

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DEPREM VE DÖŞEME PARAMETRELERİNİN YAPI
MALİYETİNE ETKİLERİNİN YÖNETMELİKLERE GÖRE
KARŞILAŞTIRILARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dündar AYYILDIZ

ŞUBAT 2009
TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DEPREM VE DÖŞEME PARAMETRELERİNİN YAPI
MALİYETİNE ETKİLERİNİN YÖNETMELİKLERE GÖRE
KARŞILAŞTIRILARAK İNCELENMESİ**

İnş. Müh. Dünder AYYILDIZ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“İnşaat Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20.01.2009
Tezin Savunma Tarihi : 05.02.2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ing. Ahmet DURMUŞ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nihat AKYOL**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Deprem ve Döşeme Parametrelerinin Yapı Maliyetine Etkilerinin Yönetmeliklere Göre Karşılaştırılarak İncelenmesi adlı Yüksek Lisans tez çalışmalarımın her aşamasında benden ilgi, alaka ve engin bilgisini esirgemeyen, bana her konuda yardımcı olmaya çalışan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN'e teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim süresi boyunca benden yardımlarını esirgemeyen tüm hocalarıma, jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Ing. Ahmet DURMUŞ ve Prof.Dr. Nihat AKYOL'a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Süleyman ADANUR, Yrd. Doç. Dr. Ramazan LİVAOĞLU, İnş. Müh. Ramazan ACAR ve İnş. Yük. Müh. Muhammet SAĞLAM ve tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tüm öğrenim hayatım boyunca olduğu gibi, yüksek lisans tezi çalışmam sırasında da benden her türlü maddi manevi desteklerini esirgemeyen hep yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Dündar AYYILDIZ
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLoların DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLERİN DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Yapıya Etkiyen Deprem Yüklerinin Hesabı.....	1
1.1.1. Statik Yöntemler.....	1
1.1.2. Kısmen Dinamik Yöntemler.....	2
1.1.3. Dinamik Yöntemler.....	10
1.1.3.1. Mod Birleştirme Yöntemi.....	10
1.1.3.2. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi.....	13
1.2. Betonarme Döşeme Sistemleri.....	20
1.2.1. Kirişli Döşemeler.....	20
1.2.1.1. Bir Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler.....	20
1.2.1.2. İki Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler.....	21
1.2.2. Dişli Döşemeler.....	21
1.2.2.1. Bir Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler.....	22
1.2.2.2. İki Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler.....	22
1.2.3. Kirişsiz döşemeler.....	22
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEME.....	25
2.1. Farklı Döşeme Sistemleri ile Tasarlanmış Yapılar üzerindeki Analizler ve İrdemeler.....	25
2.1.1. Döşeme Sistemlerinin ve Yapıların Tanıtılması.....	25
2.1.2. Yapıların Depreme Göre Yapısal Çözümlemesi.....	38
2.1.3. Deprem Bölgelerine ve Döşeme Sistemlerine Göre Maliyetlerin İrdelenmesi.....	51
2.2. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması.....	54
2.2.1. Etriyeler Açısından.....	55

2.2.2.	Kiriş Detayları Açısından	56
2.2.3.	Kolon Detayları Açısından	57
2.2.4.	Dişli Döşeme Detayları Açısından	58
2.2.5.	Döşeme Detayları Açısından.....	59
2.2.6.	Pas Payları Açısından	59
2.3.	Farklı Yönetmeliklere Göre Tasarlanmış Örnek Yapıların Karşılaştırılmalı Olarak İrdelenmesi	60
2.3.1.	Örnek Yapıların Tanıtılması.....	60
2.3.2.	Yapıların Depreme Göre Yapısal Çözümlemesi	64
2.3.3.	Yapı Maliyetlerini İrdelenmesi	65
3.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	68
4.	KAYNAKLAR.....	70
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Dünyanın aktif deprem kuşaklarından birinde yer alan ülkemizde deprem ve yapı parametrelerinin maliyet üzerindeki etkilerinin belirlenmesi de önemli olmaktadır. Bu bağlamda Türk ve Amerikan yönetmeliklerini genel hatlarıyla karşılaştırmak ve döşeme çeşitlerine bağlı olarak yapı maliyetlerindeki değişimleri incelenmek amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümü genel bilgiler bölümüdür. Bu bölümde yapılara etkileyen deprem yüklerinin hesabı ve betonarme döşeme sistemleri konusunda genel bilgiler sunulmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümü yapılan çalışmalar bulgular ve irdemeler bölümüdür. Bu bölüm üç ana kısma ayrılmaktadır. Birinci kısmını farklı döşeme sistemleri ile tasarlanmış örnek yapılar üzerindeki analizler ve irdemeler oluşturmaktadır. Bu kısımda öncelikle seçilen yapılar tanıtılmaktadır. Bu yapılarda döşeme sistemi olarak asmolen ve kirişli döşeme sistemleri seçilmiştir. Taşıyıcı sistem olarak da geleneksel çerçeve ve perde-çerçeve sistemler seçilmiştir. Kat sayısı olarak da uygulamada yaygın olarak kullanılan 2, 5 ve 8 katlı yapılar tercih edilmiştir. Karşılaştırmalarda kolaylık olması bakımından plan alanı 100m² seçilmiştir. Örnek yapıların depreme göre hesapları gerçekleştirilmiştir. Analizlerden elde edilen bulgular seçilen bazı elemanlar için karşılaştırmalı olarak çizelgeler halinde verilmiştir. Bu kısmın sonunda deprem bölgelerine ve döşeme sistemlerine bağlı olarak yapı maliyetleri karşılaştırmalı olarak irdelenmektedir. Bu bölümün ikinci kısmında Türk ve Amerikan betonarme yönetmeliklerinin koşulları karşılaştırmalı olarak irdelenmektedir. Bölümün son kısmında ise seçilen örnek yapılar Türk ve Amerikan yönetmelikleri dikkate alınarak tasarlanmakta ve aralarındaki maliyet farkları karşılaştırılmaktadır.

Üçüncü ve son bölüm sonuçlar bölümü olup bu bölümü kaynaklar listesi izlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Türk Deprem Yönetmeliği, Amerikan betonarme yönetmeliği, Deprem Bölgesi.

SUMMARY

The Investigation of Earthquake and Slab Parameters to cost of Buildings Comparing Codes Requirements

Turkey has been very active earthquake zone. Determine of the effects on the cost of earthquake and structure parameters are important. For this purpose, Turkish Earthquake Resistant Design Code and American Concrete Institute Building Code are compared and variation of building costs depends on the slab types are investigated in this thesis.

First chapter of the study is general information part. In this chapter, general information about response of structures subjected to earthquake ground motions and concrete slab systems are presented.

Second chapter of the study contain the studies, findings and investigations performed in this thesis. This section consists of three main parts. The first part covers the analyses and examinations of the model structures designed by different slab systems. In this part, selected structures are presented firstly. Baksteen and girder floor are selected as slab system in the model structures. Conventional frame and partition-frame systems are chosen as skeleton of the buildings. 2-story, 5-story and 8-story buildings common used in practice are considered in this part. One hundred meter square-buildings are selected as examples. Results obtained by analyses for selected members are given on tables. Costs of the buildings depend on the earthquake zone and slab systems are investigated comparatively in the end of this part. Second part of this chapter, Turkish and American Codes are examined relatively. Selected buildings are designed by considering Turkish and American Codes and the costs of buildings calculated for both Codes are compared in the last part of this chapter.

Third and last chapter is the result section and is followed by references.

Key Words: Turkish Earthquake Resistant Design Code, American Earthquake Resistant Design Code, Earthquake Zone.

ŞEKİLLERİN DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Fiktif yük ve etkiye yüksekliği	5
Şekil 2. Spektrum katsayısının periyotla değişimi	6
Şekil 3. Deprem yükü azaltma katsayısı(R_a).....	7
Şekil 4. Mod Birleştirme Yöntemi ile hesap için akış diyagramı.....	12
Şekil 5. Yatay deprem ivmesi etkisi altında çerçeve sistem	13
Şekil 6. 4 katlı bir yapı sistemi için (m_1)'in modal dağılımı.....	16
Şekil 7. Modal statik eşdeğer tepkiler.....	16
Şekil 8. Bir doğrultuda çalışan kirişli döşeme	21
Şekil 9. İki doğrultuda çalışan kirişli döşeme	21
Şekil 10. Tablasız ve başlıksız kirişsiz döşemeler	23
Şekil 11. Tablalı kirişsiz döşemeler	23
Şekil 12. Başlıklı kirişsiz döşemeler.....	23
Şekil 13. Tablalı ve başlıklı kirişsiz döşemeler	24
Şekil 14. Çalışmaya konu olan yapılar	25
Şekil 15. Kirişli döşemeye sahip çerçevesiz sistemlere ait kalıp planı.....	7
Şekil 16. Kirişli döşemeye sahip perdeli - çerçevesiz sistemlere ait kalıp planı	27
Şekil 17. Asmolen döşemeye sahip çerçevesiz sistemlere ait kalıp planı.....	28
Şekil 18. Asmolen döşemeye sahip perdeli - çerçevesiz sistemlere ait kalıp planı	28
Şekil 19. Kirişli döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesiz yapının kolon aplikasyonu	32
Şekil 20. Kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçevesiz yapının kolon aplikasyonu	33
Şekil 21. Kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçevesiz yapının kolon aplikasyonu	33
Şekil 22. Asmolen döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesiz yapının kolon aplikasyonu	34
Şekil 23. Asmolen döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçevesiz yapının kolon aplikasyonu	34
Şekil 24. Asmolen döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçevesiz yapının kolon aplikasyonu	35
Şekil 25. Kirişli döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesiz yapı	35

Şekil 26. Asmolen döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçeveli yapı	36
Şekil 27. Kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçeveli yapı.....	36
Şekil 28. Asmolen döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçeveli yapı	37
Şekil 29. Kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçeveli yapı.....	37
Şekil 30. Asmolen döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçeveli yapı	38
Şekil 31. 2 Katlı çerçeveli yapılarda S1kKolonunda döşeme ve deprem bölgesine bağlı olarak meydana gelen kesme kuvveti değerleri değişimi	50
Şekil 32. 8 Katlı perdeli-çerçeveli yapılarda S1 kolonunda döşeme ve deprem bölgesine bağlı olarak meydana gelen kesme kuvveti değerleri değişimi	50
Şekil 33. Etriyelerde gerekli kanca boyu	56
Şekil 34. Kiriş orta ve sarılma bölgesindeki etriye aralığı.....	56
Şekil 35. Kolon kesit değişimlerinde yapılması gerekli donatı düzenlenmesi	57
Şekil 36. Kolon-Kiriş birleşim bölgelerindeki kesit detayları	58
Şekil 37. Dişli döşeme kesit detayları.....	59
Şekil 38. Etabs programı ile modellenmiş kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçeveli yapının kalıp planı	61
Şekil 39. Etabs programı ile modellenmiş kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçeveli yapının kalıp planı	62
Şekil 40. Etabs programı ile modellenmiş kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçeveli yapı	63
Şekil 41. Etabs programı ile modellenmiş kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçeveli yapı	64

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilme sınırları	2
Tablo 2. Etkin yer ivmesi katsayısı (A_o)	3
Tablo 3. Deprem Yönetmeliğinde Tanımlanmış Bina Önem Katsayıları (I)	4
Tablo 4. Zemin grubu ve sınıflarına karşılık gelen spektrum karakteristik periyotları	5
Tablo 5. C_t Katsayıları	6
Tablo 6. Deprem yükünü azaltma katsayısı R_a (T).....	7
Tablo 7. Bina taşıyıcı sistem davranış katsayısı(R)	8
Tablo 8. Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n).....	9
Tablo 9. Tüm yapılarda kullanılan kiriş boyutları	29
Tablo 10. Perdeli-çerçeve sistemlerde kullanılan perde boyutları	29
Tablo 11. Kirişli döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçeve yapının kolon boyutları	29
Tablo 12. Asmolen döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçeve yapının kolon boyutları	30
Tablo 13. Kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli-çerçeve yapının kolon boyutları	30
Tablo 14. Asmolen döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli-çerçeve yapının kolon boyutları	30
Tablo 15. Kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli-çerçeve yapının kolon boyutları	31
Tablo 16. Asmolen döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli-çerçeve yapının kolon boyutları	31
Tablo 17. Kirişli döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde çerçeve sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	39
Tablo 18. Kirişli döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde çerçeve sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	39
Tablo 19. Kirişli döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde çerçeve sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	40
Tablo 20. Kirişli döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde çerçeve sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	40

Tablo 21. Asmolen döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde çerçevesiz sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	40
Tablo 22. Asmolen döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde çerçevesiz sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	41
Tablo 23. Asmolen döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde çerçevesiz sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	41
Tablo 24. Asmolen döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde çerçevesiz sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	41
Tablo 25. Kirişli döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	42
Tablo 26. Kirişli döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	42
Tablo 27. Kirişli döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	43
Tablo 28. Kirişli döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	43
Tablo 29. Asmolen döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	44
Tablo 30. Asmolen döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	44
Tablo 31. Asmolen döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	45
Tablo 32. Asmolen döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	45
Tablo 33. Kirişli döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	46
Tablo 34. Kirişli döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesiz sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	46

Tablo 35. Kirişli döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeveveli sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	47
Tablo 36. Kirişli döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeveveli sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	47
Tablo 37. Asmolen döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeveveli sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	48
Tablo 38. Asmolen döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeveveli sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	48
Tablo 39. Asmolen döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeveveli sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	49
Tablo 40. Asmolen döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeveveli sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri	49
Tablo 41. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı.....	51
Tablo 42. 5 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı ...	51
Tablo 43. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı ...	52
Tablo 44. 2,5 ve 8 katlı asmolen ve kirişli döşemelerde beton ve kalıp miktarı	52
Tablo 45.2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri	53
Tablo 46.5 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri	53
Tablo 47.8 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri	53
Tablo 48.TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kanca boyu ve etriye bilgileri açısından karşılaştırılması	55
Tablo 49.TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kiriş detayları açısından karşılaştırılması	56
Tablo 50.TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kolon detayları açısından karşılaştırılması	57
Tablo 51.TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kolon detayları açısından karşılaştırılması	57
Tablo 52.TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kolon detayları açısından karşılaştırılması	58
Tablo 53.TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin dişli döşeme detayları açısından karşılaştırılması	58

Tablo 54. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin döşeme detayları açısından karşılaştırılması.....	59
Tablo 55. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin pas payları açısından karşılaştırılması.....	60
Tablo 56. 5 Katlı yapılarda donatı miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması	65
Tablo 57. 8 Katlı yapılarda donatı miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması	65
Tablo 58. 5 Katlı yapılarda kalıp miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması	65
Tablo 59. 8 Katlı yapılarda kalıp miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması	66
Tablo 60. 5 Katlı yapılarda beton miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması	66
Tablo 61. 8 Katlı yapılarda beton miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması	66
Tablo 62. 5 Katlı yapılarda maliyete göre yönetmeliklerin karşılaştırılması	66
Tablo 63. 8 Katlı yapılarda maliyete göre yönetmeliklerin karşılaştırılması	67

SEMBOLLER DİZİNİ

- A : Spektral ivme katsayısı
 A_o : Etkin yer ivmesi katsayısı
 $A(T)$: Spektral İvme Katsayısı
 c : Sönüm matrisi
 D_n : n. mod için spektral yer değiştirme değeri
 $D_n(T)$: Spektral yer değiştirme değeri
 f_I : Atalet kuvveti
 H_N : Yapının toplam yüksekliğini
 I : Bina önem katsayısı
 k : Rijitlik matrisi
 m : Kütle matrisi
 M_{bn} : Taban devrilme momenti
 M_n : Genelleştirilmiş kütle
 M_{in} : i. kat için kat eğilme momenti
 n : Hareketli yük katılım katsayısı
 p_{eff} : Etkin deprem yükü
 R : Bina taşıyıcı sistem davranış katsayısı
 R_a : Deprem yükü azaltma katsayısı
 $S(T)$: Spektrum katsayısı
 T_A, T_B : Saniye olarak zemin spektrum karakteristik periyotları
 V_{bn} : Taban kesme kuvveti
 V_i : Kat kesme kuvveti
 V_{in} : i. kat için kat kesme kuvveti
 V_t : Toplam eşdeğer deprem yükü
 u_{jn} : j. katın yer değiştirmesi
 Δ_{jn} : j. katın görelî kat yer değiştirmesi
 η_{bi} : Rijitlik düzensizlik katsayısı
 ι : Etki vektörü

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Yapıya Etkiyen Deprem Yüklerinin Hesabı

Deprem yükü yapılara etkiyen yüklerin belirlenmesinde güçlük ve gerçeğe uygunluk açısından en zor olanıdır. Deprem sırasında temel zemini titreşim hareketi yapmakta, dolayısıyla da yapı temeli ani ötelenme ve dönmenin etkisinde kalmaktadır. Temelin bu tür hareketleri yapıda harekete zıt yönde eylemsizlik kuvvetlerinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Yapı çok rijit ve temele ankastre mesnetlenmiş ise zemin hareketini aynen taklit edecektir. Bu durumda yapıda her hangi bir hasar oluşmamaktadır. Ancak yapı yeterince rijit değilse, zemin hareketini taklit edemeyecektir. Bu durumda yapıda titreşim hareketi meydana gelerek yapı hasara uğrayacaktır (Acar 2006).

1.1.1. Statik Yöntemler

Depremde meydana gelen maksimum tesirleri veren, fiktif statik kuvvetleri tayin ederek dinamik problemi statik probleme çeviren yöntemlerdir. Fiktif statik kuvvetleri tayin etmek için özel periyotların bilinmesi gerekir. Bu metod için yapının dinamik özelliklerine bağlı olamayan statik yükler kullanılmaktadır. Bu statik yükler, deprem ivmesinden meydana gelen f_1 atalet kuvvetleri yatay olup, kütlelerin yoğunlaştığı kat seviyelerine tesir etmektedir. Kat kesme kuvveti V_i ise üst kattaki deprem yüklerini dengelemekte ve atalet kuvvetlerinin tesir ettiği noktalarda ortaya çıkmaktadır. Deprem yükü deprem hareketinin yönüne bağlı olduğundan, deprem yükünün ayrı ayrı iki asal eksen doğrultusunda etkidiği kabul edilir. Yapı düzgün ise rijitlik ve kütle merkezi çakışacaktır. Bu durumda yapıda burulma momenti oluşmayacaktır. Ancak rijitlik ve kütle merkezlerinin çakışmaması durumunda, kat kesme kuvvetlerine ilave olarak buruma momenti de oluşur. Bu momentler yapıyı planda rijitlik merkezi etrafında döndürmeye çalışır (Acar 2006).

1.1.2. Kısmen Dinamik Yöntemler

Deprem etkileri, yapının dinamik özellikleri göz önüne alınarak, belirlenen statik kuvvetler ile gösterilir. 1. moda ait özel periyot değerinin bilinmesi gerekir. Yapının 1. periyoduna ve sönüm oranına bağlı olarak fiktif statik yükler ve dinamik problem statik hale getirilmektedir (Acar 2006). TDY’de bu yöntem Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi olarak adlandırılmaktadır.

- Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

Bu başlık altında verilen bilgilerde (Acar 2006) kaynağından büyük oranda yararlanılmıştır.

Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Deprem Yönetmeliğinde önerilen üç yöntemden uygulaması en kolay olanıdır. Bu yöntem Eşdeğer Statik Yöntem olarak da bilinmektedir. Yüklerin hesabında, yapı ve zemine ilişkin periyot değerleri gibi dinamik parametrelerin kullanılması nedeniyle Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi sadece birinci modun dikkate alındığı dinamik bir yöntem olarak da kabul edilebilmektedir (Livaoğlu, Doğançın, 2001).

Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi bazı yapıların deprem hesabı için yeterli olmakta, bazılarının hesabında ise ilave olarak diğer yöntemlerden birinin de kullanılması gerekmektedir. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin yeterli olmadığı durumlarda da karşılaştırma amacıyla bu hesap yönteminin kullanılması gerekmektedir (Doğançın 2008).

Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin uygulanması için yapının sağlaması gereken şartlar Tablo 1.’de verilmektedir. Tablo 1.’de kullanılan sembollerden H_N yapının toplam yüksekliğini, η_{bi} ise rijitlik düzensizlik katsayısını göstermektedir.

Tablo 1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilme sınırları

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2$ koşulunu sağladığı binalar	$H_n \leq 25m$
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_n \leq 40m$
3, 4	Tüm binalar	$H_n \leq 40m$

Bu yöntem taşıyıcı sistemi düzenli ve düzensizliği sınırlı olan yapılar için kullanılması en faydalı olan yöntem olarak bilinmektedir. Yapının düzensizlik durumları 2007 Deprem Yönetmeliğinde mevcuttur.

- Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

Bu yöntemle hesap yapabilmek için, Etkin Yer İvmesi Katsayısının, Bina Önem Katsayısının, Spektrum Katsayısının, Deprem Yükü Azaltma Katsayısının, Hareketli Yük Azaltma Katsayısının, belirlenmesi gerekir. Bu katsayıların belirlenmesinde Deprem Yönetmeliğinde verilen ve aşağıda sunulan çizelgeler yardımıyla belirlenmesi gerekmektedir.

- Etkin Yer İvmesi (A_o)

Deprem esnasında oluşacağı ve yapıyı etkileyebileceği düşünülen deprem hareketinin ivmesidir. Bu ivme yer çekimi ivmesinin bir oranı olarak ifade edilmektedir

Tablo 2. Etkin yer ivmesi katsayısı (A_o)

Deprem Bölgesi	A_o
1	0.4
2	0.3
3	0.2
4	0.1

- Bina Önem Katsayısı (I)

Bir yapının öneminin belirlenmesinde, içinde bulunacak insan sayısı, yapının kullanım amacı, deprem sonrasında yapının kullanım ihtiyacı gibi hususlar etkili olmaktadır.

Tablo 3. Deprem Yönetmeliğinde Tanımlanmış Bina Önem Katsayıları (I)

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	I
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

• Spektrum Katsayısı $S(T)$

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre deprem hesabında zeminle ilgili olarak kullanılan parametre Spektrum katsayısı olmaktadır. Bu katsayı yerel zemin koşullarına, yapı doğal periyoduna (T) bağlı olarak belirlenmektedir.

Spektrum katsayıları,

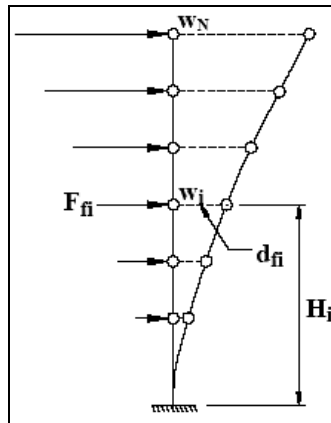
$$\begin{aligned}
 S(T) &= 1 + 1.5 T / T_A & (0 \leq T \leq T_A) \\
 S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\
 S(T) &= 2.5 (T_B / T)^{0.8} & (T_B < T)
 \end{aligned} \tag{1}$$

ifadesiyle Deprem Yönetmeliğinde verilmiştir. Burada; T_A ve T_B saniye olarak Zemin Spektrum Karakteristik Periyotlarını göstermektedir. Spektrum katsayısında başlangıçta yükselen eğri bu iki değer arasında en büyük değerine ulaşmakta ve yapı periyodunun büyümesi ile kat sayı küçülmektedir. Deprem yönetmeliğinde bu katsayının en büyük değeri 2.5 olarak sınırlandırılmaktadır. Burada vurgulanması gereken bir husus, bu şekilde

verilen diyagramın (Bkz. Şekil 1.) spektrum ivmesini göstermediğini dolayısıyla da buradan alınan değerlerin doğrudan spektrum ivmesi gibi kullanılamayacağıdır. Yani yönetmelikte tanımlanan spektrum, yer çekimi ivmesi (g) ile boyutsuzlaştırılmış ivme spektrumuna karşılık gelmektedir. Ayrıca spektrum değişimi sönüm oranına bağlı değildir, ortalama bir sönüm oranı kullanılarak basitleştirilmiştir.

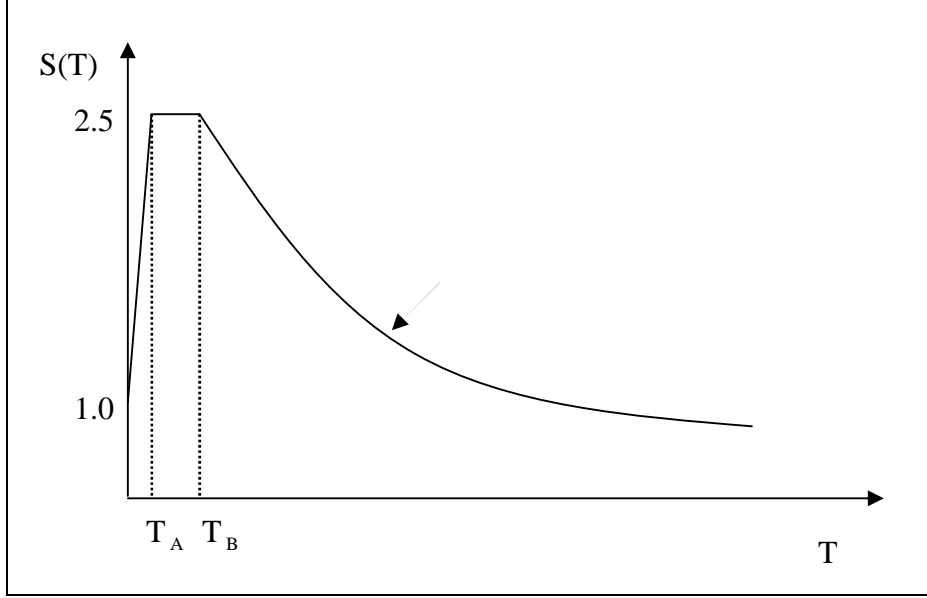
Tablo 4. Zemin grubu ve sınıflarına karşılık gelen spektrum karakteristik periyotları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımlama		
(A)	Ayrışmamış sağlam kayalar, çok sıkı çakıl ve kum; sert kil veya siltli kil		
(B)	Ayrışmış ve çatlaklı kayalar, sıkı çakıl ve kum; çok katlı kil ve siltli kil		
(C)	Yumuşak, süreksiz düzlemlili çok ayrışmış kayalar; orta sıkı çakıl ve kum; katı kil veya siltli kil		
(D)	Yer altı su seviyesi yüksek olan yumuşak alüvyon tabakaları; gevşek kum yumuşak kil ve siltli kil		
Zemin Sınıfı	Zemin Grubu Tanımı	T_A	T_B
Z1	A grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 15m den az B grubu zeminler	0.10	0.30
Z2	En üst tabaka kalınlığı 15m den fazla B grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 15m den az C grubu zeminler	0.15	0.40
Z3	En üst tabaka kalınlığı 15m-50m arasında C grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 10m den az D grubu zeminler	0.15	0.60
Z4	En üst tabaka kalınlığı 50m den fazla C grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 10m den fazla D grubu zeminler	0.20	0.90



Şekil 1. Fiktif yük ve etkime yüksekliği

Kat ağırlıklarının büyük kısmı kat döşeme seviyelerinde bulunduğundan toplam kat ağırlığının bu seviyede toplanmış olduğu kabul edilmektedir. Betonarme çerçeve ve perdeli sistemlerde deprem yüklerinin genelde döşeme seviyesine etki ettiği kabul edilir.



Şekil 2. Spektrum katsayısının periyotla değişimi

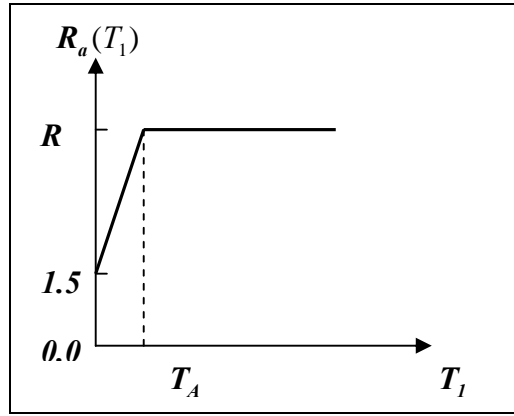
Spektrum kat sayısının belirlenmesi için yapının taşıyıcı sistemine bağlı olarak (C_t) katsayıları tanımlanmıştır.

Tablo 5. C_t Katsayıları

Taşıyıcı Sistemin Özellikleri	C_t
Taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden veya dışmerkez çaprazlı çelik perdelerden oluşan binalarda	0.07
Taşıyıcı sistemi sadece çelik çerçevelerden oluşan binalarda	0.08
Diğer tüm binalarda ise	0.09

• Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı(R_α)

Taşıyıcı sistemin elastik davranışı göz önüne alınarak elastik deprem yükleri hesaplanmış olur. Bulunan bu deprem etkisini yapının elastik davranarak taşımasının öngörmek ekonomik olmayan büyük boyutların ortaya çıkmasına neden olur. Yapının kullanım ömrü boyunca etkime olasılığı düşük olan bir etkiyi yapıdaki sürekli etkiler gibi düşünmek zaten anlamsızdır. Taşıyıcı sistemin elastik ötesi yük taşıma kapasitesinin de göz önüne alınması için doğrusal olmayan çözümlenmeyi gerektirir. Bu çözümlenmenin zorluğu nedeniyle yönetmelikte yapının taşıyıcı sistemine ve sürekliliğine bağlı olarak elastik yükleri azaltma katsayıları aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi tanımlanmıştır.



Şekil 3. Deprem yükü azaltma katsayısı(R_α)

Tablo 6. Deprem yükünü azaltma katsayısı $R_\alpha(T)$

Periyot Aralığı	$R_\alpha(T)$
$0 \leq T \leq T_A$	$1.5 + R - 1.5 \frac{T}{T_A}$
$T \geq T_A$	R

Tablo 7. Bina taşıyıcı sistem davranış katsayısı(R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	SDNsi st.	SDY sist.
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	4	7
(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar.....	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	3	6
(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perde durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perde durumu.....	4	7

• Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)

Deprem sırasında, statik analizde dikkate alınan hareketli yükün tamamının yapıda bulunma ihtimali küçüktür. Bu nedenle yönetmelikte hareketli yükün hangi oranda dikkate alınacağı, yapının kullanım amacına göre Tablo 8’ deki gibi tanımlanmıştır.

Tablo 8. Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konsersalonu, garaj, lokanta, mağaza, vb	0.60
Konut, iş yeri, otel, hastane, vb.	0.30

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi yukarıda verilmiş olan katsayılar belirlendikten sonra taban kesme kuvveti olarak da adlandırılan Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (V_t),

$$V_t = \frac{A(T_1)}{R_a(T_1)} W \geq 0.1 A_0 I W \quad (2)$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

A spektral ivme katsayısı olup

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3)$$

olarak verilmiştir.

Aynı periyotla çeşitli harmonik titreşimler yapan bir kütlede meydana gelecek atalet kuvveti, hareketin ivmesi ve dolayısıyla genliği ile doğru orantılıdır. Düşey konsol şeklinde kabul edilecek yapıda, genliklerin zemin seviyesinden itibaren yukarı doğru arttığı göz önüne alınır, deprem kuvvetlerinin de benzer değişimi göstereceği kabul edilebilir (Celep, Kumbasar 2000). Doğrusal bir davranış esas alınır, yapının kat seviyelerine etkiyen deprem yükleri ise ΔF_N yapının en üst katına etkiyecek ek eşdeğer yükünü göstermek üzere

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (4)$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

1.1.3. Dinamik Yöntemler

Herhangi bir kattaki kesme kuvveti, yapının performansına diğer bir deyişle o kattaki yapının kütlesi ve yükseklik boyunca lineer kabul edilen titreşim genliğine bağlıdır. Deprem yükleri ile yapı, Doğal Titreşim Modu olarak bilinen deforme olmuş belli şekillere dönüşür (Acar 2006).

1.1.3.1. Mod Birleştirme Yöntemi

Bu başlık altında verilen bilgilerde (Acar 2006) kaynağından yararlanılmıştır. Mod Birleştirme Yöntemi modal bir çözümlerdir. Bu yöntemde toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, kesit tesirleri (iç kuvvet bileşenleşenleri) ve yer değiştirmeler gibi büyüklüklerin zamanla değişimleri değil, bunların maksimum değerleri dikkate alınarak çözümlenmektedir. Zaman Tamın alanındaki analizden farklı olarak iç kuvvet değerleri, yapıda yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için belirlenen maksimum katkılarının istatistiksel olarak birleştirilmesi ile hesaplanmaktadır. İstatistiksel olarak belirlemenin nedeni, dikkate alınacak olan mod katkılarının farklı zamanlarda meydana gelmesidir. Mod katkılarının mutlak değerlerinin doğrudan toplanması halinde büyük değerler hesaplanmakta ve bu değerler gerçekçi olmamaktadır. Mod katkılarının birleştirilmesi için Deprem Yönetmeliği'nde Karelerinin Toplamının Kare Kökü Kuralı (SRSS) ve Tam Karesel Birleştirme Kuralı (CQC) önerilmektedir.

Bunlardan SRSS kuralının uygulanabilmesi için dikkate alınan iki periyottan küçüğünün büyüğüne oranının 0.8 den küçük olması gerekmektedir. Aksi durumda Tam Karesel Birleştirme Kuralının kullanılması zorunlu olmaktadır. SRSS kuralında hesabı istenen büyüklük, her bir moddaki katkısına bağlı olarak

$$r(t) = \sqrt{r_1^2(t) + r_2^2(t) + \dots + r_n^2(t)} \quad (5)$$

bağıntısıyla belirlenmektedir. CQC kuralında ise modlarda eşit sönüm dikkate alınması halinde, korelasyon katsayısı (ρ_{in}),

$$\beta_{in} = \frac{w_i}{w_n} \quad (6)$$

olmak üzere,

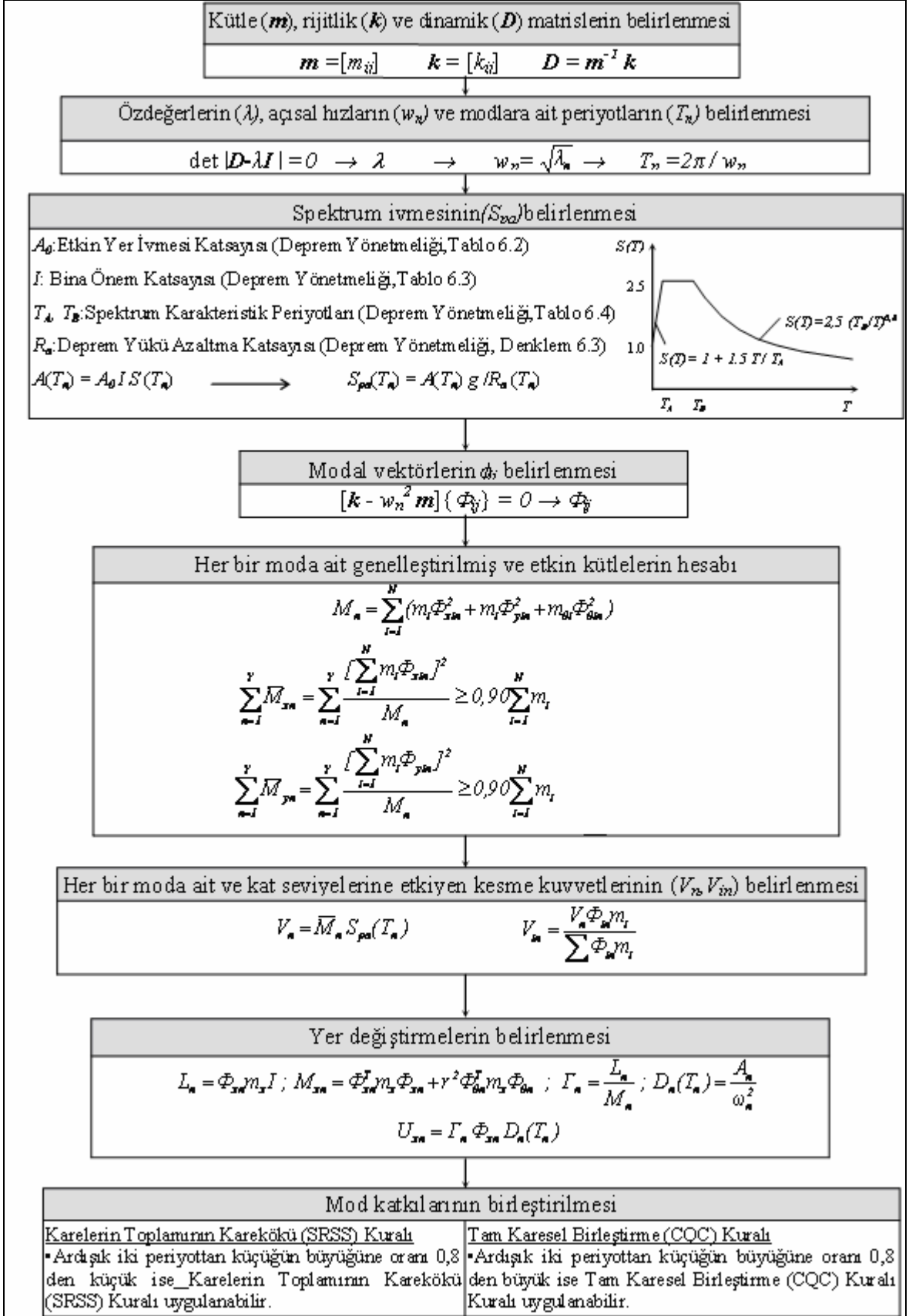
$$\rho_{in} = \frac{8\xi^2(1+\beta_{in})\beta_{in}^{3/2}}{(1-\beta_{in}^2)^2 + 4\xi^2(1+\beta_{in})^2} \quad (7)$$

bağıntısıyla belirlenmektedir. Burada yapının deprem hesabı için istenen büyüklük ise,

$$r(t) = \sqrt{\sum_{i=1}^Y \sum_{n=1}^Y \rho_{in} r_i r_n} \quad (8)$$

Hesaba katılacak mod sayısı konusunda bütün yönetmeliklerde bazı kısıtlamalar getirilmektedir. Örnek olarak Deprem Yönetmeliğinde hesaba katılacak moda ait toplam etkili kütle, toplam kütlein %90'ından az olmaması gerekmektedir. Bu konu üzerinde yapılan bir çok çalışmada belirtildiği gibi genelde toplam kütlein %80'ni hesaba katarak yüksek modların etkisinin dikkate alındığı düşünülmektedir. Fakat bu kabul sonuçların doğruluğuna artırıcı bir yönde etki yapmamaktadır (Ju ve diğ, 2000).

Yapıların deprem hesabının Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılabilmesi için gerekli olan işlemler sırası ile Şekil 5'deki akış diyagramında özetlenmiştir. Bu şekildeki M_n genelleştirilmiş kütle, \bar{M}_n efektif kütle, ve $D_n(T)$ spektral yer değiştirme değerlerini, b ve d yapı kenar uzunluklarını, r^2 ise $(b^2+d^2)/12$ değerini göstermektedir (Doğangün, Livaoğlu, 2001).



Şekil 4. Mod Birleştirme Yöntemi ile hesap için akış diyagramı

1.1.3.2. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Bu başlık altında verilen bilgilerde (Livaoğlu 2001) kaynağından büyük oranda yararlanılmıştır.

Çok serbestlik dereceli sistemlerin p_{eff} deprem kuvveti etkisinde altındaki hareket denklemi, 1 etki vektörünü göstermek,

$$p_{eff} = -m \ddot{u}_g(t) \quad (9)$$

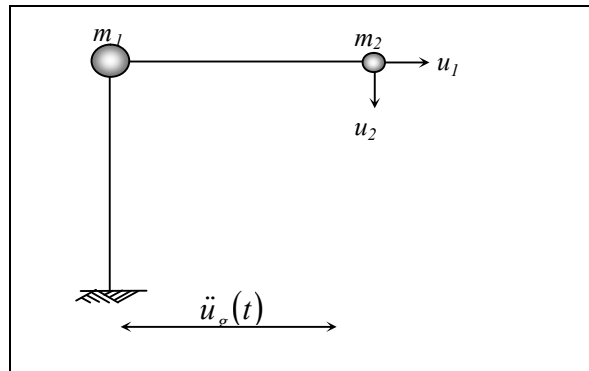
olmak üzere,

$$m \ddot{u} + c \dot{u} + k u = p_{eff}(t) \quad (10)$$

şekilde ifade edilebilir. Burada k ve m sırasıyla rijitlik ve kütle matrisini göstermektedir. c sönüm matrisi ise genel olarak modal çözümlerle hesapla belirlenen klasik ve klasik olmayan sönümler yerine, deneysel çalışmalardan elde edilen sönüm değerleri kullanılmaktadır. Genel olarak sönüm, sistemlerin deprem hareketine tepkilerinde göz önüne alınarak, deprem tepki spektrumlarının belirlenmesinde işlemlere girmektedir.

Etki vektörü 1 değişik sistemler ve deprem hareketinin değişik bileşenleri için farklı şekiller alabilmektedir.

Örnek olarak Şekil 41'deki iki serbestlik dereceli yatay deprem etkisi altındaki sistem için etki vektörü $1^T = \{1, 0\}$ şeklinde ifade edilebilir. Burada görülebileceği gibi sistem yalnızca u_1 serbestlik derecesi yönünde deprem ivmesi etkisi altındadır.



Şekil 5. Yatay deprem ivmesi etkisi altında çerçeve sistem

Yapı sistemleri için düşünüldüğünde etki vektörü, alınacak serbestlik derecesi ve sisteme etki eden deprem hareketi yönüne göre şekillenmektedir. Bina türü yapı sistemleri için örnek olarak kayma çerçevesi kabulünde etki vektörü $1=\{1,1,\dots,1\}=1$ olmaktadır.

Hareket denklemi (11) bağıntısına göre şekillenmiş bir yapının zaman tanım alanında hesabı düşünülürse, hareket denklemi modal koordinatlarda ifade edilerek çözüme gidilebilir. N serbestlik dereceli bir sistem için yer değiştirmeler aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$u(t) = \sum_{i=1}^N \phi_n q_n(t) \quad (11)$$

Genelleştirilmiş modal statik tepki vektörü olarak nitelendirilen $s=m$ belirlenirse bu kuvvet katsayısı veya modal statik tepki vektörü zamandan bağımsız olarak modal çözümleme ilkelerine bağlı olarak aşağıdaki şekilde belirlenebilir:

$$\Gamma_n = \frac{L_n}{M_n} \quad ; \quad L_n = \phi_n^T \mathbf{m} \mathbf{l} \quad ; \quad M_n = \phi_n^T \mathbf{m} \phi_n \quad (12)$$

olmak üzere,

$$\mathbf{m} \mathbf{l} = \sum_{n=1}^N \Gamma_n \mathbf{m} \phi_n \quad (5)$$

şeklinde yazılabilir. Burada modal statik tepki vektörü n. mod için modal vektörlerin ortogonelliği özelliği yardımıyla ;

$$s = \mathbf{m} \mathbf{l} = \sum_{r=1}^N \frac{\phi_r^T \mathbf{m} \mathbf{l}}{\phi_r^T \mathbf{m} \phi_n} \mathbf{m} \phi_r \quad (13)$$

$$s_n = \frac{\phi_n^T \mathbf{m} \mathbf{l}}{\phi_n^T \mathbf{m} \phi_n} \mathbf{m} \phi_n \quad ; \quad s_n = \Gamma_n \mathbf{m} \phi_n \quad (14)$$

olarak belirlenebilir. Yapılan bu işlemlerden sonra çok serbestlik dereceli bir sistemin n. mod için modal koordinatlarda hareket denklemi aşağıdaki şekilde yazılmaktadır:

$$\ddot{q}_n + 2\xi_n \omega_n \dot{q}_n + \omega_n^2 q_n = -\Gamma_n \ddot{u}_g(t) \quad (15)$$

Burada ξ_n ve ω_n sırasıyla çok serbestlik dereceli sistemin n. moda ait sönüm ve doğal frekans değerlerini ifade etmektedir. Hareket denklemi, D_n n. mod için spektral yer değiştirme değerini göstermek üzere,

$$\begin{aligned} \frac{\dot{q}_n}{\Gamma_n} + \frac{2\xi_n \omega_n \dot{q}_n}{\Gamma_n} + \frac{\omega_n^2 q_n}{\Gamma_n} &= \frac{-\Gamma_n \ddot{u}_g(t)}{\Gamma_n} \\ \ddot{D}_n + 2\xi_n \omega_n \dot{D}_n + \omega_n^2 D_n &= -\ddot{u}_g(t) \end{aligned} \quad (16)$$

şeklinde de ifade edilebilir. Yapının n. modu içinyer değiştirme ifadesi u_n ; modal koordinat q_n 'e ve spektral yer değiştirme D_n 'e bağlı olarak,

$$u_n(t) = \phi_n q_n(t) = \Gamma_n \phi_n D_n(t) \quad (17)$$

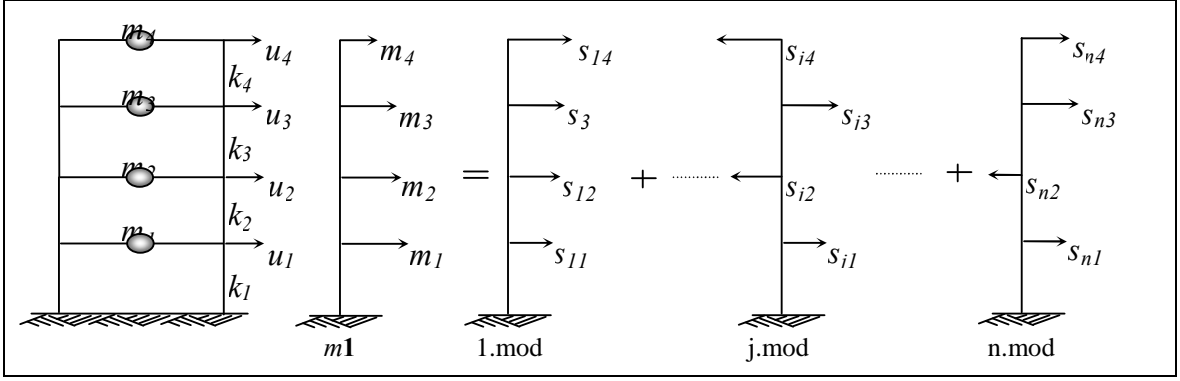
şeklinde hesaplanabilir. Yapı sistemleri için sistemin modal tepkileri, her bir mod için modal statik tepki vektörüne ($s_n = \Gamma_n m \phi_n$) bağlı olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$m l = \sum_{n=1}^N s_n = \sum_{n=1}^N \Gamma_n m \phi_n \quad (18)$$

Bu eşitliklere göre çeşitli kat seviyelerinde modal statik tepkiler s_{jn}

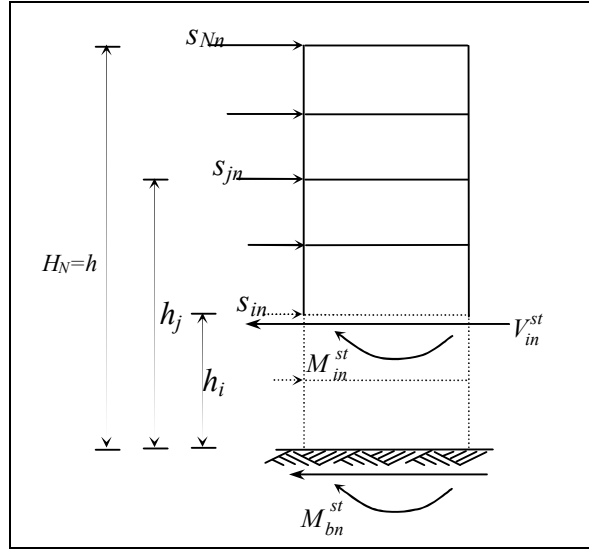
$$s_n = \Gamma_n m \phi_n \quad ; \quad s_{jn} = \Gamma_n m_j \phi_{jn} \quad (19)$$

şeklinde ifade edilebilir. (17) ve (18) bağıntıları dikkate alınarak şematikmodal dağılım Şekil 2'deki gibi ifade edilebilir (Şekil 2'de verilen vektör yönleri gelişigüzel belirlenmiştir).



Şekil 6. 4 katlı bir yapı sistemi için (m_1) 'in modal dağılımı

Genelleştirilmiş ifadeler ve modal statik tepkiler yardımıyla herhangi bir yapı sistemi üzerinde oluşabilecek n. mod için iç kuvvet değerleri elde edilebilmektedir (Şekil 3). Burada $A(t)$, n. mod ve belirli sönüm oranına göre deprem hareketinden elde edilmiş zamana bağlı spektrum değerleridir.



Şekil 7. Modal statik eşdeğer tepkiler

Şekil 3 de gösterilen kat kesme kuvveti, eğilme momenti, taban kesme kuvveti, taban devrilme momenti ve yer değiştirmelerin hesabı aşağıda açıklanmaktadır:

- i. kat için kat kesme kuvveti (V_{in})

Kat kesme kuvveti; V_{in}^{st} i. kat için statik eşdeğer kat kesme kuvvetini göstermek ve,

$$V_{in}^{st} = \sum_{j=i}^N s_{jn} \quad (20)$$

olmak üzere,

$$V_{in} = V_{in}^{st} A(t) \quad (21)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

- i. kat için kat eğilme momenti (M_{in})

Kat eğilme momenti; M_{in}^{st} i. kat için statik eşdeğer kat devrilme momentini göstermek ve,

$$M_{in}^{st} = \sum_{j=i}^N (h_j - h_i) s_{jn} \quad (22)$$

olmak üzere, aşağıdaki şekilde elde edilebilir.

$$M_{in} = M_{in}^{st} A(t) \quad (23)$$

- Taban kesme kuvveti (V_{bn})

Taban kesme kuvveti; V_{bn}^{st} statik eşdeğer taban kesme kuvvetini göstermek ve,

$$V_{bn}^{st} = \sum_{j=1}^N s_{jn} = \Gamma_n L_n^h = \bar{M}_n \quad (24)$$

olmak üzere,

$$V_{bn} = V_{bn}^{st} A(t) = \bar{M}_n A(t) \quad (25)$$

şeklinde elde edilebilir. Burada \bar{M}_n n. mod için etkili modal kütle göstermektedir.

- Taban devrilme momenti (M_{bn})

Taban devrilme momenti; M_{bn}^{st} statik eşdeğer taban devrilme momentini göstermek ve

$$L_n^\theta = \sum_{j=1}^N h_j m_j \phi_{jn} \quad ; \quad \bar{h}_n = \frac{L_n^\theta}{L_n^h} \quad ; \quad \bar{M}_n = \Gamma_n L_n^h = \frac{(L_n^h)^2}{M_n} \quad (26)$$

$$M_{bn}^{st} = \sum_{j=1}^N h_j s_{jn} = \Gamma_n L_n^\theta = \bar{h}_n \bar{M}_n$$

olmak üzere,

$$M_{bn} = M_{bn}^{st} A(t) = \bar{h}_n \bar{M}_n A(t) \quad (27)$$

şeklinde elde edilebilir. Burada \bar{h}_n etkili modal yüksekliği göstermektedir.

- j. katın yer değiştirilmesi (u_{jn})

Yer değiştirme değeri; u_{jn}^{st} eşdeğer statik yer değiştirme değerini göstermek ve,

$$u_{jn}^{st} = \frac{\Gamma_n}{\omega_n^2} \phi_{jn} \quad ; \quad u_{jn} = \frac{\Gamma_n}{\omega_n^2} \phi_{jn} A(t) \quad (28)$$

olmak üzere,

$$u_{jn} = \Gamma_n \phi_{jn} D_n(t) \quad (29)$$

şeklinde elde edilebilir.

- j. katın görel kat yer değiştirilmesi (Δ_{jn})

Görel kat yer değiştirme değeri; Δ_{jn}^{st} eşdeğer statik görel kat yer değiştirme değerini göstermek ve,

$$\Delta_{jn}^{st} = \frac{\Gamma_n}{\omega_n^2} (\phi_{jn} - \phi_{(j-1)n}) \quad (30)$$

olmak üzere,

$$\Delta_{jn} = \Delta_{jn}^{st} A(t) \quad ; \quad \Delta_{jn} = \Gamma_n (\phi_{jn} - \phi_{(j-1)n}) D_n(t) \quad (31)$$

şeklinde elde edilebilir.

Her mod için bulunan iç kuvvet değerleri $r_n(t)$, toplam iç kuvvet değerlerini elde edebilmek için, yapı sisteminin hakim doğal periyotlarının çok küçük veya çok yüksek olması gibi bazı özel durumlar dışında, aşağıdaki gibi doğrudan doğruya toplanarak

$$r(t) = \sum_{n=1}^N r_n(t) = \sum_{n=1}^N r_n^{st} A_n(t) \quad (32)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir (Chandler, Hutchinson, 1987; Chopra, Lopez, 1979; Chopra, 1995).

Deprem yönetmeliğinde bu hesap yönteminin özel durumlarda, bina ve bina türü olmayan yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için kullanılabilmesi belirtilmektedir. Deprem yönetmeliğinde kullanılan “özel durumlarda” ifadesinden de anlaşılacağı gibi söz konusu hesap yönteminin uygulanması pratik amaçlar için pek uygun olmamaktadır.

Bu yöntemle çözüm için daha önceden kaydedilen gerçek yada yapay yollarla üretilen benzetilmiş ivme değerleri kullanılmaktadır. Bir yapının deprem hesabı için bir deprem kaydının kullanılması doğru olmamaktadır. Çünkü aynı özelliklere sahip iki deprem bilindiği kadarıyla meydana gelmemiştir. Bu nedenle, deprem yönetmeliğinde en az üç kaydedilmiş ya da benzeştirilmiş ivme kaydının kullanılması öngörülmektedir. Bu ivme kayıtlarında iki koşul aranmaktadır. Bunlardan ilki kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, ivmelerin zarfları $\pm 0,05g$ den az olmamak koşulu ile, yapının 1. periyodundan ve 15s den az olmamalıdır. Diğeri de ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için hesaplanacak spektral ivme değeri $S_a > 0,9g A(T_1)$ olmalıdır, koşullarıdır.

Doğrusal elastik olmayan davranış dikkate alınarak yapılacak deprem hesabında Zaman Tanım Alanında Hesap Yönteminin Kullanılması zorunlu olmaktadır. Bu yöntem kullanılarak yapılan çözümlerinde sistemin şekil değiştirmiş hali ya da moment diyagramı gibi kesit tesir diyagramları çizdirilmemektedir. Bu çözümlerde her bir elemanda meydana gelen kesit tesirlerinin, gerilmelerin ya da yer değiştirmenin deprem süresince değişimi belirlenerek grafik olarak çizdirilebilmektedir.

1.2. Betonarme Döşeme Sistemleri

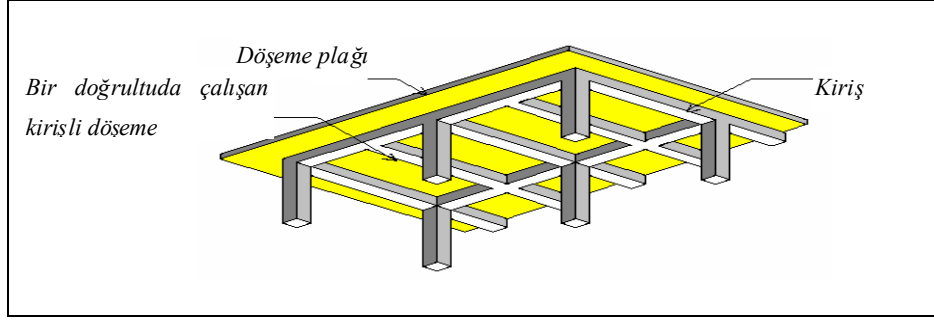
Döşemeler, iki boyutlu taşıyıcı elemanlar olup üzerine etkiyen yükleri genellikle çevre duvarlarına yada kirişlere iletmektedirler. Ancak doğrudan kolonlara mesnetli döşemelerde yükler, döşemeden kolonlara direkt olarak uygulanmaktadır. Döşemeler genellikle çevrelerindeki kirişlere ve bazen de doğrudan taşıyıcı duvarlara mesnetlenen plaklar türünden taşıyıcı eleman olarak ortaya çıkar. Genellikle dikdörtgen geometriye sahip olmakla birlikte daire gibi değişik geometriye de sahip olabilirler. Çevresinin tümünde kiriş veya taşıyıcı duvar bulunabileceği gibi, sadece bir bölümü bu elemanlara mesnetli olabilir. Kalınlıkları, açıklığa, mesnet durumuna ve yüke bağlı olarak belirlenmektedir. Döşeme plağı kenarlarından kirişlere mesnetlenirse bu döşemeler kirişli döşeme olarak adlandırılmaktadır. Ana kirişlere mesnetli sık, paralel, nispeten küçük kirişler sistemi diğer bir döşeme türüne dönüştürmektedir. Sık paralel kirişler, dış olarak bilindiği için bu tür döşeme sistemleri dişli döşemeler olarak tanımlanmaktadır. Kirişsiz döşemeler ise kiriş olmaksızın doğrudan kolona mesnetlenen döşeme sistemleridir (Celep,Kumbasar,1998).

1.2.1. Kirişli Döşemeler

Betonarme yapılarda en çok kullanılan döşeme sistemidir. Bu döşemeler dört kenarından kirişlere mesnetlenebileceği gibi, bir yada birkaç kenarın mesnetlenip diğer kenarları boşta olabilir. Kirişli döşemeler uzun kenarın kısa kenarına oranına (m) bağlı olarak bir ve iki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olarak iki sınıfa ayrılmaktadır (Doğangün, 2008).

1.2.1.1. Bir Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler

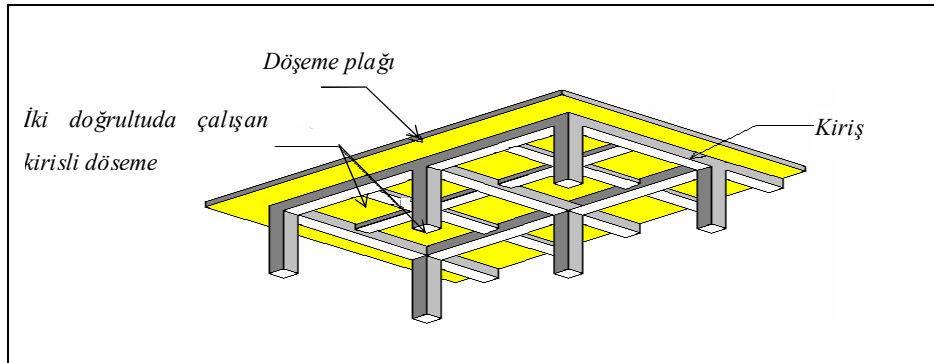
Kirişlere mesnetlenen döşemelerin uzun kenarının kısa kenarına oranı 2'den büyük ise bu döşemeler bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olarak adlandırılır. Bu tür plaklar, iki eksenli eğilme etkisi altında, yüklerini en kısa yoldan mesnet kirişlerine iletirler. İki eksenli yük taşımaları nedeniyle, bu döşemelerle bir doğrultuda çalışan döşemelere göre daha narin kesitlerle aynı yükü taşımak mümkün olmaktadır (Celep,Kumbasar, 1998).



Şekil 8. Bir doğrultuda çalışan kirişli döşeme (Doğangün, 2008)

1.2.1.2. İki Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler

Kirişlere mesnetlenen döşemelerin uzun kenarının kısa kenarına oranı 2'den küçük ise bu döşemeler iki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olarak adlandırılır. Bu tür plaklar, iki eksenli eğilme etkisi altında, yüklerini en kısa yoldan mesnet kirişlerine iletirler. İki eksenli yük taşımaları nedeniyle, bu döşemelerle bir doğrultuda çalışan döşemelere göre daha narin kesitlerle aynı yükü taşımak mümkün olmaktadır (Celep,Kumbasar, 1998).



Şekil 9. İki doğrultuda çalışan kirişli döşeme (Doğangün, 2008)

1.2.2. Dişli Döşemeler

Serbest açıklıkları 700 mm yi geçmeyecek biçimde düzenlenmiş dişlerden ve ince bir tabladan oluşan döşemeler dişli döşeme olarak adlandırılmaktadır. Geçilecek olan döşeme açıklıklarının büyük olması durumunda, kirişli döşemelerde plak kalınlığı arttığından bu döşemeler ekonomik olmaz. Bu durumlarda dişli döşeme yapılması bir seçenek olarak

ortaya çıkmaktadır. Dişli döşemeler, açıklığın büyük olması durumu için uygun olduğu gibi, tekil ve şerit yüklerin döşemeye etkime durumları için de uygun olmaktadır. Bu döşemelerin bir diğer üstün tarafı, boşluk bırakmanın daha kolay olmasıdır. Küçük boşluklar, önlem almaya gerek kalmadan da bırakılabilir.

Dişli döşemelerin yukarıda belirtilen üstünlüklerinin yanında, kirişli döşemelere göre zayıf tarafları da bulunmaktadır. En önemli zayıf tarafı özellikle asmolen olması halinde deprem davranışlarının, kirişli döşemelere göre daha kötü olmasıdır (Doğangün, 2008).

1.2.2.1. Bir Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler

Bir doğrultuda dişli döşemeler 4,0 m ye kadar enine dişsiz olarak yapılabilir. Enine dişler döşemede yük dağılımını sağlamakta ve yanal rijitliği artırmaktadır. Açıklığın 4,0 m yi geçmesi durumunda yönetmelik gereği, enine diş yapımı zorunludur.

Eğer dişli döşemelerin açıklıkları 4-7 m arasında ise açıklık ortasına bir enine diş, açıklık 7m den büyük ise iki enine diş yapılması uygun olmaktadır. Enine dişler açıklığı mümkün olduğunca eşit bölmelidir. Diş dik yönde yerleştirilen bölme duvarların altına enine diş yapmak oldukça yaygın bir uygulamadır (Doğangün, 2008).

1.2.2.2. İki Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler

Açlıkların büyük (9-14m), yüklerin ağır olduğu ve mimari açıdan hoş bir görünümün istenmesi durumlarında, genellikle iki doğrultuda çalışan dişli (kaset) döşemeler tercih edilmektedir. Bunların diğer döşemelere göre zayıf tarafı, hazır kalıp kullanılmaması yada döşeme sayısının az olması durumlarında, kalıp maliyetinin diğer döşemelere göre yüksek olmasıdır (Doğangün, 2008).

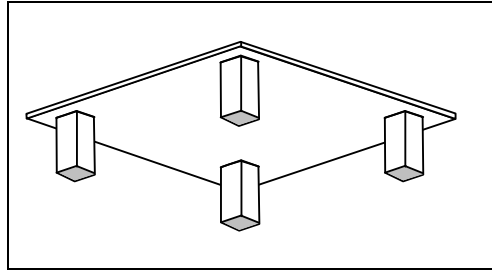
1.2.3. Kirişsiz Döşemeler

Kirişli döşemelerde kiriş nedeniyle kat yüksekliği önemli derecede azalmaktadır. Kullanılacak mekanda havalandırma ya da klima kanallarının bulunması halinde bu kat yüksekliği daha da azalmaktadır. Bu durum büro ve işyeri gibi mekanların etkin

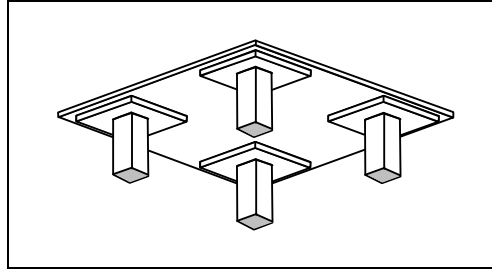
kullanımını engellemektedir. Mekanları rahat ve etkin kullanma isteği, döşeme sistemini kirişsiz olarak seçmede etkili olan parametrelerin başında gelmektedir (Doğangün, 2008).

Kirişsiz döşemeleri 4 e ayırabiliriz

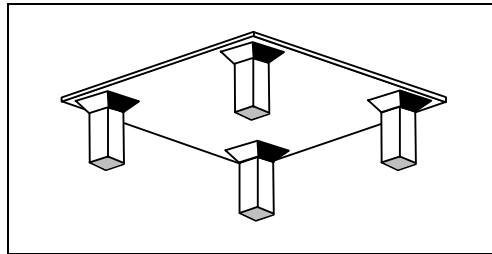
- a) başlıksız-tablasız döşemeler
- b) tablalı döşemeler
- c) başlıklı döşemeler
- d) başlıklı-tablalı döşemeler



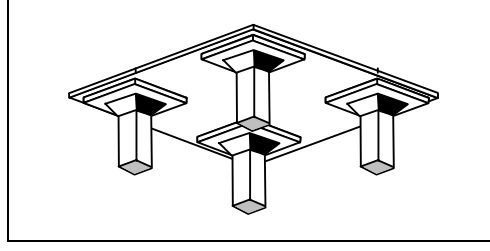
Şekil 10. Tablasız ve başlıksız kirişsiz döşemeler



Şekil 11. Tablalı kirişsiz döşemeler (Doğangün, 2008)



Şekil 12. Başlıklı kirişsiz döşemeler (Doğangün, 2008)



Şekil 13. Tablalı ve başlıklı kirişsiz döşemeler (Doğangün, 2008)

Başlıksız ve tablasız kirişsiz döşemeler daha çok düşey yükün küçük olduğu durumlarda tercih edilmektedir. Çünkü bu döşemelerde başlık bulunmadığından döşeme doğrudan kolona oturmakta, dolayısıyla da kirişsiz döşemelerin zayıf karnı olarak bilinen zımbalama olayı önemli olmaktadır. Bu nedenle fabrikalarda, atölyelerde, şiddetli titreşimlerin meydana geldiği ve ağır tekil yüklerin etkidiği yapılarda bu döşemelerin kullanılması tavsiye edilmemekte, hatta bazı kaynaklarda kullanılmaması gerektiği belirtilmektedir. Bu gibi durumlarda, kirişsiz döşeme sistemlerinden mantar döşemeler tercih edilmektedir. Kirişsiz döşemelerde tabla, özellikle de başlık kullanılması, bu döşemelerin diğer döşemelere göre üstünlüklerinden bir kısmını yok etmektedir (Doğangün, 2008).

Kirişsiz döşemelerin kirişli döşemelere göre üstün tarafları:

- Mekanların etkin ve rahat kullanımını sağlar
- Isı ve ses yalıtımı daha iyidir
- Kalıp imalatı azdır
- Kalıp, döşeme ve betonlama işçiliği daha basittir.

Kirişsiz döşemelerin zayıf tarafları

- Zımbalama olasılığı yüksektir
- Depremde davranışları kötüdür
- Daha fazla donatı ve beton alanı gerektirir

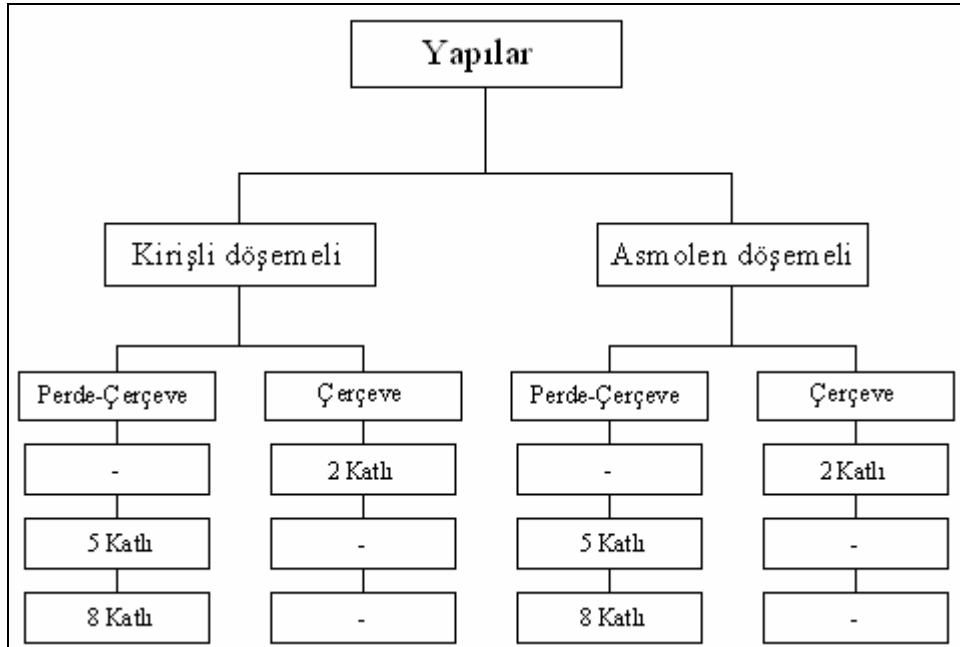
• Perde duvar gibi yatay yük taşıyıcı elemanlara daha fazla gerek duyulur. Çünkü yüksekliğinin düşük olmasıyla net kolon boyları fazla kaldığından katın rijitliği azalmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEME

2.1. Farklı Döşeme Sistemleri ile Tasarlanmış Yapılar üzerindeki Analizler ve İrdelemeler

2.1.1. Çalışmaya Konu Olan Yapıların Tanıtılması

Çalışmanın konusunu, kirişli ve asmolen döşemeli yapıların maliyetlerinin ve deprem davranışlarının incelenmesi oluşturduğundan burada esas olarak kirişli ve asmolen döşemeli yapılar dikkate alınmaktadır. Bu döşeme sistemlerine sahip yapıların çeşitli taşıyıcı sistemlerle farklı davranış gösterebilecekleri düşüncesiyle, taşıyıcı sistemler olarak uygulamada yaygın olarak kullanılan çerçeve ve perde-çerçeve sistemler seçilmiştir. Diğer taraftan, seçilen yapılarda toplam kat sayısı 2, 5 ve 8 olmak üzere üç farklı kat sayısı dikkate alınmıştır. Bu çalışmaya konu olan yapıların sınıflandırılması Şekil 14’de toplu olarak gösterilmiştir. Bu şekilden görüldüğü gibi çalışmada toplam 6 yapının maliyetleri ve deprem davranışları incelenmektedir.



Şekil 14. Çalışmaya konu olan yapılar

Dikkate alınan yapılara ve buldukları yerleşim bölgesine göre kullanılan diğer parametreler ve yapılan kabuller aşağıda verilmektedir.

- Dikkate alınan modellerinin kullanım amacı konut olarak seçildiğinden bina önem katsayısı (I) 1 olarak alınmıştır.

- Yapılar 4 farklı deprem bölgesine göre modellenmiş ve çözümleme yapılmıştır. Etkin yer ivmesi katsayısı(A_o), 1.derece deprem bölgesi için 0.4, 2.derece deprem bölgesi için 0.3, 3.derece deprem bölgesi için 0.2, 4.derece deprem bölgesi için 0.1 olarak alınmıştır.

- Çalışmada uygulamada da yaygın olarak kullanılan kirişli ve asmolen döşeme sistemi kullanılmıştır

- Yapıların modellenmesi ve analiz için Probina Orion V-14 paket programı kullanılmıştır

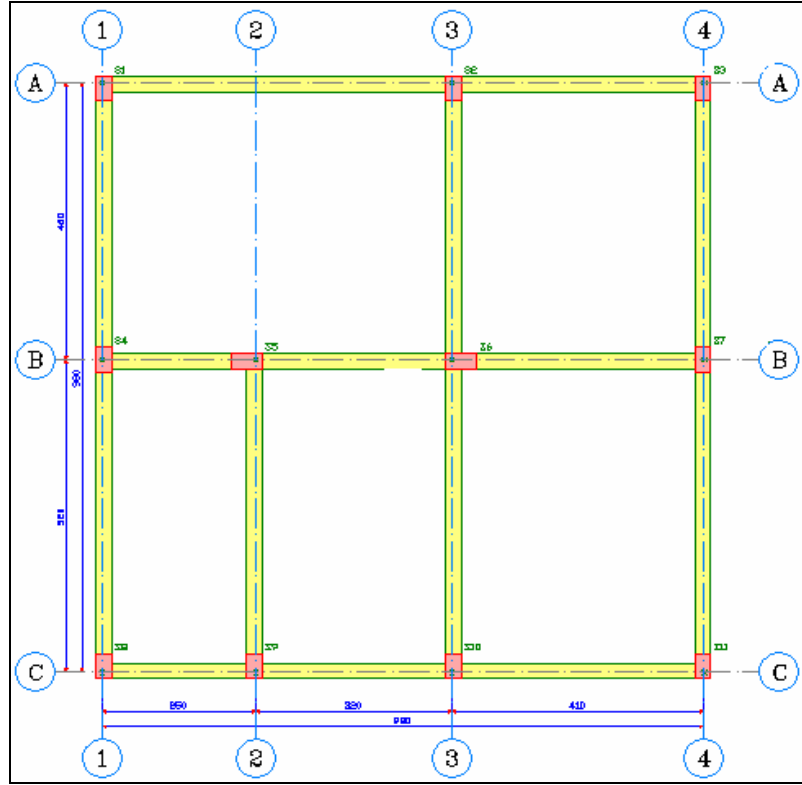
- Süneklik düzeyi karma seçilmiş ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı 7 olarak dikkate alınmıştır.

- Kullanılan modellerde uygulamada da sıkça karşılaşılan katlar arası yükseklik 3m olarak alınmıştır.

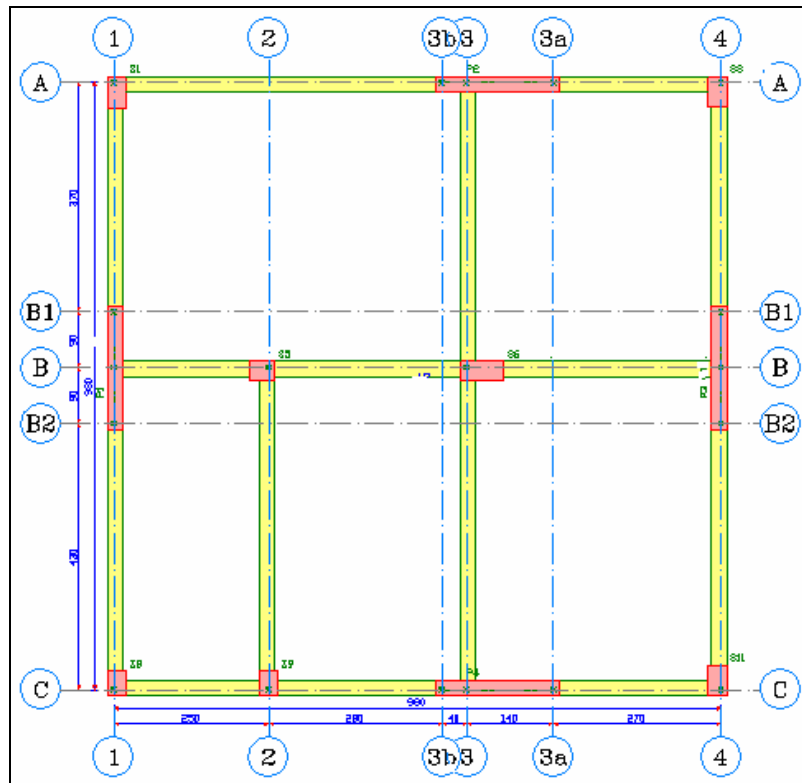
- Yerel zemin sınıfı Z3 olarak alınmıştır.

Çalışmada 4 farklı plan kullanılmıştır. Kirişli döşemeye sahip çerçevesiz sistemler için Şekil 15'deki, asmolen döşemeye sahip çerçevesiz sistemler için Şekil 17'deki, kirişli döşemeye sahip perdeli-çerçevesiz sistemler için de Şekil 16'daki, asmolen döşemeye sahip perdeli-çerçevesiz sistemler içinde Şekil 18'deki planlar kullanılmıştır.

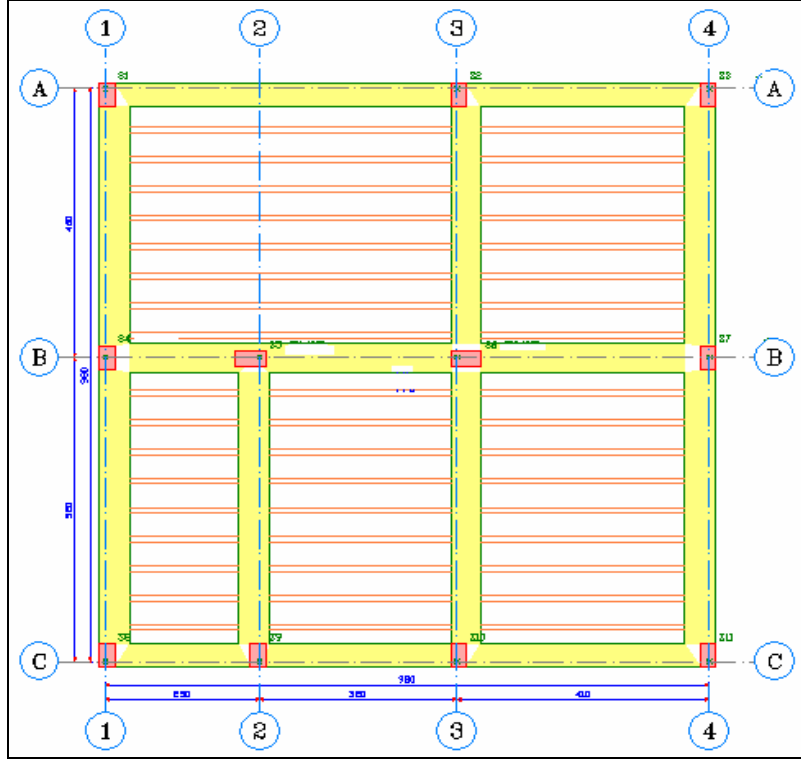
Kalıp planlarının tasarımı yapılırken oluşabilecek düzensizlik durumlarını önlemek amacıyla, depreme dayanıklı yapıların projelendirilmesinde önemli olan taşıyıcı sistem düzenleme prensiplerine uyulmaya çalışılmıştır.



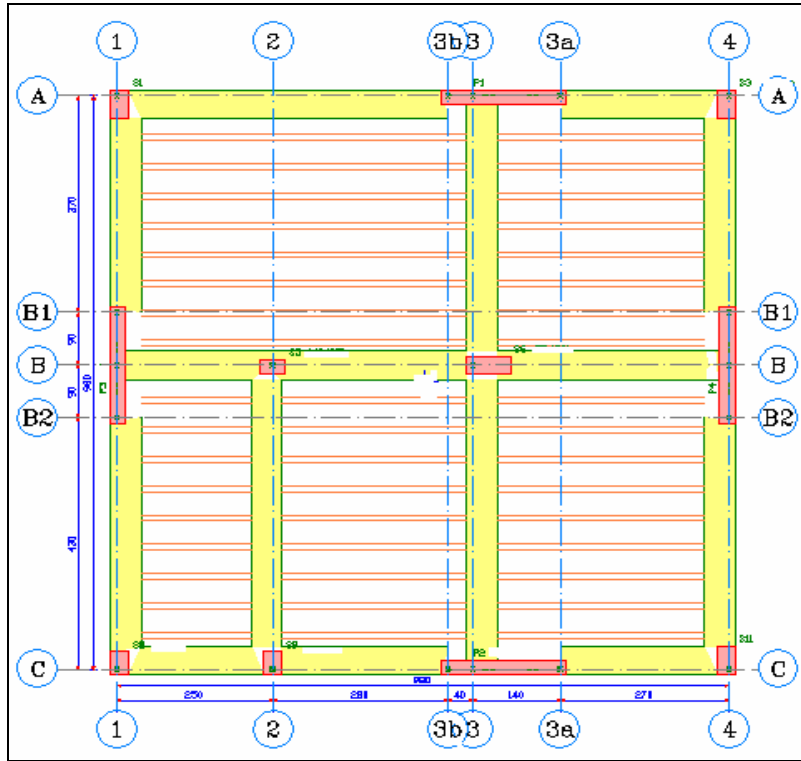
Şekil 15. Kirişli döşemeye sahip çerçevesi sistemlere ait kalıp planı



Şekil 16. Kirişli döşemeye sahip perdeli - çerçevesi sistemlere ait kalıp planı



Şekil 17. Asmolen döşemeye sahip çerçevesi sistemlere ait kalıp planı



Şekil 18. Asmolen döşemeye sahip perdeli - çerçevesi sistemlere ait kalıp planı

Tez konusu olarak modellenen yapılarda kullanılan kiriş boyutları ile ilgili bilgi Tablo 9 'de, perde boyutları ile ilgili ise Tablo 10'da verilmektedir.

Tablo 9. Tüm yapılarda kullanılan kiriş boyutları

Sistem Türü	Kiriş Boyutları (mm)
Kirişli Döşemeli Yapı (Dış)	250 / 500
Kirişli Döşemeli Yapı (İç)	250 / 500
Asmolen Döşemeli Yapı (Dış)	500 / 320
Asmolen Döşemeli Yapı (İç)	500 / 320

Tablo 10. Perdeli-çerçevesel sistemlerde kullanılan perde boyutları

Perde Adları	Perde Boyutları (mm)
P1	25 / 2000
P2	25 / 2000
P3	25 / 2000
P4	25 / 2000

2 katlı olarak modellenen yapılardaki kolon boyutları Tablo 11. ve Tablo 12.'de verilmektedir. 5 katlı olarak modellenen yapılardaki kolon boyutları Tablo 13. ve Tablo 14.'de verilmektedir. 8 katlı olarak modellenen yapılardaki kolon boyutları ise Tablo 15. ve Tablo 16.'de verilmektedir.

Tablo 11. Kirişli döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesel yapının kolon boyutları

Kat No	İç Kolon Boyutları (mm)	Dış Kolon Boyutları (mm)
1	250 / 500	250 / 400
2	250 / 500	250 / 400

Tablo 12. Asmolen döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesi yapının kolon boyuları

Kat No	İç Kolon Boyutları (mm)	Dış Kolon Boyutları (mm)
1	250 / 500	250 / 400
2	250 / 500	250 / 400

Tablo 13. Kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli-çerçevesi yapının kolon boyutları

Kat No	İç Kolon Boyutları (mm)	Dış Kolon Boyutları (mm)
1	250 / 500	250 / 400
2	250 / 500	250 / 400
3	250 / 500	250 / 400
4	250 / 500	250 / 400
5	250 / 500	250 / 400

Tablo 14. Asmolen döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli-çerçevesi yapının kolon boyutları

Kat No	İç Kolon Boyutları (mm)	Dış Kolon Boyutları (mm)
1	250 / 500	250 / 400
2	250 / 500	250 / 400
3	250 / 500	250 / 400
4	250 / 500	250 / 400
5	250 / 500	250 / 400

Tablo 15. Kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli-çerçeve yapınn kolon boyutları

Kat No	İç Kolon Boyutları (mm)	Dış Kolon Boyutları (mm)
1	300 / 700	300 / 500
2	300 / 700	300 / 500
3	300 / 700	300 / 500
4	300 / 700	300 / 500
5	300 / 700	300 / 500
6	300 / 700	300 / 700
7	300 / 700	300 / 700
8	300 / 700	300 / 700

Tablo 16. Asmolen döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli-çerçeve yapınn kolon boyutları

Kat No	İç Kolon Boyutları (mm)	Dış Kolon Boyutları (mm)
1	300 / 700	300 / 500
2	300 / 700	300 / 500
3	300 / 700	300 / 500
4	300 / 700	300 / 500
5	300 / 700	300 / 500
6	300 / 700	300 / 700
7	300 / 700	300 / 700
8	300 / 700	300 / 700

Çalışmada kullanılan modellere ait diğer bilgiler ve yük bilgileri aşağıda verilmiştir.

Tüm katlarda kullanılan kirişli döşemeli sistemler için;

Döşeme kalınlığı : 120 mm

Döşemede kullanılan hareketli yük : 2,00 kN/m²

Döşemede kullanılan kalıcı yük : 4,50 kN/m²

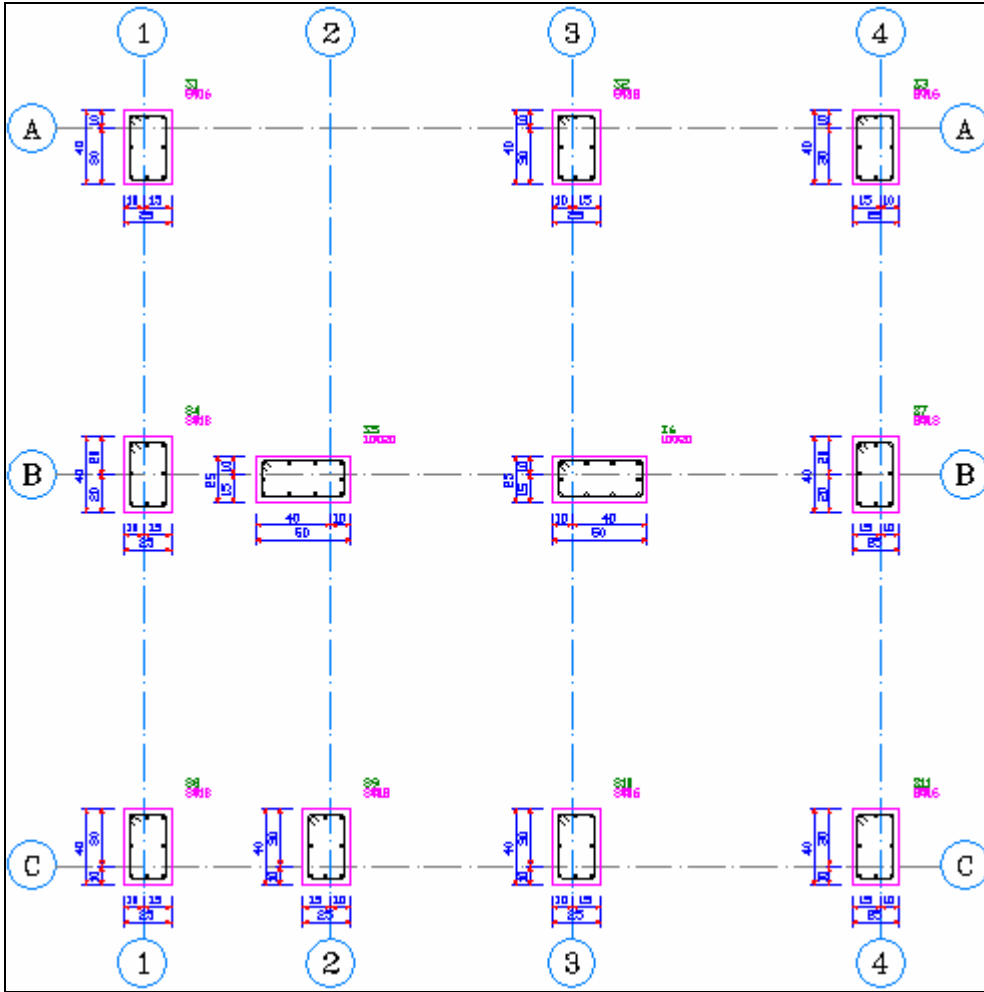
Tüm katlarda kullanılan asmolen döşemeli sistemler için;

Döşeme tabla kalınlığı 70 mm, asmolen tuğla kalınlığı 250 mm asmolen dış genişliği 100 mm ve asmolen dış aralığı 400mm olarak belirlenmiştir.

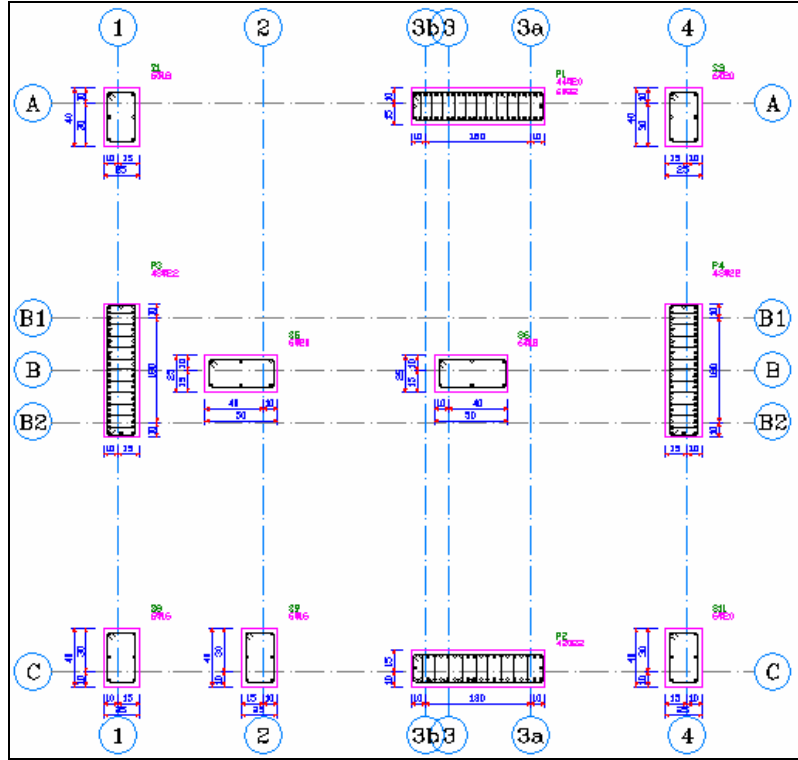
Döşemede kullanılan hareketli yük : 2,00 kN/m²

Döşemede kullanılan kalıcı yük : 5,00 kN/m²

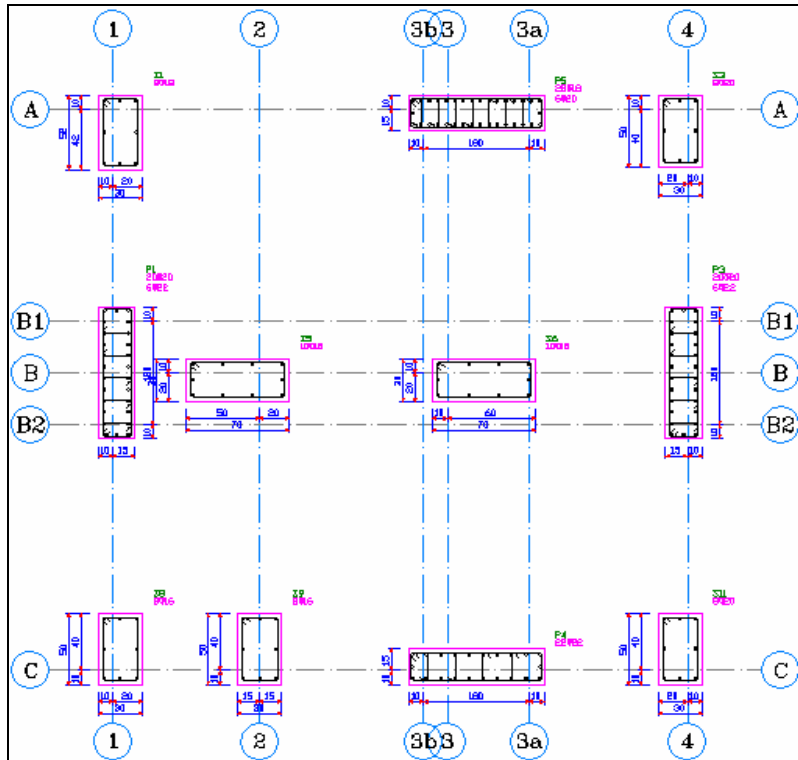
Çalışmada kullanılan 6 farklı yapıya ait kolon aplikasyonları Şekil 19~Şekil 24, şekillerin yapısal elemanları ile genel görünüşleri ise Şekil 25~Şekil 30 arsında aşağıda sunulmaktadır.



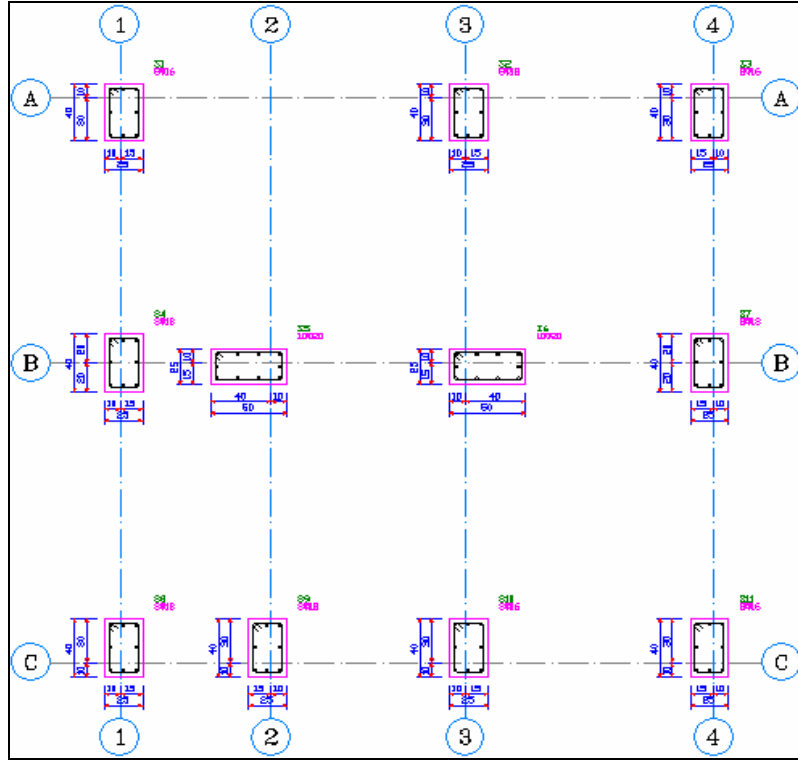
Şekil 19. Kirişli döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesi yapının kolon aplikasyonu



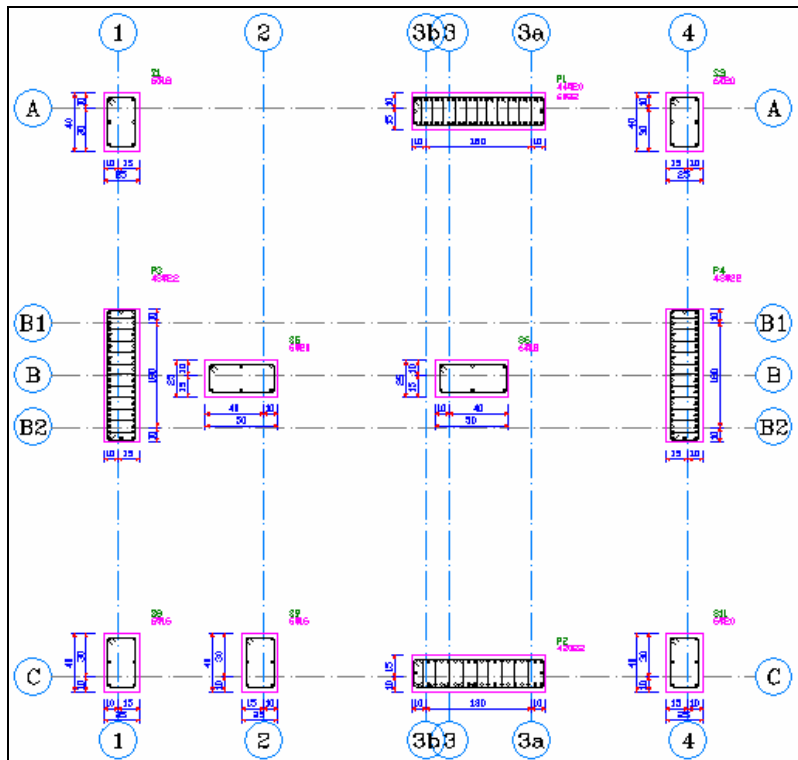
Şekil 20. Kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçevesi yapının kolon aplikasyonu



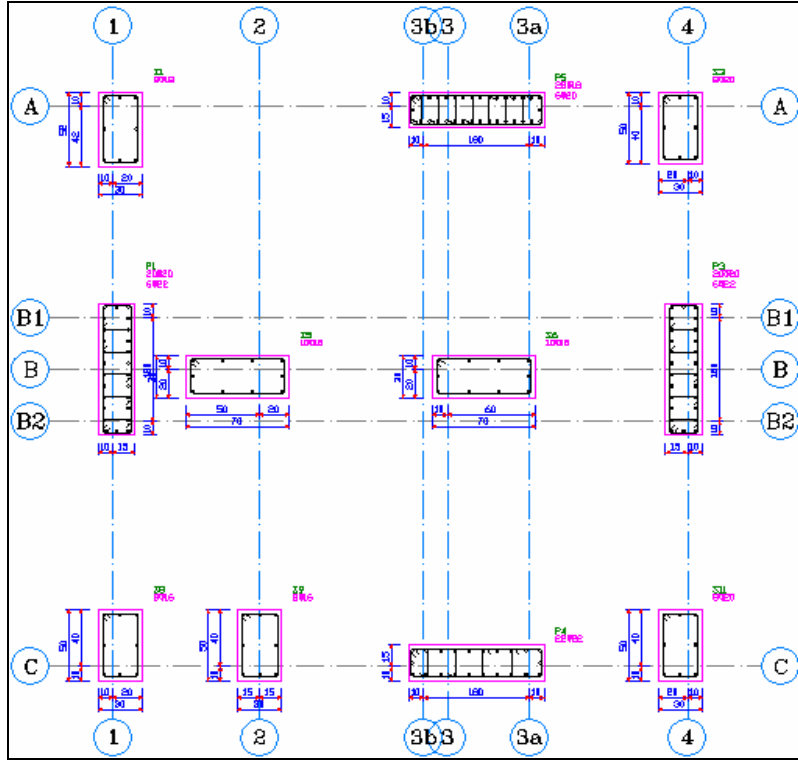
Şekil 21. Kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçevesi yapının kolon aplikasyonu



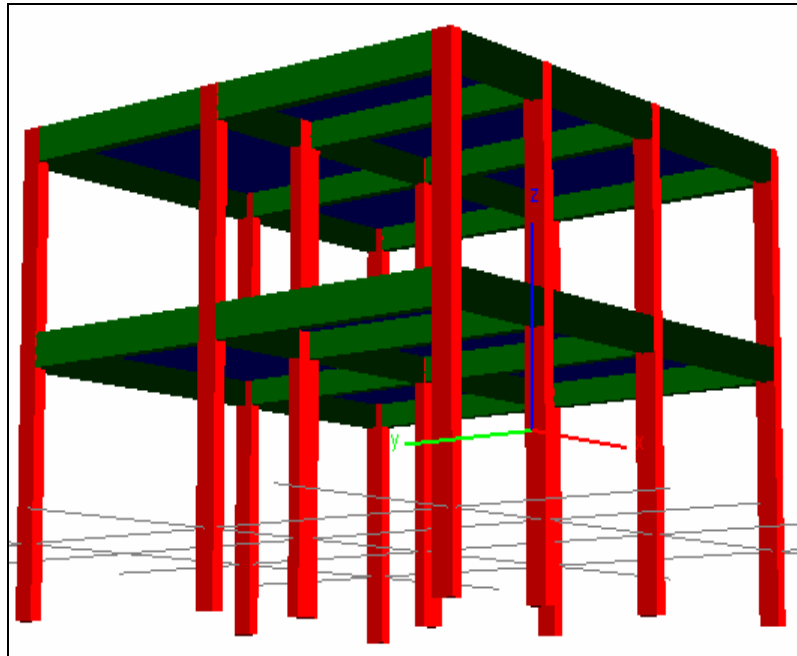
Şekil 22. Asmolen döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesi yapının kolon aplikasyonu



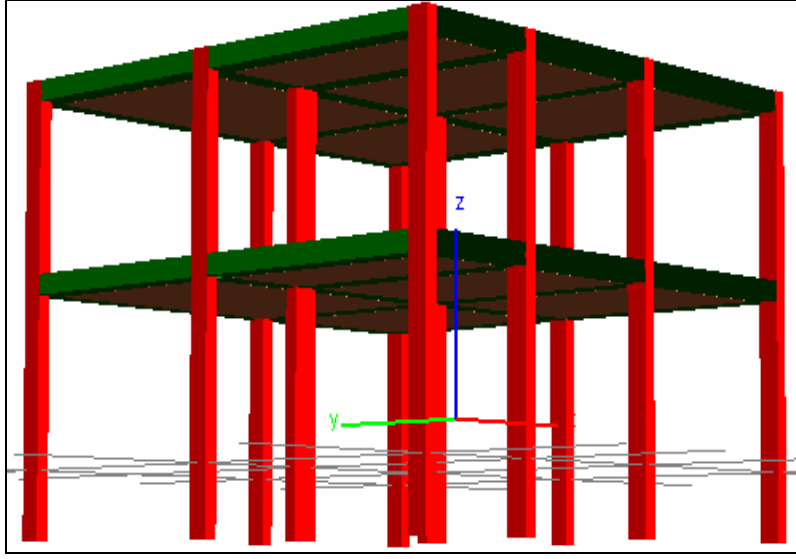
Şekil 23. Asmolen döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçevesi yapının kolon aplikasyonu



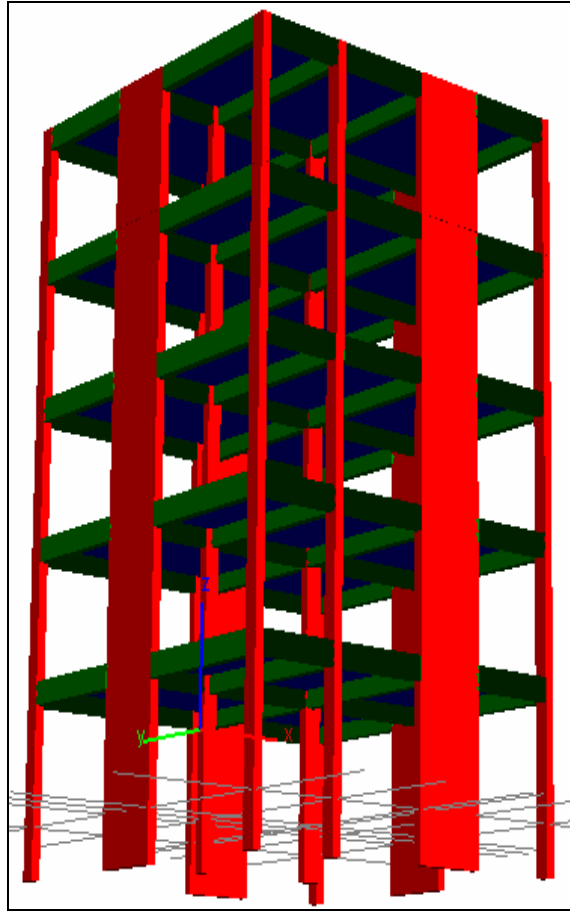
Şekil 24. Asmolen döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçevesi yapının kolon aplikasyonu



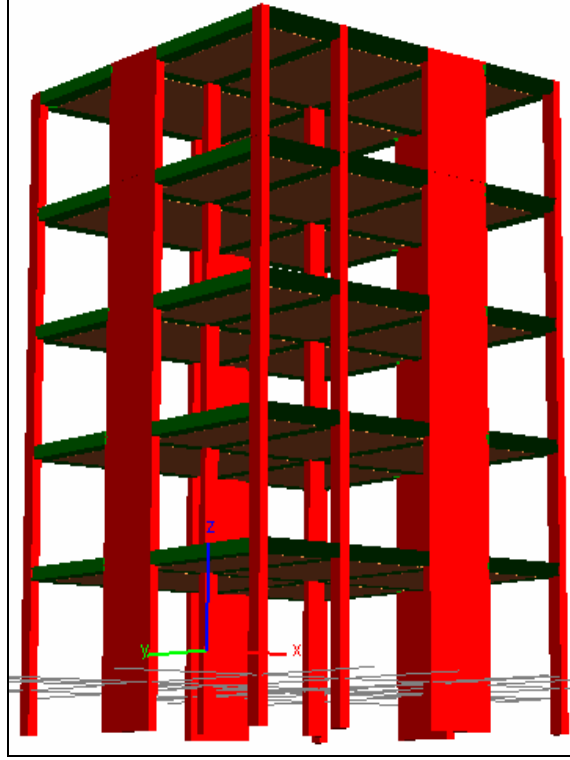
Şekil 25. Kirişli döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesi yapı



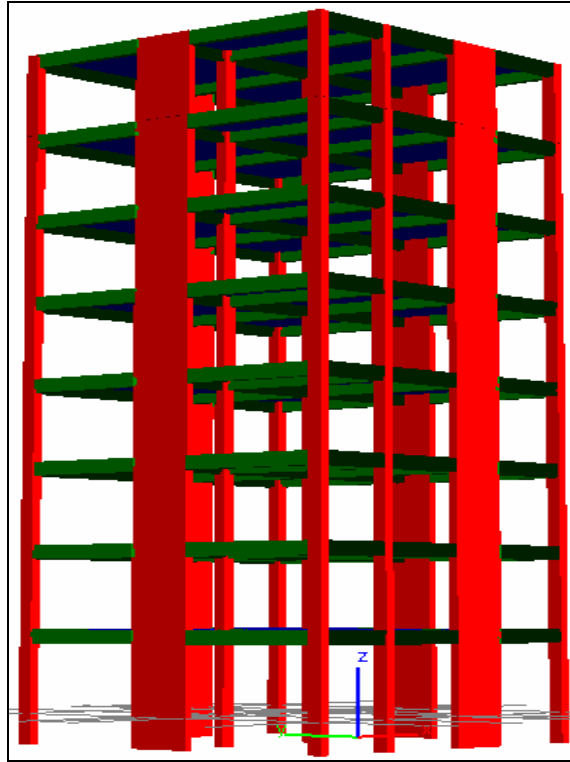
Şekil 26. Asmolen döşemeye sahip 2 katlı betonarme çerçevesi yapı



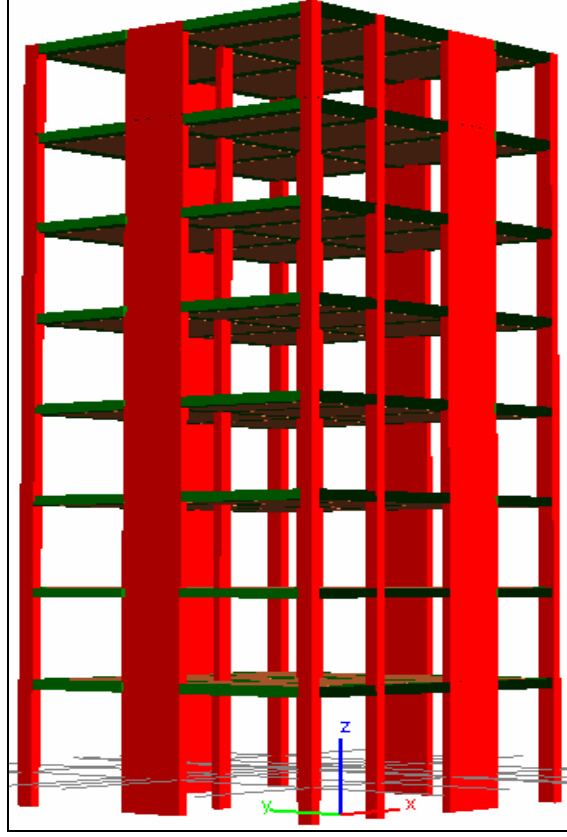
Şekil 27. Kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçevesi yapı



Şekil 28. Asmolen döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçevesel yapı



Şekil 29. Kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçevesel yapı



Şekil 30. Asmolen döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçeve yapı

2.1.2. Yapıların Depreme Göre Yapısal Çözümlemesi

Çalışmanın bu kısmında yapılan yapısal çözümler TS 500 ve Türk Deprem Yönetmeliği esasları dikkate alınmıştır. Yapıların bütün taşıyıcı elemanlarının ön boyutlandırılması ve yapısal çözümü Probona Orion V14.1 analiz programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Yapısal çözümleme Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre sadece Y yönündeki deprem yükleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Yapılan bu hesaplardan elde edilen bulgular karşılaştırılarak bazı irdelemeler yapılmaktadır.

Modellenen yapılarda meydana gelen iç kuvvet değerlerini karşılaştırmak amacıyla A ve B akslarında bulunan kolonlar örnek olarak seçilmiştir. Bu kolonların seçiminde, kolonların çerçeve ve perdeli-çerçeve tüm sistemlerde ortak bulunmasına ve kenar yada iç kolon olmasına dikkat edilmiştir. Çünkü çerçeve sistemlerde kolon olan bazı düşey elemanlar perdeli-çerçeve sistemlerde perdeye dönüşmektedir. Dolayısıyla bu elemanlarda yapılan karşılaştırma gerçekçi olmayacaktır.

Seçilen kolonlar için hesaplanan eğilme momenti ve kesme kuvveti değerleri, toplam 2 kata sahip 8 farklı yapı için Tablo 17 ~ Tablo 24 arasında, toplam 5 kata sahip 8 farklı yapı için Tablo 25 ~ Tablo 32 arasında ve toplam 8 kata sahip 8 farklı yapı için ise Tablo 33 ~ Tablo 40 arasında verilmektedir.

Tablolarda verilen kesme kuvvetleri için V sembolü kullanılmış olup birimi kN dur. Eğilme momenti için ise M sembolü kullanılmış ve kNm birimi seçilmiştir. Ayrıca tablolarda belirtilen İ ve J simgeleri sırasıyla kolonun alt ve üst kesitlerini temsil etmektedir.

Tablo 17. Kirişli döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde çerçevesi sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	52.20	59.68	69.74	73.036	50.11	44.501	59.10	51.199
	J	92	59.68	112.85	73.036	61.14	44.501	68.90	51.199
2	İ	66.54	49.789	75.70	55.884	61.39	48.397	58.98	48.670
	J	57.93	49.789	64.01	55.884	59.61	48.397	62.70	48.670

Tablo 18. Kirişli döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde çerçevesi sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	45.57	46.688	54.96	56.576	40.91	35.627	45.14	38.993
	J	71.15	46.688	86.48	56.576	48.16	35.627	52.35	38.993
2	İ	53.30	41.556	61.79	45.878	51.58	41.472	45.71	37.704
	J	48.84	41.556	52.90	45.878	52.10	41.472	48.55	37.707

Tablo 19. Kirişli döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde çerçevesi sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	33.76	33.486	33.94	39.851	31.56	26.611	30.95	26.590
	J	49.96	33.486	59.69	39.851	34.96	26.611	35.53	26.590
2	İ	43.87	33.391	47.66	35.710	43.63	34.436	32.22	26.560
	J	39.61	33.391	41.62	35.710	42.46	34.436	34.18	26.560

Tablo 20. Kirişli döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde çerçevesi sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	22.13	20.493	25.16	23.391	22.36	17.737	16.98	14.384
	J	29.10	20.493	33.32	23.391	21.98	17.737	18.98	14.384
2	İ	32.63	25.258	33.74	25.704	34.82	27.511	18.95	15.593
	J	30.52	25.258	30.52	25.704	33.96	27.511	20.03	15.593

Tablo 21. Asmolen döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde çerçevesi sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	65.64	66.427	74.27	78.126	55.08	1.525	63.58	53.136
	J	112.39	66.427	135.10	78.126	71.11	1.525	78.88	53.136
2	İ	95.10	64.014	97.17	64.359	81.92	57.505	68.10	51.045
	J	76.46	64.014	75.31	64.359	72.19	57.505	68.70	51.045

Tablo 22. Asmolen döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde çerçevesi sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	54.17	52.890	74.27	61.087	45.85	38.067	47.92	40.068
	J	87.58	52.890	103.90	61.087	56.17	38.067	59.47	40.068
2	İ	81.373	55.051	79.719	53.045	70.852	49.749	62.475	40.249
	J	66.164	55.051	62.442	53.045	62.475	49.749	53.372	40.249

Tablo 23. Asmolen döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde çerçevesi sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	42.094	38.861	44.517	43.431	36.263	28.768	32.234	26.907
	J	62.055	38.861	71.879	43.431	40.835	28.768	39.877	26.907
2	İ	67.946	46.428	63.267	42.564	60.073	42.251	37.183	27.470
	J	56.481	46.428	50.805	42.564	53.159	42.251	36.436	27.470

Tablo 24. Asmolen döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde çerçevesi sistemli 2 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	30.213	25.056	29.463	26.056	26.827	19.616	16.801	13.954
	J	36.936	25.056	40.368	26.056	25.746	19.616	20.596	13.954
2	İ	54.733	37.942	47.076	32.249	49.466	34.872	20.144	14.893
	J	46.951	37.942	39.352	32.249	43.992	34.872	19.769	14.893

Tablo 25. Kirişli döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesi sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT	S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu		
	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	
1	İ	36.34	34.917	34.01	33.637	23.36	19.039	21.57	19.039
	J	47.46	34.917	48.40	33.637	24.24	19.039	26.03	19.039
2	İ	64.807	60.326	64.579	57.066	36.592	32.140	40.393	34.839
	J	79.976	60.326	78.086	57.066	43.758	32.140	46.704	34.839
3	İ	67.533	60.996	71.153	60.302	38.876	32.744	44.898	37.870
	J	78.856	60.996	79.601	60.302	42.983	32.744	49.777	37.870
4	İ	56.616	50.865	61.846	52.227	35.016	29.692	41.678	34.983
	J	65.460	50.865	68.721	52.227	39.214	29.692	45.779	34.983
5	İ	55.288	46.332	70.861	54.650	41.861	32.747	40.902	33.161
	J	55.908	46.332	65.765	54.650	40.005	32.747	42.000	33.161

Tablo 26. Kirişli döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesi sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT	S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu		
	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	
1	İ	23.875	22.789	27.507	25.882	20.896	16.587	17.248	15.081
	J	33.097	22.789	37.198	25.882	20.571	16.587	20.454	15.081
2	İ	43.225	38.782	50.896	45.120	31.882	28.018	32.255	27.811
	J	53.730	38.782	61.905	45.120	38.162	28.018	37.272	27.811
3	İ	46.328	39.537	55.743	47.232	33.771	28.434	35.989	30.353
	J	52.515	39.537	62.337	47.232	37.314	28.434	39.892	30.353
4	İ	39.506	33.517	48.575	41.063	30.489	25.923	33.606	28.222
	J	44.286	33.517	54.083	41.063	34.318	25.923	36.949	28.222
5	İ	43.947	33.951	56.133	43.318	37.535	29.311	33.477	27.125
	J	40.930	33.951	52.161	43.318	35.744	29.311	34.335	27.125

Tablo 27. Kirişli döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	17.534	16.249	20.393	18.600	18.099	13.776	12.438	10.673
	J	23.088	16.249	26.107	18.600	16.342	13.776	14.246	10.673
2	İ	30.264	27.248	36.365	32.232	26.117	22.949	22.804	19.648
	J	37.856	27.248	44.216	32.232	31.255	22.949	26.316	19.648
3	İ	31.852	27.236	39.506	33.465	27.276	22.931	25.395	21.405
	J	36.237	27.236	44.158	33.465	30.052	22.931	28.118	21.405
4	İ	27.015	22.977	34.567	29.263	24.577	20.982	23.837	20.030
	J	30.427	22.977	38.591	29.263	27.879	20.982	26.240	20.030
5	İ	30.100	23.285	40.604	31.365	31.664	24.640	24.277	19.639
	J	28.113	23.285	37.809	31.365	29.935	24.640	24.822	19.639

Tablo 28. Kirişli döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	16.583	12.874	25.444	19.697	25.934	20.079	15.296	12.332
	J	15.601	12.874	23.797	19.697	24.265	20.079	15.535	12.332
2	İ	17.612	15.989	22.180	19.651	20.489	18.000	13.578	11.679
	J	22.360	15.989	26.948	19.651	24.512	18.000	15.620	11.679
3	İ	17.721	15.227	23.655	20.027	20.936	17.559	15.054	12.671
	J	20.347	15.227	26.412	20.027	22.962	17.559	16.624	12.671
4	İ	14.822	12.688	20.892	17.744	18.805	16.160	14.299	12.034
	J	16.899	12.688	23.467	17.744	21.594	16.160	15.785	12.034
5	İ	16.583	12.874	25.444	19.697	25.934	20.079	15.296	12.332
	J	15.601	12.874	23.797	19.697	24.265	20.079	15.535	12.332

Tablo 29. Asmolen döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT	S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu		
	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	
1	İ	31.193	29.534	31.079	30.418	28.061	21.063	20.238	17.993
	J	47.957	29.534	50.441	30.418	28.387	21.063	27.984	17.993
2	İ	61.688	51.959	64.692	54.249	45.108	36.813	41.975	33.626
	J	77.562	51.959	80.695	54.249	53.550	36.813	48.143	33.626
3	İ	71.563	55.906	76.385	59.495	49.891	38.432	50.006	38.738
	J	78.266	55.906	83.062	59.495	53.107	38.432	53.811	38.738
4	İ	63.676	49.790	68.331	53.222	45.653	35.716	48.215	37.080
	J	69.761	49.790	74.304	53.222	50.067	35.716	51.159	37.080
5	İ	87.958	60.280	93.896	64.280	63.926	44.575	53.352	38.755
	J	73.593	60.280	78.374	64.280	55.536	44.575	50.511	38.755

Tablo 30. Asmolen döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT	S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu		
	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	
1	İ	26.372	23.953	26.057	24.487	25.739	18.583	15.351	13.632
	J	37.822	23.953	39.568	24.487	24.064	18.583	21.184	13.632
2	İ	49.750	41.855	51.909	43.446	39.574	32.219	31.889	25.536
	J	62.422	41.855	64.527	43.446	46.773	32.219	36.547	25.536
3	İ	56.930	44.462	60.621	47.180	43.190	33.203	38.056	29.477
	J	62.228	44.462	65.823	47.180	45.795	33.203	40.943	29.477
4	İ	50.582	39.630	54.214	42.287	39.325	30.863	36.781	28.289
	J	55.626	39.630	59.114	42.287	43.389	30.863	39.033	28.289
5	İ	70.547	48.392	75.199	51.521	56.583	39.374	40.827	29.665
	J	59.144	48.392	62.876	51.521	48.940	39.374	38.675	29.665

Tablo 31. Asmolen döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	21.495	18.305	20.621	18.235	23.383	16.065	10.652	9.350
	J	27.564	18.305	28.248	18.235	19.672	16.065	14.407	9.350
2	İ	37.667	31.627	38.449	32.081	33.955	27.553	21.941	17.551
	J	47.094	31.627	47.527	32.081	39.888	27.553	25.096	17.551
3	İ	42.115	32.874	44.100	34.278	36.382	27.891	26.195	20.281
	J	45.987	32.874	47.765	34.278	38.365	27.891	28.158	20.281
4	İ	37.321	29.338	39.415	30.812	32.894	25.931	25.416	19.555
	J	41.306	29.338	43.161	30.812	36.600	25.931	26.991	19.555
5	İ	52.904	36.345	55.470	38.051	49.117	34.085	28.498	20.706
	J	44.501	36.345	46.506	38.051	42.232	34.085	26.994	20.706

Tablo 32. Asmolen döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 5 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	16.733	12.792	15.314	12.131	21.083	13.607	6.064	5.170
	J	17.550	12.792	17.198	12.131	15.385	13.607	7.792	5.170
2	İ	25.871	21.642	25.309	20.986	28.469	22.998	12.231	9.757
	J	32.131	21.642	30.932	20.986	33.167	22.998	13.918	9.757
3	İ	27.653	21.562	27.973	21.683	29.736	22.705	14.616	11.303
	J	30.133	21.562	30.137	21.683	31.112	22.705	15.677	11.303
4	İ	24.375	19.292	24.969	19.610	26.616	21.115	14.321	11.029
	J	27.327	19.292	27.586	19.610	29.973	21.115	15.236	11.029
5	İ	35.681	24.585	36.211	24.902	41.828	28.923	16.463	11.960
	J	30.206	24.585	30.526	24.902	35.684	28.923	15.591	11.960

Tablo 33. Kirişli döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	53.090	67.862	41.609	57.845	30.365	28.226	34.453	37.735
	J	113.173	67.862	103.003	57.845	40.199	28.226	59.885	37.735
2	İ	87.477	88.987	99.501	96.116	52.689	47.975	73.719	67.198
	J	134.991	88.987	140.790	96.116	67.248	47.975	94.276	67.198
3	İ	103.653	91.465	120.493	105.671	59.930	51.478	89.305	76.843
	J	125.011	91.465	143.684	105.671	68.766	51.478	102.803	76.843
4	İ	105.924	90.071	123.215	103.690	61.136	51.630	92.608	77.921
	J	119.253	90.071	136.011	103.690	67.939	51.630	102.194	77.921
5	İ	97.801	80.457	114.809	93.938	58.127	48.437	88.285	73.181
	J	103.341	80.457	120.035	93.938	62.964	48.437	94.666	73.181
6	İ	85.239	67.991	101.461	80.721	53.575	44.035	79.695	65.209
	J	84.739	67.991	100.341	80.721	56.514	44.035	83.328	65.209
7	İ	63.583	50.335	76.882	61.089	43.656	36.369	65.755	53.800
	J	62.255	50.335	75.841	61.089	47.266	36.369	68.744	53.800
8	İ	69.105	49.466	87.490	62.904	53.963	40.959	68.441	52.884
	J	54.561	49.466	69.770	62.904	48.436	40.959	63.768	52.884

Tablo 34. Kirişli döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	41.546	52.082	33.451	44.875	26.667	23.710	23.710	29.156
	J	86.054	52.082	78.738	44.875	32.608	23.710	45.773	29.156
2	İ	67.310	68.268	77.296	74.444	43.934	39.886	56.922	51.812
	J	103.359	68.268	108.815	74.444	55.781	39.886	72.608	51.812
3	İ	79.093	69.800	92.998	81.444	49.154	42.129	68.658	59.031
	J	95.408	69.800	110.611	81.444	56.168	42.129	78.919	59.031
4	İ	80.540	68.528	95.057	79.988	50.025	42.255	71.205	59.907
	J	90.779	68.528	104.914	79.988	55.612	42.255	78.562	59.907
5	İ	74.241	61.128	88.718	72.640	47.669	39.771	67.994	56.377
	J	78.580	61.128	92.883	72.640	51.759	39.771	72.949	56.377
6	İ	64.679	51.644	78.756	62.752	44.351	36.514	61.609	50.440
	J	64.430	51.644	78.123	62.752	46.933	36.514	64.491	50.440
7	İ	48.246	38.246	59.963	47.816	36.249	30.364	50.982	41.783
	J	47.368	38.246	59.576	47.816	39.660	30.364	53.475	41.783
8	İ	52.608	37.695	69.485	50.087	46.620	35.335	53.929	41.655
	J	41.630	37.695	55.734	50.087	41.718	35.335	50.209	41.655

Tablo 35. Kirişli döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesi sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	27.712	33.051	25.294	31.890	22.996	19.217	19.804	20.594
	J	53.263	33.051	54.430	31.890	25.047	19.217	31.681	20.594
2	İ	46.946	47.572	55.010	52.687	35.169	31.784	40.089	36.387
	J	71.985	47.572	76.708	52.687	44.291	31.784	50.878	36.387
3	İ	54.171	47.772	65.391	57.117	38.352	32.756	47.947	41.161
	J	65.259	47.772	77.401	57.117	43.537	32.756	54.957	41.161
4	İ	54.834	46.717	66.778	56.185	38.883	32.853	49.731	41.832
	J	61.957	46.717	73.685	56.185	43.250	32.853	41.832	41.832
5	İ	50.373	41.538	62.516	51.254	37.181	31.082	47.634	39.518
	J	53.471	41.538	65.619	51.254	40.523	31.082	51.160	39.518
6	İ	43.835	35.061	55.959	44.712	35.103	28.972	43.466	35.625
	J	43.818	35.061	55.820	44.712	37.328	28.972	45.596	35.625
7	İ	32.679	25.961	42.981	34.495	28.826	24.346	36.168	29.734
	J	32.225	25.961	43.257	34.495	32.039	24.346	38.167	29.734
8	İ	35.785	25.681	51.429	37.237	39.270	29.706	39.389	30.406
	J	28.418	25.681	41.664	37.237	34.996	29.706	36.627	30.406

Tablo 36. Kirişli döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesi sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	16.934	18.631	17.122	18.906	19.281	14.684	12.446	11.994
	J	28.711	18.631	30.143	18.906	17.430	14.684	17.538	11.994
2	İ	26.757	26.752	32.801	31.015	26.406	23.689	23.283	20.994
	J	40.122	26.752	44.736	31.015	32.818	23.689	29.203	20.994
3	İ	29.657	26.168	37.899	32.892	27.571	23.403	27.295	23.346
	J	35.762	26.168	44.332	32.892	30.936	23.403	31.070	23.346
4	İ	29.487	25.202	38.624	32.487	27.770	23.476	28.327	23.817
	J	33.518	25.202	42.594	32.487	30.921	23.476	31.216	23.817
5	İ	26.852	22.243	36.429	29.960	26.721	22.415	27.343	22.714
	J	28.756	22.243	38.471	29.960	29.317	22.415	29.443	22.714
6	İ	23.312	18.745	33.258	26.745	25.878	21.449	25.379	20.855
	J	23.550	18.745	33.605	26.745	27.745	21.449	26.757	20.855
7	İ	17.373	13.899	26.064	21.223	21.417	18.339	21.394	17.716
	J	17.374	13.899	26.992	21.223	24.431	18.339	22.895	17.716
8	İ	19.336	13.946	33.422	24.419	31.924	24.080	24.874	19.175
	J	15.528	13.946	27.626	24.419	28.275	24.080	23.064	19.175

Tablo 37. Asmolen döşemeye sahip 1.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	26.021	45.340	25.397	47.189	28.622	22.052	21.071	28.492
	J	95.491	45.340	101.071	47.189	30.476	22.052	55.288	28.492
2	İ	77.773	75.650	82.012	79.238	48.289	39.694	59.855	52.751
	J	124.968	75.650	130.347	79.238	58.092	39.694	81.518	52.751
3	İ	100.606	84.049	107.791	89.406	54.790	42.850	78.809	63.353
	J	124.646	84.049	131.818	89.406	60.046	42.850	90.977	63.353
4	İ	108.573	84.908	116.837	90.654	57.101	44.128	85.593	66.159
	J	118.979	84.908	126.115	90.654	61.162	44.128	91.713	66.159
5	İ	105.671	79.180	113.904	84.708	55.695	42.609	84.132	63.461
	J	106.531	79.180	113.114	84.708	58.497	42.609	85.943	63.461
6	İ	98.936	71.281	106.466	76.173	53.102	40.182	78.121	57.764
	J	92.097	71.281	97.679	76.173	54.585	40.182	76.686	57.764
7	İ	76.139	55.548	81.992	59.319	44.879	34.660	64.799	48.088
	J	72.731	55.548	76.982	59.319	48.011	34.660	64.078	48.088
8	İ	106.178	68.134	112.470	71.929	60.513	42.078	75.180	51.690
	J	76.422	68.134	80.300	71.929	52.255	42.078	63.348	51.690

Tablo 38. Asmolen döşemeye sahip 2.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçeve sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	23.250	36.218	22.184	37.201	25.998	19.209	15.990	21.488
	J	73.814	36.218	77.514	37.201	25.482	19.209	41.599	21.488
2	İ	62.499	60.225	65.118	62.356	41.729	34.185	45.250	39.842
	J	98.905	60.225	101.997	62.356	49.887	34.185	61.526	39.842
3	İ	79.238	65.994	84.260	69.661	46.404	36.197	59.571	47.870
	J	97.625	65.994	102.430	69.661	50.605	36.197	68.719	47.870
4	İ	85.085	66.574	91.037	70.628	48.174	37.224	64.762	50.055
	J	93.332	66.574	98.246	70.628	51.585	37.224	69.386	50.055
5	İ	82.740	62.133	88.773	66.120	47.070	36.045	63.747	48.096
	J	83.778	62.133	88.429	66.120	49.531	36.045	65.151	48.096
6	İ	77.756	56.216	83.330	59.791	45.284	34.309	59.329	43.891
	J	72.904	56.216	76.911	59.791	45.284	34.309	58.300	43.891
7	İ	59.981	44.047	64.368	46.841	38.413	29.797	49.322	36.642
	J	58.065	44.047	61.166	46.841	41.445	29.797	48.878	36.642
8	İ	85.287	54.910	89.945	57.706	53.451	37.111	57.553	39.598
	J	61.871	54.910	64.708	57.706	46.005	37.111	48.570	39.598

Tablo 39. Asmolen döşemeye sahip 3.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesi sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	20.492	27.135	18.985	27.255	23.385	16.379	10.931	14.514
	J	52.230	27.135	54.057	27.255	20.509	16.379	27.968	14.514
2	İ	47.290	44.867	48.296	45.546	35.197	28.699	30.707	26.987
	J	72.953	44.867	73.767	45.546	41.717	28.699	41.619	26.987
3	İ	57.962	48.015	60.829	49.999	38.053	29.573	40.416	32.452
	J	70.719	48.015	73.168	49.999	41.203	29.573	46.556	32.452
4	İ	61.698	48.318	65.347	50.688	39.285	30.348	44.018	34.019
	J	67.794	48.318	70.496	50.688	42.049	30.348	47.154	34.019
5	İ	59.907	45.160	63.749	47.611	38.483	29.509	43.449	32.797
	J	61.122	45.160	63.849	47.611	40.602	29.509	44.447	32.797
6	İ	56.667	41.216	60.292	43.479	37.500	28.462	40.616	30.077
	J	53.792	41.216	56.232	43.479	38.777	28.462	39.991	30.077
7	İ	43.892	32.595	46.818	34.416	31.974	24.956	33.910	25.243
	J	43.462	32.595	45.417	34.416	34.907	24.956	33.742	25.243
8	İ	64.486	41.742	67.517	43.544	46.420	32.165	40.000	27.557
	J	47.382	41.742	49.182	43.544	39.782	32.165	33.854	27.557

Tablo 40. Asmolen döşemeye sahip 4.derece deprem bölgesinde perdeli-çerçevesi sistemli 8 katlı yapıda, S1, S3, S5, S6 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

KAT		S1 Kolonu		S3 Kolonu		S5 Kolonu		S6 Kolonu	
		M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)	M(kNm)	V(kN)
1	İ	17.775	18.191	15.835	17.461	20.813	13.592	5.949	7.647
	J	30.977	18.191	30.960	17.461	15.613	13.592	14.546	7.647
2	İ	32.314	29.744	31.733	28.994	28.765	23.298	16.387	14.330
	J	47.399	29.744	45.970	28.994	33.673	23.298	22.017	14.330
3	İ	37.012	30.312	37.758	30.639	29.830	23.051	21.554	17.271
	J	44.225	30.312	44.354	30.639	31.946	23.051	24.733	17.271
4	İ	38.669	30.342	40.050	31.053	30.533	23.579	23.593	18.230
	J	42.647	30.342	43.172	31.053	32.658	23.579	23.593	18.230
5	İ	37.424	28.446	39.108	29.386	30.027	23.074	23.463	17.733
	J	38.812	28.446	39.646	29.386	31.811	23.074	24.061	17.733
6	İ	35.900	26.445	37.607	27.417	29.835	22.704	22.191	16.476
	J	34.973	26.445	35.870	27.417	31.011	22.704	21.964	16.476
7	İ	28.050	21.318	29.537	22.182	25.634	20.188	18.735	14.020
	J	29.083	21.318	29.910	22.182	28.469	20.188	18.839	14.020
8	İ	44.003	28.775	45.432	29.599	39.496	27.295	22.717	15.702
	J	33.115	28.775	33.894	29.599	33.654	27.295	19.363	15.702

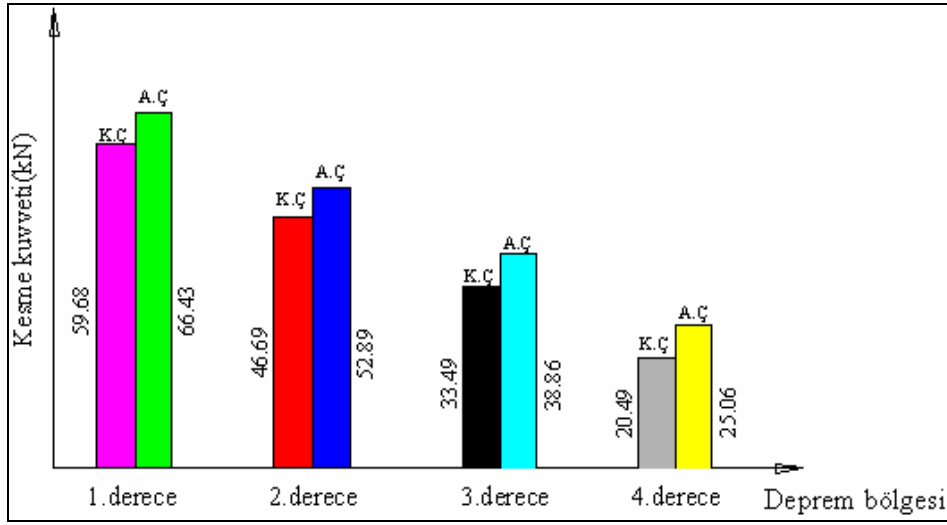
2 ve 8 katlı yapılarda S1 kolonu için elde edilen kesme kuvveti değerleri Şekil 31 ~ Şekil 32 arasında verilmektedir. Grafiklerde görülen KÇ, AÇ, KPÇ, APÇ ifadelerinin anlamları aşağıda açıklanmaktadır.

KÇ: Kirişli döşemeli çerçevesel sistem

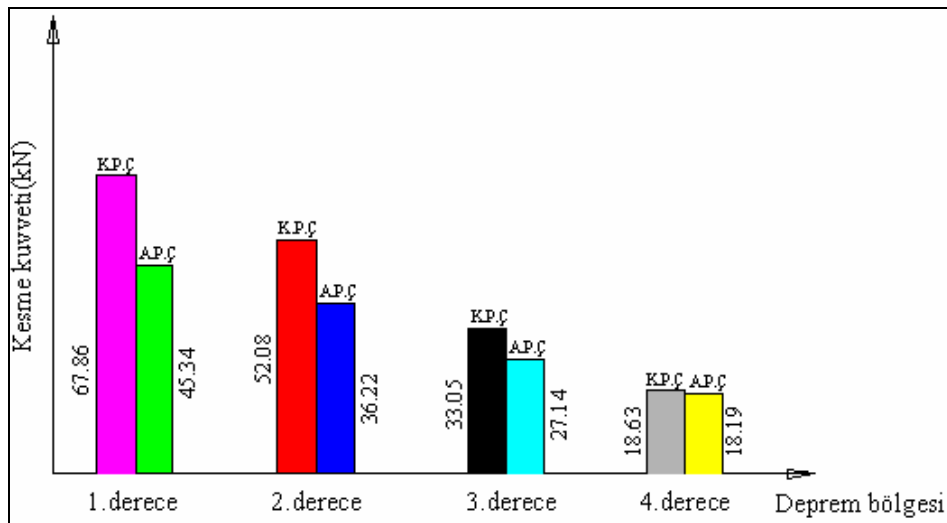
AÇ: Asmolen döşemeli çerçevesel sistem

KPÇ: Kirişli döşemeli perdeli - çerçevesel sistem

APÇ: Asmolen döşemeli perdeli - çerçevesel sistem



Şekil 31. 2 Katlı kirişli çerçevesel yapılarda S1 kolonunda döşeme ve deprem bölgesine bağlı olarak meydana gelen kesme kuvveti değerleri değişimi



Şekil 32. 8 Katlı kirişli perdeli-çerçevesel yapılarda S1 kolonunda döşeme ve deprem bölgesine bağlı olarak meydana gelen kesme kuvveti değerleri değişimi

2.1.3. Deprem Bölgelerine ve Döşeme Sistemlerine Göre Maliyetlerin İrdelenmesi

Yapı maliyetlerini karşılaştırmak için tüm yapıların toplam kalıp alanları, beton hacimleri ve donatı ağırlıkları dikkate alınmaktadır. Modellenen yapılarda hesaplanan kalıp (m²), beton (m³) ve demir (kN) miktarları Tablo 41 ile Tablo 44 arasında verilmektedir.

Tablo 41. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Demir (kN)	Yüzde Değişimi
2	KÇ	4	50	0.00
2	KÇ	3	50.56	1.12
2	KÇ	2	52.18	4.36
2	KÇ	1	63.26	26.52
2	AÇ	4	53.86	1.24
2	AÇ	3	56.26	7.72
2	AÇ	2	64.60	29.20
2	AÇ	1	81.80	63.60

Tablo 42. 5 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Demir (kN)	Yüzde Değişimi
5	KPÇ	4	128.6	0.00
5	KPÇ	3	133.4	3.73
5	KPÇ	2	147.4	14.61
5	KPÇ	1	190.5	48.13
5	APÇ	4	144.1	12.05
5	APÇ	3	152.6	18.66
5	APÇ	2	193.2	50.23
5	APÇ	1	222.8	73.25

Tablo 43. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı

KAT	YAPI	DEPREM BÖLGESİ	DEMİR (kN)	YÜZDE DEĞİŞİMİ
8	KPÇ	4	215.76	0.00
8	KPÇ	3	225.76	4.63
8	KPÇ	2	285.52	32.33
8	KPÇ	1	375.44	74.01
8	APÇ	4	244.24	13.20
8	APÇ	3	254.32	17.87
8	APÇ	2	337.92	56.62
8	APÇ	1	447.92	107.60

Tablo 44. 2,5 ve 8 katlı asmolen ve kirişli döşemelerde beton ve kalıp miktarı

KAT	YAPI	BETON(m ³)	KALIP(m ²)
2	KÇ	43.92	398.91
2	AÇ	62.14	341.51
5	KPÇ	128.45	1142
5	APÇ	135.19	1012.76
8	KPÇ	208.68	1841
8	APÇ	227.97	1641.4

İncelenen 2, 5 ve 8 katlı yapıların her biri için Tablo 40 ile Tablo 43 arasında kalıp beton ve donatı miktarları verilmektedir. 2008 yılı Bayındırlık birim fiyatları kullanılarak, sadece bu değerler için, yapıların maliyetleri belirlenerek elde edilen sonuçlar Tablo 44 ile 46 arasında sunulmuştur. Aynı tabloda maliyeti düşük olana göre diğer yapıların maliyetlerindeki artışlar da yüzde olarak gösterilmiştir.

Tablo 45. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Maliyet(TL)	Yüzde Değişim
2	KÇ	4	17550	0.00
		3	17635.07	0.49
		2	17879.69	1.02
		1	19552.77	11.41
2	AÇ	4	19050	10.08
		3	19412.6	10.61
		2	20671.94	17.78
		1	23269.14	32.59

Tablo 46. 5 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Maliyet(TL)	Yüzde Değişim
5	KPCÇ	4	48308.8	0.00
		3	49033.6	1.50
		2	51147.6	5.90
		1	57655.7	19.35
5	APÇ	4	49537.3	2.54
		3	50820.8	5.20
		2	56951.4	17.89
		1	61421.04	27.14

Tablo 47. 8 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Maliyet(TL)	Yüzde Değişim
8	KPCÇ	4	79313.58	0.00
		3	80808.48	1.88
		2	89838.28	13.27
		1	103428.28	30.40
8	APÇ	4	82684.4	4.25
		3	84209.42	6.17
		2	96833.02	22.09
		1	113443.02	43.03

Bu değerlerin tümü incelendiğinde en fazla maliyeti olan sistemlerin 1.derece deprem bölgesinde yapılan asmolen perdeli-çerçeve sistemler olduğu görölmektedir. Bu sistemler en düşük maliyete sahip sistemlerle 2, 5 ve 8 katlı yapılar için sırasıyla% 32.59, %27.14 ve %43.03 oranında daha yüksek oldukları görölmektedir. Asmolen döşemeli sistemler kendi aralarında karşılaştırıldıklarında 2, 5 ve 8 katlı yapılar için 1.derece deprem bölgesindeki yapılar 4.derece deprem bölgesindeki yapılara göre sırasıyla %22.51, %24.60, %38.78 oranında daha yüksek maliyete sahip oldukları görölmektedir. Aynı şekilde kirişli döşemeye sahip sistemlerde kendi aralarında karşılaştırıldıklarında 2, 5 ve 8 katlı yapılar için 1.derece deprem bölgesindeki yapılar 4.derece deprem bölgesindeki yapılara göre sırasıyla % 11.41, %19.35, %30.40 oranında daha yüksek maliyete sahip olmaktadır.

2.2. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması

Betonarme, günümüzde tüm dünyada her çeşit yapı için en yaygın olarak kullanılan iskeletli yapı türleri arasındadır. Betonarme yapıların, güvenilirliğinin artırılması ve farklı yüklemeler etkisi altındaki davranışının iyileştirilmesi için yeni hesap yöntemleri ve bunların çözümlemesine dayalı bilgisayar programları geliştirilmektedir. Bütün bunların bir sonucu olarak, geçmişten günümüze kadar betonarme yapıların davranışları ve hesap esaslarına dayalı pek çok yönetmelik yayınlanmıştır (Namlı, 2005).

Ülkemizde yönetmelik uygulaması Alman Betonarme Yönetmeliği'nin kullanılmasıyla başlar. 1953'te Türkiye Köprü Ve İnşaat Cemiyeti'nin hazırladığı yönetmelik 1953 ve bazı küçük değişiklerle 1962'de tekrar yayınlanmıştır. Türk Standartları Enstitüsü'nün hazırladığı TS 500: Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları yönetmeliği ise 1975 ten itibaren geçerli olmuştur. Günümüzde geçerli olan ise 2000 yılında yayınlanan TS 500-2000 yönetmeliğidir (Namlı, 2005; TS 500, 2000).

Bir çok ülkeyi fazla ilgilendirmemesine rağmen deprem olayı maalesef ülkemizi yakından ilgilendirmektedir. Bu nedenle deprem bölgelerinde inşa edilen yapılar için dikkate alınması gereken bir diğer yönetmelik Deperem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmeliktir. Yönetmelik çalışmaları 1940 larda başlamış ve 1944 de "Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi" yayınlanmıştır. İçişleri Bakanlığı 1945'de Üniversiteler ile işbirliği yaparak ilk deprem bölgeleri haritasını hazırlattırmıştır. Yaptırım yetkisi belediyelere, belediye olmayan yerlerde de mülki amirlere bırakılmıştır. Yönetmelik gelişmelere bağlı olarak 1949, 1953, 1962, 1968, 1975 ve 1 Ocak 1998 de

"Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" olarak yenilenmiştir. Bu yönetmelikte de bazı değişiklikler ve ilaveler yapılarak deprem yönetmeliği TDY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik) adıyla Mart 2007 de yürürlüğe girmiştir (Doğangün, 2008; ABYYHY, 2007).

Gelişmiş ülkeler tarafından yayınlanan yönetmelikler bizim ulusal yönetmeliğimizi de çoğu zaman etkilemiştir. Amerika, Almanya ve Fransa bu gelişmiş ülkeler arasında yer almaktadırlar. Amerikan Beton Enstitüsü tarafından hazırlanan betonarme yönetmeliği, ACI 318-05 (Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary), bunlardan birisidir. ACI 318-05 yönetmeliği bazı yönleriyle TDY 2007 ile benzerlik gösterirken bazı ifadeler itibariyle farklılık göstermektedir (Namlı, 2005; ACI 318-05, 2005).

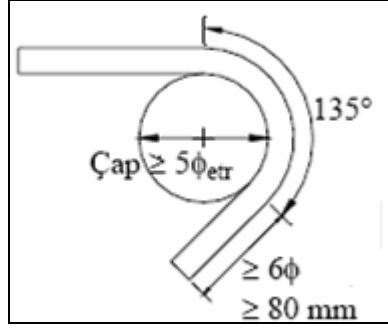
Bu bölümde ACI 318-05 ve TS500 ile TDY 2007 genel kurallar açısından kıyaslanacaktır.

2.2.1. Etriyeler Açısından

Türk ve American Yönetmeliklerinde etriyelere ilişkin olarak verilen bulgular Tablo 48'de karşılaştırılmaktadır.

Tablo 48. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kanca boyu ve etriye bilgileri açısından karşılaştırılması

	ACI	TDY / TS500
135 Derece Etriye Kanca Uzunluğu	6Ø, 7.62cm	6Ø, 8cm
Minimum Etriye Kalınlığı No 3-10	NO:3	Ø8
Minimum Etriye Kalınlığı No 11-18	NO:4	Ø8
Min. Etriye Büküm Çapı No 3-8	6Ø	5Ø
Min. Etriye Büküm Çapı No 9-11	8Ø	5Ø
Min. Etriye Büküm Çapı No 14-18	10Ø	5Ø



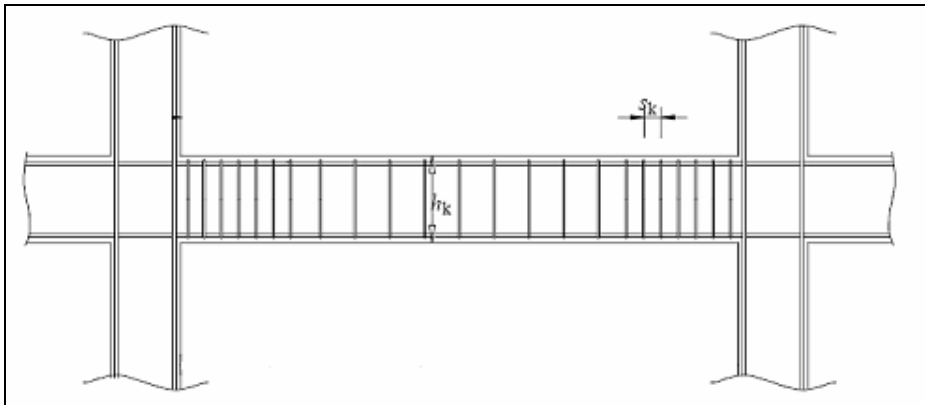
Şekil 33. Etriyelerde gerekli kanca boyu

2.2.2. Kiriş Detayları Açısından

Türk ve American Yönetmeliklerinde kirişlere ilişkin olarak verilen bulgular Tablo 49'de karşılaştırılmaktadır.

Tablo 49. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kiriş detayları açısından karşılaştırılması

	ACI	TDY / TS500
Kirişlerin Eksenel Basınç Kuvveti	$P_u \leq A_g f_c' / 10$	$N_d \leq 0.1 A_c f_{ck}$
Min. Kiriş Gövde Genişliği	25.4 cm, 0.3h	25cm
Max. Kiriş Yüksekliği	l _n /4	l _n /4
Kirişlerde Max. Çekme Donatısı Alanı	0.025	0.02
Kirişlerde Min. Çekme Donatısı Alanı	0.004	-
Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerde Sarılma Bölgesinde Min.Etriye Aralığı	d/4, 8Ømin, 30.48cm	d/4, 8Ømin, 15cm
Süneklik Düzeyi Normal Kirişlerde Sarılma Bölgesindeki Min. Etriye Aralığı	d/4, 8Ømin, 30.48cm	hk/4, 10Ømin, 15cm



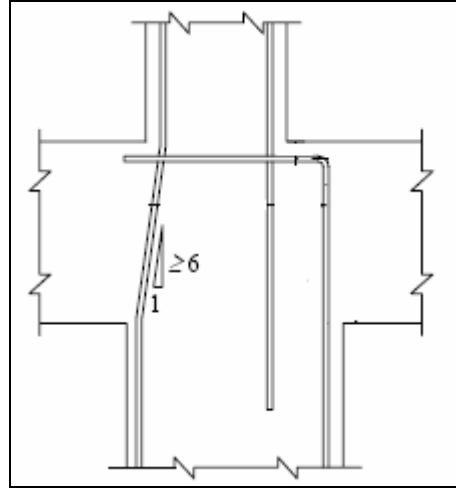
Şekil 34. Kiriş orta ve sarılma bölgesindeki etriye aralığı

2.2.3. Kolon Detayları Açısından

Türk ve American Yönetmeliklerinde kolonlara ilişkin olarak verilen bulgular Tablo 50 ~ Tablo 52 arasında karşılaştırılmaktadır.

Tablo 50. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kolon detayları açısından karşılaştırılması

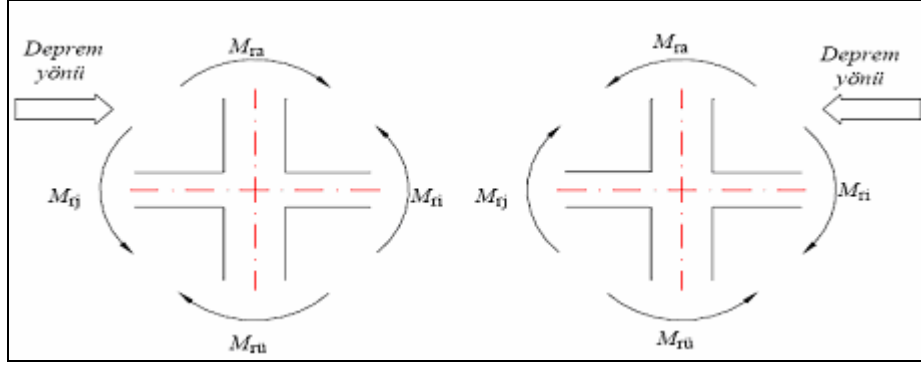
	ACI	TDY / TS500
Minimum Kolon Enkesit Alanı	$A_g \geq P_u / 0.1 f_c'$	$A_c \geq N_{dm} / (0.50 f_{ck})$
Kolon Kesit Değişimlerinde Max. Boyuna Donatı Eğimi	1/6, 8cm	1/6
Kolonlarda Min. Boyuna Donatı Oranı	0.01	0.01
Kolonlarda Max. Boyuna Donatı Oranı	0.06	0.04
Kolon Boyuna Donatıları Arasındaki Max. Uzaklık	15.24cm	20cm



Şekil 35. Kolon kesit değişimlerinde yapılması gerekli donatı düzenlenmesi

Tablo 51. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kolon detayları açısından karşılaştırılması

	ACI	TDY / TS500
Minimum Kolon Kesit Uzunluğu	30.48cm	25cm
Kolon-Kiris Düğüm Noktalarında Sağlanması Gerken Şartlar	$\sum M_{nc} \geq (6/5) \sum M_{nb}$	$(M_{ra} + M_{r\bar{u}}) \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj})$



Şekil 36. Kolon-Kiriş birleşim bölgelerindeki kesit detayları

Tablo 52. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin kolon detayları açısından karşılaştırılması

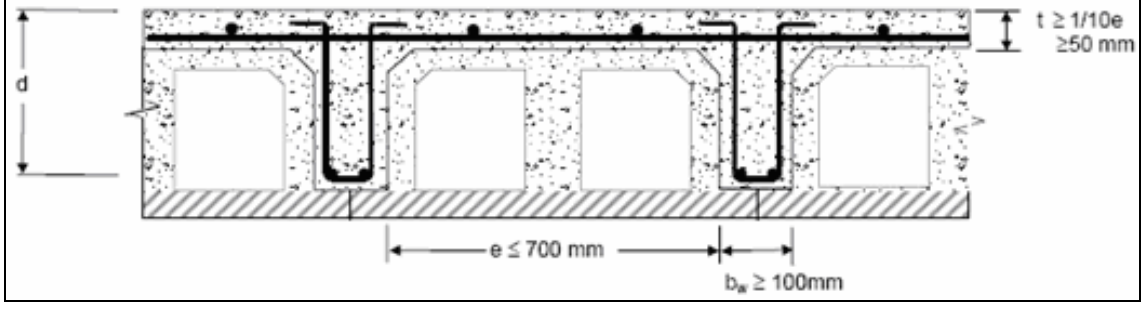
	ACI	TDY / TS500
Kolon Orta Bölgesinde Max. Etriye Aralığı	15.24cm	20cm
Sünekliği Yüksek Kolonlarda Sarılma Bölgesinde Max. Etriye Aralığı	b/4, 10.16cm	b/3, 10cm
Sünekliği Normal Kolonlarda Sarılma Bölgesinde Max. Etriye Aralığı	b/4, 10.16cm	b/3, 15cm
Fretli Kolonlarda Max. Sargı Donatısı Aralığı	7.62cm	10cm
Fretli Kolonlarda Min. Sargı Donatısı Aralığı	2.54cm	5cm

2.2.4. Dişli Döşeme Detayları Açısından

Türk ve American Yönetmeliklerinde döşemelere ilişkin olarak verilen bulgular Tablo 53 ~ Tablo 54 arasında karşılaştırılmaktadır.

Tablo 53. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin dişli döşeme detayları açısından karşılaştırılması

	ACI	TDY / TS500
Dişli Döşemelerde Min. Döşeme Kalınlığı	5.08cm, e/12	5cm, e/10
Dişli Döşemelerde Min. Diş Kalınlığı	10.16cm	10cm
Dişli Döşemelerde Dişler Arasındaki Max. Uzaklık	76.20cm	70cm
Dişli Döşemelerde Max. Diş Yüksekliği	3.5bw	-



Şekil 37. Dişli döşeme kesit detayları

2.2.5. Döşeme Detayları Açısından

Tablo 54. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin döşeme detayları açısından karşılaştırılması

	ACI	TDY / TS500
Bir Doğrultuda Çalışan Sürekli Döşemelerde Mın. Kalınlık	1/28	1/30
Bir Doğrultuda Çalışan Konsol Döşemelerde Mın. Kalınlık	1/10	1/12
İk1 Doğrultuda Çalışan Tablalı Döşemelerde Mın Döşeme Kalınlığı	10.16cm	14cm
İk1 Doğrultuda Çalışan Tablasız Döşemelerde Mın Döşeme Kalınlığı	12.70cm	18cm

2.2.6. Pas Payları Açısından

Türk ve American Yönetmeliklerinde pas paylarına ilişkin olarak verilen bulgular Tablo 55'de karşılaştırılmaktadır.

Tablo 55. TDY 2007 ve ACI 318-05 Yönetmeliklerinin pas payları açısından karşılaştırılması

	ACI	TDY / TS500
Toprak Ve Hava İle Sürekli Temas Eden Elemanlar İçin Mın. Beton Örtüsü	7.62cm	5cm
Toprak Ve Hava İle Temas Eden Elemanlar İçin Mın. Beton Örtüsü No 3-5	3.81cm	2.5cm
Toprak Ve Hava İle Temas Eden Elemanlar İçin Mın. Beton Örtüsü No 6-18	5.08cm	2.5cm
Toprak Ve Hava İle Temas Etmeyen Döşeme, Perde, Duvar, Nervür Elemanlar İçin Mın. Beton Örtüsü No 14-18	3.81cm	1.5cm
Toprak Ve Hava İle Temas Etmeyen Döşeme, Perde, Duvar, Nervür Elemanlar İçin Mın. Beton Örtüsü No 3-11	1.91cm	1.5cm
Toprak Ve Hava İle Temas Etmeyen Kolon, Kiriş Elemanlar İçin Mın. Beton Örtüsü	3.81cm	2.00cm

Bu çizelgede görüldüğü gibi yönetmelikler arasındaki en büyük fark pas paylarında ortaya çıkmaktadır.

2.3. Farklı Yönetmeliklere Göre Tasarlanmış Örnek Yapıların Karşılaştırılması Olarak İrdelenmesi

2.3.1. Örnek Yapıların Tanıtılması

Çalışmanın konusunu, farklı ülke deprem yönetmeliklerine göre modellenen ve yapısal çözümlemesi gerçekleştirilen yapıların maliyetlerinin incelenmesi oluşturmaktadır. Burada esas olarak kirişli döşemeli yapılar dikkate alınmaktadır. Bu döşeme sistemlerine sahip yapıların çeşitli taşıyıcı sistemlerle farklı davranış gösterebilecekleri düşüncesiyle, taşıyıcı sistemler olarak uygulamada yaygın olarak kullanılan perde-çerçeve sistemler seçilmiştir. Diğer taraftan, seçilen yapılarda toplam kat sayısı 5 ve 8 olmak üzere iki farklı kat sayısı dikkate alınmıştır.

Dikkate alınan yapılara ve buldukları yerleşim bölgesine göre kullanılan diğer parametreler ve yapılan kabuller aşağıda verilmektedir.

- Dikkate alınan modellerinin kullanım amacı konut olarak seçildiğinden bina önem katsayısı (I) 1 olarak alınmıştır.

- 2 farklı yapı 1.deprem bölgesine göre modellenmiş ve çözümleme yapılmıştır. Etkin yer ivmesi katsayısı(A_o) 0.4 alınmıştır.

- Çalışmada uygulamada da yaygın olarak kullanılan kirişli döşeme sistemi kullanılmıştır

- Yapıların modellenmesi ve analiz için Probrina Orion V-14 ve Etabs paket programları kullanılmıştır.

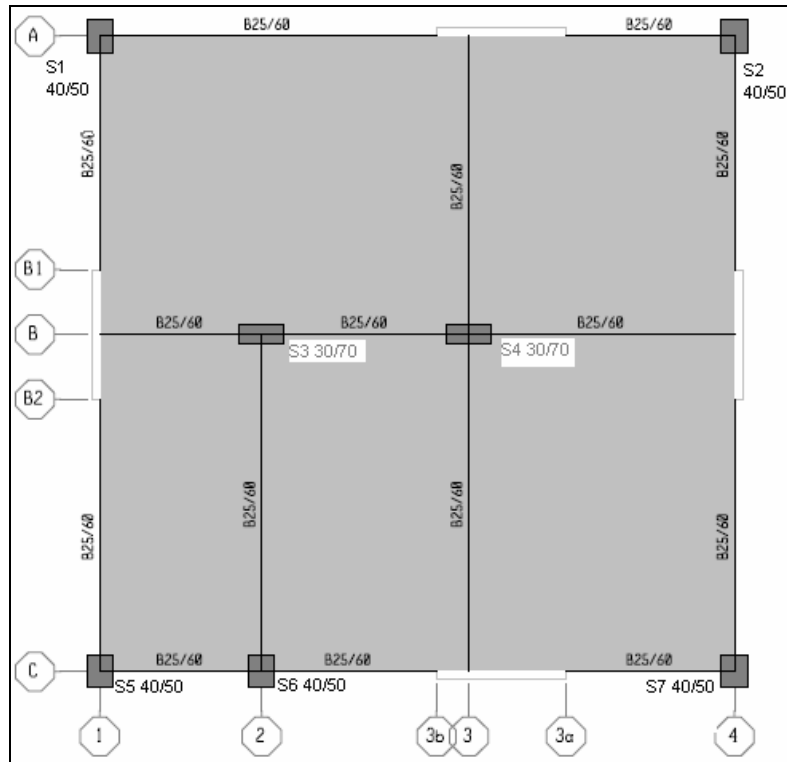
- Süneklik düzeyi karma seçilmiş ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı 7 olarak dikkate alınmıştır.

- Kullanılan modellerde uygulamada da sıkça karşılaştığımız katlar arası yükseklik 3m olarak alınmıştır.

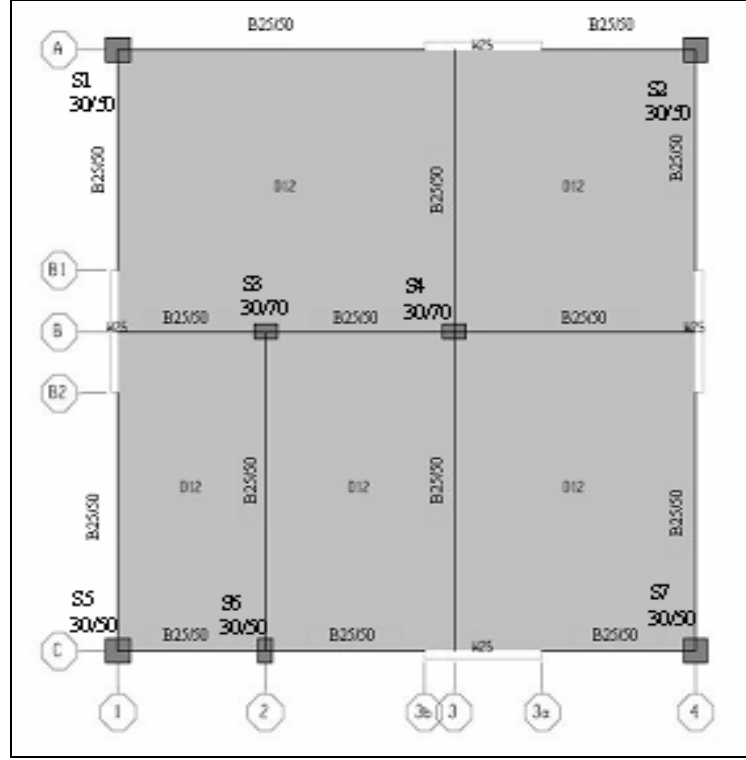
- Yerel zemin sınıfı Z3 olarak alınmıştır.

Çalışmada 2 farklı plan kullanılmıştır. Kirişli döşemeye sahip perdeli-çerçevesi 5 Katlı sistem için de Şekil 36'daki, yine kirişli döşemeye sahip perdeli-çerçevesi 8 Katlı sistem içinde Şekil 37'deki planlar kullanılmıştır.

Kalıp planlarının tasarımı yapılırken oluşabilecek düzensizlik durumlarını önlemek amacıyla, depreme dayanıklı yapıların projelendirilmesinde önemli olan taşıyıcı sistem düzenleme prensiplerine uyulmaya çalışılmıştır



Şekil 38. Etabs programı ile modellenmiş kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçevesi yapının kalıp planı



Şekil 39. Etabs programı ile modellenmiş kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçevesi yapının kalıp planı

TDY yönetmeliğine göre modellenen ve yapısal çözümlemesi yapılan 5 Katlı, Kirişli döşemeye sahip betonarme perdeli-çerçevesi yapıların iç kolon boyutları 250/500mm, dış kolon boyutları 250/400mm, kiriş boyutları 250/500 mm ve perde boyutları 250/2000 mm dir.

Aynı deprem yönetmeliğine göre modellenen ve yapısal çözümlemesi yapılan 8 Katlı, Kirişli döşemeye sahip betonarme perdeli-çerçevesi yapıların iç kolon boyutları 300/700mm, dış kolon boyutları ise 300/500mm dir. Kiriş ve perde boyutları ise aynıdır.

Amerikan betonarme yönetmeliği ACI 318-05 dikkate alınarak Etabs programı ile modellenip yapısal çözümlemesi yapılan 5 Katlı, kirişli döşemeye sahip betonarme perdeli-çerçevesi yapıların iç kolon boyutları 250/500mm, dış kolon boyutları 400/400mm olarak seçilmiştir. TDY yönetmeliğine göre yeterli olan dış kolon kesitleri Amerikan betonarme yönetmeliği ACI 318-05'e göre yetersiz gelmiş ve kolonun bir kenarı 150 mm arttırılarak 250 yerine 400mm olarak seçilmiştir. Kiriş boyutlarında değişikliğe ihtiyaç duyulmamış ve 250/500mm olarak seçilmiştir. Perde boyutlarında da değişikliğe ihtiyaç duyulmamış ve 250/2000mm olarak alınmıştır.

Amerikan betonarme yönetmeliği ACI 318-05'e göre Etabs programı ile modellenip yapısal çözümlenmesi yapılan 8 Katlı, kirişli döşemeye sahip betonarme perdeli-çerçeveseli yapıların iç kolon boyutları 300/700mm, dış kolon boyutları 400/500 mm olarak seçilmiştir. TDY yönetmeliğine göre yeterli olan dış kolon kesitleri Amerikan betonarme yönetmeliği ACI 318-05'e göre yetersiz gelmiş ve kolonun bir kenarı 100 mm artırılarak 300 yerine 400mm olarak seçilmiştir. Kiriş kesitleri de yetersiz olduğundan 250/500mm olan kesitler 250/600mm olarak seçilip kiriş yüksekliği 100mm artırılmıştır. Perde kesitlerinde ise yeterli olduğundan (250/2000mm) herhangi bir değişikliğe ihtiyaç duyulmamıştır.

Çalışmada kullanılan modellere ait yük bilgileri aşağıda verilmiştir.

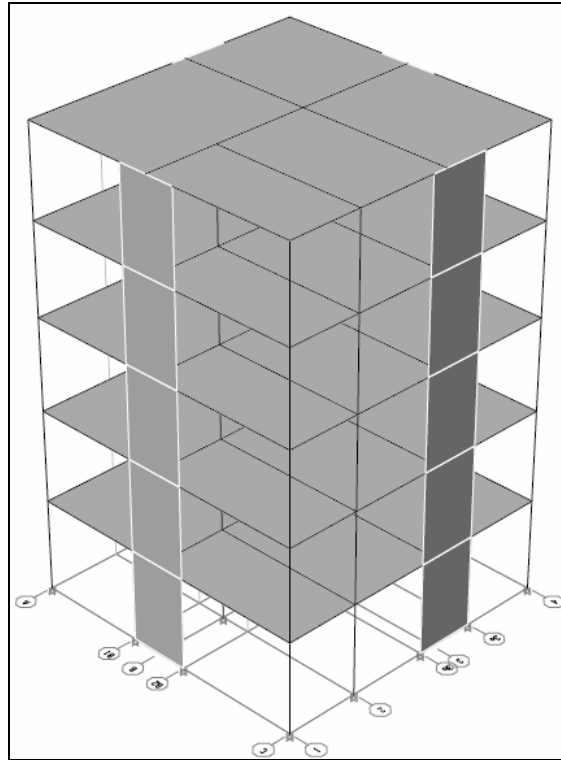
Tüm katlarda kullanılan kirişli döşemeli sistemler için;

Döşeme kalınlığı : 120 mm

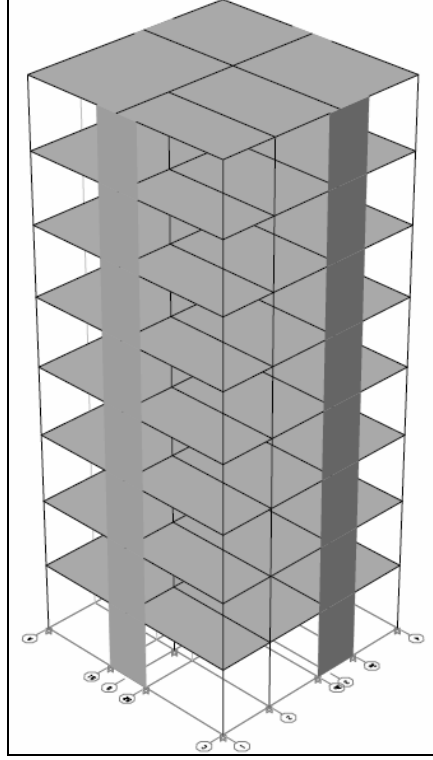
Döşemede kullanılan hareketli yük : 2,00 kN/m²

Döşemede kullanılan kalıcı yük : 4,50 kN/m²

Çalışmada kullanılan yapısal elemanların genel görünüşleri Şekil 38~Şekil 39 arasında aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 40. Etabs programı ile modellenmiş kirişli döşemeye sahip 5 katlı betonarme perdeli - çerçeveseli yapı



Şekil 41. Etabs programı ile modellenmiş kirişli döşemeye sahip 8 katlı betonarme perdeli - çerçevesi yapı

2.3.2. Yapıların Depreme Göre Yapısal Çözümlemesi

Örnek olarak seçilen yapılar, aradaki farkın tespit edilmesi açısından Amerikan betonarme yönetmeliği ve Türk yönetmelik ve şartnamelerinin gereksinimlerine göre ayrı ayrı modellenip yapısal çözümlemesi yapılmıştır.

Ülkemiz şartlarına göre yapılan yapısal çözümlemelerde TS 500 ve Türk Deprem Yönetmeliği esasları dikkate alınmıştır. Yapıların bütün taşıyıcı elemanlarının ön boyutlandırılması ve yapısal çözümleme Probinda Orion V14.1 analiz programı yardımıyla yapılmıştır. Yapısal çözümleme Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre sadece Y yönündeki deprem yükleri hesaplanmıştır. Yapılan bu hesaplardan elde edilen bulgular karşılaştırılarak bazı irdelemeler yapılmaktadır.

Amerikan şartlarına göre yapılan yapısal çözümlemelerde Amerikan betonarme yönetmeliği ACI 318-05 ile International Building Code (IBC) yönetmeliği esasları dikkate alınmıştır. Yapıların bütün taşıyıcı elemanlarının ön boyutlandırılması ve yapısal çözümleme Etabs analiz programı yardımıyla yapılmıştır. Yapısal çözümleme Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre sadece Y doğrultusundaki deprem yükleri hesaplanmıştır.

Yapılan bu hesaplardan elde edilen bulgular karşılaştırılarak bazı irdelenmeler yapılmaktadır.

2.3.3. Yapıların Maliyetlerinin İrdelenmesi

Yapı maliyetlerini karşılaştırmak için tüm yapıların toplam kalıp alanları, beton hacimleri ve donatı ağırlıkları dikkate alınmaktadır. Seçilen yapılarda hesaplanan kalıp (m²), beton (m³) ve demir (kN) miktarları Tablo 56 ile Tablo 61 arasında verilmektedir.

Tablo 56. 5 Katlı yapılarda donatı miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması

Yönetmelik	Yapı	Deprem Bölgesi	Kat	Demir (kN)	Yüzde Değişimi
TS 500 / TDY 2007	KPÇ	1	5	190.5	0.00
ACI 318-05	KPÇ	1	5	210.2	10.34

Tablo 57. 8 Katlı yapılarda donatı miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması

Yönetmelik	Yapı	Deprem Bölgesi	Kat	Demir (kN)	Yüzde Değişimi
TS 500 / TDY 2007	KPÇ	1	8	375.44	0.00
ACI 318-05	KPÇ	1	8	431.76	15.00

Tablo 58. 5 Katlı yapılarda kalıp miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması

Yönetmelik	Yapı	Deprem Bölgesi	Kat	Kalıp (m ²)	Yüzde Değişimi
TS 500 / TDY 2007	KPÇ	1	5	1142	0.00
ACI 318-05	KPÇ	1	5	1146	0.35

Tablo 59. 8 Katlı yapılarda kalıp miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması

Yönetmelik	Yapı	Deprem Bölgesi	Kat	Kalıp (m ²)	Yüzde Değişimi
TS 500 / TDY 2007	KPÇ	1	8	1841	0.00
ACI 318-05	KPÇ	1	8	1847	0.32

Tablo 60. 5 Katlı yapılarda beton miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması

Yönetmelik	Yapı	Deprem Bölgesi	Kat	Beton (m ³)	Yüzde Değişimi
TS 500 / TDY 2007	KPÇ	1	5	128.45	0.00
ACI 318-05	KPÇ	1	5	132.95	0.35

Tablo 61. 8 Katlı yapılarda beton miktarına göre yönetmeliklerin karşılaştırılması

Yönetmelik	Yapı	Deprem Bölgesi	Kat	Beton (m ³)	Yüzde Değişimi
TS 500 / TDY 2007	KPÇ	1	8	208.68	0.00
ACI 318-05	KPÇ	1	8	214.68	0.28

İncelenen 5 ve 8 katlı yapıların her biri için Tablo 54 ile Tablo 59 arasında kalıp beton ve donatı miktarları verilmektedir. 2008 yılı Bayındırlık birim fiyatları kullanılarak, sadece bu değerler için, yapıların maliyetleri belirlenerek elde edilen sonuçlar Tablo 60 ile Tablo61 de sunulmuştur. Aynı tabloda maliyeti düşük olana göre diğer yapıların maliyetlerindeki artışlar da yüzde olarak gösterilmiştir.

Tablo 62. 5 Katlı yapılarda maliyete göre yönetmeliklerin karşılaştırılması

Yönetmelik	Yapı	Deprem Bölgesi	Kat	Maliyet (YTL)	Yüzde Değişimi
TS 500 / TDY 2007	KPÇ	1	5	57655.7	0.00
ACI 318-05	KPÇ	1	5	61120.4	6.00

Tablo 63. 8 Katlı yapılarda maliyete göre yönetmeliklerin karşılaştırılması

Yönetmelik	Yapı	Deprem Bölgesi	Kat	Maliyet (YTL)	Yüzde Değişimi
TS 500 / TDY 2007	KPÇ	1	8	103428.28	0.00
ACI 318-05	KPÇ	1	8	112592.8	8.86

Bu değerler incelendiğinde 5 katlı yapılar için ACI 318-05 e göre modellenip analizi yapılan yapının TDY 2007 e göre modellenip analizi yapılan yapıya göre %6.00 oranında daha yüksek maliyete sahip olduğu görülmektedir. Aynı şekilde 8 katlı iki yapıda yapılan yapısal çözümlene sonucunda yapılan incelemede ACI 318-05 e göre modellenip analizi yapılan yapının TDY 2007 e göre modellenip analizi yapılan yapıya göre %8.86 oranında daha yüksek maliyete sahip olduğu görülmektedir.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar temel olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda Türkiye’de yürürlükte bulunan TS 500 ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Hükümleri dikkate alınarak 3 farklı kata sahip toplam 6 yapının 4 farklı deprem bölgesine göre deprem hesapları gerçekleştirilmiştir. İkinci kısımda ise yukarıda adı geçen Türk standart ve yönetmelikleri ile American ACI 318-05 yönetmeliği hükümlerinden bazıları karşılaştırmalı olarak sunulmuş ve seçilen 5 ve 8 katlı iki yapının tasarımı bu yönetmeliklere göre yapılmıştır.

Gerçekleşmiş olan bu çalışmanın tümünden çıkarılabilecek bazı sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmektedir.

1. 1. deprem bölgesinde inşa edilen 2 katlı yapılarda asmolen döşeme sistemine sahip yapılarda kirişli döşeme sistemi ile tasarlanmış yapılara göre %29,30 oranında fazla donatıya ihtiyaç duyulmuştur. Bu oran, aynı yapıların 4. deprem bölgesinde inşa edilmesidurumunda ise bu fark %7,72 dolaylarına düşmektedir.

2. 2 katlı yapılarda en fazla donatı miktarının 1. deprem bölgesinde inşa edilen asmolen döşeme sistemine sahip yapılarda olduğu görülmektedir. Bu miktar 4. deprem bölgesinde inşa edilen kirişli döşeme sistemli yapı ile karşılaştırıldığında %63,60 olmaktadır.

3. Deprem bölgesinde inşa edilen 5 katlı yapılarda asmolen döşeme sistemine sahip yapılarda kirişli döşeme sistemi ile tasarlanmış yapılara göre %20,10 oranında fazla donatıya ihtiyaç duyulmuştur. Bu oran, aynı yapıların 4. deprem bölgesinde inşa edilmesi ile %12,05 dolaylarına düşmektedir.

4. 5 katlı yapılarda en fazla donatı miktarının 1. deprem bölgesinde inşa edilen asmolen döşeme sistemine sahip yapılarda olduğu görülmektedir. Bu miktar 4. deprem bölgesinde inşa edilen kirişli döşeme sistemli yapı ile karşılaştırıldığında %73,25 olmaktadır.

5. 1. deprem bölgesinde inşa edilen 8 katlı yapılarda asmolen döşeme sistemine sahip yapıların kirişli döşeme sistemi ile tasarlanmış yapılara göre %19,30 oranında fazla donatı ihtiyacı olabileceği görülmektedir. Bu oran, aynı yapıların 4. deprem bölgesinde inşa edilmesi ile %13,20 dolaylarına düşmektedir. 8 katlı yapılarda en fazla donatı miktarının 1. deprem bölgesinde inşa edilen asmolen döşeme sistemine sahip yapılarda olduğu

görülmektedir. Bu miktar 4. deprem bölgesinde inşa edilen kirişli döşeme sistemli yapı ile karşılaştırıldığında %76,01 olmaktadır.

6. 2, 5 ve 8 katlı yapılarda kirişli döşeme sistemine sahip yapıların asmolen döşeme sistemli yapılara göre sırasıyla %16,81, %12,76 ve %12,16 oranında daha fazla kalıp ihtiyacı olduğu görülmüştür.

7. 2, 5 ve 8 katlı yapılarda asmolen döşeme sistemine sahip yapıların kirişli döşeme sistemine sahip yapılara göre sırasıyla %41,48, %5,25 ve %9,24 oranında daha fazla beton ihtiyacı olduğu görülmüştür.

8. 2 katlı yapılarda yapılan maliyet analizinde, 1. deprem bölgesinde inşa edilen asmolen döşeme sistemine sahip yapıların aynı deprem bölgesinde kirişli döşemeye sahip yapılara göre %19,00 oranında yüksek olduğu görülmektedir. 3 ve 4. derece deprem bölgeleri arasında maliyet pek değişmezken 1 ve 2. deprem bölgeleri arasındaki fark %10 civarında olmaktadır.

9. 5 katlı yapılarda yapılan maliyet analizinde, 1. deprem bölgesinde inşa edilen asmolen döşeme sistemine sahip yapıların aynı deprem bölgesindeki kirişli döşemeye sahip yapılara göre %6,53 oranında yüksek olduğu görülmektedir. 3 ve 4. derece deprem bölgeleri arasında maliyet pek değişmeksene 1 ve 2. deprem bölgesinde yine %10 civarında bir maliyet değişimi olmaktadır.

10. 5 katlı yapılarda yapılan maliyet analizinde, 1. deprem bölgesinde inşa edilen asmolen döşeme sistemine sahip yapıların aynı deprem bölgesindeki kirişli döşemeye sahip yapılara göre %9,68 oranında yüksek olduğu görülmektedir. 3 ve 4. derece deprem bölgeleri arasında maliyet pek değişmeksene 1 ve 2. deprem bölgesinde yine %11 dolaylarında bir maliyet değişimi olmaktadır.

11. Yönetmeliklerin karşılaştırılması sonucunda TDY 2007, TS 500 ile ACI318-05 Yönetmelikleri genel kabuller açısından fazla bir farklılık görülmemekle birlikte bir takım katsayı, yük kombinasyonları, çözüm metotları arasında farklılıklara rastlanmıştır.

12. Bu yönetmeliklerin karşılaştırılması neticesinde 5 katlı yapılar için ACI 318-05 e göre modellenip analizi yapılan yapının TDY 2007 ve TS 500'e göre modellenip analizi yapılan yapıya göre %6.00 oranında daha yüksek maliyete sahip olduğu görülmektedir. Aynı şekilde 8 katlı iki yapıda yapılan yapısal çözümleme sonucunda yapılan incelemede ACI 318-05 e göre modellenip analizi yapılan yapının TDY 2007 ve TS 500'e göre modellenip analizi yapılan yapıya göre %8.86 oranında daha yüksek maliyete sahip olduğu görülmektedir.

4. KAYNAKLAR

- ABYYHY, 2007. “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.
- Acar, R., 2006. Modal Analiz ve Mod Birleştirme Yöntemi, Kişisel Çalışma.
- ACI 318-05, 2005. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, American Concrete Institute, USA
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., 1998. Betonarme Yapıları, İTÜ., İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., 2000. “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı”, Beta Dağıtım, İstanbul.
- Chandler, M, A. ve Hutchinson, L, G., 1987. Evaluation of Code Torsional Provisions by a Time History Approach, Earthquake Engineering and Structures Dynamics, 15, 491-516
- Chopra, K, A., 1995. Dynamics of Structures, Prentice-Hall International Inc.,
- Chopra, K, A. ve Lopez, A, O., 1979. Evaluation of Simulated Ground Motions for Predicting Elastic Response of Long Period Structures and Inelastic Response of Structures, Earthquake Engineering and Structures Dynamics, 7, 383-402
- Doğangün, A., 2008. Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Doğangün, A. ve Livaoğlu. R., 2001. “Yapıların Deprem Hesabında Dinamik Yöntemlerin Kullanılması”, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Trabzon Şubesi Mühendislik Bülteni, 59, 14-24
- Ju, H, S., Liu, W, C. ve Wu, Z, K., 2000. “3D Analyses of Buildings Under Vertical Component of Earthquake”, Journal of Structural Engineering, 103, 10, 1196-1202
- Livaoğlu, R., 2001. “Yapıların Deprem Hesabında Burulma Düzensizliğinin ve Hesap Yöntemlerinin Etkinliğinin İncelenmesi”, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Livaoğlu, R. ve Doğangün A., 2001. “Yapıların Deprem Hesabında Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Kullanılması”, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Trabzon Şubesi Mühendislik Bülteni, 58, 14-24
- Hacıslamoğlu, G., 2003. “Kirişli ve Asmolen Döşemeli Yapıların Maliyetlerinin ve Deprem Davranışlarının İncelenmesi ”, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,

- Namlı, E., 2005. “Perde Duvarlı Çerçevesi Çok Katlı Betonarme Bir Yapının Tasarımı ve TS500 ile ACI 318 Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TS 500, 2000. “Betonarme Yapıların Tasarımı ve Yapım Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Dündar AYYILDIZ 1976 yılında Trabzon'da doğdu. İlk öğrenimini Trabzon 24 Şubat İlkokulunda tamamladı. Orta öğrenimini Trabzon Ata kolejinde tamamladıktan sonra lise öğrenimini 1993-1994 öğretim yılında Trabzon Lisesin'de bitirdi. 2004-2005 öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2005 yılında girdiği sınavı kazanarak Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. İngilizce ve Almanca bilmekte olan AYYILDIZ Enerji ve İnşaat sektöründe çalışmalarına devam etmektedir.