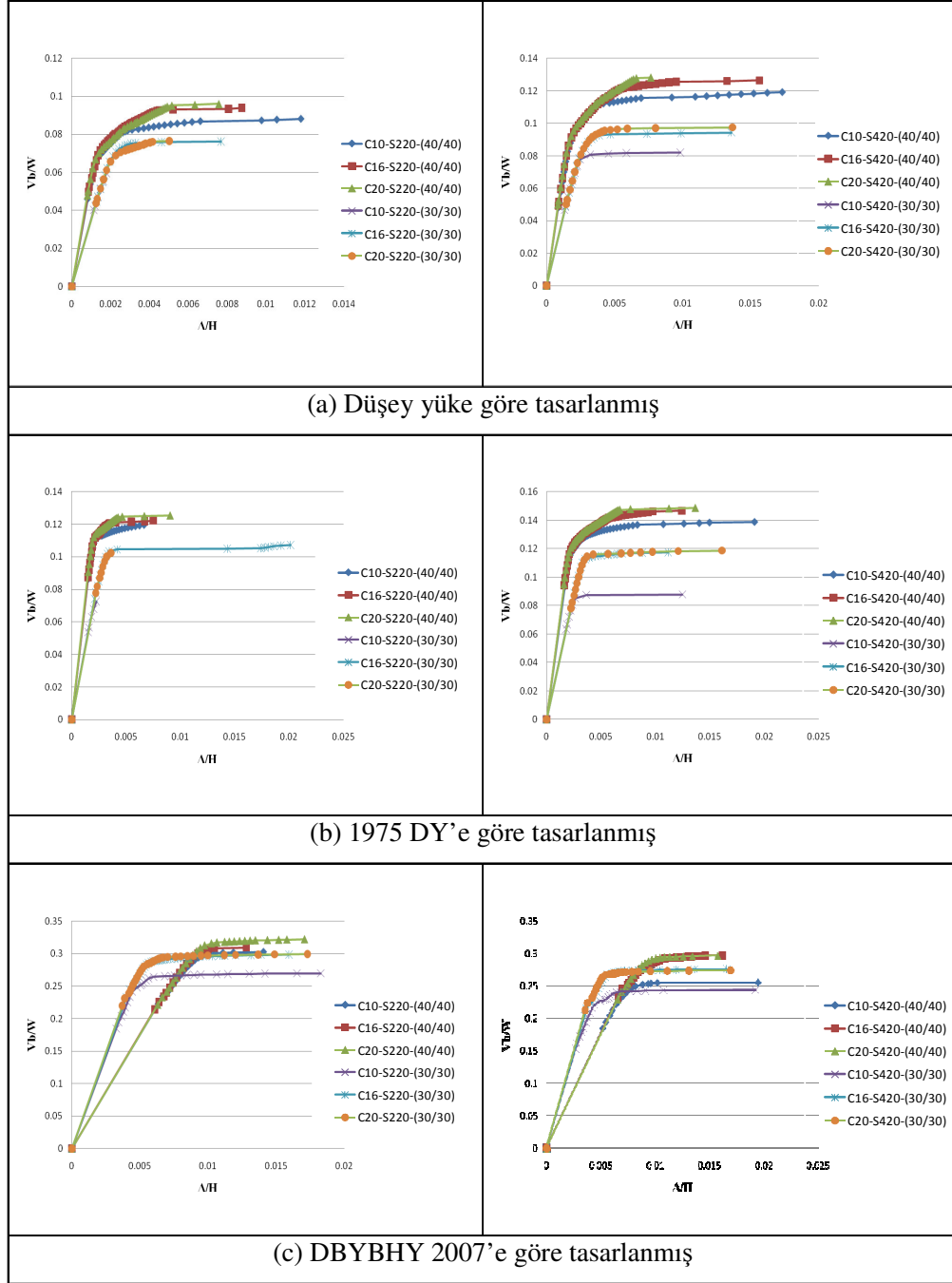
4.1.2. Tip 2 yapısına ait sonuçlar



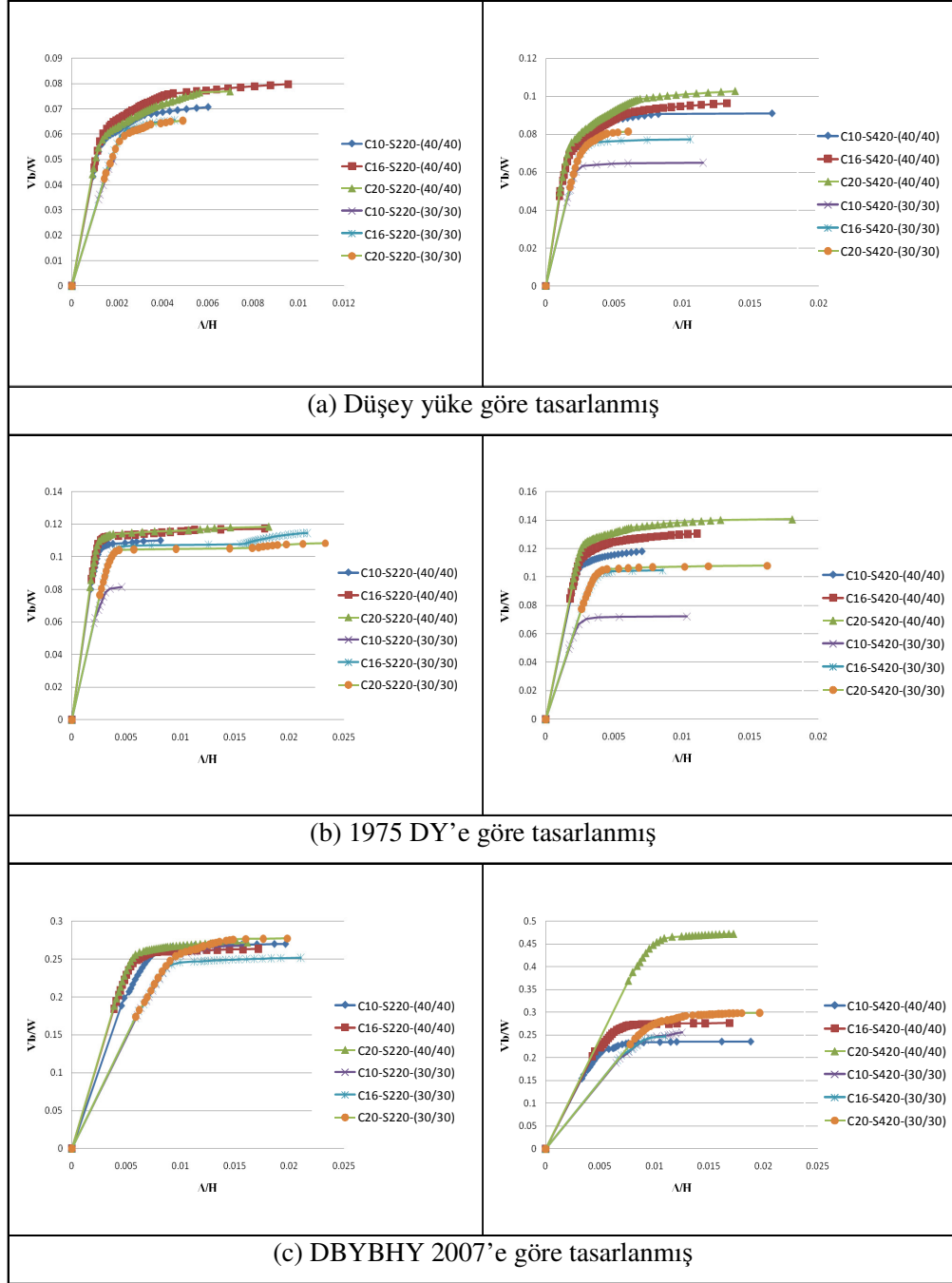
Şekil 4.5. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi sonuçları



Şekil 4.6. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi sonuçları

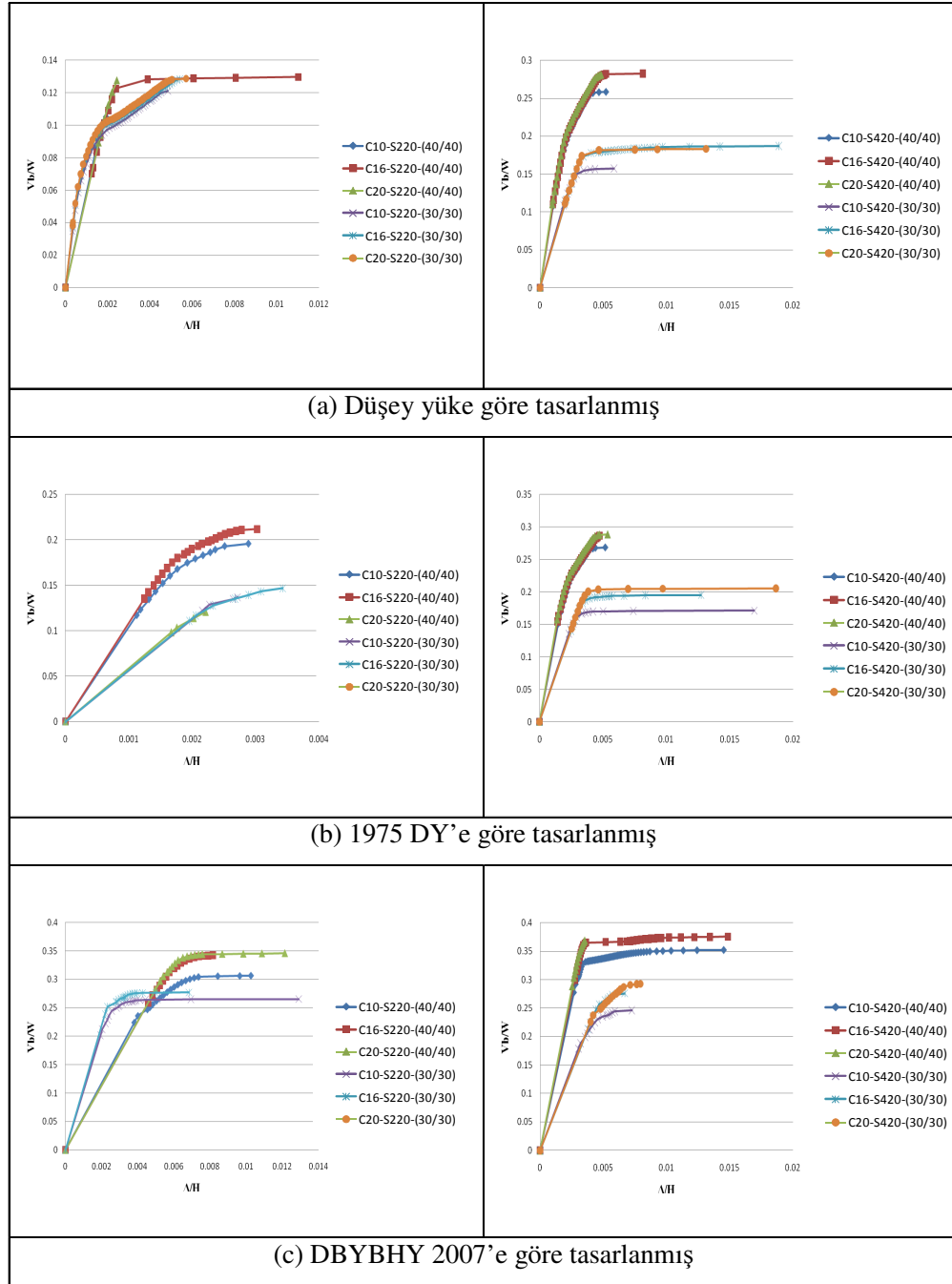


Şekil 4.7. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi sonuçları

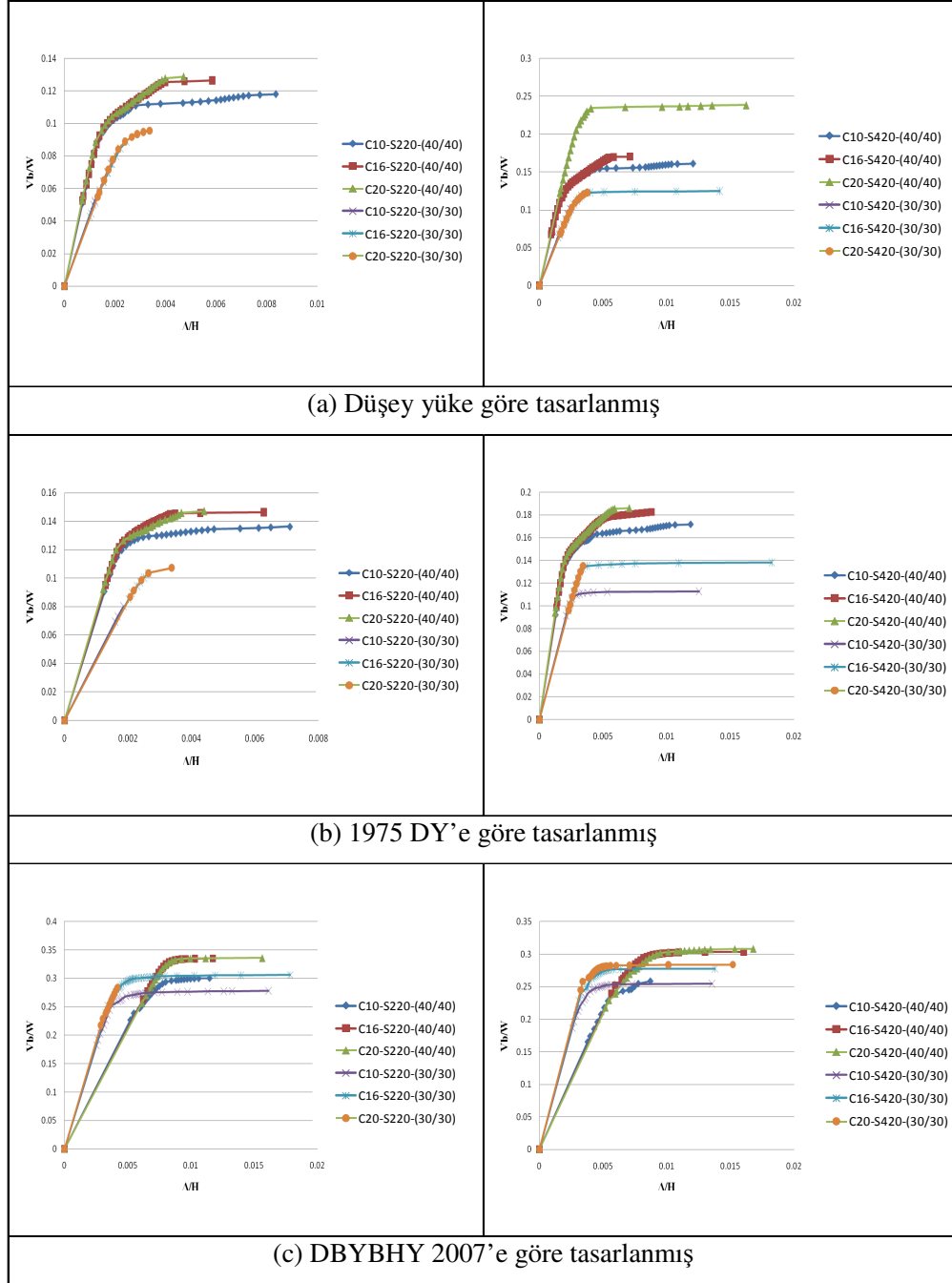


Şekil 4.8. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi sonuçları

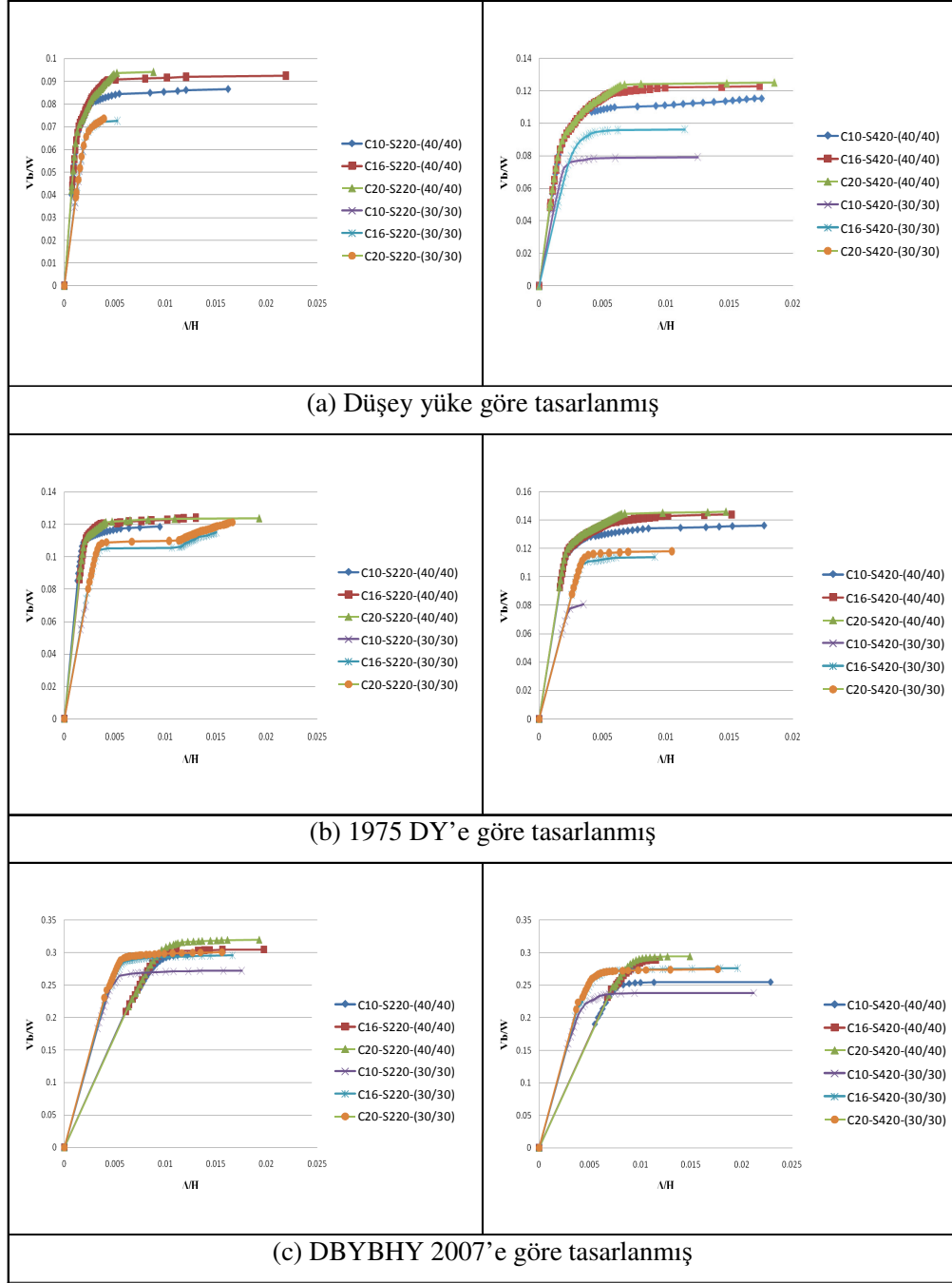
4.1.3. Tip 3 yapısına ait sonuçlar



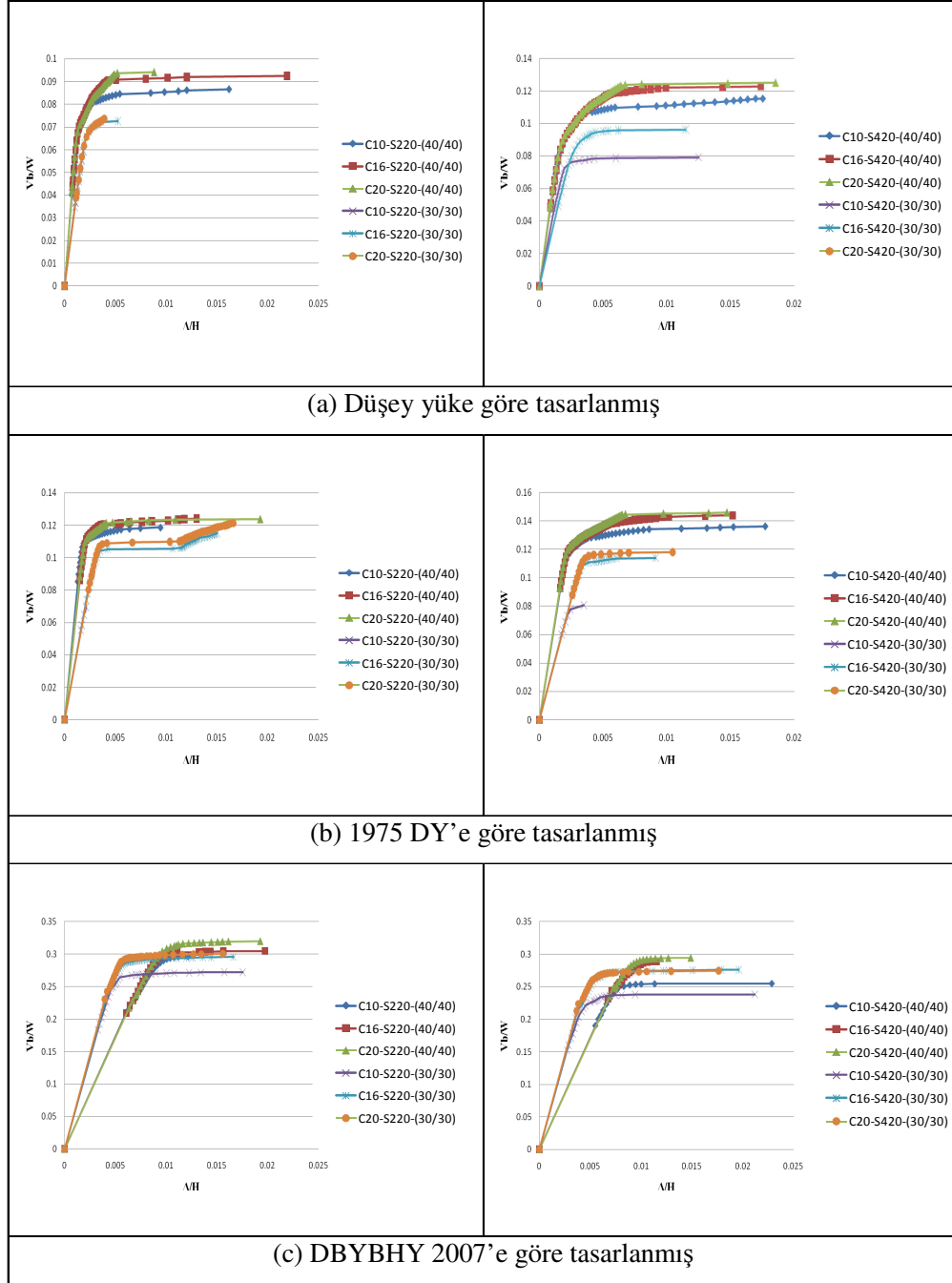
Şekil 4.9. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 3 yapısının statik itme analizi sonuçları



Şekil 4.10. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 3 yapısının statik itme analizi sonuçları

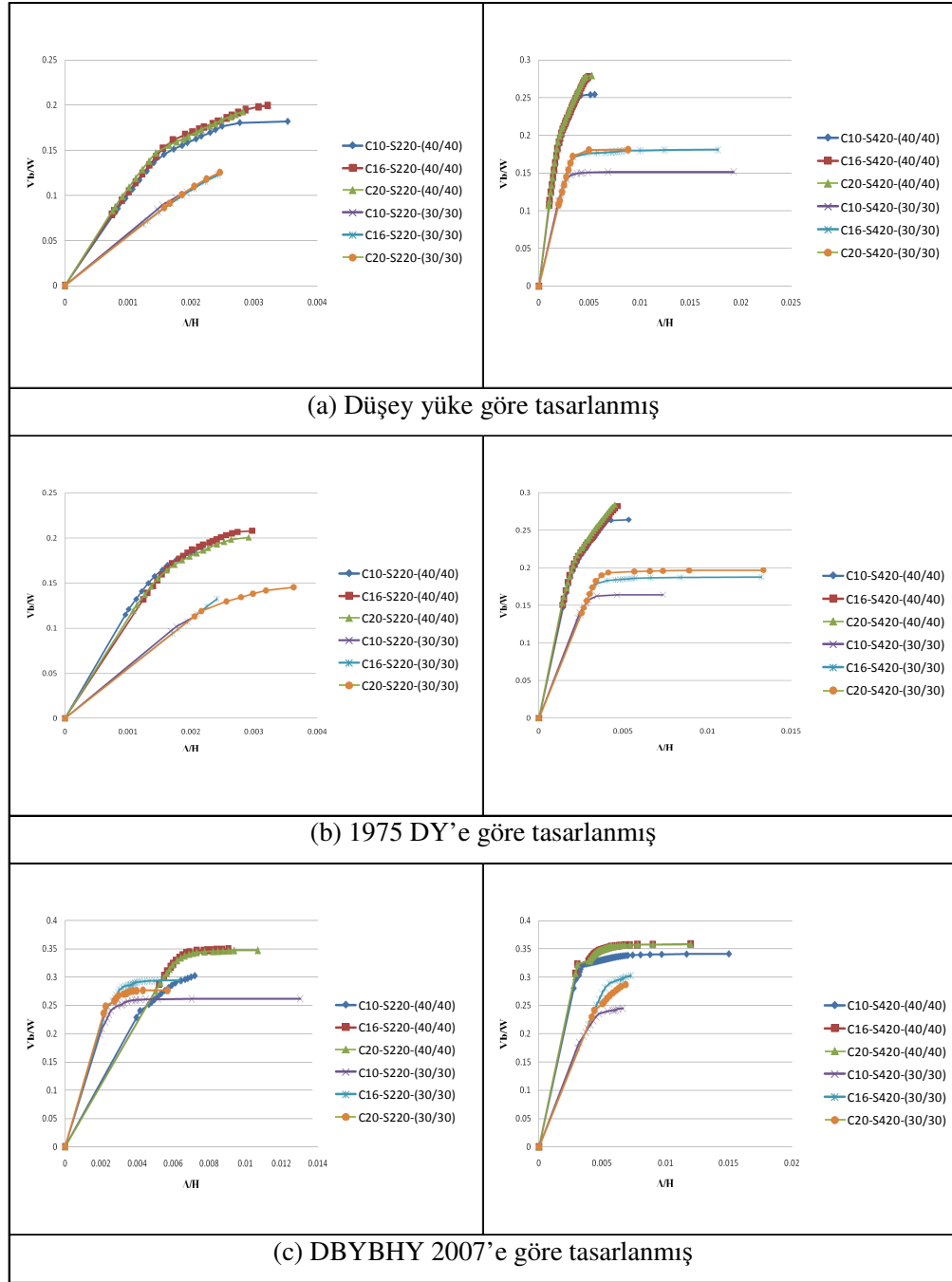


Şekil 4.11. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 3 yapısının statik itme analizi sonuçları

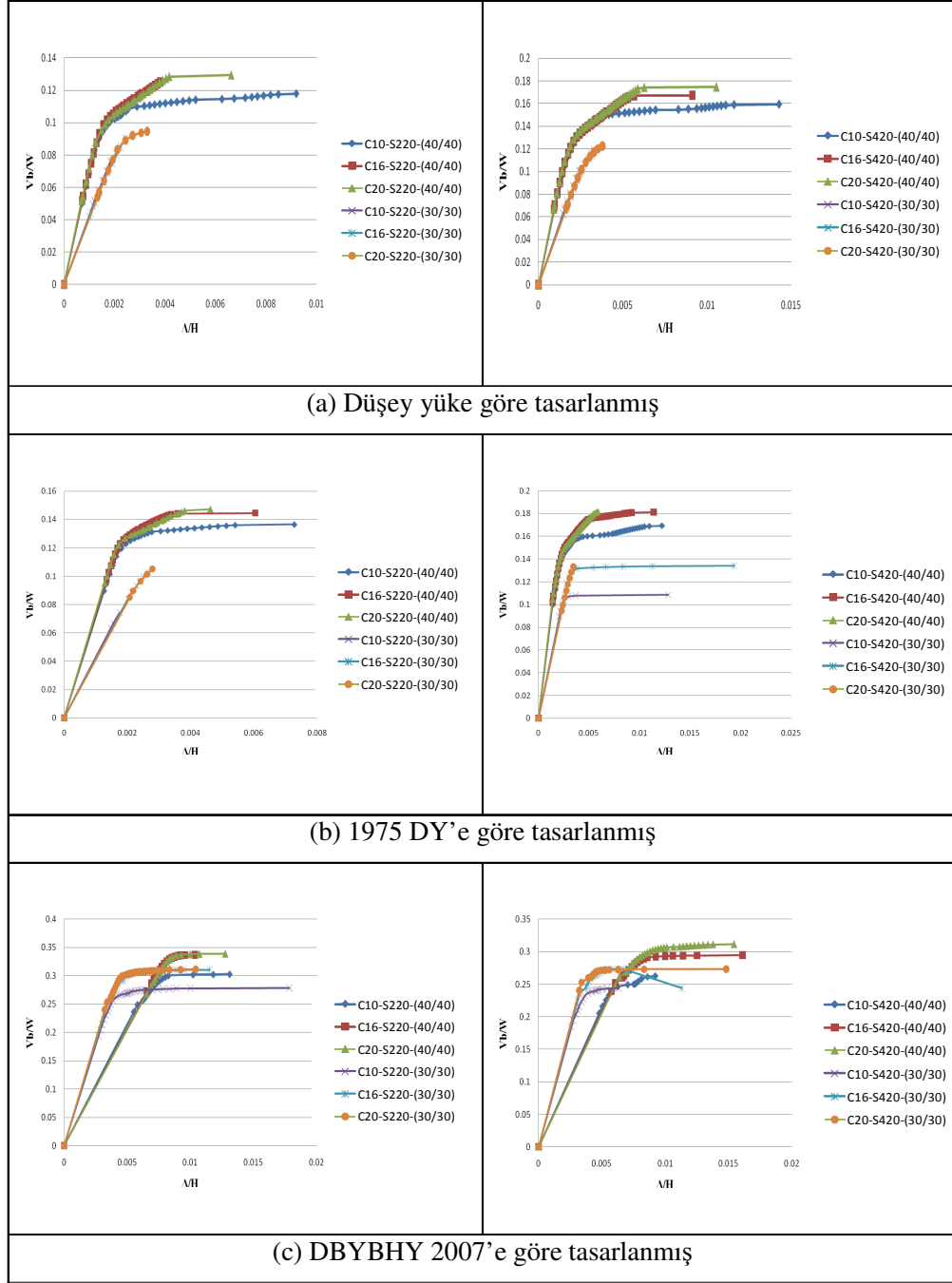


Şekil 4.12. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 3 yapısının statik itme analizi sonuçları

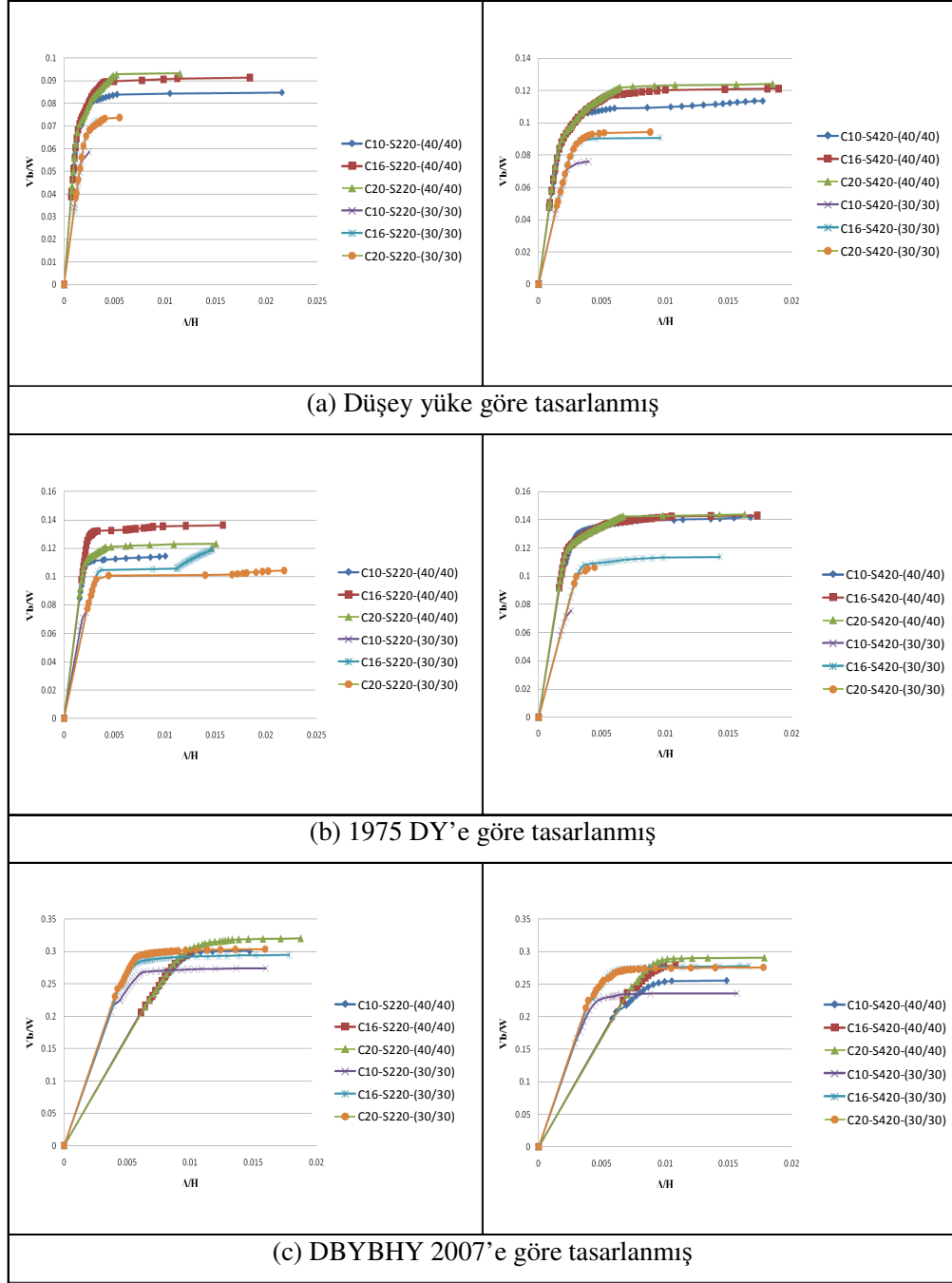
4.1.4. Tip 4 yapısına ait sonuçlar



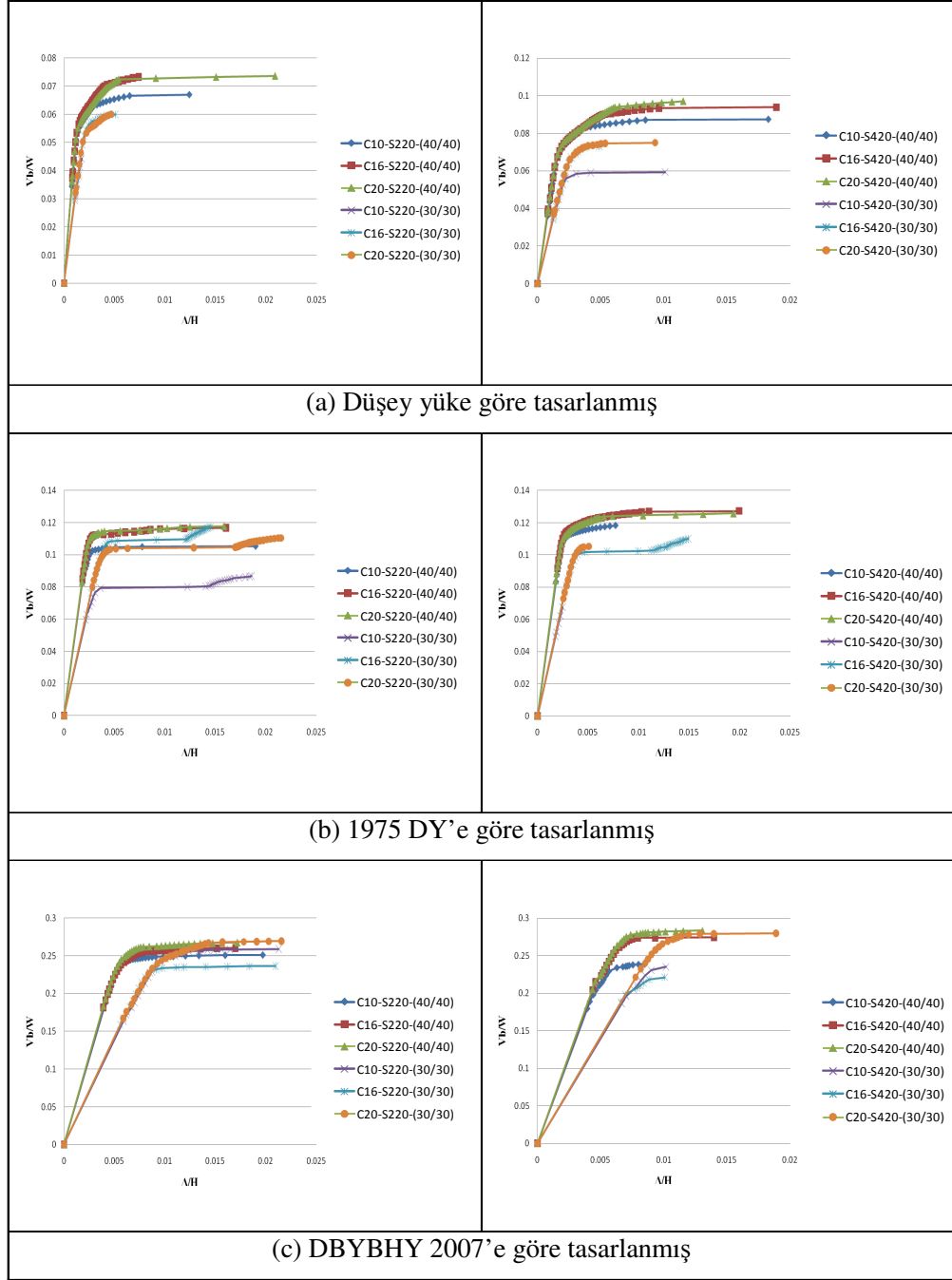
Şekil 4.13. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi sonuçları



Şekil 4.14. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi sonuçları

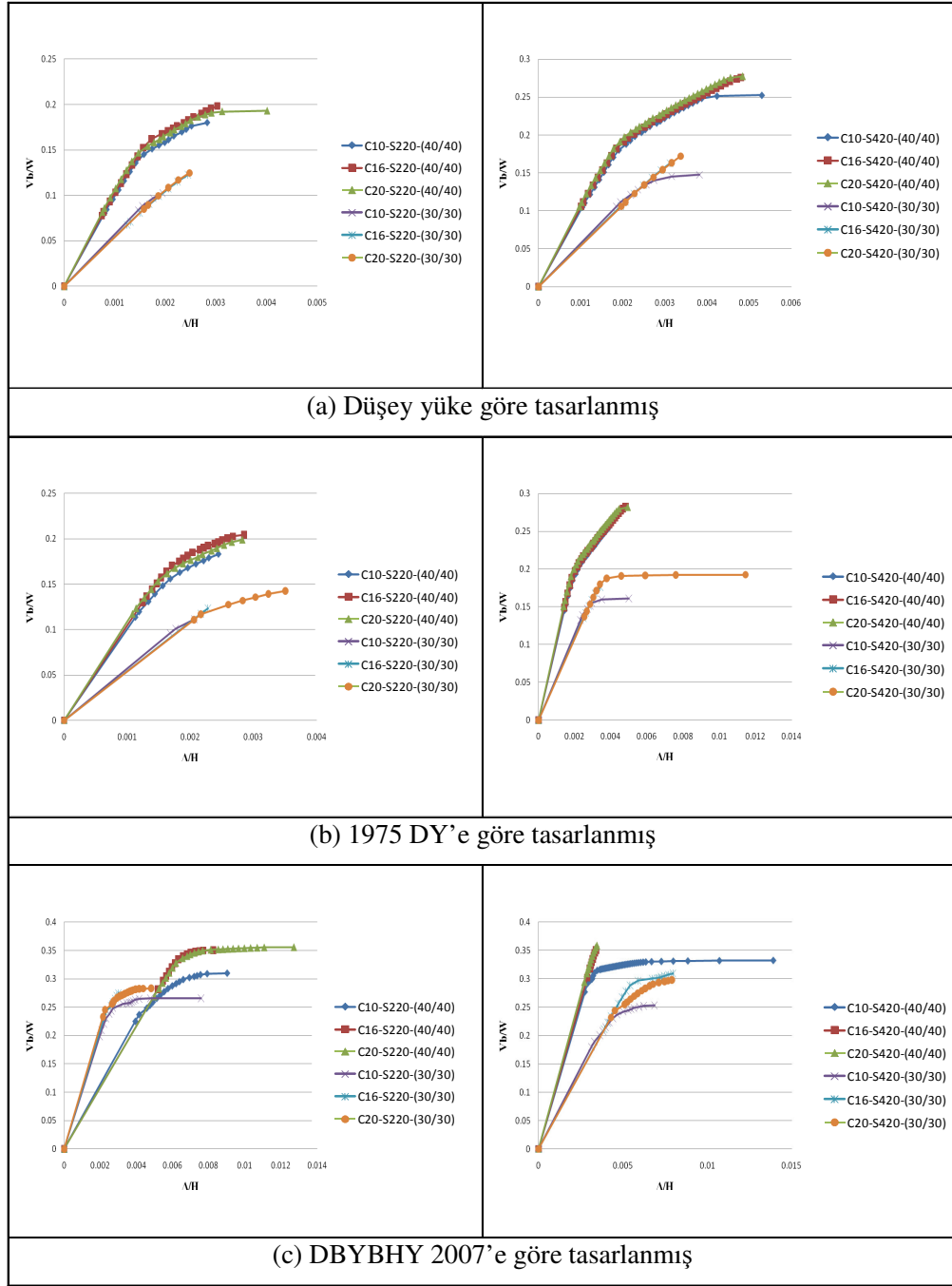


Şekil 4.15. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi sonuçları

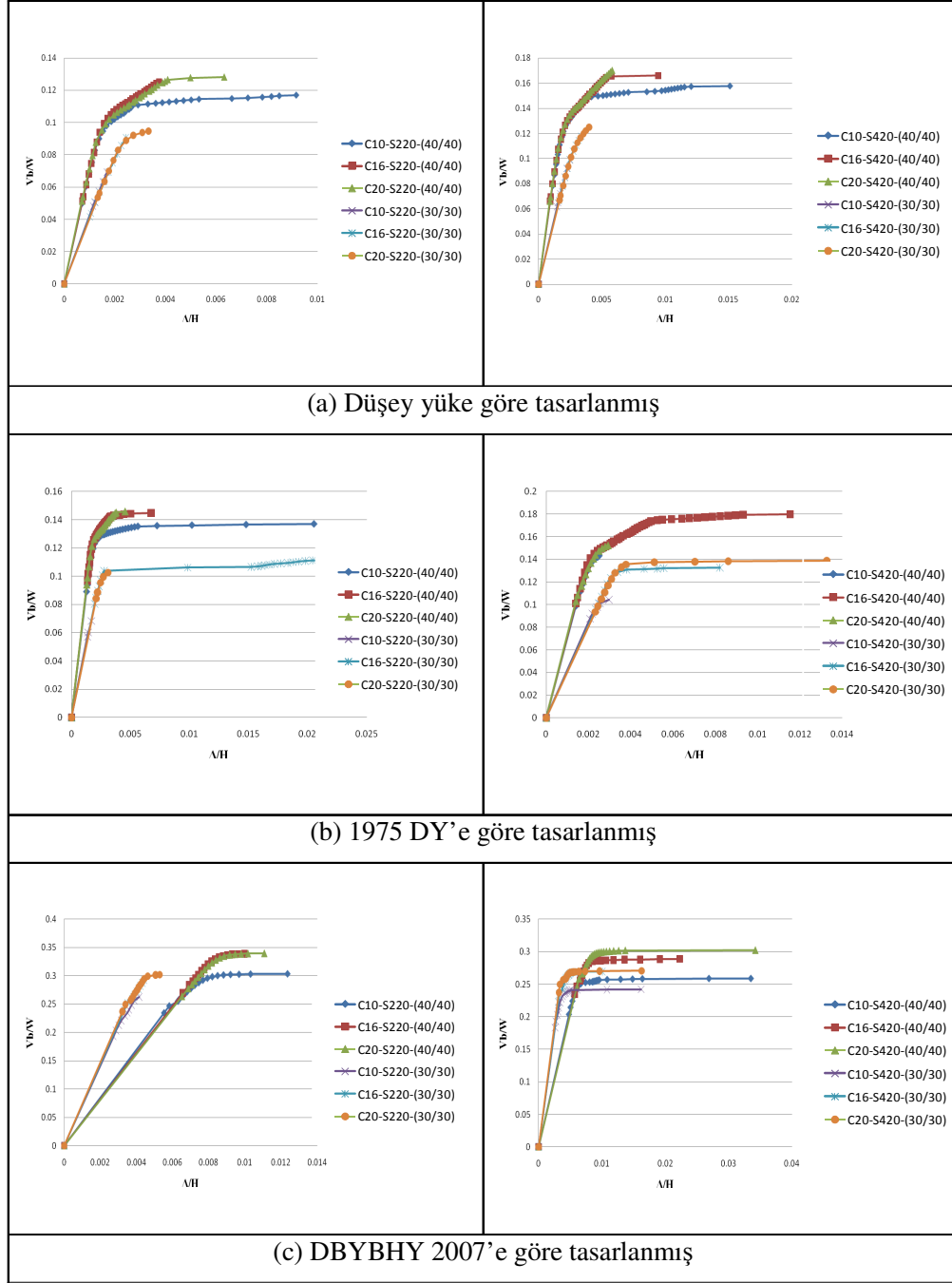


Şekil 4.16. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi sonuçları

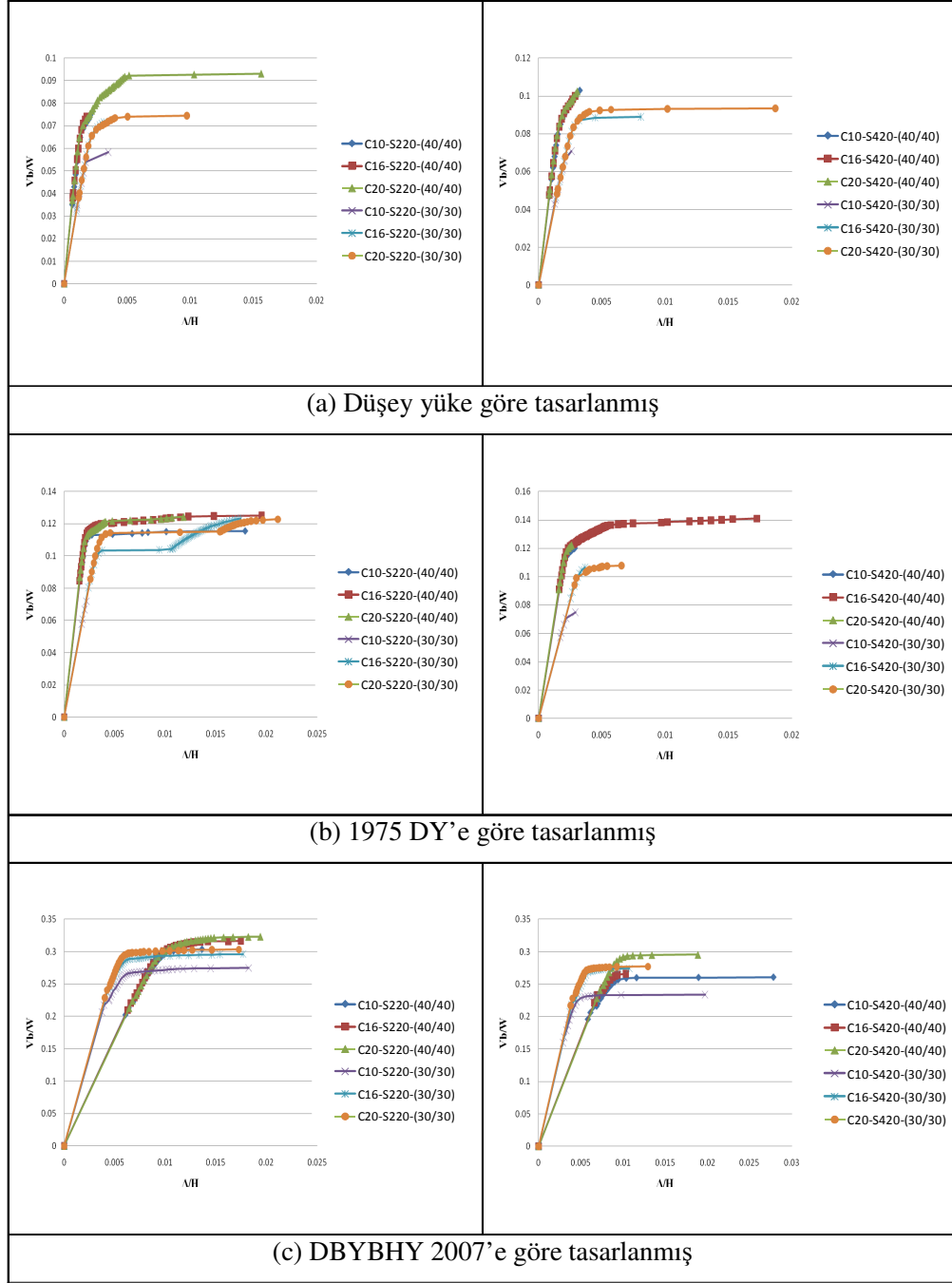
4.1.5. Tip 5 yapısına ait sonuçlar



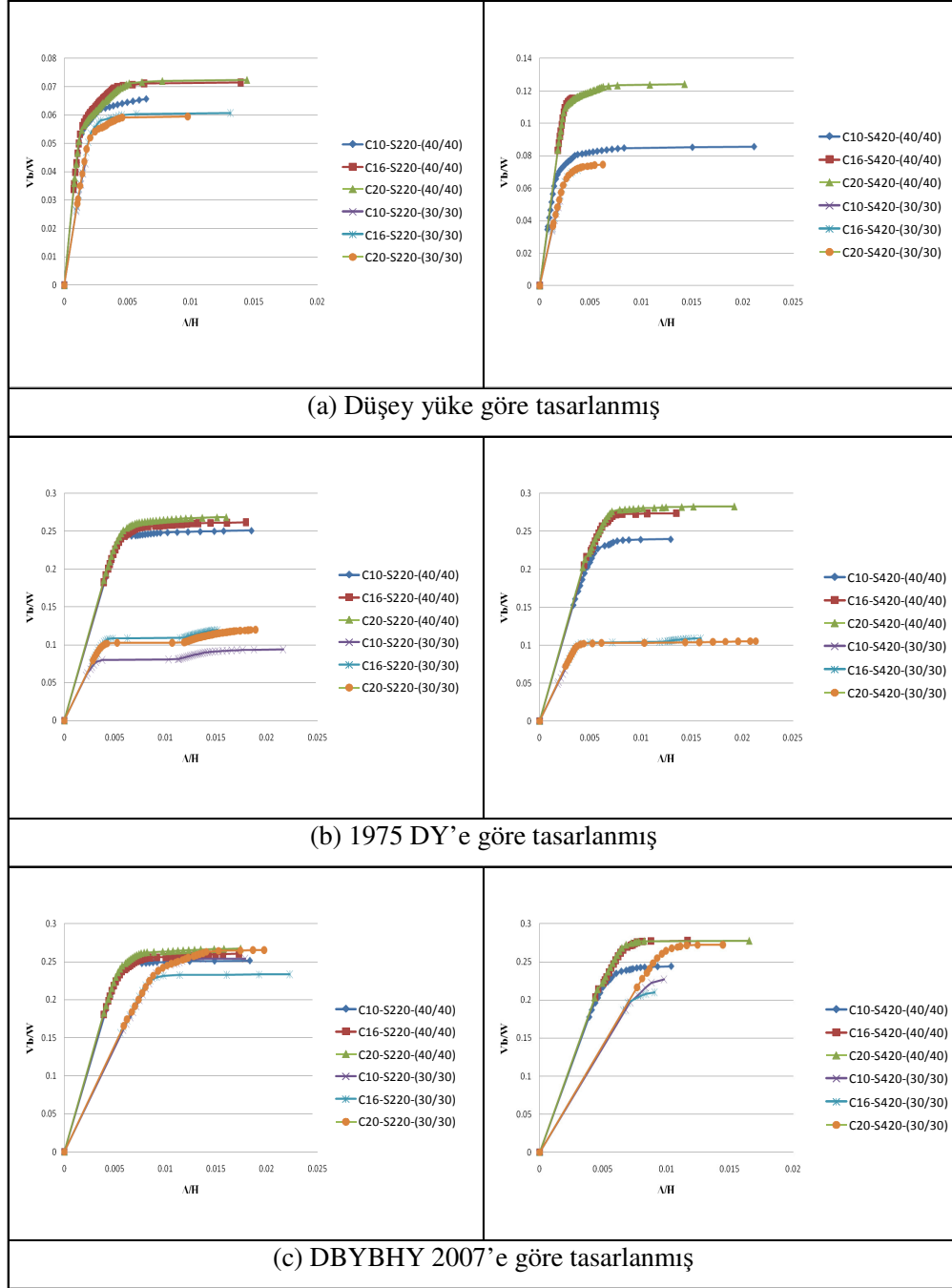
Şekil 4.17. 2 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları



Şekil 4.18. 3 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları



Şekil 4.19. 4 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları



Şekil 4.20. 5 katlı, (a) Düşey yüke göre, (b) 1975 DY'e göre, (c) DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 30/30 ve 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları

Statik itme analizi sonuçları incelendiğinde yapıların beton dayanımlarında meydana gelen artış sonucunda, yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinde belirgin oranda artış görülmediği, fakat yapıların çelik dayanımlarında meydana gelen artış sonucunda yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinin belirgin oranda arttığı gözlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, beton dayanımının yapıların deprem performansına etkisinin ortalama % 8 olduğu görülürken, çelik dayanımının yapıların deprem performansına etkisinin ortalama % 25 olduğu görülmüştür. Çelik dayanımı ile beton dayanımının, yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetine etkisi karşılaştırıldığında çelik dayanımının yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetine etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Kapasite eğrilerinin incelenmesiyle, yapılardaki kolon boyutlarında meydana gelen artış sonucunda yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinde belirgin bir artış olduğu görülmüştür. Kolon boyutlarının yapının taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetine etkisi ortalama % 38 olduğu görülmüştür.

Yapıların yapıldıkları yıllara göre, ilgili yönetmelik altında ve sadece düşey yük etkisi altında tasarlanmasının yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetine etkisi incelendiğinde, DBYBHY 2007'e göre tasarlanan yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetin, 1975 DY ve düşey yüke göre tasarlanmış yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinden daha fazla olduğu gözlenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda DBYBHY 2007'e göre tasarlanan yapıların deprem performanslarının 1975 DY ve düşey yüke göre tasarlanmış yapılara göre ortalama %52 daha fazla olduğu görülmüştür.

Ayrıca yapıların kat sayılarında meydana gelen artış sonucunda yapıların taşıyacağı maksimum taban kuvvetinde belirgin azalış olduğu görülmektedir. Kat sayısının deprem performansına bu etkisi ortalama % 25 olarak belirlenmiştir.

Örneğin; Şekil 4.20.'deki 5 katlı, 1975 DY'e göre tasarlanmış, kolon boyutu 40/40 olan Tip 5 yapısının statik itme analizi sonuçları incelendiğinde, beton dayanımının C10, C16, C20 ve çelik dayanımının S220 olması durumunda grafikte V_b / W oranı 0.25 civarında iken aynı beton sınıfları için çelik sınıfı S420 olması durumunda V_b / W oranı 0.30 civarında olduğu görülmektedir. Aynı kapasite eğrileri incelendiğinde C10, çelik sınıfı S220 olan Tip 5 yapısı incelendiğinde kolon boyutu 40/40 olan yapının taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinin, kolon boyutu 30/30 olan yapının taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinden fazla olduğu görülmektedir. Kolon boyutu 40/40 olan yapının V_b / W oranı 0.35 civarında iken, kolon boyutu 30/30 olan yapısının bu oranı 0.10 civarındadır.

Ayrıca, Şekil 4.20. incelendiğinde düşey yüke göre tasarlanmış, beton sınıfı C10, çelik sınıfı S220, kolon boyutu 40/40 olan yapının V_b / W oranı 0.07 civarında iken, DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış, beton sınıfı C10, çelik sınıfı S220, kolon boyutu 40/40 olan yapının V_b / W oranı 0.25 civarında olduğu görülmektedir. Buradan DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış yapıların deprem performansına etkisi açıkça görülmektedir.

Çalışma kapsamında DBYBHY 2007 esas alınarak, bilgisayar programı ile statik itme analizi gerçekleştirilen yapıların analiz sonucunda elde edilen deprem performansları Bölüm 4.2.'de yer almaktadır (Bkz. Çizelge 4.1. ile Çizelge 4.30.arası).

4.2. Tip Yapıların Deprem Performansları

Modellenen yapıların yapıldıkları yıllara göre, ilgili yönetmelik koşullarına göre ve sadece düşey yük etkisi altında, beton sınıfı, çelik sınıfı, kolon boyutları ve kat sayıları değiştirilerek statik analizleri gerçekleştirildikten sonra DBYBHY 2007’de verilen esaslar doğrultusunda farklı kombinasyonlarda oluşturulan 720 model için çizelgeler halinde doğrusal olmayan deprem performansları incelenmiştir.

Elde edilen performans sonuçları DBYBHY 2007 koşullarına göre Bölüm 4.2.’de sunulmuştur. Çizelge 4.1. ile Çizelge 4.30. arasında verilen bu çizelgeler her sayfada düşey yük, 1975 DY, 2007 DBYBHY koşullarına göre kat sayıları ve kolon boyutları dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Böylece, çalışma kapsamında elde edilen performans sonuçları bu çizelgeler yardımıyla değerlendirme altına alınmıştır. Bölüm 4.2.1.’de Tip 1 yapısına ait sonuçlar, Bölüm 4.2.2.’de Tip 2 yapısına ait sonuçlar, Bölüm 4.2.3.’de Tip 3 yapısına ait sonuçlar, Bölüm 4.2.4.’de Tip 4 yapısına ait sonuçlar, Bölüm 4.2.5.’de Tip 5 yapısına ait sonuçlar verilmiştir.

4.2.1. Tip 1 yapısına ait sonuçlar

Çizelge 4.1. Düşey yükü göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.141	11.1	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 74.5>%30	GD
C16 S220	2	0.148	15.09		% 75.7>%30	GD
C20 S220	2	0.162	18.51		% 75.7>%30	GD
C10 S420	2	0.222	102.0		% 44.8>%30	GD
C16 S420	2	0.222	104.26		% 44.1>%30	GD
C20 S420	2	0.222	107.83		% 43.9>%30	GD
C10 S220	3	0.114	131.71	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	%74.9>%30	GD
C16 S220	3	0.121	160.56		% 74.2>%30	GD
C20 S220	3	0.128	158.53		% 76.0>%30	GD
C10 S420	3	0.147	157.03		% 50.3>%30	GD
C16 S420	3	0.163	159.28		% 51>%30	GD
C20 S420	3	0.165	160.36		% 76.0>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.097	25.78	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 77.2>%30	GD
C16 S220	4	0.108	202.72		% 62.5>%30	GD
C20 S220	4	0.120	29.67		% 66.7>%30	GD
C10 S420	4	0.116	193.66		% 50>%30	GD
C16 S420	4	0.127	207.90		% 53.2>%30	GD
C20 S420	4	0.133	209.53		% 54>%30	GD
C10 S220	5	0.070	261.82	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 65.3>%30	GD
C16 S220	5	0.091	245.92		% 62.5>%30	GD
C20 S220	5	0.098	261.09		% 66.0>%30	GD
C10 S420	5	0.085	263.0		% 45.6>%30	GD
C16 S420	5	0.112	260.5		% 49.3>%30	GD
C20 S420	5	0.116	262.02		% 50.1>%30	GD

Çizelge 4.2. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.167	13.80	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc	% 71.7>%30	GD
C16 S220	2	0.184	15.51		% 55.9>%30	GD
C20 S220	2	0.155	12.79		% 74.8>%30	GD
C10 S420	2	0.228	108.02		%63.9 >%30	GD
C16 S420	2	0.253	108.69		%64.8 >%30	GD
C20 S420	2	0.262	106.63		%45.1 >%30	GD
C10 S220	3	0.130	21.44	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc	% 72.1>%30	GD
C16 S220	3	0.148	120.57		% 55.6>%30	GD
C20 S220	3	0.143	21.48		% 61.0>%30	GD
C10 S420	3	0.161	156.71		% 46.6>%30	GD
C16 S420	3	0.190	159.24		% 47.5>%30	GD
C20 S420	3	0.195	159.38		% 47.9>%30	GD

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.107	103.31	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc	% 73.0>%30	GD
C16 S220	4	0.122	207.66		%67.9>%30	GD
C20 S220	4	0.139	117.80		% 73.5>%30	GD
C10 S420	4	0.125	206.79		% 44.8>%30	GD
C16 S420	4	0.153	208.15		%46.7 >%30	GD
C20 S420	4	0.154	209.35		% 46.10>%30	GD
C10 S220	5	0.078	249.55	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc	% 65.4>%30	GD
C16 S220	5	0.132	247.45		% 64.6>%30	GD
C20 S220	5	0.149	238.97		% 80.5>%30	GD
C10 S420	5	0.095	263.07		% 65.7>%30	GD
C16 S420	5	0.128	260.75		% 44.3>%30	GD
C20 S420	5	0.134	261.07		% 45.2>%30	GD

Çizelge 4.3. 2007 DBYBHY' e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İyeme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.334	36.63	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 44.9>%30	GD
C16 S220	2	0.357	35.2		% 35.4>%30	GD
C20 S220	2	0.367	42.87		%100>%10	GD
C10 S420	2	0.279	32.81		% 42.5>%30	GD
C16 S420	2	0.319	29.23		%46.1>%30	GD
C20 S420	2	0.315	87.82		%33.7>%30	GD
C10 S220	3	0.326	97.95	Belirgin kırış hasar oranı	%39.9>%30	GD
C16 S220	3	0.369	101.03		%50>%10	CG
C20 S220	3	0.371	117.19		%66.5>%10	CG
C10 S420	3	0.275	152.45	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 42.8>%30	GD
C16 S420	3	0.308	156.04		% 38.10>%30	GD
C20 S420	3	0.327	176.31		% 35.4>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İyeme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.330	202.25	Belirgin kırış hasar oranı	% 41.6>%30	GD
C16 S220	4	0.377	201.54		%33.3>%10	CG
C20 S220	4	0.372	209.12		%33.1>%10	CG
C10 S420	4	0.274	118.18	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 55.9>%30	GD
C16 S420	4	0.316	170.67		% 40.3>%30	GD
C20 S420	4	0.321	121.18		% 39.3>%30	GD
C10 S220	5	0.319	262.19	Belirgin kırış hasar oranı	% 42.2>%30	GD
C16 S220	5	0.348	260.89		%16.7>%10	CG
C20 S220	5	0.344	259.79		%16.7>%10	CG
C10 S420	5	0.277	128.01	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	%16.8>%10	CG
C16 S420	5	0.328	177.21		% 23.5<%30	CG
C20 S420	5	0.324	170.53		% 14.7<%30	CG

Çizelge 4.4. Düşey yükü göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.263	75.93	Belirgin kırış hasar oranı	%16.7>%10	CG
C16 S220	2	0.272	16.04	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%50>%20	GD
C20 S220	2	0.271	12.21	Belirgin kırış hasar oranı	%100>%10	CG
C10 S420	2	0.367	24.87		%100>%10	CG
C16 S420	2	0.324	34.70		%100>%10	CG
C20 S420	2	0.387	27.92		%100>%10	CG
C10 S220	3	0.189	117.24	İleri kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	3	0.192	114.62		%100>%20	GD
C20 S220	3	0.192	113.0		%100>%20	GD
C10 S420	3	0.246	115.66		%100>%20	GD
C16 S420	3	0.253	101.06		%100>%20	GD
C20 S420	3	0.253	111.02		%66.7>%20	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.146	159.56	Göçme Bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	4	0.154	158.07		%100>%20	GD
C20 S220	4	0.152	153.45		%100>%20	GD
C10 S420	4	0.188	156.2		%100>%20	GD
C16 S420	4	0.193	154.73		%66.7>%20	GD
C20 S420	4	0.196	154.70		%66.7>%20	GD
C10 S220	5	0.124	200.96	Göçme Bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	5	0.131	199.13		%100>%20	GD
C20 S220	5	0.078	249.55		%66.2>%30	GD
C10 S420	5	0.156	199.69		%100>%20	GD
C16 S420	5	0.160	199.19		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.161	197.48		%100>%20	GD

Çizelge 4.5. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İyime (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.286	57.29	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 47.5>%30	GD
C16 S220	2	0.290	43.64		% 50.5>%30	GD
C20 S220	2	0.287	11.51		% 48.10>%30	GD
C10 S420	2	0.375	42.56	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%50>%20	GD
C16 S420	2	0.388	33.99		%50>%20	GD
C20 S420	2	0.393	36.17		%50>%20	GD
C10 S220	3	0.211	104.72	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	3	0.216	107.81		%100>%20	GD
C20 S220	3	0.214	107.78		%100>%20	GD
C10 S420	3	0.265	114.55		% 47.9>%30	GD
C16 S420	3	0.269	112.59		% 52.60>%30	GD
C20 S420	3	0.270	110.76		% 48.20>%30	GD

No	Kat Sayısı	Spektral İyime (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.173	156.40	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 48.10>%30	GD
C16 S220	4	0.18	155.55		% 53.3>%30	GD
C20 S220	4	0.178	154.19		% 48.20>%30	GD
C10 S420	4	0.202	154.86	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S420	4	0.211	154.15		%100>%20	GD
C20 S420	4	0.211	151.46		%100>%20	GD
C10 S220	5	0.154	196.95	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 47.3>%30	GD
C16 S220	5	0.164	198.58		% 51.4>%30	GD
C20 S220	5	0.166	191.28		% 47.7>%30	GD
C10 S420	5	0.178	200.79	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S420	5	0.185	199.03		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.185	197.11		%100>%20	GD

Çizelge 4.6. 2007 DBYBHY' e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 1 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.326	70.86	Belirgin kırış hasar oranı	%100>%10	CG
C16 S220	2	0.335	68.12		%100>%10	CG
C20 S220	2	0.333	60.18		%100>%10	CG
C10 S420	2	0.447	66.36		%100>%10	CG
C16 S420	2	0.462	64.62		%100>%10	CG
C20 S420	2	0.456	63.04		%100>%10	CG
C10 S220	3	0.219	42.34	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 42.7>%30	GD
C16 S220	3	0.219	40.26		% 38.6>%30	GD
C20 S220	3	0.217	38.90		% 39.9>%30	GD
C10 S420	3	0.321	46.44		% 38.6>%30	GD
C16 S420	3	0.322	44.68		% 36.6>%30	GD
C20 S420	3	0.335	43.26		% 38.9>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.31	67.17	Belirgin kırış hasar oranı	%50>%10	CG
C16 S220	4	0.321	88.71		%50>%10	CG
C20 S220	4	0.321	68.11		%50>%10	CG
C10 S420	4	0.314	154.95		%50>%10	CG
C16 S420	4	0.331	150.02		%100>%10	CG
C20 S420	4	0.329	150.85		%100>%10	CG
C10 S220	5	0.302	201.14	Belirgin kırış hasar oranı	%50>%10	GD
C16 S220	5	0.319	193.24		%50>%10	GD
C20 S220	5	0.322	191.20		%50>%10	GD
C10 S420	5	0.284	201.12		%50>%10	GD
C16 S420	5	0.304	198.91		%50>%10	GD
C20 S420	5	0.304	197.0		%50>%10	GD

4.2.2. Tip 2 yapısına ait sonuçlar

Çizelge 4.7. Düşey yükü göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.127	9.83	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 82.9> %30	GD
C16 S220	2	0.141	11.98		% 66.7> %30	GD
C20 S220	2	0.152	20.27		% 83.3> %30	GD
C10 S420	2	0.189	92.83		% 62.6> %30	GD
C16 S420	2	0.211	61.87		% 61.8> %30	GD
C20 S420	2	0.201	16.63		% 61.6> %30	GD
C10 S220	3	0.104	20.02	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 83.2> %30	GD
C16 S220	3	0.115	165.87		% 83.3> %30	GD
C20 S220	3	0.122	166.55		% 83.1> %30	GD
C10 S420	3	0.131	162.04		% 67.3> %30	GD
C16 S420	3	0.155	164.4		% 67.8> %30	GD
C20 S420	3	0.159	165.94		% 67.7> %30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.086	21.21	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 83.3> %30	GD
C16 S220	4	0.093	212.65		% 82.5> %30	GD
C20 S220	4	0.10	189.42		% 83.7> %30	GD
C10 S420	4	0.098	213.14		% 67.7> %30	GD
C16 S420	4	0.113	213.73		% 67.5> %30	GD
C20 S420	4	0.116	215.59		% 67.0> %30	GD
C10 S220	5	0.081	34.92	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 71.7> %30	GD
C16 S220	5	0.092	222.87		% 82> %30	GD
C20 S220	5	0.09	234.20		% 83.1> %30	GD
C10 S420	5	0.078	272.46		% 66.7> %30	GD
C16 S420	5	0.095	267.14		% 65.4> %30	GD
C20 S420	5	0.078	268.65		% 65.5> %30	GD

Çizelge 4.8. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.151	43.13	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 79.9> %30	GD
C16 S220	2	0.167	14.73		% 71.9> %30	GD
C20 S220	2	0.161	12.54		% 90.0> %30	GD
C10 S420	2	0.213	50.31		% 60.4> %30	GD
C16 S420	2	0.23	111.46		% 72.1> %30	GD
C20 S420	2	0.238	112.28		% 72.1> %30	GD
C10 S220	3	0.112	19.10	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 80.2> %30	GD
C16 S220	3	0.141	48.33		% 71.5> %30	GD
C20 S220	3	0.142	22.41		% 80.7> %30	GD
C10 S420	3	0.156	44.77		% 62.4> %30	GD
C16 S420	3	0.172	164.58		% 64> %30	GD
C20 S420	3	0.179	165.05		% 63.7> %30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.10	27.37	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 78.8> %30	GD
C16 S220	4	0.128	210.37		% 79.4> %30	GD
C20 S220	4	0.137	56.05		% 100> %30	GD
C10 S420	4	0.104	214.18		% 60.3> %30	GD
C16 S420	4	0.141	211.98		% 61.3> %30	GD
C20 S420	4	0.141	215.36		% 62.2> %30	GD
C10 S220	5	0.11	223.52	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 79.4> %30	GD
C16 S220	5	0.139	262.87		% 79.8> %30	GD
C20 S220	5	0.130	268.63		% 80.3> %30	GD
C10 S420	5	0.087	272.37		% 79.3> %30	GD
C16 S420	5	0.129	265.92		% 85.5> %30	GD
C20 S420	5	0.130	268.52		% 61.2> %30	GD

Çizelge 4.9. 2007 DBYBHY' e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.32	106.98	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 50.6> %30	GD
C16 S220	2	0.348	84.5		% 28.4< %30	CG
C20 S220	2	0.366	99.85		% 26.3< %30	CG
C10 S420	2	0.279	99.97		% 61.6> %30	GD
C16 S420	2	0.302	110.86		% 38.1> %30	GD
C20 S420	2	0.320	35.11		% 51.1> %30	GD
C10 S220	3	0.382	147.65	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 27.6< %30	CG
C16 S220	3	0.367	159.39		% 28.4< %30	CG
C20 S220	3	0.382	147.65		% 27.6< %30	CG
C10 S420	3	0.270	158.38		% 61.8> %30	GD
C16 S420	3	0.313	74.65		% 40.4> %30	GD
C20 S420	3	0.325	158.57		% 27.6< %30	CG
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.359	209.66	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 33.7> %30	GD
C16 S220	4	0.371	205.35		% 0< %30	CG
C20 S220	4	0.383	211.69		% 0< %30	CG
C10 S420	4	0.301	214.22		% 77.3> %30	GD
C16 S420	4	0.354	211.21		% 54.1> %30	GD
C20 S420	4	0.352	214.12		% 15.2< %30	CG
C10 S220	5	0.32	270.54	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 0<%30	CG
C16 S220	5	0.303	267.41		% 55.0> %30	GD
C20 S220	5	0.334	268.14		% 0< %30	CG
C10 S420	5	0.351	173.64		% 0<%30	CG
C16 S420	5	0.307	188.29		% 56.0> %30	GD
C20 S420	5	0.360	267.62		% 0< %30	CG

Çizelge 4.10. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi			No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.214	49.71	İleri kırış hasar oranı	%66.7>%20	GD	C10 S220	4	0.108	158.46	İleri kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	2	0.223	20.83		%66.7>%20	GD	C16 S220	4	0.116	146.18	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C20 S220	2	0.224	16.88		%33.3>%20	GD	C20 S220	4	0.117	153.83		%83.3>%20	GD
C10 S420	2	0.297	61.26	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 0< %30	CG	C10 S420	4	0.143	161.52		%100>%20	GD
C16 S420	2	0.321	31.70		% 0< %30	CG	C16 S420	4	0.151	160.99		%83.3>%20	GD
C20 S420	2	0.322	30.75		% 0< %30	CG	C20 S420	4	0.152	160.26		%83.3>%20	GD
C10 S220	3	0.145	90.15	İleri kırış hasar oranı	%83.2>%20	GD	C10 S220	5	0.087	203.46	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	3	0.154	50.51	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%33.3>%20	GD	C16 S220	5	0.097	202.04		%100>%20	GD
C20 S220	3	0.155	111.82	İleri kırış hasar oranı	%83.3>%20	GD	C20 S220	5	0.093	200.93		%100>%20	GD
C10 S420	3	0.193	119.32		%100>%20	GD	C10 S420	5	0.111	203.65		%100>%20	GD
C16 S420	3	0.206	111.39		%83.3>%20	GD	C16 S420	5	0.119	197.48		%100>%20	GD
C20 S420	3	0.216	53.13		%83.3>%20	GD	C20 S420	5	0.125	197.48		%100>%20	GD

Çizelge 4.11. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.229	15.64	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc	% 60.4> %30	GD
C16 S220	2	0.242	16.87		64.3> %30	GD
C20 S220	2	0.233	23.83		% 60.1> %30	GD
C10 S420	2	0.314	60.56	İleri kiriş hasar oranı	%83.3>%20	GD
C16 S420	2	0.329	30.36		%83.3>%20	GD
C20 S420	2	0.331	131.85		100>%20	GD
C10 S220	3	0.163	110.41	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc	% 59.7> %30	GD
C16 S220	3	0.183	35.44		% 65.8> %30	GD
C20 S220	3	0.177	62.99		% 60.2> %30	GD
C10 S420	3	0.205	119.41	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S420	3	0.218	101.72		%83.3>%20	GD
C20 S420	3	0.227	157.68		%83.3>%20	GD

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.147	161.92	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	4	0.150	158.28		%100>%20	GD
C20 S220	4	0.149	160.21		%100>%20	GD
C10 S420	4	0.167	161.55		%100>%20	GD
C16 S420	4	0.175	160.47		%100>%20	GD
C20 S420	4	0.176	158.57		%100>%20	GD
C10 S220	5	0.136	202.37	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	5	0.142	201.96		%100>%20	GD
C20 S220	5	0.142	200.89		%100>%20	GD
C10 S420	5	0.145	203.65		%100>%20	GD
C16 S420	5	0.159	202.12		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.169	200.93		%100>%20	GD

Çizelge 4.12. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İyeme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.299	76.16	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 53.4> %30	GD
C16 S220	2	0.279	11.28		% 54.6> %30	GD
C20 S220	2	0.276	10.71		% 54.8> %30	GD
C10 S420	2	0.394	64.23		% 0< %30	CG
C16 S420	2	0.408	58.38		% 0< %30	CG
C20 S420	2	0.418	18.90		% 0< %30	CG
C10 S220	3	0.145	90.15	İleri kırış hasar oranı	%83.3>%20	GD
C16 S220	3	0.35	112.19	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 0< %30	CG
C20 S220	3	0.347	110.06		% 0< %30	CG
C10 S420	3	0.311	114.82		% 28.1< %30	CG
C16 S420	3	0.33	113.41		% 0< %30	CG
C20 S420	3	0.334	111.48		% 0< %30	CG
No	Kat Sayısı	Spektral İyeme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.325	56.58	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 61.4>%30	GD
C16 S220	4	0.356	155.0		% 0< %30	CG
C20 S220	4	0.354	154.07		% 0< %30	CG
C10 S420	4	0.293	157.98		% 56.8>%30	GD
C16 S420	4	0.329	156.08		% 27.2< %30	CG
C20 S420	4	0.324	154.91		% 28.4<%30	CG
C10 S220	5	0.325	220.83	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 0< %30	CG
C16 S220	5	0.319	201.46		% 0< %30	CG
C20 S220	5	0.328	199.11		% 0< %30	CG
C10 S420	5	0.287	203.46		% 57.5>%30	GD
C16 S420	5	0.335	201.68		% 29.2< %30	CG
C20 S420	5	0.569	198.76	Belirgin kırış hasar oranı	%0<%10	HK

4.2.3. Tip 3 yapısına ait sonuçlar

Çizelge 4.13. Dişey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.122	10.13	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc oranı	% 86.1>%30	GD
C16 S220	2	0.145	117.05		% 86.6>%30	GD
C20 S220	2	0.143	112.75		% 86.3>%30	GD
C10 S420	2	0.18	100.73		% 70.6>%30	GD
C16 S420	2	0.206	117.22		% 70.6>%30	GD
C20 S420	2	0.201	116.66		% 70.4>%30	GD
C10 S220	3	0.097	14.80	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc oranı	% 86.4>%30	GD
C16 S220	3	0.114	21.18		% 86.9>%30	GD
C20 S220	3	0.124	48.44		% 86.5>%30	GD
C10 S420	3	0.124	18.63		% 76.1>%30	GD
C16 S420	3	0.146	166.22		% 76.4>%30	GD
C20 S420	3	0.153	34.73		% 76.1>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.085	22.47	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc oranı	% 87.0>%30	GD
C16 S220	4	0.091	210.38		% 86.5>%30	GD
C20 S220	4	0.105	97.07		% 86.9>%30	GD
C10 S420	4	0.094	198.26		% 75.6>%30	GD
C16 S420	4	0.110	203.36		% 77.0>%30	GD
C20 S420	4	0.115	218.60		% 76.6>%30	GD
C10 S220	5	0.076	28.95	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc oranı	% 73.3>%30	GD
C16 S220	5	0.077	270		% 86.3>%30	GD
C20 S220	5	0.075	272.45		% 86.9>%30	GD
C10 S420	5	0.071	277.94		% 75.9>%30	GD
C16 S420	5	0.111	110.27		% 74.4>%30	GD
C20 S420	5	0.095	272.25		75.9>%30	GD

Çizelge 4.14. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.138	11.44	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 82.3>%30	GD
C16 S220	2	0.159	15.21		% 93.3>%30	GD
C20 S220	2	0.167	20.45		% 90.4>%30	GD
C10 S420	2	0.191	114.39		% 68.2>%30	GD
C16 S420	2	0.216	115.91		66.3>%30	GD
C20 S420	2	0.224	117.18		% 66.8>%30	GD
C10 S220	3	0.10	14.43	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 79.6>%30	GD
C16 S220	3	0.132	22.04		% 88.9>%30	GD
C20 S220	3	0.134	37.72		% 100>%30	GD
C10 S420	3	0.131	164.52		% 70.8>%30	GD
C16 S420	3	0.16	167.11		% 71.5>%30	GD
C20 S420	3	0.165	26.94		% 72>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.096	24.89	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 83.9>%30	GD
C16 S220	4	0.144	164.92		% 79.6>%30	GD
C20 S220	4	0.149	189.37		% 79.7>%30	GD
C10 S420	4	0.110	77.16		% 73.6>%30	GD
C16 S420	4	0.137	215.87		% 70.2>%30	GD
C20 S420	4	0.142	217.75		% 70.8>%30	GD
C10 S220	5	0.114	65.70	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 81.4>%30	GD
C16 S220	5	0.146	256.93		% 88.4>%30	GD
C20 S220	5	0.138	254.62		% 88.6>%30	GD
C10 S420	5	0.097	35.37		% 83.9>%30	GD
C16 S420	5	0.133	271.62		% 87>%30	GD
C20 S420	5	0.127	271.99		% 76>%30	GD

Çizelge 4.15. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İyeme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.347	80.55	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc oranı	% 62.4>%30	GD
C16 S220	2	0.382	77.38		% 40.3>%30	GD
C20 S220	2	0.38	99.33		% 21.3< %30	CG
C10 S420	2	0.281	52.57		% 73.0>%30	GD
C16 S420	2	0.308	40.22		% 38>%30	GD
C20 S420	2	0.326	57.81		% 50.4>%30	GD
C10 S220	3	0.353	141.45	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc oranı	% 63.4>%30	GD
C16 S220	3	0.391	153.36		% 0< %30	CG
C20 S220	3	0.387	163.20		% 0< %30	CG
C10 S420	3	0.306	71.98		% 73>%30	GD
C16 S420	3	0.353	161.21		% 40.4> %30	GD
C20 S420	3	0.356	160.12		% 40.6> %30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İyeme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.353	206.50	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc oranı	% 44> %30	GD
C16 S220	4	0.361	217.43		% 0< %30	CG
C20 S220	4	0.379	218.47		% 0< %30	CG
C10 S420	4	0.299	218.45		%70.1> %30	GD
C16 S420	4	0.35	180.64		% 62.4> %30	GD
C20 S420	4	0.351	216.9		% 18< %30	CG
C10 S220	5	0.315	269.98	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre:plastikleşen kolon Vc oranı	% 0<%30	CG
C16 S220	5	0.320	270.40		% 0<%30	CG
C20 S220	5	0.328	270.72		% 0<%30	CG
C10 S420	5	0.30	159.5		% 61>%30	GD
C16 S420	5	0.288	213.17		% 73.1>%30	GD
C20 S420	5	0.357	225.77		% 37.2>%30	GD

Çizelge 4.16. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.141	31.97	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%80>%20	GD
C16 S220	2	0.147	32,0		%50>%20	GD
C20 S220	2	0.146	56.61		%50>%20	GD
C10 S420	2	0.293	52.82	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 0< %30	CG
C16 S420	2	0.312	74.18		% 0< %30	CG
C20 S420	2	0.313	27.69		% 0< %30	CG
C10 S220	3	0.143	102.66	İleri hasar bölgesi kiriş hasar oranı	%85>%20	GD
C16 S220	3	0.151	111.7	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	CG
C20 S220	3	0.156	67.37	İleri hasar bölgesi kiriş hasar oranı	%85>%20	GD
C10 S420	3	0.191	116.98		%100>%20	GD
C16 S420	3	0.201	112.93		%85>%20	GD
C20 S420	3	0.274	116.17		%85>%20	GD

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.104	164.25	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	4	0.161	164.23		%100>%20	GD
C20 S220	4	0.113	162.49		%90>%20	GD
C10 S420	4	0.139	161.43		%100>%20	GD
C16 S420	4	0.146	163.10		%80>%20	GD
C20 S420	4	0.148	162.32		%80>%20	GD
C10 S220	5	0.083	205.18	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	5	0.093	203.01		%100>%20	GD
C20 S220	5	0.091	203.01		%100>%20	GD
C10 S420	5	0.115	182.69		%100>%20	GD
C16 S420	5	0.117	203.66		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.123	201.0		%100>%20	GD

Çizelge 4.17. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.223	17.06	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%70>%20	GD
C16 S220	2	0.239	22.3		%70>%20	GD
C20 S220	2	0.15	47.51		%100>%20	GD
C10 S420	2	0.304	51.51		%30>%20	GD
C16 S420	2	0.319	25.02		%30>%20	GD
C20 S420	2	0.32	48.39		%30>%20	GD
C10 S220	3	0.165	97.82	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 68.8>%30	GD
C16 S220	3	0.172	118.02		% 74.3>%30	GD
C20 S220	3	0.177	59.29		% 69.2>%30	GD
C10 S420	3	0.203	116.24	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%70>%20	GD
C16 S420	3	0.216	90.05		%70>%20	GD
C20 S420	3	0.218	106.66		%70>%20	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.144	147.65	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 74.3>%30	GD
C16 S220	4	0.15	159.01		% 74.3>%30	GD
C20 S220	4	0.146	162.23		% 69.6>%30	GD
C10 S420	4	0.164	162.62	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S420	4	0.172	161.7		%100>%20	GD
C20 S420	4	0.173	159.79		%100>%20	GD
C10 S220	5	0.133	200.85	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 72.1>%30	GD
C16 S220	5	0.142	202.97		% 74.5>%30	GD
C20 S220	5	0.142	202.72		% 69.9>%30	GD
C10 S420	5	0.145	205.26	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S420	5	0.145	195.27		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.145	202.98		%100>%20	GD

Çizelge 4.18. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 3 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.296	77.95	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%62.7 > %30	GD
C16 S220	2	0.307	71.35		%46.7> %30	GD
C20 S220	2	0.199	24.68		% 0< %30	CG
C10 S420	2	0.393	73.02		% 0< %30	CG
C16 S420	2	0.413	71.0		% 0< %30	CG
C20 S420	2	0.406	18.04		% 0< %30	CG
C10 S220	3	0.327	115.27	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%37.3 > %30	GD
C16 S220	3	0.354	114.19		% 0< %30	CG
C20 S220	3	0.329	30.72		% 0< %30	CG
C10 S420	3	0.299	16.58		%38.3 > %30	GD
C16 S420	3	0.322	115.45		% 27.2< %30	CG
C20 S420	3	0.327	113.82		% 0< %30	CG
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.327	157.6	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%70.9> %30	GD
C16 S220	4	0.352	157.08		% 0< %30	CG
C20 S220	4	0.356	155.72		% 0< %30	CG
C10 S420	4	0.286	159.44		%66.7> %30	GD
C16 S420	4	0.328	158.0		%40> %30	GD
C20 S420	4	0.324	157.14		%38.4> %30	GD
C10 S220	5	0.305	205.08	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 27.7< %30	CG
C16 S220	5	0.317	203.35		% 0< %30	CG
C20 S220	5	0.324	200.77		% 0< %30	CG
C10 S420	5	0.293	204.48		%68.5 > %30	GD
C16 S420	5	0.333	202.92		% 21.3< %30	CG
C20 S420	5	0.341	202.92		%38.5 > %30	GD

4.2.4. Tip 4 yapısına ait sonuçlar

Çizelge 4.19. Dişey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.121	10.31	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%88.7>%30	GD
C16 S220	2	0.139	12.62		%66.7>%30	GD
C20 S220	2	0.141	12.83		%88.9>%30	GD
C10 S420	2	0.17	116.57		%80.3>%30	GD
C16 S420	2	0.20	119.02		%76.0>%30	GD
C20 S420	2	0.201	113.68		%79.7>%30	GD
C10 S220	3	0.097	14.59	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 88.3>%30	GD
C16 S220	3	0.115	19.83		% 89.4>%30	GD
C20 S220	3	0.123	47.89		% 89>%30	GD
C10 S420	3	0.123	18.68		% 81.1>%30	GD
C16 S420	3	0.148	26.96		% 81.2>%30	GD
C20 S420	3	0.153	35.35		% 81.1>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.084	45.42	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 89.4>%30	GD
C16 S220	4	0.101	149.17		% 89.1>%30	GD
C20 S220	4	0.093	210.57		% 89.4>%30	GD
C10 S420	4	0.104	146.45		% 80.7>%30	GD
C16 S420	4	0.109	219.19		% 80.7>%30	GD
C20 S420	4	0.114	219.68		% 80.7>%30	GD
C10 S220	5	0.076	32.95	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 79.8>%30	GD
C16 S220	5	0.08	259.02		% 88.9>%30	GD
C20 S220	5	0.09	182.76		% 89.3>%30	GD
C10 S420	5	0.071	281.92		% 80.9>%30	GD
C16 S420	5	0.096	257.70		% 79.4>%30	GD
C20 S420	5	0.092	274.08		% 80.3>%30	GD

Çizelge 4.20. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.125	10.17	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 91.5>%30	GD
C16 S220	2	0.148	12.26		% 93.5>%30	GD
C20 S220	2	0.166	22.49		% 91.3>%30	GD
C10 S420	2	0.186	111.52		% 74.1>%30	GD
C16 S420	2	0.208	118.02		% 72.5>%30	GD
C20 S420	2	0.216	118.19		% 72.8>%30	GD
C10 S220	3	0.093	13.7	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 86.3>%30	GD
C16 S220	3	0.131	22.41		% 91.1>%30	GD
C20 S220	3	0.132	23.13		% 95.1>%30	GD
C10 S420	3	0.126	166.55		% 76.4>%30	GD
C16 S420	3	0.156	168.80		% 77.0>%30	GD
C20 S420	3	0.163	27.26		% 77.4>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.102	29.24	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 87>%30	GD
C16 S220	4	0.148	169.68		% 85.5>%30	GD
C20 S220	4	0.124	219.8		% 94.6>%30	GD
C10 S420	4	0.104	35.93		% 77.3>%30	GD
C16 S420	4	0.136	219.16		% 79.9>%30	GD
C20 S420	4	0.142	120.0		% 76.6>%30	GD
C10 S220	5	0.108	250.37	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 83.2>%30	GD
C16 S220	5	0.15	207.49		% 80.2>%30	GD
C20 S220	5	0.135	266.36		% 93.4>%30	GD
C10 S420	5	0.10	236.37		% 82.5>%30	GD
C16 S420	5	0.14	229.17		% 89.6>%30	GD
C20 S420	5	0.14	223.86		% 93.1>%30	GD

Çizelge 4.21. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tıp 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.343	37.97	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 69.3> %30	GD
C16 S220	2	0.391	66.91		% 35.7> %30	GD
C20 S220	2	0.383	99.84		% 11.2< %30	CG
C10 S420	2	0.280	41.71		% 79> %30	GD
C16 S420	2	0.341	51.22		% 53.8> %30	GD
C20 S420	2	0.319	36.83		% 46.3> %30	GD
C10 S220	3	0.353	152.64	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 69.6> %30	GD
C16 S220	3	0.396	140.09		% 0< %30	CG
C20 S220	3	0.392	161.77		% 0< %30	CG
C10 S420	3	0.312	88.67		% 78.7> %30	GD
C16 S420	3	0.343	163.45		% 48.1> %30	GD
C20 S420	3	0.361	162.01		% 49> %30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.353	219.9	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 17.2< %30	CG
C16 S220	4	0.362	101.89		% 11.9< %30	GD
C20 S220	4	0.381	218.53		% 0< %30	CG
C10 S420	4	0.301	219.74		% 69.2> %30	GD
C16 S420	4	0.341	139.15		% 68.5> %30	GD
C20 S420	4	0.346	220.66		% 29.8< %30	CG
C10 S220	5	0.306	282.07	İleri hasar bölgesi kolon hasar oranı Vc oranı	%100>%20, % 0<%30	GÖ
C16 S220	5	0.284	274.46	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 72.1> %30	GD
C20 S220	5	0.325	273.44		% 29.8< %30	GD
C10 S420	5	0.29	149.57		% 77.4> %30	GD
C16 S420	5	0.278	165.84		% 77.1> %30	GD
C20 S420	5	0.336	274.61		% 45.5> %30	GD

Çizelge 4.22. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.209	30.65	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%53.3>%20	GD
C16 S220	2	0.225	18.54	İleri hasar bölgesi kiriş hasar oranı	%33.3>%20	GD
C20 S220	2	0.215	14.79		%33.3<%20	GD
C10 S420	2	0.289	48.55	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 0<%30	CG
C16 S420	2	0.31	25.99		% 0<%30	CG
C20 S420	2	0.31	35.08		% 0<%30	CG
C10 S220	3	0.143	107.38	İleri hasar bölgesi kiriş hasar oranı	%86.7>%20	GD
C16 S220	3	0.154	33.21	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C20 S220	3	0.153	108.85	İleri hasar bölgesi kiriş hasar oranı	%86.7>%20	GD
C10 S420	3	0.188	122.05		%86.7>%20	GD
C16 S420	3	0.195	121.68		%86.7>%20	GD
C20 S420	3	0.202	121.08		%86.7>%20	GD

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.102	165.30	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	4	0.109	165.17		%100>%20	GD
C20 S220	4	0.111	164.36		%100>%20	GD
C10 S420	4	0.137	162.41		%100>%20	GD
C16 S420	4	0.144	164.2		%93.3>%20	GD
C20 S420	4	0.147	163.54		%80>%20	GD
C10 S220	5	0.082	206.03	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	5	0.096	181.62		%100>%20	GD
C20 S220	5	0.088	204.19		%100>%20	GD
C10 S420	5	0.106	206.25		%100>%20	GD
C16 S420	5	0.114	204.58		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.12	196.97		%100>%20	GD

Çizelge 4.23. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.214	11.25	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%73.3>%20	GD
C16 S220	2	0.234	19.63		%80>%20	GD
C20 S220	2	0.224	17.02		%80>%20	GD
C10 S420	2	0.299	48.59		%26.7>%20	GD
C16 S420	2	0.313	24.36		%26.7>%20	GD
C20 S420	2	0.314	23.39		%26.7>%20	GD
C10 S220	3	0.163	118.91	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 74.5>%30	GD
C16 S220	3	0.169	120.57		% 79>%30	GD
C20 S220	3	0.177	70.56		% 75>%30	GD
C10 S420	3	0.201	177.49	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%66.7>%20	GD
C16 S420	3	0.211	120.06		%66.7>%20	GD
C20 S420	3	0.216	58.56		%66.7>%20	GD

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.139	163.66	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 79.4>%30	GD
C16 S220	4	0.163	163.35		% 79.4>%30	GD
C20 S220	4	0.146	163.52		% 75.4>%30	GD
C10 S420	4	0.171	162.28	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%86.7>%20	GD
C16 S420	4	0.17	163.41		%100>%20	GD
C20 S420	4	0.17	162.23		%100>%20	GD
C10 S220	5	0.128	206.28	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	%77.5>%30	GD
C16 S220	5	0.142	204.35		%79.6>%30	GD
C20 S220	5	0.142	203.84		%75.5>%30	GD
C10 S420	5	0.151	181.81	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S420	5	0.154	204.59		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.151	204.15		%100>%20	GD

Çizelge 4.24. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.293	78.90	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%68.6>%30	GD
C16 S220	2	0.327	64.44		%46.4>%30	GD
C20 S220	2	0.306	66.86		57.5>%30	GD
C10 S420	2	0.381	74.58		% 0<%30	CG
C16 S420	2	0.395	72.53		% 0<%30	CG
C20 S420	2	0.395	72.53		% 0<%30	CG
C10 S220	3	0.327	116.26	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%45.7>%30	GD
C16 S220	3	0.361	113.01		% 0<%30	CG
C20 S220	3	0.36	108.39		% 0<%30	CG
C10 S420	3	0.288	117.58		%52.5>%30	GD
C16 S420	3	0.318	116.45		%48>%30	GD
C20 S420	3	0.314	115.72		%46.7>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.33	158.61	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%71.7>%30	GD
C16 S220	4	0.351	158.49		% 0<%30	CG
C20 S220	4	0.359	157.14		% 0<%30	CG
C10 S420	4	0.284	160.21		%73.2>%30	GD
C16 S420	4	0.331	158.11		%48.3>%30	GD
C20 S420	4	0.326	158.45		%40.6>%30	GD
C10 S220	5	0.305	206.23	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 25.1<%30	CG
C16 S220	5	0.316	203.99		% 0<%30	CG
C20 S220	5	0.323	203.55		% 0<%30	CG
C10 S420	5	0.297	181.04		%75.4>%30	GD
C16 S420	5	0.333	204.31		% 12.3<%30	CG
C20 S420	5	0.342	204.08		% 29.8<%30	CG

4.2.5. Tip 5 yapısına ait sonuçlar

Çizelge 4.25. Dişey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.12	10.43	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 90.5> %30	GD
C16 S220	2	0.138	12.65		%91.1>%30	GD
C20 S220	2	0.14	12.86		% 90.7> %30	GD
C10 S420	2	0.169	111.54		% 87.4> %30	GD
C16 S420	2	0.18	15.76		% 82.7> %30	GD
C20 S420	2	0.19	17.11		% 82.5> %30	GD
C10 S220	3	0.089	13.45	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%90.7>%30	GD
C16 S220	3	0.115	19.79		%91.2>%30	GD
C20 S220	3	0.123	48.86		%90.7>%30	GD
C10 S420	3	0.122	19.62		%84.4>%30	GD
C16 S420	3	0.148	28.86		%84.5>%30	GD
C20 S420	3	0.156	35.38		%84.4>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.083	80.49	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%91>%30	GD
C16 S220	4	0.103	62.42		%90.8>%30	GD
C20 S220	4	0.090	221.66		%91>%30	GD
C10 S420	4	0.098	38.22		%84>%30	GD
C16 S420	4	0.107	219.85		%84>%30	GD
C20 S420	4	0.111	222.35		%84>%30	GD
C10 S220	5	0.074	31.26	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	%85.3>%30	GD
C16 S220	5	0.073	276.69		%90.7>%30	GD
C20 S220	5	0.073	275.97		%91>%30	GD
C10 S420	5	0.084	34.51		%84.2>%30	GD
C16 S420	5	0.106	135.21		%81.2>%30	GD
C20 S420	5	0.091	276.18		%83.7>%30	GD

Çizelge 4.26. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İyime (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.124	10.27	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%92.2>%30	GD
C16 S220	2	0.141	11.82		%96.7>%30	GD
C20 S220	2	0.164	20.29		%92.1>%30	GD
C10 S420	2	0.187	68.91		%78.2>%30	GD
C16 S420	2	0.196	17.38		%78.7>%30	GD
C20 S420	2	0.212	118.93		%71.2>%30	GD
C10 S220	3	0.086	13.3	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%92.1>%30	GD
C16 S220	3	0.131	16.5		%90.3>%30	GD
C20 S220	3	0.113	32.47		%100>%30	GD
C10 S420	3	0.132	30.65		%80.2>%30	GD
C16 S420	3	0.157	166.12		%80.7>%30	GD
C20 S420	3	0.161	171.53		%81.2>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İyime (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.099	24.89	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%84.9>%30	GD
C16 S220	4	0.151	192.44		%87.4>%30	GD
C20 S220	4	0.146	220.59		%84.4>%30	GD
C10 S420	4	0.103	48.67		%80.3>%30	GD
C16 S420	4	0.143	54.86		%90.5>%30	GD
C20 S420	4	0.134	208.64		%80.3>%30	GD
C10 S220	5	0.111	284.51	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	%91.3>%30	GD
C16 S220	5	0.151	244.53		%82.1>%30	GD
C20 S220	5	0.148	265.17		%90>%30	GD
C10 S420	5	0.099	36.85		%85.6>%30	GD
C16 S420	5	0.135	266.75		%92.2>%30	GD
C20 S420	5	0.127	274.49		%90.2>%30	GD

Çizelge 4.27. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.352	74.39	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%82.2>%30	GD
C16 S220	2	0.392	70.13		%55.2>%30	GD
C20 S220	2	0.392	105.52		%53>%30	GD
C10 S420	2	0.290	54.69		%60.7>%30	GD
C16 S420	2	0.346	43.54		%55.2>%30	GD
C20 S420	2	0.333	46.09		%53>%30	GD
C10 S220	3	0.352	158.17	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%60.7>%30	GD
C16 S220	3	0.401	115.20		% 0<%30	CG
C20 S220	3	0.397	149.04		% 0<%30	CG
C10 S420	3	0.298	163.65		%80.2>%30	GD
C16 S420	3	0.335	165.33		%43.8>%30	GD
C20 S420	3	0.348	168.51		%55.3>%30	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.358	215.09	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 8.2<%30	CG
C16 S220	4	0.377	216.54		% 0<%30	CG
C20 S220	4	0.385	218.7		% 0<%30	CG
C10 S420	4	0.304	223.22		%73.5>%30	GD
C16 S420	4	0.325	148.34		%72.8>%30	GD
C20 S420	4	0.351	222.17		%30.6>%30	GD
C10 S220	5	0.30	284.58	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 8.2<%30	CG
C16 S220	5	0.279	276.56		% 0<%30	GD
C20 S220	5	0.32	273.76		% 0<%30	CG
C10 S420	5	0.281	143.61		% 80.8>%30	CG
C16 S420	5	0.266	153.78		% 81%30	GD
C20 S420	5	0.329	274.63		%51.6>%30	CG

Çizelge 4.28. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.205	15.4	İleri kırış hasar oranı	%28.6>%20	GD
C16 S220	2	0.222	15.9		%69>%20	GD
C20 S220	2	0.217	48.36		%28.6>%20	GD
C10 S420	2	0.287	50.57		%11.9>%20	GD
C16 S420	2	0.307	25.04		%16.7>%20	GD
C20 S420	2	0.307	27.0		%16.7>%20	GD
C10 S220	3	0.142	106.36	İleri kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	3	0.154	32.92		%88.1>%20	GD
C20 S220	3	0.151	116.72		%88.1>%20	GD
C10 S420	3	0.186	122.91		%88.1>%20	GD
C16 S420	3	0.193	122.97		%88.1>%20	GD
C20 S420	3	0.203	46.55		%88.1>%20	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.101	165.49	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	4	0.112	164.84		%100>%20	GD
C20 S220	4	0.11	165.19		%100>%20	GD
C10 S420	4	0.135	164.68		%100>%20	GD
C16 S420	4	0.142	164.87		%95.2>%20	GD
C20 S420	4	0.144	164.49		%90.5>%20	GD
C10 S220	5	0.088	179.63	Göçme bölgesi kırış hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	5	0.087	205.11		%100>%20	GD
C20 S220	5	0.088	204.87		%100>%20	GD
C10 S420	5	0.104	207.01		%100>%20	GD
C16 S420	5	0.111	205.25		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.113	205.04		%100>%20	GD

Çizelge 4.29. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tıp 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.208	12.7	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%76.2>%20	GD
C16 S220	2	0.23	16.91		%81>%20	GD
C20 S220	2	0.222	15.38		%81>%20	GD
C10 S420	2	0.287	19.82		%23.8>%20	GD
C16 S420	2	0.314	24.93		%23.8>%20	GD
C20 S420	2	0.311	72.6		%23.8>%20	GD
C10 S220	3	0.161	124.28	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%92.5>%20	GD
C16 S220	3	0.17	118.69		%100>%20	GD
C20 S220	3	0.175	80.10		%95.2>%20	GD
C10 S420	3	0.199	118.62		%71.4>%20	GD
C16 S420	3	0.209	120.87		%71.4>%20	GD
C20 S420	3	0.215	64.47		%59.5>%20	GD
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.139	164.71	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	4	0.149	164.76		%100>%20	GD
C20 S220	4	0.149	159.04		%100>%20	GD
C10 S420	4	0.159	163.68		%100>%20	GD
C16 S420	4	0.168	163.83		%100>%20	GD
C20 S420	4	0.17	162.52		%100>%20	GD
C10 S220	5	0.126	207.02	Göçme bölgesi kiriş hasar oranı	%100>%20	GD
C16 S220	5	0.142	203.70		%100>%20	GD
C20 S220	5	0.142	204.83		%100>%20	GD
C10 S420	5	0.149	184.10		%100>%20	GD
C16 S420	5	0.15	205.04		%100>%20	GD
C20 S420	5	0.15	204.76		%100>%20	GD

Çizelge 4.30. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 5 yapısının analiz sonucunda elde edilen deprem performansları

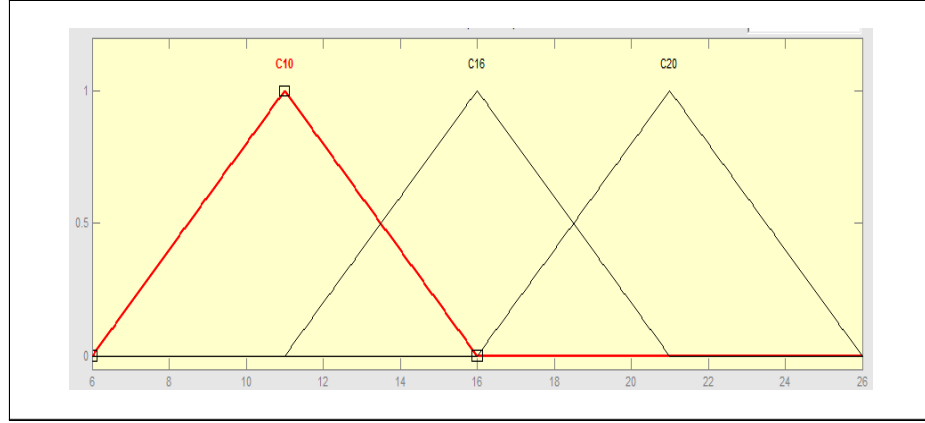
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	2	0.298	77.14	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%64>%30	GD
C16 S220	2	0.304	15.12		%53.1>%30	GD
C20 S220	2	0.315	45.25		%52.7>%30	GD
C10 S420	2	0.372	75.24		% 2.3<%30	CG
C16 S420	2	0.386	17.15		% 0<%30	CG
C20 S420	2	0.395	17.50		% 0<%30	CG
C10 S220	3	0.325	112.29	Vc oranı	%52>%30	GD
C16 S220	3	0.365	107.26	Belirgin giriş hasar oranı, Vc oranı	%0<%10, %0<%30	HK
C20 S220	3	0.359	107.37	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	% 0<%30	CG
C10 S420	3	0.285	118.47		%52.5>%30	GD
C16 S420	3	0.313	117.04		%53.7>%30	GD
C20 S420	3	0.311	116.84		% 0<%30	CG
No	Kat Sayısı	Spektral İvme (Sa) (g)	Spektral Yerdeğiştirme (Sd) (mm)	Performans Seviyesi		
C10 S220	4	0.33	159.67	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc oranı	%44.8>%30	GD
C16 S220	4	0.352	159.17		% 0<%30	CG
C20 S220	4	0.359	158.34		% 0<%30	CG
C10 S420	4	0.281	160.92		%77.5>%30	GD
C16 S420	4	0.329	155.22		%54.8>%30	GD
C20 S420	4	0.328	158.91		% 18.2<%30	CG
C10 S220	5	0.305	206.84	Alt ve üst kesitlerinde minimum hasar bölgesini aşan kolonların kesme kuvveti dağılımına göre;plastikleşen kolon Vc	% 17.8<%30	CG
C16 S220	5	0.316	204.57		% 0<%30	CG
C20 S220	5	0.322	204.49		% 0<%30	CG
C10 S420	5	0.299	200.54		%78.4>%30	GD
C16 S420	5	0.338	204.29		% 26<%30	CG
C20 S420	5	0.335	204.96		% 12.4<%30	CG

4.3. Statik İtme Analizi ile Bulanık Mantık Sonuçlarının Karşılaştırılması

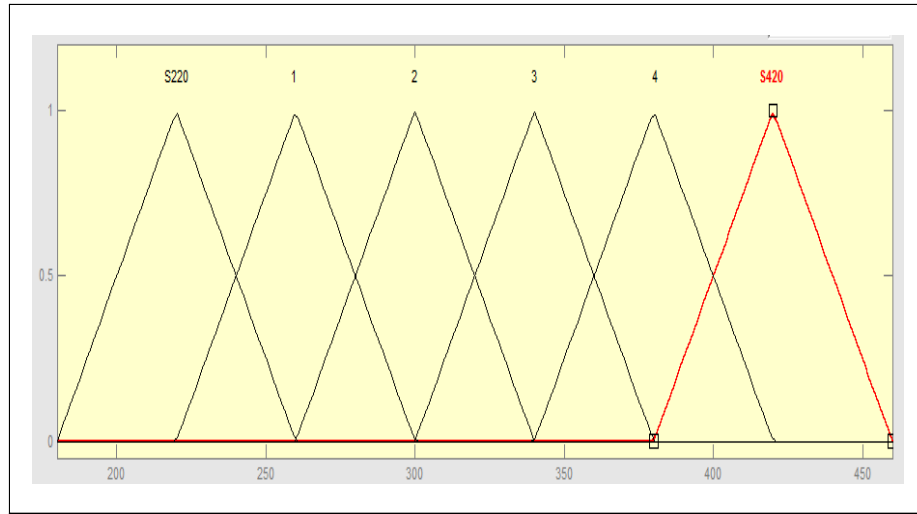
Mevcut betonarme yapıların deprem güvenliklerinin tahmin edilmesi amacıyla, MATLAB programı ile bir bulanık mantık modeli oluşturulmuştur. Bu modelde 432 model yapının statik itme analizi sonucunda elde edilen, taban kesme kuvveti / yapı ağırlığı (V_b/W), yatay yer değiştirme / kat yüksekliği (Δ/H) değerleri çıktı olarak kullanılmıştır. Çıktı olarak bilgileri kullanılan yapılar; Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 yapılarıdır. Yapıların performanslarına etki eden parametreler olan beton sınıfı, çelik sınıfı, yönetmelik, periyot ve kayma rijitliği de girdi olarak kullanılmıştır. Girdi değerlerinden biri olarak kayma rijitliğinin seçilmesinin nedeni, kayma rijitliğinin yapıda kiriş ve kolon kesit ölçüleri, açıklık aralıkları, beton dayanımı ve kat yüksekliklerine bağlı olduğudur (Bkz. Formül (3.8.), (3.9.)).

Çalışma kapsamında MATLAB programı yardımıyla gerçekleştirilen analiz sonucunda, 288 model yapının statik itme analizi sonuçları bulanık mantık modelinin geçerliliğinin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Test amacıyla kullanılan bu yapılar Tip 2 ve Tip 4 yapılarıdır. Bulanık mantık ile statik itme analizi sonuçları arasındaki hata oranları (Bkz. Çizelge 4.20. ile Çizelge 4.41.) arasında yer almaktadır.

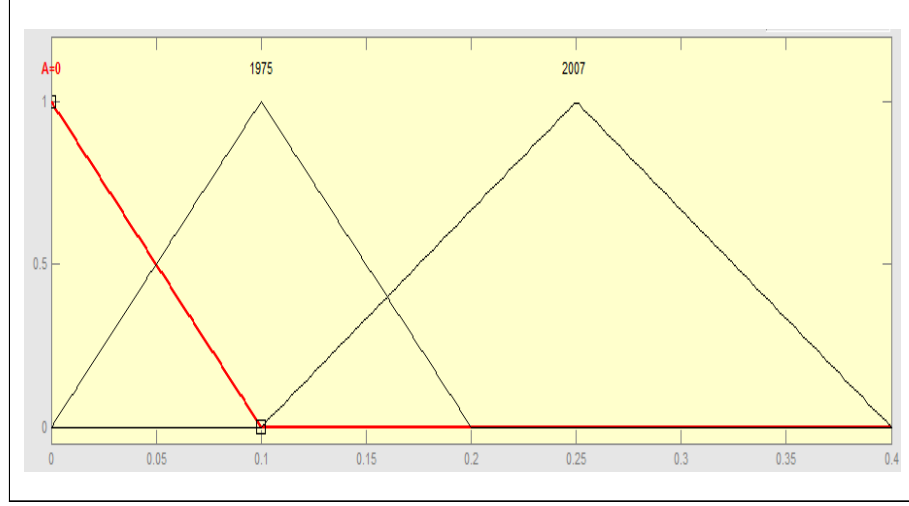
Çalışmada bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan parametrelerin oluşturulan üyelik fonksiyonları aşağıdaki (Bkz. Şekil 4.21., Şekil 4.22., Şekil 4.23., Şekil 4.24., Şekil 4.25.)'de yer almaktadır.



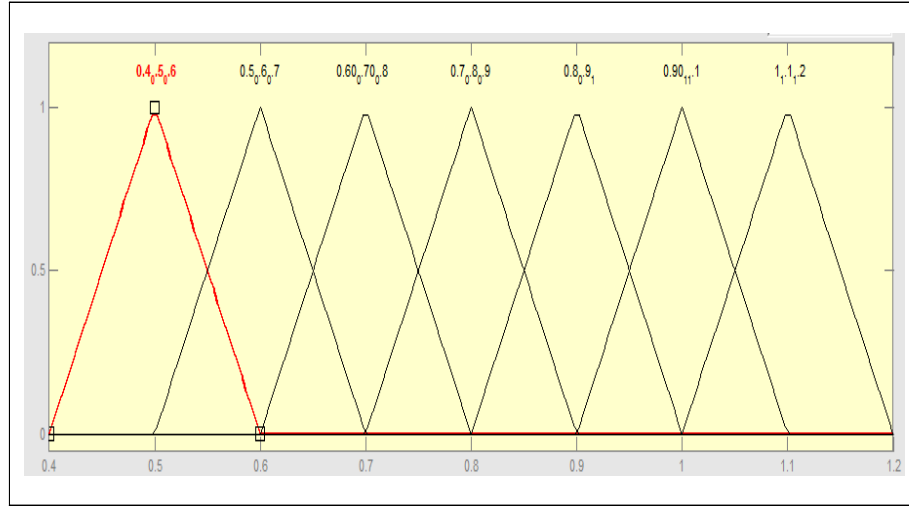
Şekil 4.21. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan beton sınıfı üyelik fonksiyonları



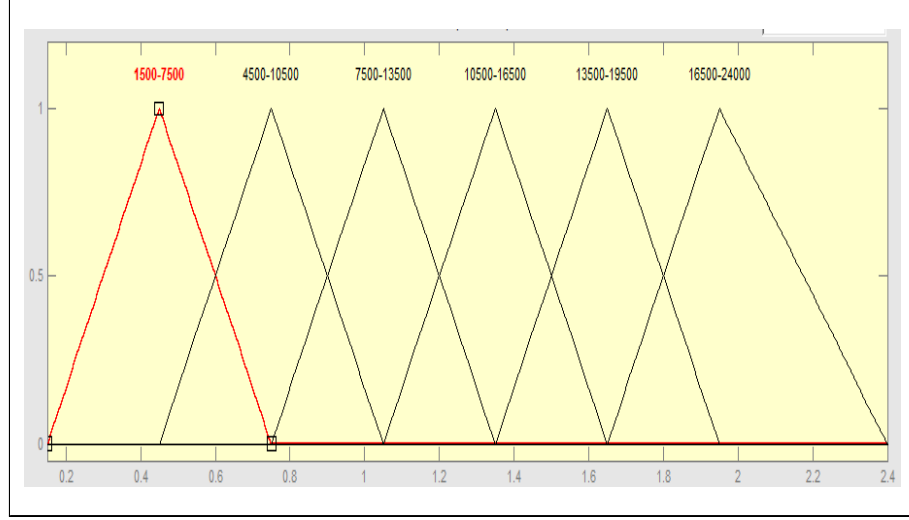
Şekil 4.22. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan çelik sınıfı üyelik fonksiyonları



Şekil 4.23. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan yönetmelikler üyelik fonksiyonları



Şekil 4.24. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan periyot üyelik fonksiyonları



Şekil 4.25. Bulanık mantık modelinde girdi olarak kullanılan kayma rijitliği (GA) üyelik fonksiyonları

Bulanık mantık ile statik itme analizi sonuçlarının görsel olarak daha iyi değerlendirilmesi amacıyla (Bkz. Şekil 4.26. ile Şekil 4.41.).'de gösterilen grafikler oluşturulmuştur.

Oluşturulan çizelgeler ve grafikler incelendiğinde bulanık mantık yöntemi yardımıyla elde edilen sonuçlar ile bilgisayar programıyla bulunan statik itme analizi sonuçları oldukça yakındır.

4.3.1. Tip 2 yapısına ait sonuçlar

Çizelge 4.31. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.109971	0.164	0.49	0.0018833	0.003	0.59
C16	S220	2	0.124039	0.163	0.31	0.00222617	0.004	0.34
C20	S220	2	0.1318767	0.162	0.22	0.0031801	0.004	0.25
C10	S420	2	0.164458	0.207	0.25	0.00492763	0.008	0.62
C16	S420	2	0.184712	0.236	0.27	0.00458175	0.0085	0.85
C20	S420	2	0.181295	0.258	0.42	0.0032	0.006	0.87
C10	S220	3	0.080406465	0.09	0.12	0.002071944	0.0011	0.47
C16	S220	3	0.0993398	0.0999	0.006	0.019867	0.015	0.24
C20	S220	3	0.10588	0.0911	0.14	0.0153726	0.0102	0.34
C10	S420	3	0.112664	0.13	0.15	0.01700476	0.015	0.12
C16	S420	3	0.133769	0.13	0.03	0.01606212	0.015	0.07
C20	S420	3	0.138219	0.13	0.06	0.017518	0.017	0.03
C10	S220	4	0.059647	0.06	0.006	0.001773933	0.001	0.44
C16	S220	4	0.0762601	0.08	0.05	0.0076759	0.006	0.22
C20	S220	4	0.0765531	0.08	0.05	0.0050204	0.00459	0.09
C10	S420	4	0.082043	0.08	0.02	0.00981933	0.01	0.02
C16	S420	4	0.094348	0.08	0.15	0.01358469	0.01	0.26
C20	S420	4	0.097535	0.0942	0.03	0.013651	0.0114	0.16
C10	S220	5	0.049430592	0.06	0.21	0.0018469	0.0014	0.24
C16	S220	5	0.0655171	0.0601	0.08	0.0045401	0.00401	0.12
C20	S220	5	0.0653334	0.0601	0.08	0.0048949	0.00676	0.38
C10	S420	5	0.065034	0.06	0.08	0.01152655	0.012	0.04
C16	S420	5	0.077265	0.0799	0.03	0.01058421	0.012	0.13
C20	S420	5	0.081724	0.08	0.02	0.0124519	0.0134	0.08

Çizelge 4.32. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.1288451	0.183	0.42	0.0040564	0.006	0.48
C16	S220	2	0.145744	0.186	0.28	0.00274718	0.006	1.18
C20	S220	2	0.145347	0.186	0.28	0.0024462	0.006	1.45
C10	S420	2	0.186282	0.269	0.44	0.00592367	0.011	0.86
C16	S420	2	0.208385	0.265	0.27	0.00807488	0.0114	0.41
C20	S420	2	0.217936	0.277	0.27	0.011892	0.0109	0.08
C10	S220	3	0.086413283	0.1	0.16	0.002272367	0.00501	1.20
C16	S220	3	0.1101231	0.12	0.09	0.003165	0.00701	1.21
C20	S220	3	0.1145785	0.12	0.05	0.0027191	0.007	1.57
C10	S420	3	0.123859	0.15	0.21	0.00369074	0.00169	0.54
C16	S420	3	0.148696	0.15	0.009	0.02428728	0.0169	0.30
C20	S420	3	0.155713	0.15	0.04	0.016926	0.0161	0.05
C10	S220	4	0.0724946	0.06	0.17	0.002261883	0.00401	0.77
C16	S220	4	0.107238	0.08	0.25	0.020131	0.02	0.007
C20	S220	4	0.1023329	0.08	0.22	0.003604	0.004	0.11
C10	S420	4	0.087838	0.08	0.09	0.01247764	0.01	0.20
C16	S420	4	0.117425	0.12	0.02	0.01117406	0.01	0.11
C20	S420	4	0.118657	0.12	0.01	0.016104	0.014	0.13
C10	S220	5	0.081404221	0.06	0.26	0.0045996	0.00401	0.13
C16	S220	5	0.1145488	0.0799	0.30	0.0216423	0.02	0.08
C20	S220	5	0.1082659	0.0944	0.13	0.0233006	0.01	0.57
C10	S420	5	0.072208	0.08	0.11	0.01035709	0.01	0.03
C16	S420	5	0.104733	0.08	0.24	0.00858201	0.012	0.39
C20	S420	5	0.107894	0.08	0.26	0.0162645	0.0106	0.35

Çizelge 4.33. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.2869918	0.231	0.20	0.007555	0.00805	0.07
C16	S220	2	0.313715	0.226	0.28	0.01034628	0.0082	0.21
C20	S220	2	0.3333023	0.223	0.33	0.010787	0.00823	0.24
C10	S420	2	0.247322	0.279	0.13	0.00934252	0.00916	0.02
C16	S420	2	0.275508	0.281	0.02	0.00646403	0.009	0.39
C20	S420	2	0.289497	0.279	0.04	0.006636	0.01	0.51
C10	S220	3	0.329482809	0.24	0.27	0.011971644	0.0119	0.006
C16	S220	3	0.3173753	0.27	0.15	0.0233705	0.007	0.70
C20	S220	3	0.3294828	0.27	0.18	0.0119716	0.007	0.42
C10	S420	3	0.232731	0.23	0.01	0.0232273	0.0157	0.32
C16	S420	3	0.262084	0.25	0.05	0.00780934	0.018	1.30
C20	S420	3	0.28177	0.25	0.11	0.01308	0.0152	0.16
C10	S220	4	0.3024667	0.26	0.14	0.014057292	0.012	0.15
C16	S220	4	0.3095371	0.3	0.03	0.0128021	0.02	0.56
C20	S220	4	0.321924	0.3	0.07	0.0170978	0.02	0.17
C10	S420	4	0.255107	0.2	0.22	0.01942104	0.009	0.54
C16	S420	4	0.296992	0.24	0.19	0.01614266	0.01	0.38
C20	S420	4	0.296512	0.24	0.19	0.015714	0.01	0.36
C10	S220	5	0.267451047	0.24	0.10	0.0157204	0.016	0.02
C16	S220	5	0.2516519	0.26	0.03	0.0210319	0.02	0.05
C20	S220	5	0.2771994	0.26	0.06	0.0197926	0.02	0.01
C10	S420	5	0.255623	0.2	0.22	0.01253027	0.008	0.36
C16	S420	5	0.246356	0.24	0.03	0.01097826	0.01	0.09
C20	S420	5	0.298561	0.24	0.20	0.0196683	0.01	0.49

Çizelge 4.34. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.187237	0.14	0.25	0.00371892	0.008	1.15
C16	S220	2	0.197578	0.171	0.13	0.00359398	0.006	0.67
C20	S220	2	0.1996077	0.161	0.19	0.0029797	0.006	1.01
C10	S420	2	0.263166	0.196	0.26	0.00561582	0.00703	0.25
C16	S420	2	0.287087	0.212	0.26	0.00561622	0.0113	1.01
C20	S420	2	0.289989	0.231	0.20	0.005476	0.0109	0.99
C10	S220	3	0.118893248	0.141	0.19	0.007615	0.006	0.21
C16	S220	3	0.125444	0.158	0.26	0.004353	0.00801	0.84
C20	S220	3	0.1314555	0.142	0.08	0.0062483	0.0065	0.04
C10	S420	3	0.1640696	0.197	0.20	0.012782	0.00871	0.32
C16	S420	3	0.1752915	0.206	0.18	0.0083032	0.0115	0.39
C20	S420	3	0.1821329	0.206	0.13	0.006414	0.01	0.56
C10	S220	4	0.0880721	0.0784	11.0	0.0117997	0.0102	13.6
C16	S220	4	0.0938637	0.0921	0.02	0.0087491	0.00835	0.05
C20	S220	4	0.0960594	0.0834	0.13	0.0075579	0.00659	0.13
C10	S420	4	0.1191975	0.118	0.01	0.01732742	0.011	0.37
C16	S420	4	0.1264152	0.112	0.11	0.0156383	0.0132	0.16
C20	S420	4	0.1282786	0.106	0.17	0.00767	0.0085	0.11
C10	S220	5	0.0707094	0.0601	0.15	0.00600972	0.00401	0.33
C16	S220	5	0.0797472	0.065	0.18	0.009543	0.00448	0.53
C20	S220	5	0.0768802	0.0621	0.19	0.00697	0.0042	0.40
C10	S420	5	0.0909981	0.069	0.24	0.0165913	0.0111	0.33
C16	S420	5	0.0963256	0.065	0.33	0.0132608	0.0115	0.13
C20	S420	5	0.1027013	0.0772	0.25	0.013887967	0.0105	0.24

Çizelge 4.35. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.201196	0.159	0.21	0.00278918	0.00405	0.45
C16	S220	2	0.215348	0.172	0.20	0.00290865	0.00405	0.39
C20	S220	2	0.2083415	0.162	0.22	0.0032267	0.00405	0.26
C10	S420	2	0.278392	0.239	0.14	0.00581185	0.0114	0.96
C16	S420	2	0.295271	0.247	0.16	0.0053602	0.0124	1.31
C20	S420	2	0.297592	0.302	0.01	0.0052	0.00796	0.53
C10	S220	3	0.135681595	0.161	0.19	0.00758	0.00627	0.17
C16	S220	3	0.149822	0.169	0.13	0.003468	0.005	0.44
C20	S220	3	0.1466293	0.153	0.04	0.0042088	0.00481	0.14
C10	S420	3	0.174358	0.232	0.33	0.013562	0.012	0.12
C16	S420	3	0.1848335	0.232	0.26	0.0067557	0.01	0.48
C20	S420	3	0.1914987	0.221	0.15	0.006281	0.01	0.59
C10	S220	4	0.1196061	0.1	0.16	0.0066427	0.006	0.10
C16	S220	4	0.1222336	0.0997	0.18	0.0075049	0.006	0.20
C20	S220	4	0.1255081	0.09	0.28	0.009039	0.005	0.45
C10	S420	4	0.1388253	0.13	0.06	0.01911577	0.015	0.22
C16	S420	4	0.1469925	0.132	0.10	0.0156072	0.0166	0.06
C20	S420	4	0.1485139	0.125	0.16	0.013644	0.01	0.27
C10	S220	5	0.1101395	0.0901	0.18	0.00814986	0.00401	0.51
C16	S220	5	0.1173118	0.0952	0.19	0.0177167	0.0156	0.12
C20	S220	5	0.1183818	0.0979	0.17	0.018107	0.0136	0.25
C10	S420	5	0.1180702	0.08	0.32	0.0070494	0.00672	0.05
C16	S420	5	0.1305536	0.105	0.20	0.0111086	0.00848	0.24
C20	S420	5	0.1406538	0.102	0.27	0.018106073	0.01	0.45

Çizelge 4.36. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.267906	0.291	0.09	0.01193618	0.007	0.41
C16	S220	2	0.260624	0.301	0.15	0.00231235	0.005	1.16
C20	S220	2	0.2585949	0.304	0.18	0.0021939	0.004	0.82
C10	S420	2	0.351812	0.302	0.14	0.00800575	0.00796	0.01
C16	S420	2	0.368601	0.329	0.11	0.00747198	0.01	0.34
C20	S420	2	0.377433	0.311	0.18	0.003642	0.009	1.47
C10	S220	3	0.118893248	0.2	0.68	0.007615	0.00825	0.08
C16	S220	3	0.3022792	0.257	0.15	0.01537	0.00801	0.48
C20	S220	3	0.3017417	0.283	0.06	0.0139846	0.00876	0.37
C10	S420	3	0.2649359	0.266	0.004	0.015196	0.00939	0.38
C16	S420	3	0.2850332	0.283	0.007	0.0177847	0.0095	0.47
C20	S420	3	0.2900385	0.28	0.03	0.01657	0.00804	0.51
C10	S220	4	0.2697886	0.261	0.03	0.018274475	0.012	0.34
C16	S220	4	0.2985929	0.296	0.009	0.0159356	0.009	0.44
C20	S220	4	0.2994197	0.308	0.03	0.017297	0.0121	0.30
C10	S420	4	0.2435396	0.231	0.05	0.0191791	0.0132	0.31
C16	S420	4	0.275929	0.268	0.03	0.0165444	0.0168	0.02
C20	S420	4	0.2737755	0.275	0.004	0.016887	0.0146	0.13
C10	S220	5	0.2697014	0.271	0.005	0.019625273	0.0109	0.44
C16	S220	5	0.2634467	0.3	0.14	0.0171512	0.02	0.17
C20	S220	5	0.2717805	0.3	0.10	0.016113	0.02	0.24
C10	S420	5	0.2354364	0.222	0.06	0.018816	0.015	0.20
C16	S420	5	0.2763223	0.269	0.03	0.0169056	0.01	0.41
C20	S420	5	0.4719211	0.3	0.36	0.017274007	0.0126	0.27

4.3.2. Tip 4 yapısına ait sonuçlar

Çizelge 4.37. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.1036538	0.141	0.36	0.0019321	0.006	2.11
C16	S220	2	0.1225814	0.151	0.23	0.0024247	0.004	0.65
C20	S220	2	0.1255692	0.119	0.05	0.0024574	0.005	1.03
C10	S420	2	0.1517726	0.197	0.30	0.0192739	0.009	0.53
C16	S420	2	0.1809539	0.197	0.09	0.017727	0.0123	0.31
C20	S420	2	0.1811098	0.167	0.08	0.0088329	0.0133	0.51
C10	S220	3	0.0756875	0.0725	0.04	0.001831967	0.002	0.09
C16	S220	3	0.0898669	0.0923	0.03	0.00241954	0.002	0.17
C20	S220	3	0.0946516	0.0799	0.16	0.00328781	0.00484	0.47
C10	S420	3	0.0994561	0.113	0.14	0.0024242	0.008	2.30
C16	S420	3	0.1181745	0.113	0.04	0.0033106	0.01	2.02
C20	S420	3	0.1224903	0.101	0.18	0.003791	0.007	0.85
C10	S220	4	0.058558	0.06	0.02	0.0024613	0.004	0.63
C16	S220	4	0.0728776	0.0648	0.11	0.0039033	0.00448	0.15
C20	S220	4	0.0738224	0.06	0.19	0.005471	0.00499	0.09
C10	S420	4	0.0760405	0.0698	0.08	0.0039542	0.0012	0.70
C16	S420	4	0.0907145	0.0648	0.29	0.0096159	0.0116	0.21
C20	S420	4	0.094183	0.074	0.21	0.00882006	0.011	0.25
C10	S220	5	0.044335	0.06	0.35	0.00174909	0.001	0.43
C16	S220	5	0.0599124	0.06	0.001	0.0050786	0.00402	0.21
C20	S220	5	0.0600564	0.06	0.001	0.004646	0.011	1.15
C10	S420	5	0.0593888	0.06	0.01	0.0101093	0.00991	0.02
C16	S420	5	0.0729908	0.0648	0.11	0.00488977	0.00609	0.25
C20	S420	5	0.0750229	0.06	0.20	0.0093262	0.00784	0.16

Çizelge 4.38. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.1124889	0.161	0.43	0.0020454	0.005	1.44
C16	S220	2	0.1325455	0.16	0.21	0.0024094	0.005	1.08
C20	S220	2	0.1453416	0.134	0.08	0.0036268	0.004	0.10
C10	S420	2	0.1643339	0.232	0.41	0.007375	0.012	0.63
C16	S420	2	0.1876066	0.222	0.18	0.013209	0.012	0.09
C20	S420	2	0.1969025	0.183	0.07	0.0133339	0.013	0.03
C10	S220	3	0.074354	0.099	0.33	0.001757956	0.006	2.41
C16	S220	3	0.102448	0.1	0.02	0.00265316	0.005	0.88
C20	S220	3	0.1052525	0.0816	0.22	0.00279138	0.005	0.79
C10	S420	3	0.1084448	0.131	0.21	0.0128272	0.015	0.17
C16	S420	3	0.1342258	0.132	0.02	0.0193554	0.0166	0.14
C20	S420	3	0.1332492	0.121	0.09	0.003444	0.009	1.61
C10	S220	4	0.0751863	0.06	0.20	0.0021721	0.004	0.84
C16	S220	4	0.1189385	0.0952	0.20	0.0147604	0.0156	0.06
C20	S220	4	0.1042826	0.1	0.04	0.021783	0.0143	0.34
C10	S420	4	0.075477	0.08	0.06	0.0025761	0.006	1.33
C16	S420	4	0.1137354	0.105	0.08	0.0143151	0.0085	0.41
C20	S420	4	0.106207	0.0999	0.06	0.00443213	0.008	0.81
C10	S220	5	0.0867463	0.06	0.31	0.01860125	0.00402	0.78
C16	S220	5	0.1172657	0.0952	0.19	0.0145241	0.0156	0.07
C20	S220	5	0.1104605	0.1	0.09	0.021516	0.0141	0.34
C10	S420	5	0.0675493	0.0698	0.03	0.0024742	0.006	1.43
C16	S420	5	0.1099597	0.08	0.27	0.01491121	0.017	0.14
C20	S420	5	0.1053381	0.0806	0.23	0.0050675	0.002	0.61

Çizelge 4.39. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.3021451	0.227	0.25	0.0071951	0.00814	0.13
C16	S220	2	0.3493598	0.269	0.23	0.0090497	0.00799	0.12
C20	S220	2	0.3477468	0.311	0.11	0.0106796	0.00926	0.13
C10	S420	2	0.2450772	0.269	0.10	0.0066391	0.00923	0.39
C16	S420	2	0.3044406	0.28	0.08	0.007782	0.00883	0.13
C20	S420	2	0.2871523	0.275	0.04	0.0068567	0.00638	0.07
C10	S220	3	0.3029359	0.257	0.15	0.013124989	0.0121	0.08
C16	S220	3	0.3368394	0.295	0.12	0.01034544	0.00874	0.16
C20	S220	3	0.338745	0.318	0.06	0.01276484	0.0123	0.04
C10	S420	3	0.2629389	0.229	0.13	0.0092181	0.013	0.41
C16	S420	3	0.2947884	0.268	0.09	0.0161146	0.016	0.01
C20	S420	3	0.3116488	0.279	0.10	0.015429	0.0152	0.01
C10	S220	4	0.3007154	0.27	0.10	0.0147048	0.011	0.25
C16	S220	4	0.29714	0.3	0.01	0.009966	0.02	1.01
C20	S220	4	0.3203057	0.298	0.07	0.018722	0.0199	0.06
C10	S420	4	0.2556267	0.221	0.14	0.0148595	0.0143	0.04
C16	S420	4	0.2795045	0.27	0.03	0.0108085	0.00954	0.12
C20	S420	4	0.290868	0.279	0.04	0.01783288	0.0127	0.29
C10	S220	5	0.2587783	0.24	0.07	0.02129387	0.0149	0.30
C16	S220	5	0.2364892	0.245	0.04	0.0209802	0.0156	0.26
C20	S220	5	0.2696196	0.253	0.06	0.021551	0.0178	0.17
C10	S420	5	0.2350268	0.211	0.10	0.0101872	0.00905	0.11
C16	S420	5	0.2211852	0.224	0.01	0.01007836	0.01	0.008
C20	S420	5	0.27958	0.25	0.11	0.0188833	0.0113	0.40

Çizelge 4.40. Düşey yüke göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.1819043	0.18	0.01	0.0035344	0.00405	0.15
C16	S220	2	0.1995522	0.181	0.09	0.003215	0.00408	0.27
C20	S220	2	0.1930903	0.18	0.07	0.0028234	0.00405	0.43
C10	S420	2	0.254391	0.24	0.06	0.00552453	0.00405	0.27
C16	S420	2	0.2778839	0.26	0.06	0.0048928	0.00408	0.17
C20	S420	2	0.27956	0.26	0.07	0.0052404	0.00402	0.23
C10	S220	3	0.1179517	0.129	0.09	0.009188	0.007	0.24
C16	S220	3	0.1251304	0.15	0.20	0.003804	0.006	0.58
C20	S220	3	0.1294078	0.149	0.15	0.0066265	0.00613	0.07
C10	S420	3	0.1592165	0.189	0.19	0.0142744	0.00655	0.54
C16	S420	3	0.1672914	0.209	0.25	0.0091309	0.006	0.34
C20	S420	3	0.174736	0.21	0.20	0.010557	0.006	0.43
C10	S220	4	0.0847088	0.08	0.06	0.021538	0.014	0.35
C16	S220	4	0.0914271	0.0796	0.13	0.0183623	0.01	0.46
C20	S220	4	0.0932476	0.08	0.14	0.011448	0.0122	0.07
C10	S420	4	0.1134249	0.1	0.12	0.0177067	0.016	0.10
C16	S420	4	0.1211427	0.102	0.16	0.0189658	0.016	0.16
C20	S420	4	0.1240735	0.111	0.11	0.018481	0.016	0.13
C10	S220	5	0.0669704	0.06	0.10	0.0124097	0.012	0.03
C16	S220	5	0.0733213	0.0612	0.17	0.0073987	0.01	0.35
C20	S220	5	0.0736326	0.0602	0.18	0.0208836	0.012	0.43
C10	S420	5	0.0874809	0.08	0.09	0.0182711	0.02	0.09
C16	S420	5	0.0938394	0.0796	0.15	0.01892657	0.0201	0.06
C20	S420	5	0.0970472	0.08	0.18	0.011543	0.012	0.04

Çizelge 4.41. 1975 DY'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.1890603	0.18	0.05	0.00217	0.004	0.84
C16	S220	2	0.2080462	0.181	0.13	0.002968	0.00408	0.37
C20	S220	2	0.2005928	0.18	0.10	0.0029133	0.00405	0.39
C10	S420	2	0.264053	0.24	0.09	0.00534075	0.00402	0.25
C16	S420	2	0.2821026	0.26	0.08	0.0046792	0.00408	0.13
C20	S420	2	0.284367	0.26	0.09	0.0045143	0.00405	0.10
C10	S220	3	0.1365673	0.142	0.04	0.0072735	0.014	0.92
C16	S220	3	0.1445669	0.161	0.11	0.006045	0.00504	0.17
C20	S220	3	0.1474029	0.158	0.07	0.0046262	0.00512	0.11
C10	S420	3	0.1693377	0.189	0.12	0.0122176	0.00912	0.25
C16	S420	3	0.1812771	0.209	0.15	0.0113924	0.00716	0.37
C20	S420	3	0.1816495	0.206	0.13	0.005896	0.00678	0.15
C10	S220	4	0.1153306	0.1	0.13	0.0149231	0.016	0.07
C16	S220	4	0.1362675	0.119	0.13	0.0157261	0.0201	0.28
C20	S220	4	0.1231007	0.12	0.03	0.0150336	0.0146	0.03
C10	S420	4	0.1418616	0.12	0.15	0.0167446	0.02	0.19
C16	S420	4	0.1431026	0.119	0.17	0.0172807	0.0201	0.16
C20	S420	4	0.1436735	0.12	0.16	0.016266	0.02	0.23
C10	S220	5	0.1054237	0.1	0.05	0.0189852	0.02	0.05
C16	S220	5	0.1167312	0.102	0.13	0.0160738	0.01	0.38
C20	S220	5	0.1177372	0.1	0.15	0.0158774	0.0132	0.17
C10	S420	5	0.118223	0.1	0.15	0.0077295	0.01	0.29
C16	S420	5	0.1272839	0.102	0.20	0.01993224	0.016	0.20
C20	S420	5	0.1257921	0.1	0.21	0.019381	0.016	0.17

Çizelge 4.42. DBYBHY 2007'e göre tasarlanmış kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısının statik itme analizi ile bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması

Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kat Sayısı	Vb/W		Hata oranı	Δ/H		Hata oranı
			Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık		Bilgisayar Programı	Bulanık Mantık	
C10	S220	2	0.2619237	0.26	0.007	0.0130365	0.005	0.62
C16	S220	2	0.2944209	0.26	0.12	0.00635	0.0041	0.36
C20	S220	2	0.2769297	0.26	0.06	0.0056794	0.00402	0.29
C10	S420	2	0.341599	0.32	0.06	0.01500018	0.0121	0.19
C16	S420	2	0.3583948	0.339	0.05	0.0119855	0.0121	0.01
C20	S420	2	0.358395	0.34	0.05	0.0119855	0.0121	0.01
C10	S220	3	0.2782905	0.26	0.07	0.017841	0.01	0.44
C16	S220	3	0.3106792	0.28	0.10	0.011535	0.01	0.13
C20	S220	3	0.3112485	0.282	0.09	0.0104207	0.00617	0.41
C10	S420	3	0.2442819	0.269	0.10	0.0113212	0.013	0.15
C16	S420	3	0.2442819	0.269	0.10	0.0113212	0.013	0.15
C20	S420	3	0.273421	0.297	0.09	0.014818	0.01	0.33
C10	S220	4	0.274227	0.26	0.05	0.0159872	0.016	0.001
C16	S220	4	0.2946506	0.281	0.05	0.0178248	0.0159	0.11
C20	S220	4	0.3036558	0.28	0.08	0.0159244	0.016	0.005
C10	S420	4	0.2360218	0.22	0.07	0.0156848	0.02	0.28
C16	S420	4	0.277732	0.26	0.06	0.0166025	0.01	0.40
C20	S420	4	0.2759686	0.26	0.06	0.01775	0.01	0.44
C10	S220	5	0.2511186	0.24	0.04	0.019707	0.016	0.19
C16	S220	5	0.2604026	0.239	0.08	0.0169856	0.0159	0.06
C20	S220	5	0.2677069	0.24	0.10	0.0171891	0.016	0.07
C10	S420	5	0.2390226	0.24	0.004	0.0085128	0.01	0.17
C16	S420	5	0.274404	0.26	0.05	0.01398407	0.0132	0.06
C20	S420	5	0.2833852	0.26	0.08	0.013056	0.0132	0.01

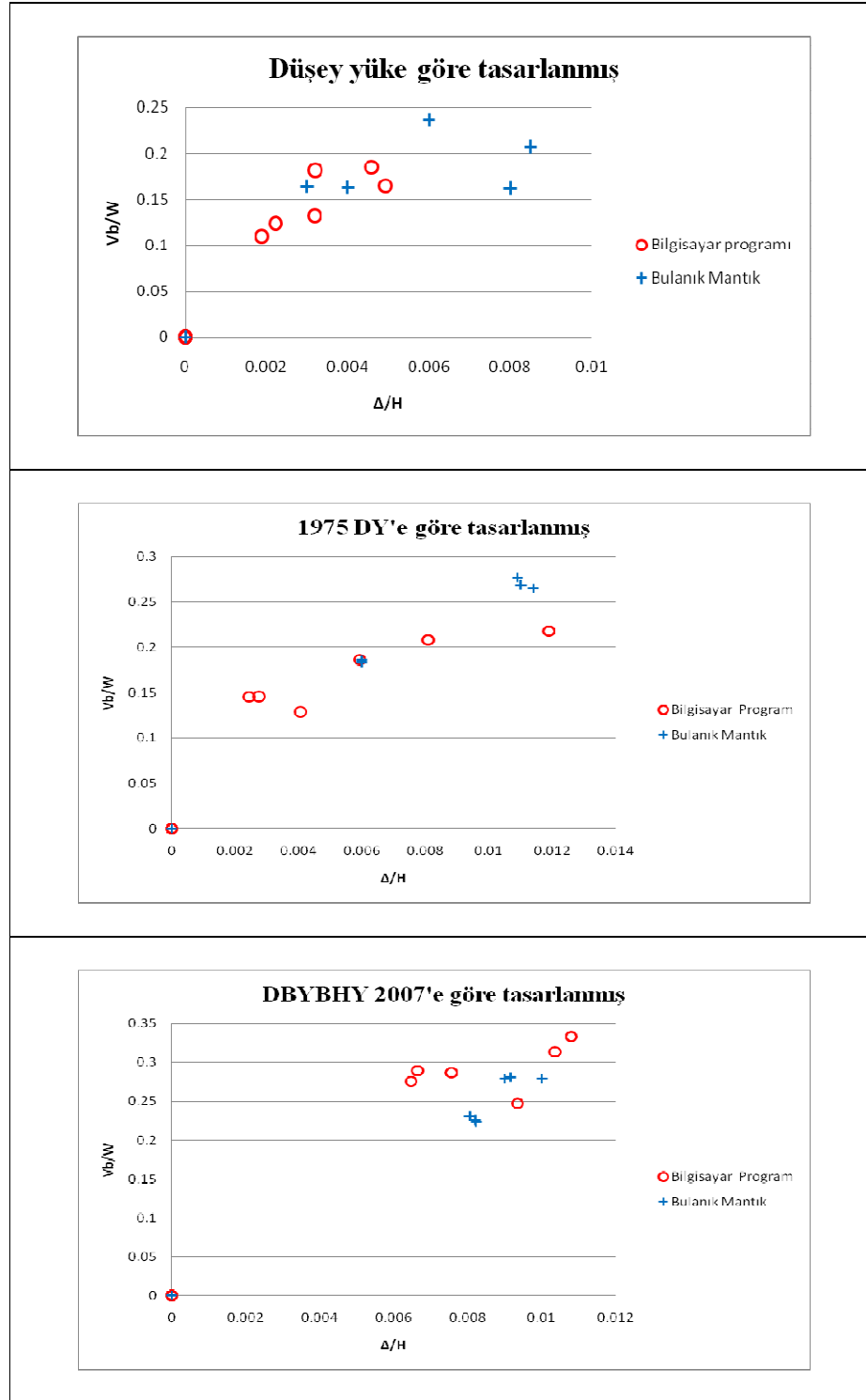
4.4. Bilgisayar Programı ve Bulanık Mantık Sonuçları İle Çizilen Grafiklerin Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında bulanık mantık ile statik itme analizi sonuçlarının görsel olarak daha iyi değerlendirilmesi amacıyla (Bkz. Şekil 4.26. ile Şekil 4.41.) arasında gösterilen grafikler oluşturulmuştur.

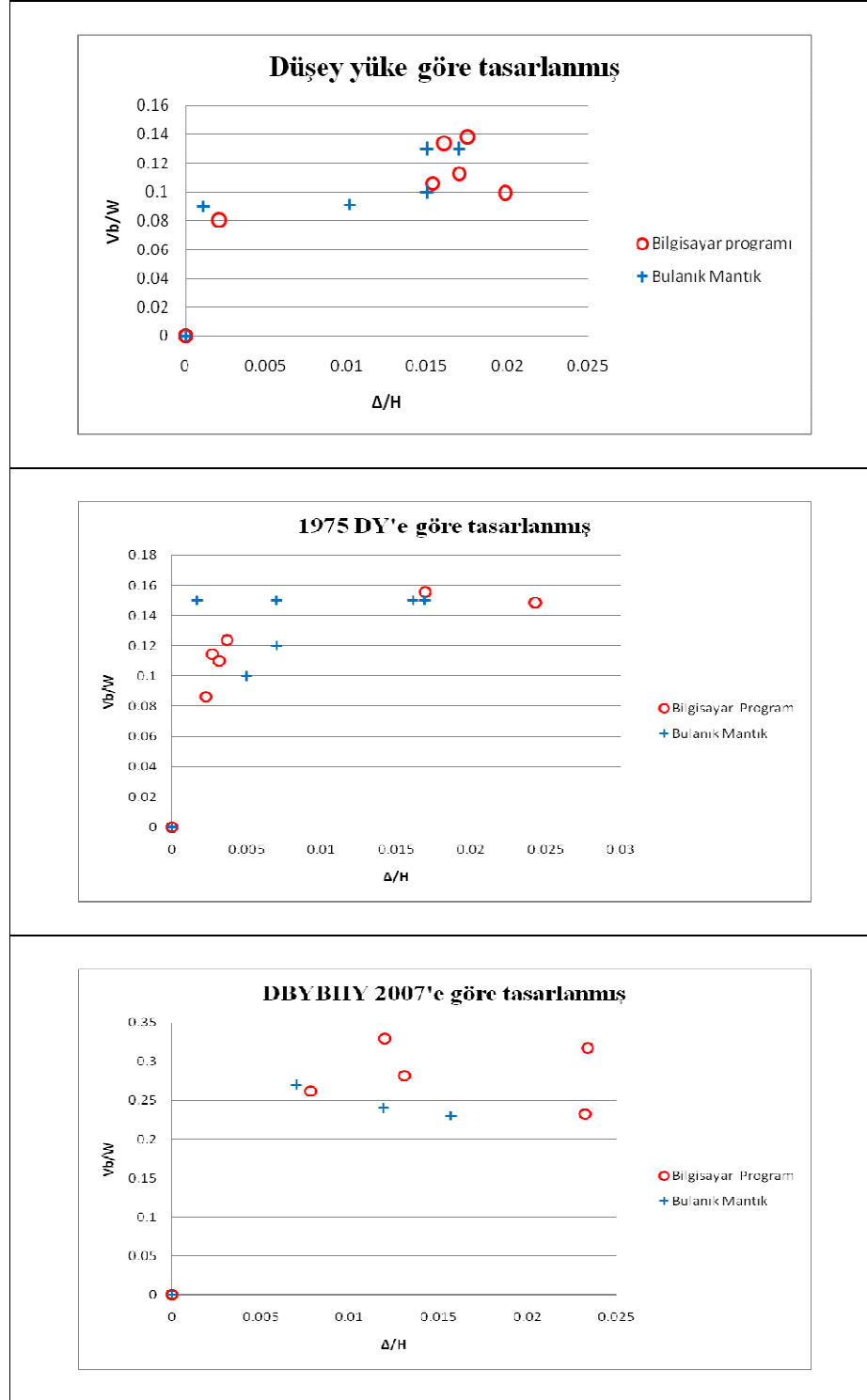
Grafikler incelendiğinde Tip 2 ve Tip 4 yapılarının bulanık mantık yöntemi yardımıyla elde edilen V_b/W ve Δ/H değerleri, bilgisayar programı ile yapılan statik itme analizi sonucunda elde edilen değerler ile oldukça yakındır.

Grafiklerin genelinde statik itme analizi ile elde edilen performans noktası ile bulanık mantık analizi sonucu elde edilen performans noktasının neredeyse üst üste geldiği görülmektedir.

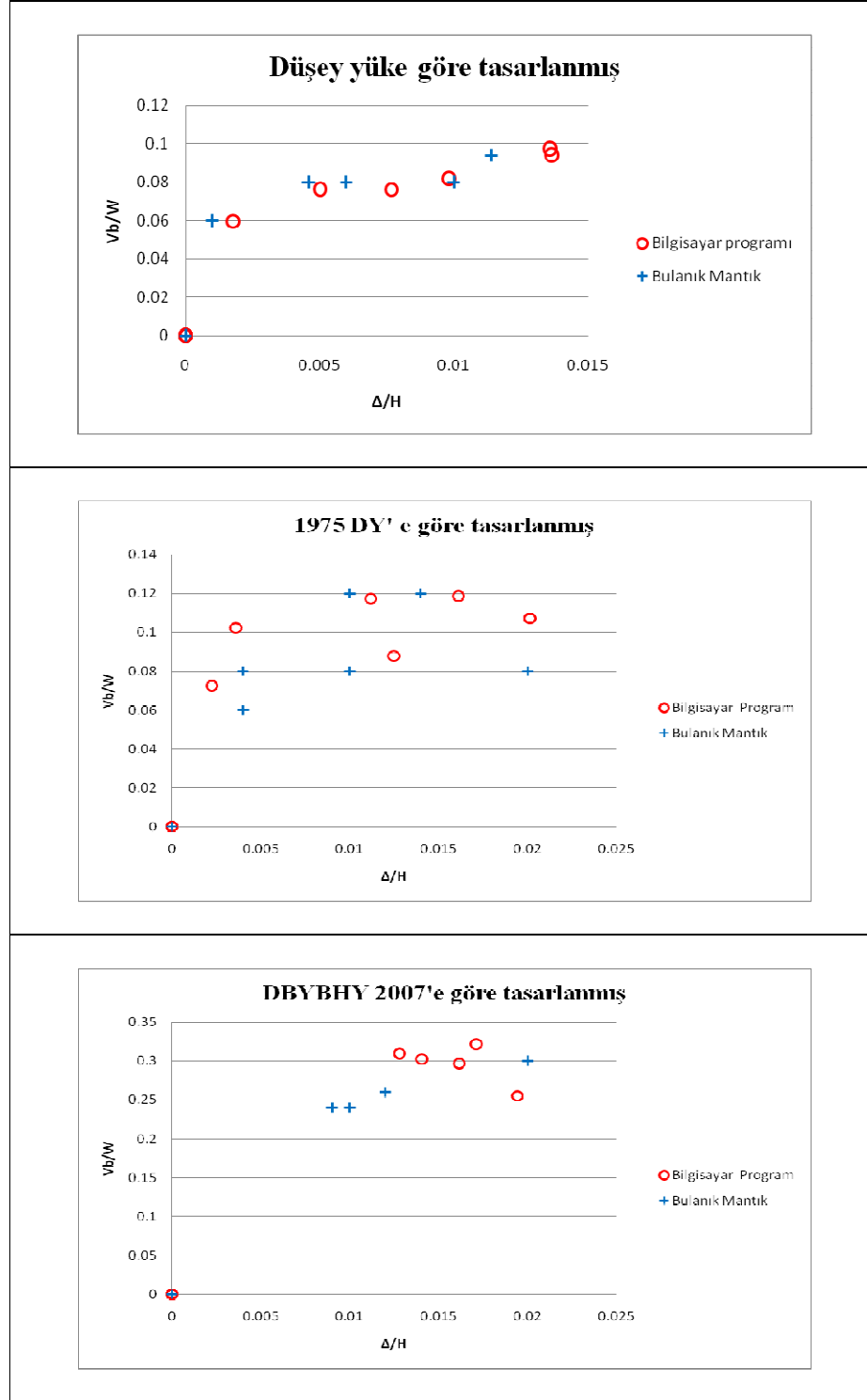
4.4.1. Tip 2 yapısına ait sonuçlar



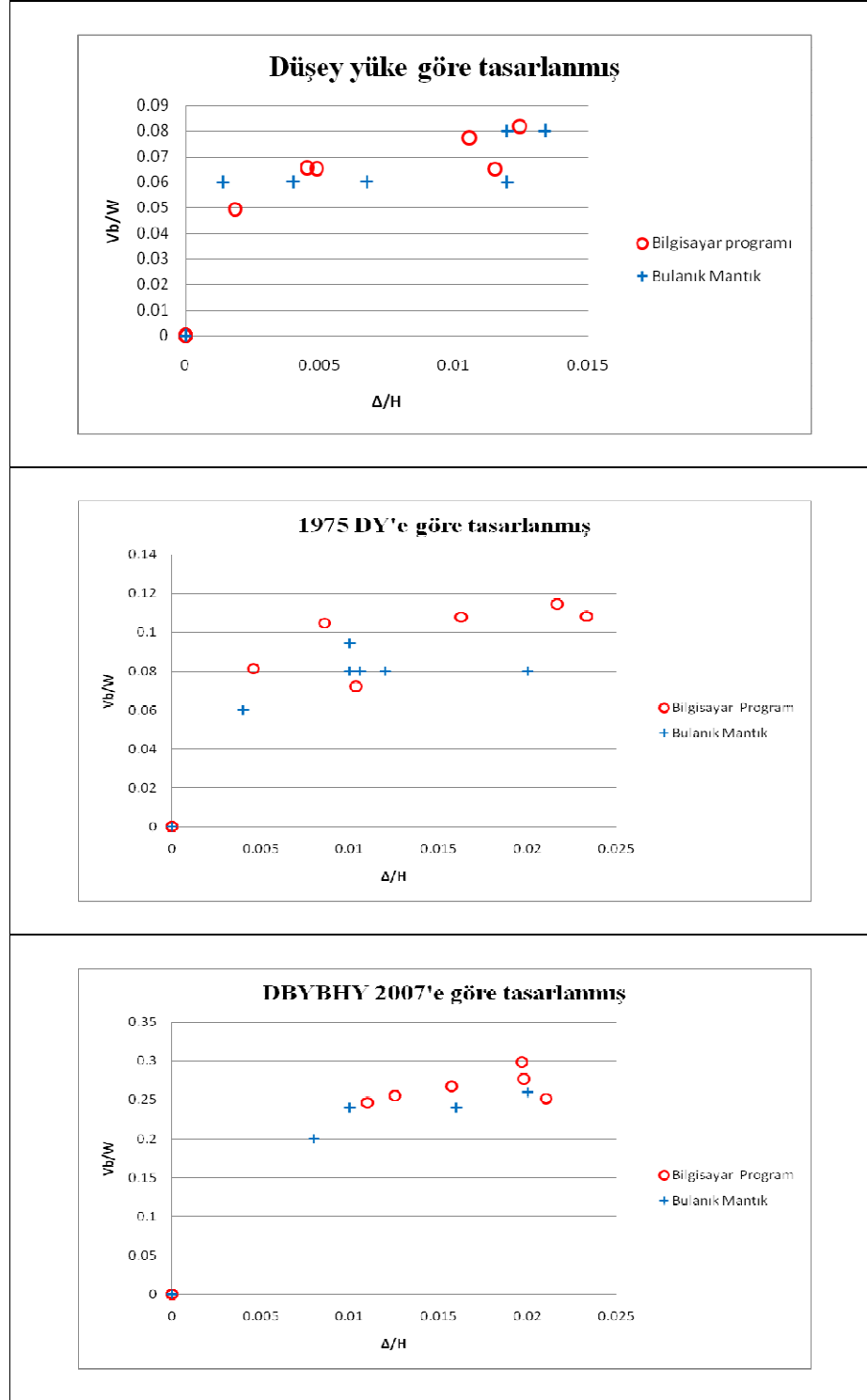
Şekil 4.26. 2 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



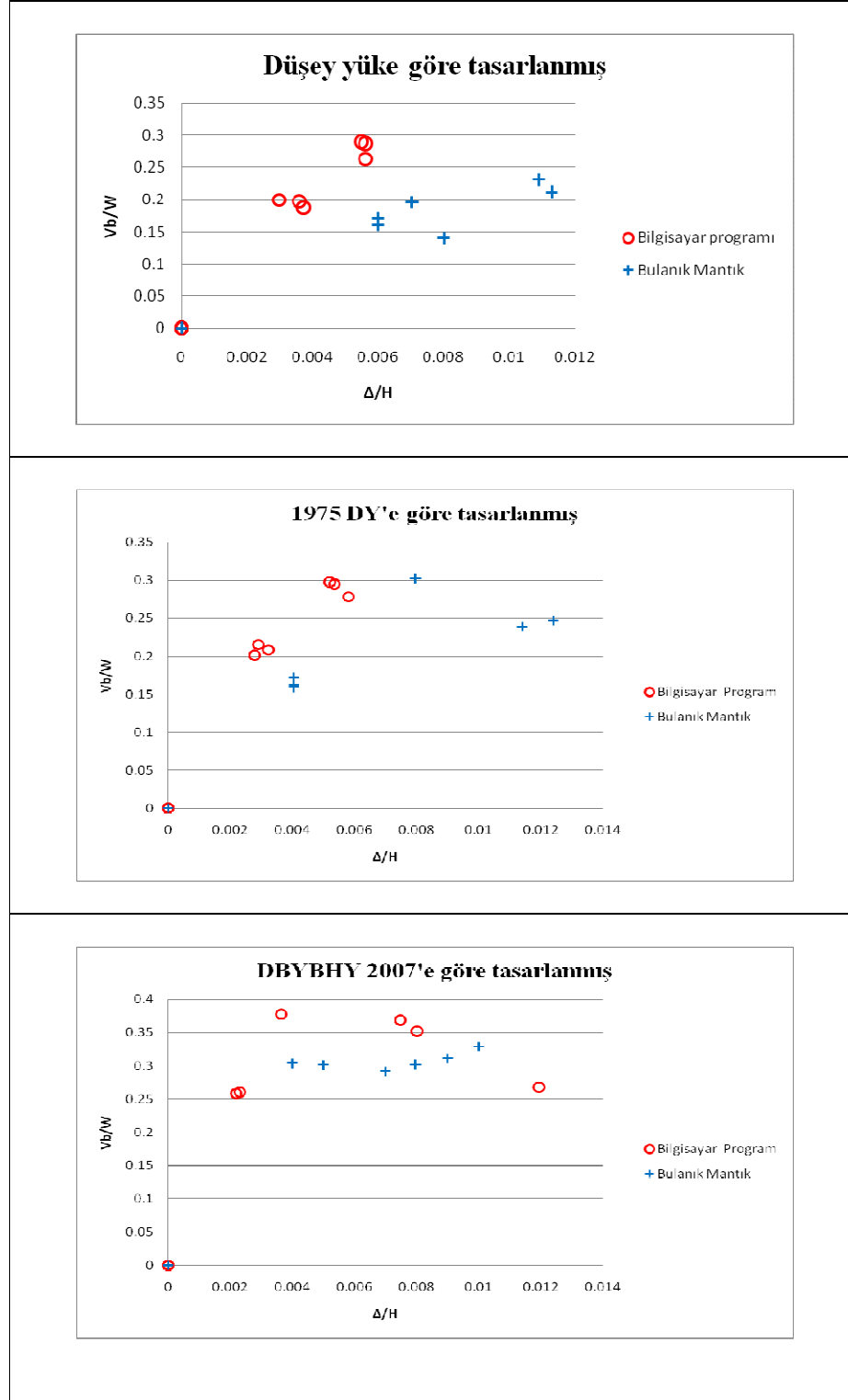
Şekil 4.27. 3 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



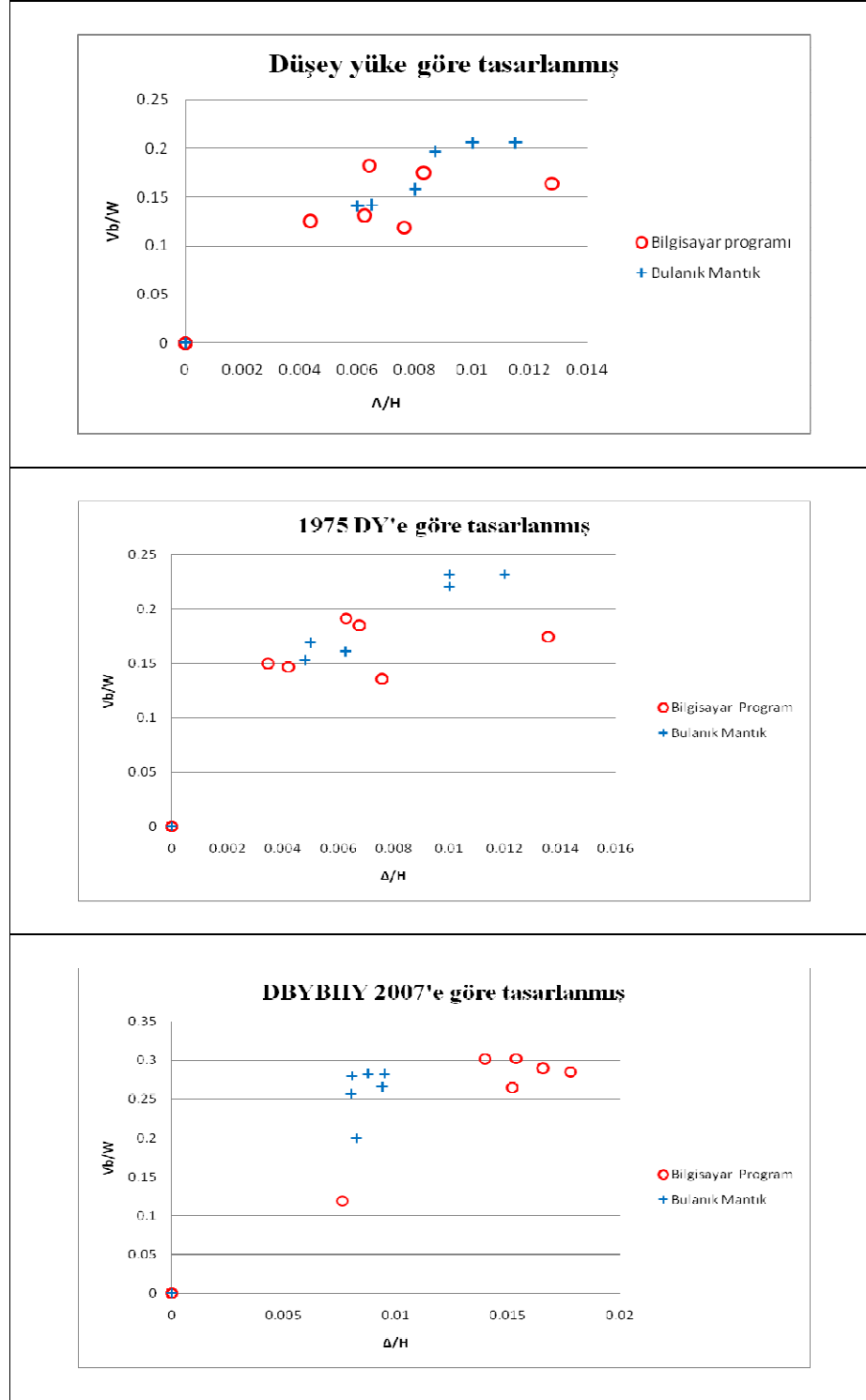
Şekil 4.28. 4 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



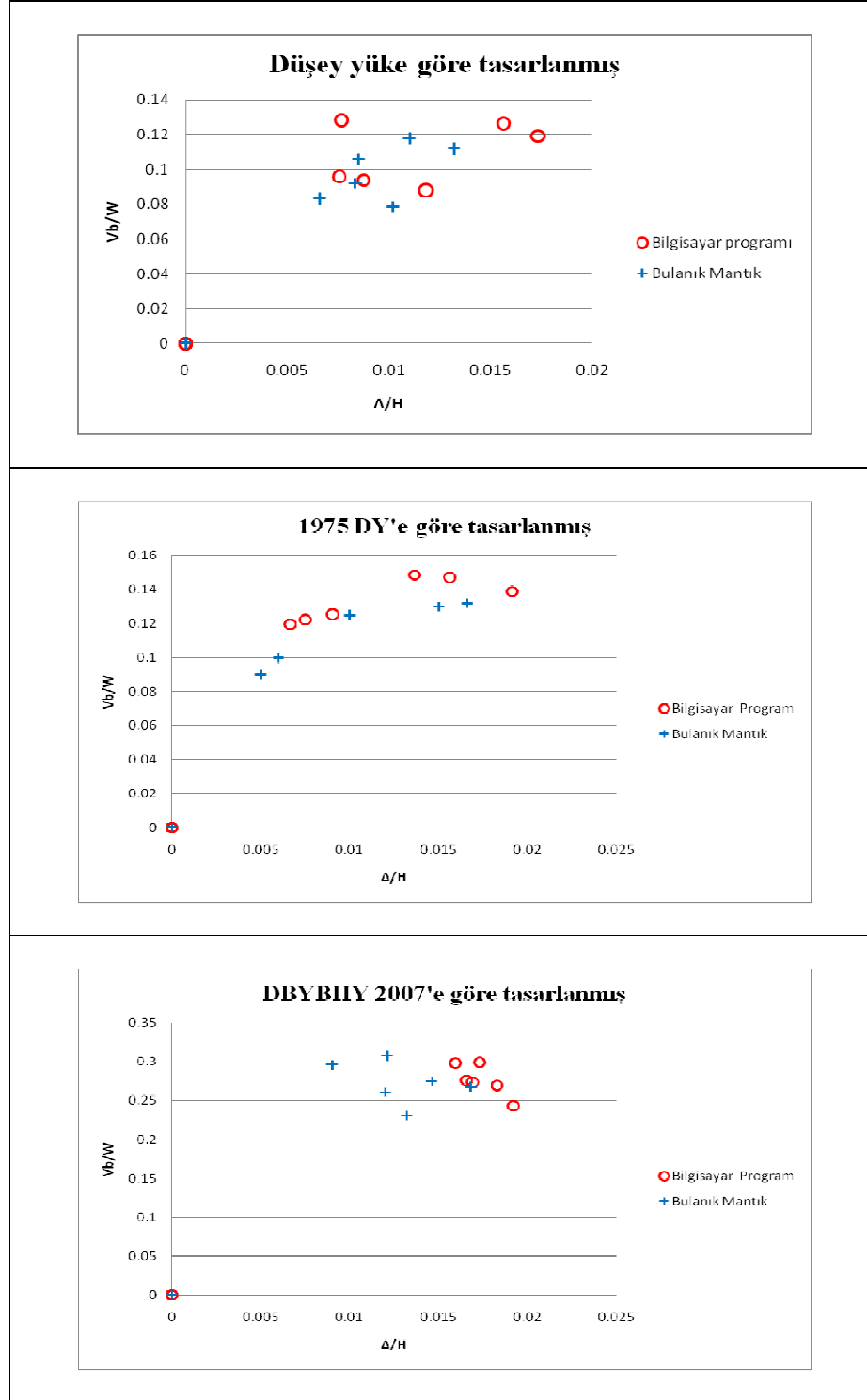
Şekil 4.29. 5 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



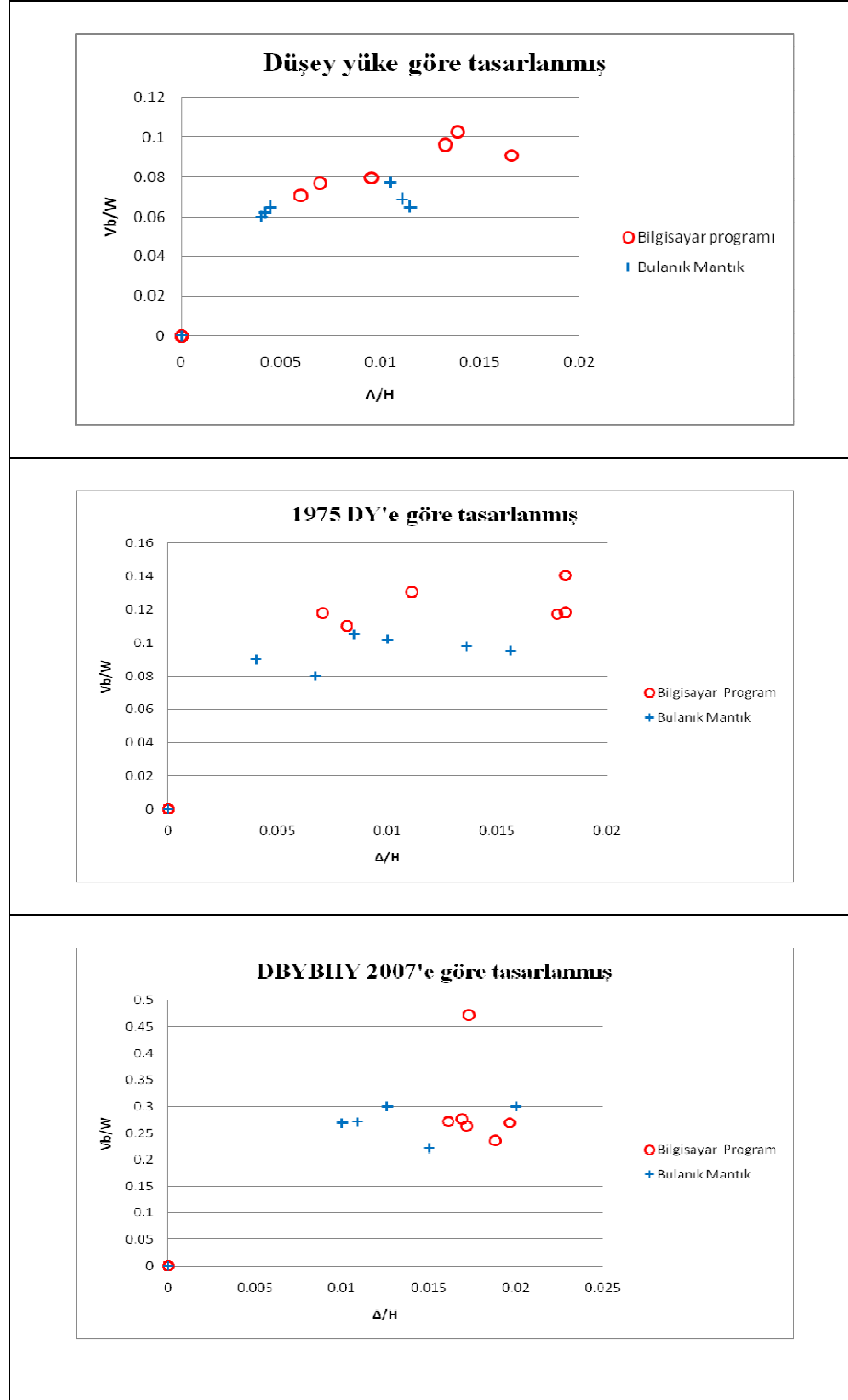
Şekil 4.30. 2 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



Şekil 4.31. 3 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması

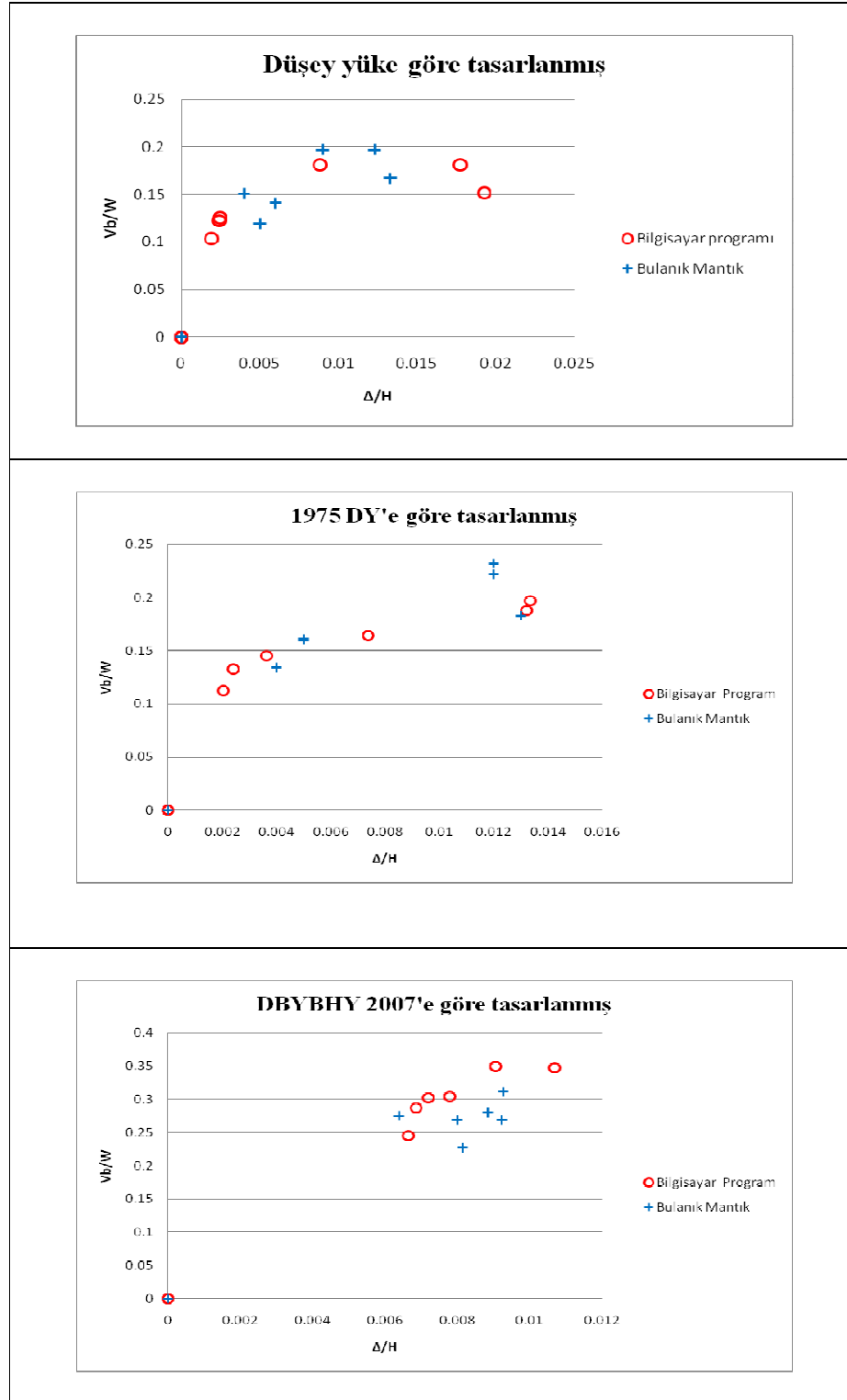


Şekil 4.32. 4 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması

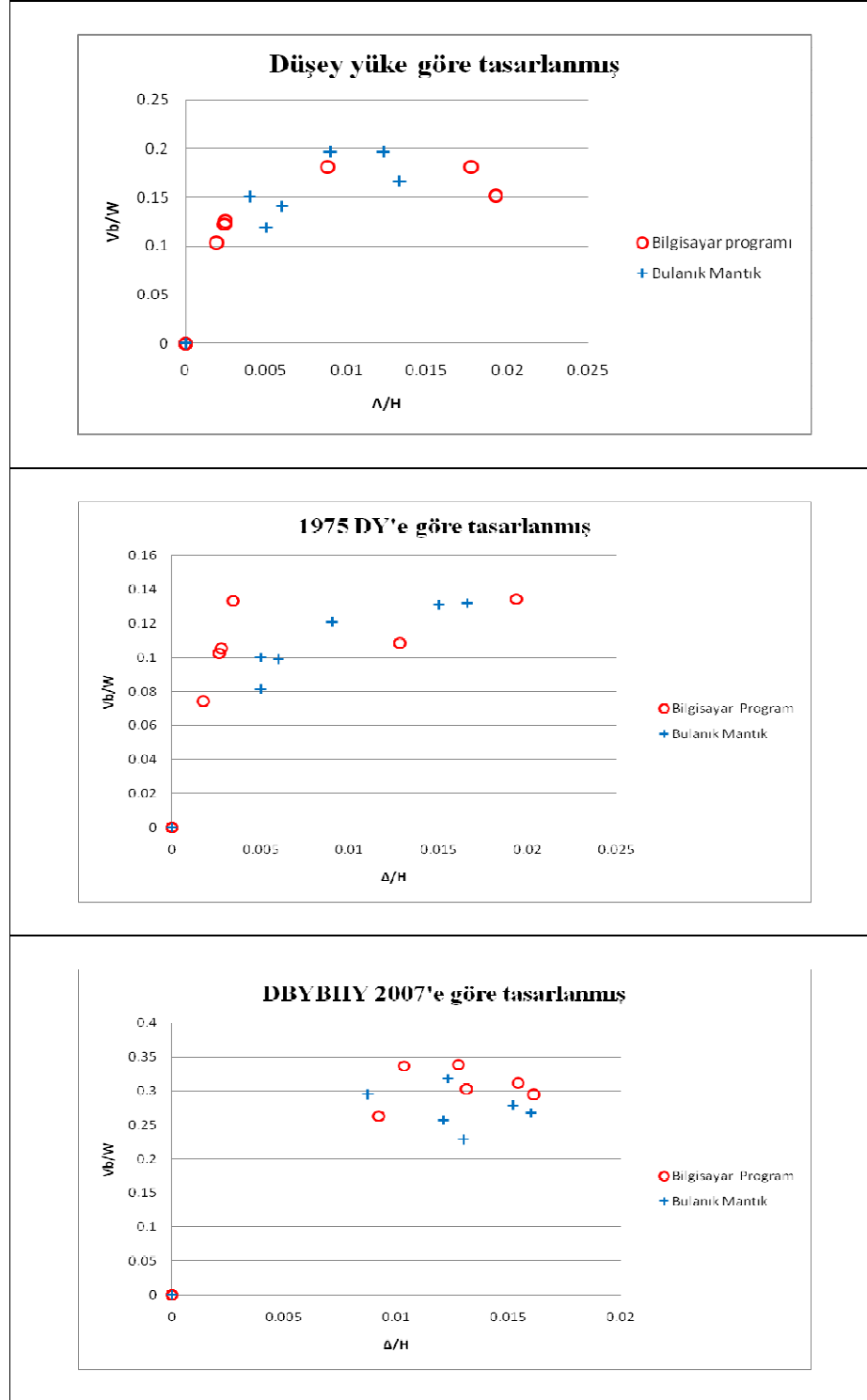


Şekil 4.33. 5 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 2 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması

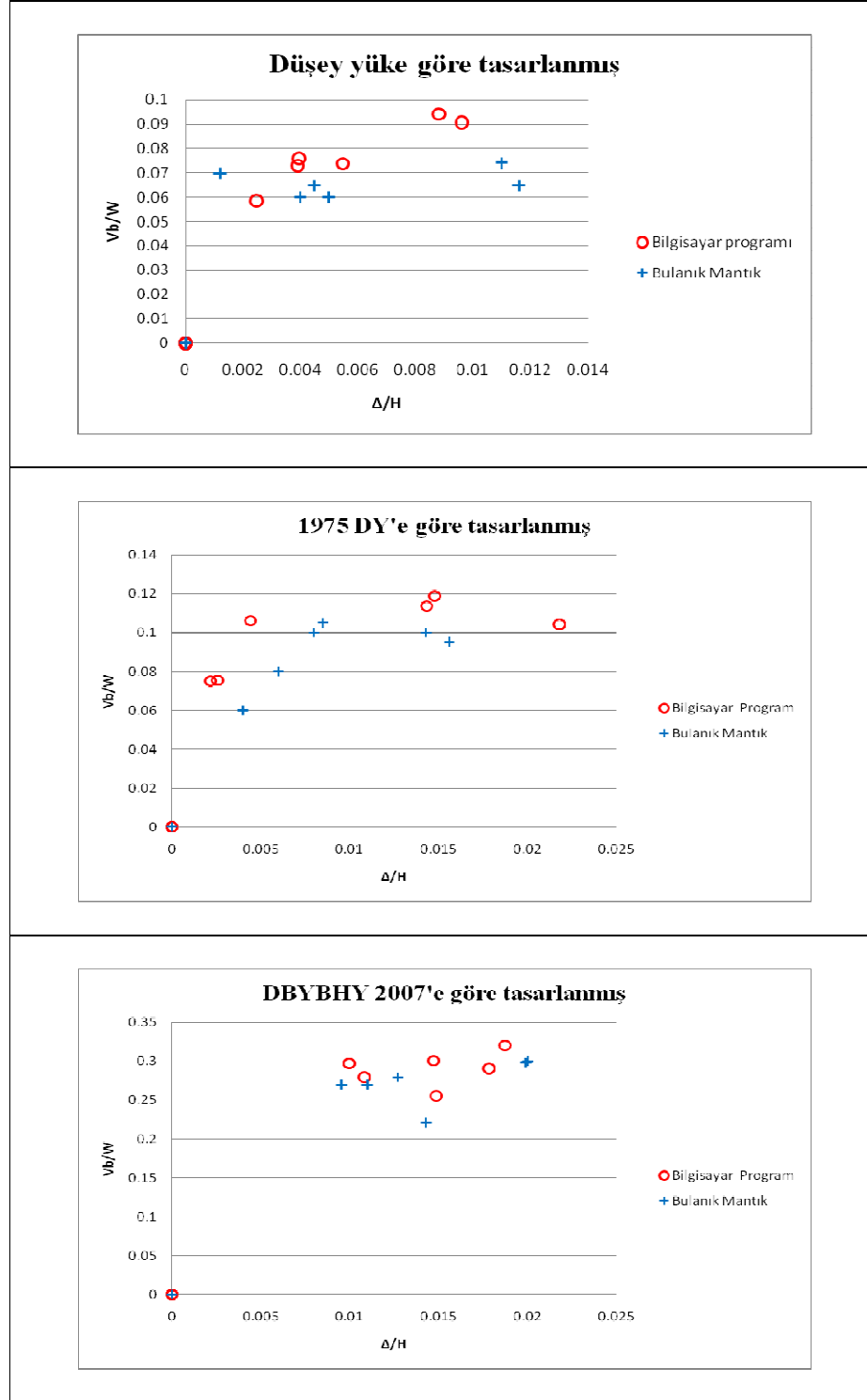
4.4.2. Tip 4 yapısına ait sonuçlar



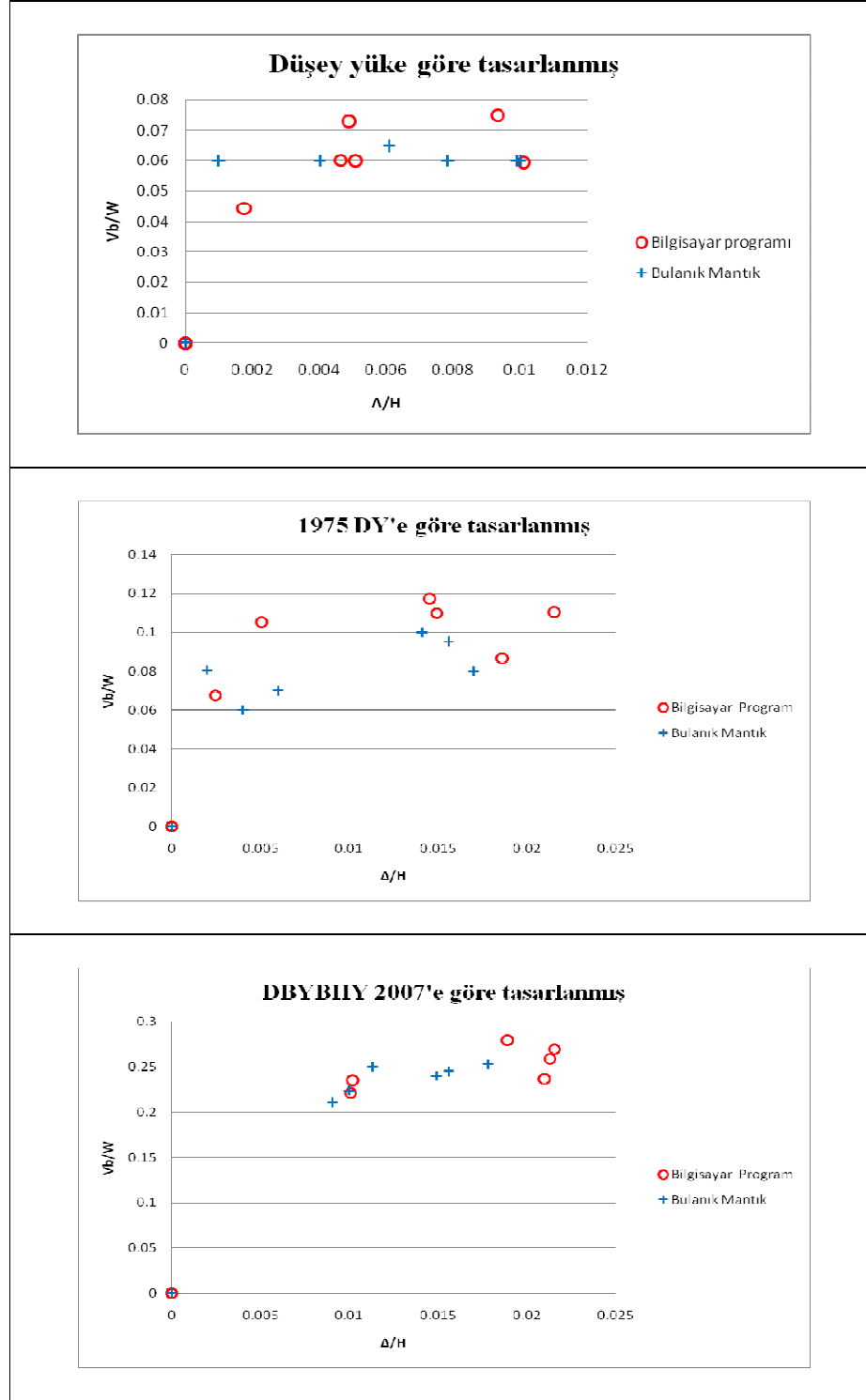
Şekil 4.34. 2 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



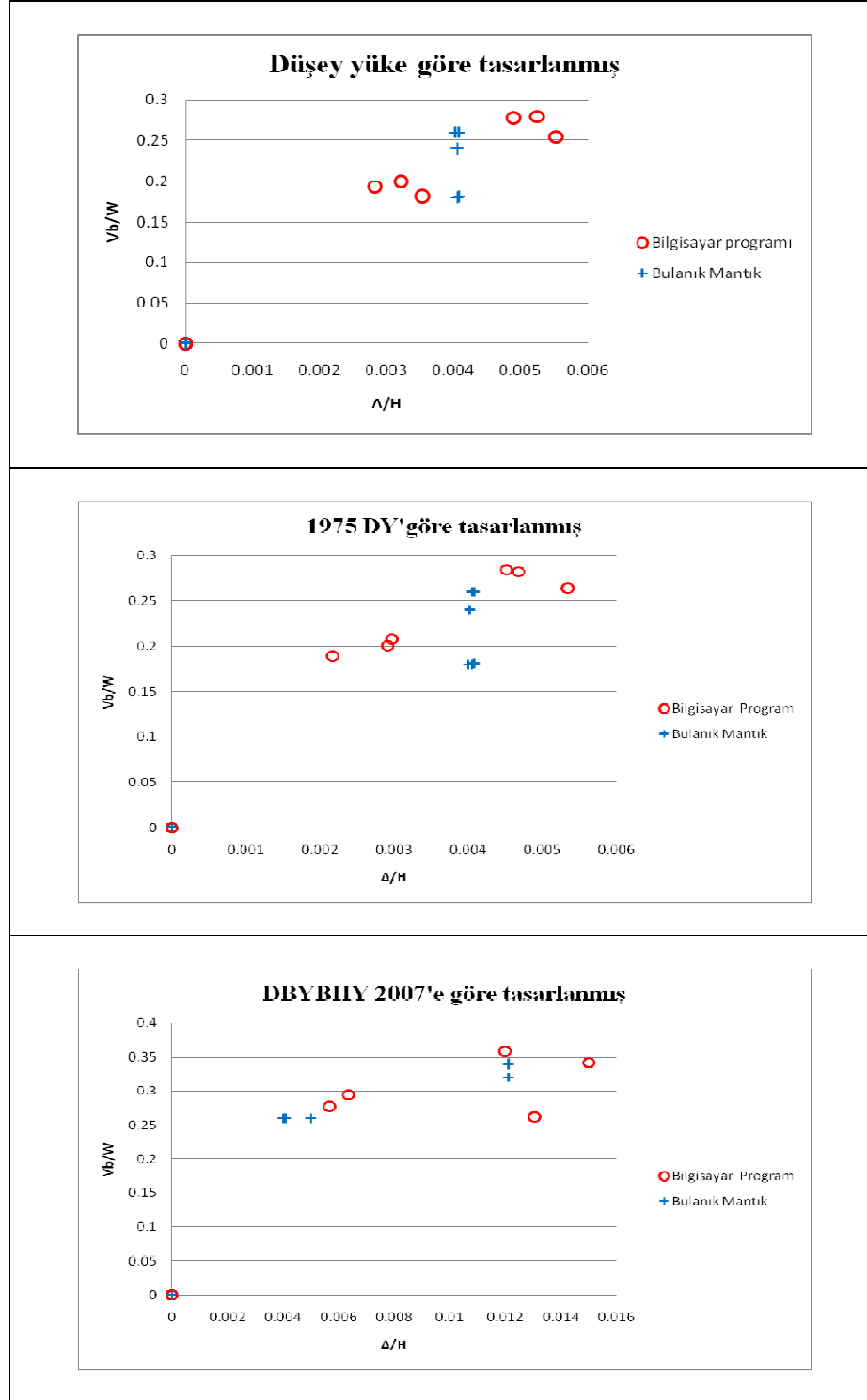
Şekil 4.35. 3 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



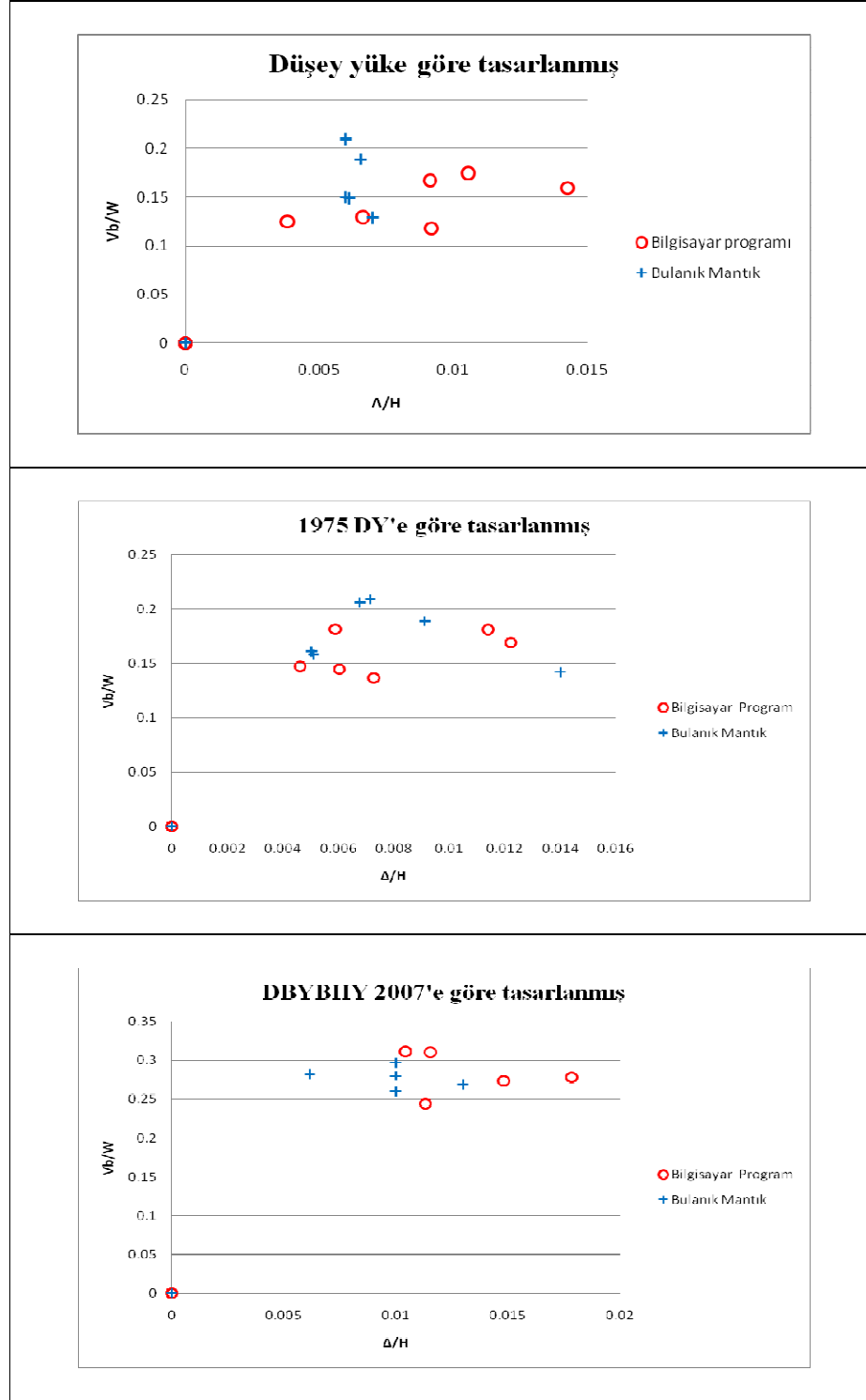
Şekil 4.36. 4 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



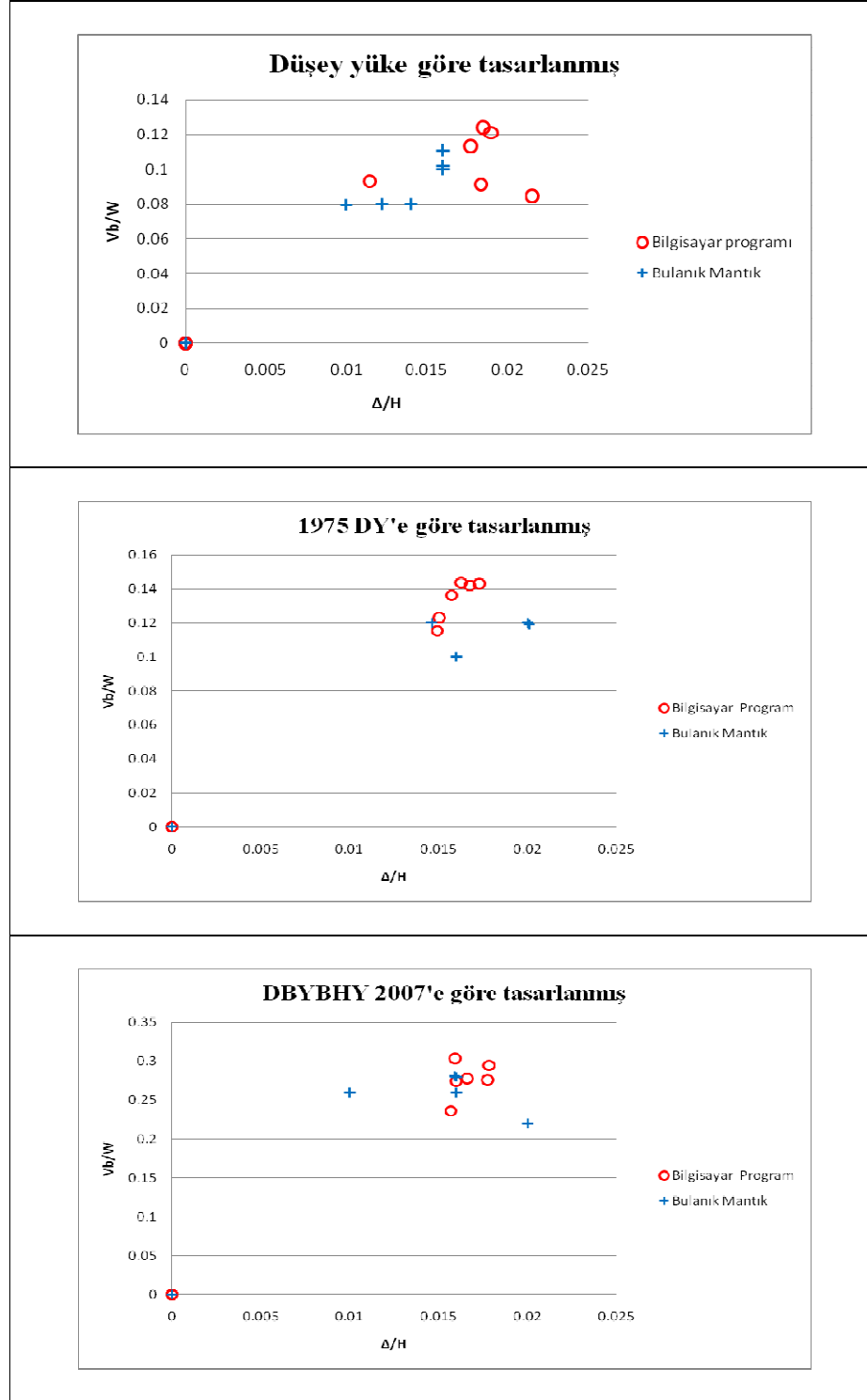
Şekil 4.37. 5 katlı, kolon boyutu 30/30 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



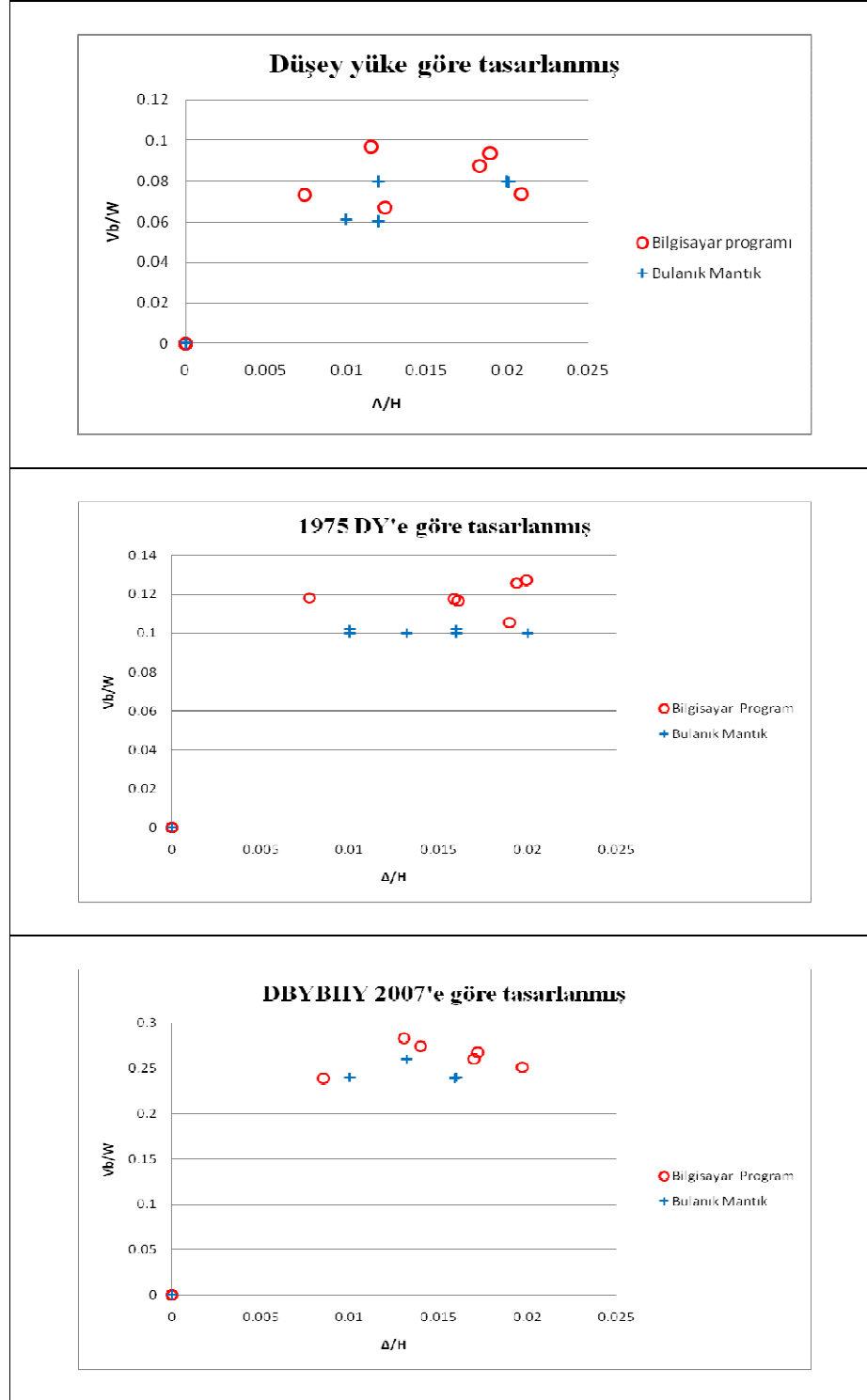
Şekil 4.38. 2 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



Şekil 4.39. 3 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



Şekil 4.40. 4 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması



Şekil 4.41. 5 katlı, kolon boyutu 40/40 olan Tip 4 yapısı için bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçları ile çizilen grafiklerin karşılaştırılması

Oluşturulan bilgisayar programı ve bulanık mantık sonuçlarının karşılaştırılması amacıyla oluşturulan çizelgeler ve grafikler incelendiğinde genelde bulanık mantık yöntemi yardımıyla elde edilen Tip 2 ve Tip 4 yapılarının V_b/W ve Δ/H değerleri bilgisayar programı bulunan statik itme analizi sonuçlarıyla oldukça yakındır.

Örneğin, Çizelge 4.31. ve Şekil 4.27.'deki düşey yüke göre tasarlanmış, 3 katlı, beton sınıfı C20, çelik sınıfı S420, kolon boyutu 30/30 olan Tip 2 yapısı için oluşturulan çizelge ve şekil incelendiğinde, statik itme analizi ile elde edilen yapının taşıyacağı maksimum taban kesme kuvveti değerinin olduğu nokta ile bulanık mantık analizi sonucu elde edilen yapının taşıyacağı maksimum taban kesme kuvveti değerinin olduğu nokta neredeyse üst üste geldiği görölmektedir. Buradaki hata oranı taban kesme kuvveti için yaklaşık % 6, yer değiştirme için ise % 3 olduğu görölmektedir. Bu oran ise ihmal edilebilecek düzeydedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışması kapsamında, mevcut betonarme yapıların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve güvenilirliği etkileyen parametrelerin değerlendirilmesi amacıyla, beton sınıfı C10, C16, C20, çelik sınıfı S220, S420, kolon boyutu 30/30 ve 40/40, kat sayısı 2, 3, 4, 5, açıklık sayıları 2, 3, 4, 5 ve 6 olan beş tip yapı modellenmiştir. Bu amaçla toplam 720 kombinasyon oluşturulmuştur. Türkiye'deki mevcut yapılar incelendiğinde, büyük çoğunluğunun deprem etkisi ele alınmadan yani sadece düşey yük etkisi altında projelendirildiği görülmektedir. Bu nedenle, yapılan çalışmadaki modeller hem deprem etkisi altında hem de sadece düşey yük altında değerlendirilmiştir. Deprem etkisi altındaki inceleme için, 1975 DY ve DBYBHY 2007 dikkate alınmıştır.

Bu esaslara göre modellenen tip yapılar öncelikle yapıldıkları yıllara göre; ilgili yönetmelik altında veya sadece düşey yük etkisi altında statik çözümleri yapılmıştır. Bu statik çözümler her bir beton sınıfı, çelik sınıfı, kat sayısı, kolon boyutu için tekrarlanmıştır. Ardından, DBYBHY 2007 esas alınarak statik itme analizleri gerçekleştirilmiştir. Böylece, yapıların deprem performansları ve yapıların deprem güvenliklerine etki eden parametreler incelenmiştir.

Yapılan çalışmada yapıların performanslarının yani deprem güvenliklerinin belirlenmesi için bulanık mantık yöntemi tavsiye edilmiştir. Böylece uzun zaman alan analizlere gerek duyulmadan mevcut betonarme yapıların deprem güvenlikleri hakkında daha gerçekçi sonuçların tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda MATLAB programı ile bir bulanık mantık modeli oluşturulmuştur. Bu modelde toplamda 432 yapının statik itme analizi sonucunda elde edilen, taban kesme kuvveti / yapı ağırlığı (V_b/W), yatay yer değiştirme / kat yüksekliği (Δ/H) değerleri çıktı olarak, yapıların performanslarına etki eden çeşitli parametreler de girdi olarak kullanılmıştır. Bu amaçla kullanılan model yapılar; Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 yapılarıdır. Modelin geçerliliğinin değerlendirilmesi amacıyla ise 288 yapının statik

itme analizi sonuçları test olarak kullanılmıştır. Test amacıyla kullanılan bu yapılar Tip 2 ve Tip 4 yapılarıdır.

Bulanık mantık sonuçları ile statik itme analizi sonuçları, hata oranları ve grafikler yardımıyla karşılaştırılmıştır. Çizilen grafikler incelendiğinde, statik itme analizi ile elde edilen yapının taşıyacağı maksimum taban kesme kuvveti değerinin olduğu nokta ile bulanık mantık analizi sonucu elde edilen yapının taşıyacağı maksimum taban kesme kuvveti değerinin olduğu nokta neredeyse üst üste geldiği görülmektedir. Yapılan incelemeler sonucunda hata oranlarının ihmal edilebilecek düzeyde olduğu görülmüştür. Çalışma genelinde elde edilen değerlerin birbirine yakın çıkması sonucunda, mevcut betonarme yapıların deprem performanslarının daha gerçekçi olarak tahmin edilmesi açısından pratik bir yöntem elde edilmiştir. Bu çalışma ile betonarme yapıların çeşitli parametreleri bilinerek kısa zamanda yapıların deprem güvenlikleri yaklaşık olarak tespit edilebilmektedir. Yapının taban kesme kuvveti (V_b) ve yer değiştirme (Δ) değerleri kolayca belirlenebilmektedir.

Statik itme analizi sonuçları incelendiğinde yapıların beton dayanımlarında meydana gelen artış sonucunda, yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinde belirgin oranda artış görülmediği, fakat yapıların çelik dayanımlarında meydana gelen artış sonucunda yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinin belirgin oranda arttığı gözlenmiştir. Bunun nedeni, az katlı yapılarda kolon kesitleri yeterince büyük tutulmuş kolonlarda eğilme momentinin daha etkili olmasıdır. Çalışma kapsamında yapılan incelemeler sonucunda, beton dayanımının yapıların deprem performansına etkisinin ortalama % 8, çelik dayanımının yapıların deprem performansına etkisinin ortalama % 25 olduğu görülmüştür. Çelik dayanımı ile beton dayanımının, yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetine etkisi karşılaştırıldığında çelik dayanımının yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetine etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Kapasite eğrilerinin incelenmesiyle, yapılardaki kolon boyutlarında meydana gelen artış sonucunda yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinde belirgin bir

artış olduğu görülmüştür. Kolon boyutlarının yapının taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetine etkisi ortalama % 38 olduğu görülmüştür.

Yapıların yapıldıkları yıllara göre, ilgili yönetmelik altında ve sadece düşey yük etkisi altında tasarlanmasının yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetine etkisi incelendiğinde, DBYBHY 2007'e göre tasarlanan yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetin, 1975 DY ve düşey yüke göre tasarlanmış yapıların taşıyacağı maksimum taban kesme kuvvetinden daha fazla olduğu gözlenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda DBYBHY 2007'e göre tasarlanan yapıların deprem performanslarının 1975 DY ve düşey yüke göre tasarlanmış yapılara göre ortalama %52 daha fazla olduğu görülmüştür.

Ayrıca yapıların kat sayılarında meydana gelen artış sonucunda yapıların taşıyacağı maksimum taban kuvvetinde belirgin azalış olduğu görülmektedir. Kat sayısının deprem performansına bu etkisi ortalama % 25 olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında sonuç olarak betonarme yapıların beton sınıfı, çelik sınıfı, binanın yapıldığı yıldaki yönetmelik, kolon boyutu gibi mimari proje değerleri bilinerek kısa zamanda yapıların deprem güvenlikleri yaklaşık olarak tahmin edilebilmektedir. Böylece bu tez çalışması kapsamında, betonarme yapıların deprem güvenliklerinin pratik olarak kısa zaman içinde tahmin edilebileceği bir yöntem elde edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Aycan, K., O., Ö., 2003. Gemi Hareketlerinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Dinamik İncelenmesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73s, Isparta.
- Aycı, Ö., 2008. Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Güvenliğini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 100s, Isparta.
- Aysal, G., 2007. Performans Kavramı ve Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113s, İstanbul.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007. “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik DBYBHY 2007.”
- Celep, Z., Kumbasar, N., 2005. Betonarme Yapılar. İstanbul Teknik Üniversitesi, Beta Basım Yayım Dağıtım, No:4, 861s. İstanbul.
- Celep, Z., Kumbasar, N., 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Beta Basım Yayım Dağıtım, No:3, 889s. İstanbul.
- Cheng, H. D., Chen, JR., Glazier, C., Hu, Y. G., 1999. Novel Approach to Pavement Cracking Based on Fuzzy Set Theory, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 12, No. 4, pp. 270-280.
- Çavuş, U., Ş., 2004. Deprem Sebebiyle Zeminlerin Sıvılaşma Potansiyelinin Bulanık Mantık Modellemesi (Fuzzy Logic Modelling) İle Değerlendirilmesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 108s, Isparta.
- Dede, T., 2009. Farklı Kriterler Kullanılarak Betonarme Kirişlerin Malzeme Bakımından Doğrusal Olmayan Davranışının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 135s. Trabzon.
- Demir, F., 2005. A New Way Of Prediction Elastic Modulus Of Normal and High Strength Concrete-Fuzzy Logic. Cement and Concrete Research, 35, pp. 1531-1538.
- Demir, F., Korkmaz, A., Tekeli, H., AYCI, Ö., 2008. Structural Performance Evaluation By Using ANFIS. ICCCBE-XII & INCITE 2008 (Reference no: 268), Beijing.
- Dervişoğlu, Z., 2006. Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Performans Değerlendirme Yöntemlerinin Doğrusal Olmayan Teori Çerçevesinde

Karşılaştırılması. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek Lisans Tezi, 217s, Balıkesir.

Esendal, H., 2007. Eğirdir Gölü Su Seviyesi evsimsel Değişiminin Bulanık Mantık Metoduyla Modellenmesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107s, Isparta.

İrtem, E., Türker K., Hasgöl, U., 2004. Türk Deprem Yönetmeliğinin Performans Hedeflerinin Lineer Olmayan Statik Analiz Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. XVII. Teknik Kongre ve Sergisi İMO, İstanbul.

Jan, T.S., Liu, M.W.,Kao, Y.C., 2003. An Upper-bound Pushover Prodnre for Estimating the Seismic Demands of High-rise Buildings. Engineering Structures, Vol.26, 128p.

Kaya, M., P., 2004. Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerin Karşılaştırılması Üzerine Sayısal Bir İnceleme. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 104s, İstanbul.

Kilar, V., Fajfar, P., 1997. Simple Push-Over Analysis Of Asymmetric Buildings. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol.26, pp. 233-249.

Koparan, İ., 2006. Mevcut Betonarme Binaların Performans Analizleri. Y.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, 191s. İstanbul.

Lefort, T., 2000. Advanced Pushover Analysis of RC Multi –Story Building, MSc Dissertation, Imperial College of science, Technology and Medicine.

Lawson, R., S., Vance, V., Karwinkler, H., 1994. Nonlinear Static Push-Over Analysis why, When, and How? Proceeding 5th US National Conference On Earthquake Engineering, Vol I., 283-292.

Mermer, S., 2007. Mevcut Bir Yapının Yeni Deprem Yönetmeliğine (DBYBHY 2007) Göre Performans Değerlendirmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102s, Sakarya.

Öztürk, F., 2006. AASHTO 1986 Esnek Yol Üstyapıları Projelendirme Yönteminin Bulanık Mantık Tekniğiyle Modellenmesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 123s, Isparta.

Pürselim, M.,G., 2009. Uzun Periyotlu Mevcut Betonarme Binaların Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 81s,İstanbul.

Sarıdemir, M., 2008. Farklı Agregalarla Üretilmiş Beton Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık ile Tahmin Edilmesi. O.G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 191s, Eskişehir.

- Şen, Z., 2004. Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Modelleme Prensipleri. Su Vakfı Yayınları, No:2, 191 s. İstanbul
- Tekeli, H., 2006. Deprem Tasarımında Ötelenmenin ve Enerji Tüketiminin Kontrolü. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 278s, Isparta.
- Terzi, S., 2006. Bulanık Mantık Yöntemiyle Modelleme ders notları.
- TS-500, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları
- Yön, B., 2007. Betonarme Yapıların Statik İtme Analizi ile Performanslarının Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111s, Elazığ.
- Zou, X.,K., Chan, C., M., 2005. Optimal Seismic Performance-Based Desing Of Reinforced Concrete Building Using Nonlinear Pushover Analysis. Engineering Structures, 27, 1289-1302.

ÖZGEÇMİŞ

Adı soyadı: Tuğçe YENİCE

Doğum Yeri ve Yılı : İzmir 1983

Yabancı Dili : İngilizce



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Isparta Milli Piyango Anadolu Lisesi 1998 – 2002

Lisans : S.D.Ü. M.M.F. İnşaat Mühendisliği Bölümü 2003 – 2008