

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KULLANIM AMAÇLARI FARKLI BİNALARDA KİRİŞLİ
VE KİRİŞSİZ DÖŞEMELİ TAŞIYICI SİSTEMLERİN
MALİYETE ETKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Adem TUNCER

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. M.Zeki ÖZYURT

Haziran 2011

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KULLANIM AMAÇLARI FARKLI BİNALARDA KİRİŞLİ
VE KİRİŞSİZ DÖŞEMELİ TAŞIYICI SİSTEMLERİN
MALİYETE ETKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Adem TUNCER

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Bu tez 20 / 06 /2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Yrd. Doç. Dr. M. Zeki ÖZYURT
Jüri Başkanı**

**Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KASAP
Üye**

**Prof. Dr. Ahmet C. APAY
Üye**

TEŞEKKÜRLER

Bu konuda beni çalışma yapmaya yönlendiren, tez çalıŐmam sırasında değerli zamanını ayırarak yardımlarını benden esirgemeyen, bana her konuda yardımcı olmaya çalışan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Muhammet Zeki ÖZYURT'a teŐekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında ve yüksek lisans öğrenimim süresince yardımcı olan İnş. Müh. Nadir KARAHAN' a teŐekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu günlere gelmemde maddi ve manevi olarak desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teŐekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2. Konu İle İlgili Çalışmalar.....	2
BÖLÜM 2.	
BETONARME DÖŞEME SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER..	3
2.1. Kirişli Döşemeler.....	4
2.1.1. Bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler.....	5
2.1.2. İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler.....	11
2.2. Dişli Döşemeler.....	16
2.2.1. Bir doğrultuda çalışan dişli döşemeler (Nervürlü Döşemeler).....	18
2.2.2. İki doğrultuda çalışan dişli döşemeler (Kaset Döşemeler).....	18
2.3. Kirişsiz Döşemeler.....	19
2.3.1. Kirişsiz döşemelerde zımbalama dayanımı.....	26
2.3.2. Zımbalama donatısı.....	30

BÖLÜM 3.

BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER VE SÜNEKLİK DÜZEYLERİ.....	31
3.1. Çerçevesiz Sistemler.....	33
3.2. Perdeli Sistemler.....	34
3.3. Perdeli Çerçevesiz Sistemler.....	34
3.4. Tüp Sistemler.....	35
3.5. Çekirdek Sistemler.....	35

BÖLÜM 4.

SAYISAL ÇALIŞMALAR.....	37
4.1. Çalışmaya Konu Olan Yapıların Tanıtılması.....	37
4.2. Yapıların Depreme Göre Yapısal Çözümlemesi.....	46
4.3. Yapı Ağırlıkları Yönünden Karşılaştırma.....	71
4.4. Yapı Maliyetleri Yönünden Karşılaştırma.....	72

BÖLÜM 5.

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	80
KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
TS500-2000	: Betonarme yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
a	: Mesnet genişliği
d_0	: Dairesel yük, kolon çapı
e_x	: x doğrultusundaki dış merkezlik
e_y	: y doğrultusundaki dış merkezlik
F_a	: Zımbalama çevresi içinde kalan döşeme yüklerinin toplamı
g	: Sabit yük
h_f	: Döşeme kalınlığı
I	: Bina önem katsayısı
l	: Döşeme açıklıklarının eşit olması durumundaki açıklık değeri
l_1	: Hesap doğrultusundaki açıklık
l_2	: Tasarımı yapılan doğrultuya dik açıklık
l_n	: Kolon başlıkları arasında kalan serbest açıklık
l_{sn}	: Döşeme kısa kenar doğrultusunda serbest açıklık
M	: Eğilme momenti
M_d	: Tasarım momenti
M_0	: Döşemelerde kolon şeridi ve iki yarım orta şeridi kapsayan şerit için toplam statik moment
P_d	: Döşeme tasarım yükü
r_i	: Döşemeler için dağıtma katsayısı

r_j	: Döşemeler için dağıtma katsayısı
u_p	: Zımbalama çevresi
V	: Kesme kuvveti
V_{pd}	: Tasarım zımbalama kuvveti
V_{pr}	: Zımbalama dayanımı
q	: Hareketli yük
W_m	: Zımbalama çevresi içinde kalan mukavemet moment
α	: İki doğrultuda çalışan döşemelerde moment katsayısı
α_{ec}	: Alt ve üst dış kolonların eğilme rijitliklerinin toplamının hesap yönündeki döşeme eğilme rijitliğine oranı
α_s	: Döşeme sürekli kenar uzunlukları oranının, kenar uzunluklarına oranı
β_m	: Bir doğrultuda çalışan döşemeler için moment katsayıları
β_t	: Rölatif burulma rijitliği
γ	: Eğilme etkisini hesaba katan ve zımbalama dayanımını azaltan bir katsayı
ΔM	: Fark moment
δ	: Yerdeğiştirme

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Bir doğrultuda çalışan döşemelerin sürekli kiriş gibi hesabı için dikkate alınan birim genişlikli (1 m) şerit.....	5
Şekil 2.2.	Sürekli kiriş kabulüyle yapısal çözümlemede β_m moment katsayıları.....	6
Şekil 2.3.	Mesnedin kiriş olması durumunda mesnet momenti düzeltilmesi...	8
Şekil 2.4.	Mesnet duvar ise mesnet momenti düzeltilmez.....	8
Şekil 2.5.	Bir doğrultuda çalışan döşemelerde nervürlü donatı için şematik donatı planı.....	10
Şekil 2.6.	Yaklaşık yöntemle göre hesapta dikkate alınan orta ve kenar şeritler.....	11
Şekil 2.7.	Yaklaşık yöntemle hesaplanan, artırılan ve azaltılan mesnet momentleri.....	14
Şekil 2.8.	İki doğrultuda çalışan döşemelerde donatı düzenlenmesi.....	16
Şekil 2.9.	Dişli döşeme.....	17
Şekil 2.10.	Bir doğrultuda çalışan dişli döşeme.....	18
Şekil 2.11.	İki doğrultuda çalışan dişli döşeme.....	19
Şekil 2.12.	Kirişsiz döşeme türleri.....	20
Şekil 2.13.	İki doğrultuda çalışan döşemede y doğrultusunda açıklık ve kolon şeridi.....	23
Şekil 2.14.	Kirişsiz döşemede minimum boyutlar.....	24
Şekil 2.15.	Kirişsiz döşemede mesnet ve açıklık momentleri.....	24
Şekil 2.16.	Zımbalama bölgesi özellikleri ve tasarım zımbalama kuvveti.....	27
Şekil 2.17.	Zımbalama hesabında göz önünde bulundurulacak dışmerkezlilik..	28
Şekil 2.18.	Özel durumlarda zımbalama çevresi.....	29
Şekil 2.19.	Kritik kesit seçenekleri.....	30

Şekil 2.20.	Zımbalama donatısı örneği.....	30
Şekil 4.1.	Tip 1 ve Tip 2'ye ait kalıp planı.....	40
Şekil 4.2.	Tip 3 ve Tip 4'e ait kalıp planı.....	41
Şekil 4.3.	Tip 5 ve Tip 6'e ait kalıp planı.....	42
Şekil 4.4.	Tip 7 ve Tip 8'e ait kalıp planı.....	43
Şekil 4.5.	Kullanım amacı konut olan yapılarda, kirişsiz döşemeli yapılar ile kirişli döşemeli yapılar arasındaki maliyet farkının yüzde olarak değişimi.....	75
Şekil 4.6.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapılarda, kirişsiz döşemeli yapılar ile kirişli döşemeli yapılar arasındaki maliyet farkının yüzde olarak değişimi.....	75
Şekil 4.7.	Kullanım amacı konut olan 2 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi.....	76
Şekil 4.8.	Kullanım amacı konut olan 3 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi.....	76
Şekil 4.9.	Kullanım amacı konut olan 4 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi.....	77
Şekil 4.10.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 2 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi.....	77
Şekil 4.11.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 3 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi.....	78
Şekil 4.12.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 4 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi.....	78
Şekil 4.13.	Çerçevesiz taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kullanım amacı tercihinin yapı maliyetine etkisi	79

Şekil 4.14. Perdeli - çerçeveli taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kullanım amacı tercihinin yapı maliyetine etkisi.....	79
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler için α moment katsayıları.....	13
Tablo 2.2.	Eğilme momentlerinin şeritlere paylaşım oranları.....	25
Tablo 4.1.	Çalışmada kullanılan yapıların isimlendirilmesi.....	39
Tablo 4.2.	Tüm yapılarda kullanılan kiriş boyutları.....	44
Tablo 4.3.	Perdeli-çerçeve sistemlerde kullanılan perde boyutları.....	44
Tablo 4.4.	Tip 1 ve Tip 3' e ait kolon boyutları.....	44
Tablo 4.5.	Tip 5 ve Tip 7' e ait kolon boyutları.....	45
Tablo 4.6.	Tip 2 ve Tip 4'e ait kolon boyutları.....	45
Tablo 4.7.	Tip 6 ve Tip 8'e ait kolon boyutları.....	45
Tablo 4.8.	Tip 1, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	47
Tablo 4.9.	Tip 1, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	47
Tablo 4.10.	Tip 1, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	47
Tablo 4.11.	Tip 3, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	48
Tablo 4.12.	Tip 3, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	48
Tablo 4.13.	Tip 3, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	48
Tablo 4.14.	Tip 1, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	49
Tablo 4.15.	Tip 1, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	49
Tablo 4.16.	Tip 1, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	49

Tablo 4.17.	Tip 3, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	50
Tablo 4.18.	Tip 3, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	50
Tablo 4.19.	Tip 3, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	50
Tablo 4.20.	Tip 1, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	51
Tablo 4.21.	Tip 1, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	51
Tablo 4.22.	Tip 1, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	51
Tablo 4.23.	Tip 3, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	52
Tablo 4.24.	Tip 3, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	52
Tablo 4.25.	Tip 3, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	52
Tablo 4.26.	Tip5, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	53
Tablo 4.27.	Tip 5, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	53
Tablo 4.28.	Tip 5, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	53
Tablo 4.29.	Tip 7, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	54
Tablo 4.30.	Tip 7, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	54
Tablo 4.31.	Tip 7, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	54
Tablo 4.32.	Tip 5, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	55
Tablo 4.33.	Tip 5, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	55
Tablo 4.34.	Tip 5, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	55
Tablo 4.35.	Tip 7, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	56

Tablo 4.36.	Tip 7, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	56
Tablo 4.37.	Tip 7, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	56
Tablo 4.38.	Tip 5, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	57
Tablo 4.39.	Tip 5, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	57
Tablo 4.40.	Tip 5, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	57
Tablo 4.41.	Tip 7, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	58
Tablo 4.42.	Tip 7, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	58
Tablo 4.43.	Tip 7, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	58
Tablo 4.44.	Tip 2, 2 katlı yapıda, D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	59
Tablo 4.45.	Tip 2, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	59
Tablo 4.46.	Tip 2, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	59
Tablo 4.47.	Tip 4, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	60
Tablo 4.48.	Tip 4, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	60
Tablo 4.49.	Tip 4, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	60
Tablo 4.50.	Tip 2, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	61
Tablo 4.51.	Tip 2, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	61
Tablo 4.52.	Tip 2, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	61
Tablo 4.53.	Kullanım Tip 4, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	62
Tablo 4.54.	Tip 4, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	62
Tablo 4.55.	4, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	62

Tablo 4.56.	Kullanım Tip 2, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	63
Tablo 4.57.	Tip 2, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	63
Tablo 4.58.	Tip 2, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	63
Tablo 4.59.	Tip 4, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	64
Tablo 4.60.	Tip 4, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	64
Tablo 4.61.	Tip 4, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	64
Tablo 4.62.	Tip 6, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti(M) ve kesme kuvveti(V) değerleri	65
Tablo 4.63.	Tip 6, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	65
Tablo 4.64.	Tip 6, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	65
Tablo 4.65.	Tip 8, 2 katlı yapıda, D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	66
Tablo 4.66.	Tip 8, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	66
Tablo 4.67.	Tip 8, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	66
Tablo 4.68.	Tip 6, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	67
Tablo 4.69.	Tip 6, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	67
Tablo 4.70.	Tip 6, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	67
Tablo 4.71.	Kullanım Tip 8, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	68
Tablo 4.72.	Tip 8, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	68
Tablo 4.73.	Tip 8, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	68
Tablo 4.74.	Tip 6, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	69

Tablo 4.75.	Tip 6, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	69
Tablo 4.76.	Tip 6, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	69
Tablo 4.77.	Tip 8, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri.....	70
Tablo 4.78.	Tip 8, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri.....	70
Tablo 4.79.	Tip 8, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri.....	70
Tablo 4.80.	Kullanım amacı konut olan yapıların ağırlık değerleri.....	71
Tablo 4.81.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapıların ağırlık değerleri.....	71
Tablo 4.82.	Kullanım amacı konut olan yapılarda beton, kalıp ve demir miktarları.....	72
Tablo 4.83.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapılarda beton, kalıp ve demir miktarları.....	72
Tablo 4.84.	Kullanım amacı konut olan 2 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	73
Tablo 4.85.	Kullanım amacı konut olan 2 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	73
Tablo 4.86.	Kullanım amacı konut olan 3 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	73
Tablo 4.87.	Kullanım amacı konut olan 3 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	73
Tablo 4.88.	Kullanım amacı konut olan 4 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	73
Tablo 4.89.	Kullanım amacı konut olan 4 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	73

Tablo 4.90.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 2 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	74
Tablo 4.91.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 2 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	74
Tablo 4.92.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 3 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	74
Tablo 4.93.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 3 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	74
Tablo 4.94.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 4 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	74
Tablo 4.95.	Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 4 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	74

ÖZET

Anahtar kelimeler: Kirişli döşeme, Kirişsiz döşeme, Taşıyıcı Sistem, Maliyet

Önemli deprem kuşaklarının üzerinde bulunan ülkemizde inşa edilen yapıların olası deprem durumlarında ayakta kalabilmesi ya da en azından can kaybıyla sonuçlanmayan deformasyonlara uğraması istenilmektedir. Bina taşıyıcı sistemi tasarlanırken, deprem anında üzerine gelecek yüklerin doğru tespit edilip modellenmenin de buna uygun yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda ekonomik olması da inşa edilen yapıdan beklenen bir durumdur. Yapılar tasarlanırken farklı döşeme türlerinin kullanılmasının, yapının deprem davranışını, taşıyıcı sistem seçimini ve maliyeti üzerinde etkileri olacağı açıktır.

Bu çalışmada, kullanım amacına yönelik, yapının kirişli veya kirişsiz döşeme seçiminin yapı maliyetine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bunun için aynı kalıp planına sahip yapılar aynı doğal titreşim periyoduna sahip olduklarıdaki maliyetleri belirlenerek karşılaştırılmışlardır.

Bu çalışma 5 bölüm halinde hazırlanmış olup, amacı ve kapsamı birinci bölümde anlatılmıştır. İkinci bölüm genel bilgiler bölümüdür ve bu bölümde betonarme yapıda uygulanan döşeme sistemleri hakkında bilgiler verilmektedir. Üçüncü bölümde yapıların taşıyıcı sistemleri hakkında bilgi verilmiş ve sünelik düzeyleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, amaca uygun olarak seçilen yapıların özellikleri açıklanmakta ve sözkonusu yapıların depreme göre yapısal çözümlenmeleri gerçekleştirilmektedir. Bu bölümde sayısal uygulamalardan elde edilen bulgular kullanılarak, kirişli ve kirişsiz döşemeye sahip yapıların kesit etkileri incelenmiş ve maliyet ve ağırlık yönlerinden karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar ve yorumlar yer almaktadır.

A STUDY ON COST EFFECT OF THE LOAD BEARING SYSTEMS WITH BEAM SLABS AND WITHOUT BEAM SLABS IN BUILDINGS WITH DIFFERENT INTENDED USE

SUMMARY

Keywords: Beams slabs, without beam slabs, load bearing systems, cost

The structures built in our earthquake –prone country are desired to survive or at least resist deformations corresponding to life safety requirements in probable earthquakes. During designing the load bearing system, the earthquake loads must be accurately determined and the modeling should also be made accordingly. As well, cost efficiency is also anticipated considering the built structure. During modeling, it is evident that the use of different slab types effects the seismic behavior of the building, the selection of the load bearing system and the building cost.

In this study, it is intended to investigate the effect of the selection of beam slabs or flat slabs on the building cost devoted to the intended use. Thus, the cost of the buildings are compared having the same structural configuration and period.

This study is prepared in an extent of 5 chapters and the aim and the scope is indicated in the first chapter. The second chapter is comprised of the general information section and in this chapter, the information is given about the slab systems used in reinforced concrete structures. In the third chapter, the information about the load bearing systems is given and ductility levels are explained. In the fourth chapter, the properties of the expedient structures is demonstrated and the earthquake analysis of the aforementioned buildings is carried out. In this chapter, by using the results of the numerical applications, the cross-section effects of the buildings having beam and flat slabs were analyzed and compared regarding the cost and weight. The last chapter includes the conclusions according to the conducted study and comments.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Betonarme binalar, projelendirme aşamasında yapının kullanım amacı, ekonomik düşünceler, deprem bölgesi ve zemin cinsi gibi faktörler nedeniyle farklı döşeme sistemi kullanılarak oluşturulabilmektedir[4].

Betonarme yapılar tasarlanırken değişik döşeme türleri kullanılarak, aynı yapı sistemi için alternatif sistemler oluşturulabilmektedir. Döşeme türlerinin değişmesi, taşıyıcı sistemde hem düşey yüklerin hem de yatay yüklerin taşınması açısından farklılıklar oluşturabilir. Bu nedenle döşeme türlerinin ve çalışma prensiplerinin iyi bilinmesinin gerekliliği açıktır. Bu sebeple yapılarda modelleme esnasında yapılan kabuller, yapının hem düşey hem de yatay yükler altındaki davranışına pozitif yönde etki etmeli, aynı zamanda da, yapının ekonomik ve estetik olması gibi gereksinimleri sağlayabilmelidir[5].

Döşeme sistemlerinin kullanım amacına göre doğru seçimi oldukça önemlidir. Bu seçim, yapının taşıyıcı sisteminin ve süneklik düzeyinin belirlenmesine oldukça etkili olabilmektedir. Ayrıca döşemeden tavana yüksekliğin sabit olduğu kabul edilirse, döşeme kalınlığı da tüm yapı yüksekliğini etkiler. Yapı yüksekliğindeki her artış mimari, mekanik ve taşıyıcı sistem maliyetini arttıracığından döşeme kalınlığı optimize edilmelidir.

Bu çalışmanın amacını, kullanım amacı farklı yapılarda, aynı mimariye sahip kirişli ve kirişsiz döşemeli binaların aynı davranışı göstermeleri ve bu durumun maliyete olan etkisini incelemek oluşturmaktadır. Bu amaçla, yapıların 1. doğal titreşim periyotları aynı değere sahip olacak şekilde tasarlanmış ve maliyetleri incelenmiştir.

1.2. Konu İle İlgili Çalışmalar

2009 yılında Demirok A., 'Perdeli çerçeve taşıyıcı sisteme sahip bir betonarme yapıda farklı döşeme türlerinin davranışa etkisi' adlı yüksek lisans tezinde, aynı mimariye sahip yapıların, döşeme yükleri ve bina toplam ağırlıklarının, kirişsiz döşemeli yapılarda kirişli döşemeli yapılara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Binalara ait periyot değerleri incelendiğinde, aynı deprem etkisine maruz bırakılan binalardan etkin modda, kirişsiz döşemelerin periyot değerinin daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bu durumun ana nedeninin sistemlerin rijitlik durumları olduğu belirtilmiştir. Aynı şekilde yapıların x ve y doğrultularında yaptıkları yer değiştirmelerin de bina rijitliklerine bağlı olarak değiştiğinin ve kirişli döşemeli yapıların daha az yerdeğiştirme yaptıkları sonucuna varılmıştır. Bu durum aynı mimariye sahip yapılarda kirişli döşemeli yapı yerine kirişsiz döşemeli yapının tercih edilmesi halinde, yapılan deplasmanların x doğrultusunda %24, y doğrultusunda da %13 arttığı belirtilmiştir. Söz konusu yapıların beton ve donatı metrajları incelendiğinde, beton miktarının, kirişsiz döşemeli yapılarda kirişli döşemeli yapılara oranla %22 daha fazla olduğu, donatının ise %17 artış gösterdiği belirtilmiştir.

2007 yılında Akgün H., 'Farklı döşeme sistemlerine sahip çok katlı betonarme binaların dinamik davranışının incelenmesi' konulu yüksek lisans tezinde yapıların döşeme sistemlerinin değiştirildiğinde yapının yatay yükler etkisinde rijitliklerin de değişikliğe uğradığına ve kirişsiz döşemeli yapıların kirişli döşemeli yapılara göre daha fazla yerdeğiştirme yapan sistemler olduğunu göstermiştir. Yine bu çalışmada yapının taşıyıcı elemanlarından biri olan döşemelerin, kirişli plak döşemeli sistemlerde, yüksek diyafram rijitliği, gereken yanal direnç ve ötelenme rijitliği gibi olguların var olmasında çok ciddi rol oynadığı vurgulanmıştır.

BÖLÜM 2. BETONARME DÖŞEME SİSTEMLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bir boyutu(kalınlığı), diğer iki boyutuna göre çok küçük olan ve düzlemine dik doğrultuda yüklenmiş taşıyıcı elemanlara plak adı verilmektedir.

Döşemelerin temel görevi, kendilerine etkiyen düşey yükleri mesnetlenmiş olduğu kirişlere, perde duvarlara ya da doğrudan kolonlara aktarmaktır. Döşemeler yalnızca katlardaki yükleri, düşey düzlemdeki yapı elemanlarına aktarmakla kalmayıp, yatay yüklerin zemine aktarılmasında, düzlemleri içindeki yüklerin iletilmesinde sonsuz rijit elemanlar olarak 'diyafram' görevi de yaparlar[1,2].

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 ve yüke bağlı olarak belirlenir.

Döşemeler kirişleri birbirine bağladıkları için yapıyı yatay yüklere karşı rijitleştirir. Kirişlerle beraber betonlandıklarından kiriş kesitlerinin tablalı olarak çalışmasını sağlar. Taşıdıkları hareketli yükün çok değişik olması ve bunun belirlenmesindeki güçlükler düşünülerek yükün döşeme üzerinde düzgün olarak yayıldığı kabul edilmektedir. Sanayi yapılarındaki gibi, ağır tekil yüklerin bulunması durumunda kesit etkilerinin belirlenmesi için değişik çözümlenme yöntemlerinin veya hazırlanmış uygun tabloların kullanılması gerekmektedir[3].

Döşemeler farklı kriterlere göre sınıflandırılmakta ve aynı tip döşeme için bazen farklı isimler kullanılmaktadır. Bu çalışmada döşemeler aşağıdaki gibi üç ana başlık altında sınıflandırılmıştır;

- a) Kirişli Döşemeler
- b) Dişli Döşemeler
- c) Kirişsiz Döşemeler

Döşeme plağı kenarlarından kirişlere mesnetlenirse bu döşemeler kirişli döşeme olarak adlandırılmaktadır. Ana kirişlere mesnetli sık, paralel, nispeten küçük kirişler sistemi diğer bir döşeme sistemine dönüşmektedir. Sık paralel kirişler, diş olarak bilindiği için bu tür döşeme sistemleri dişli döşeme olarak tanımlanmaktadır. Kirişsiz döşemeler ise kiriş olmaksızın doğrudan kolona mesnetlenen döşeme sistemleridir.

2.1. Kirişli Döşemeler

Betonarme yapılarda en çok kullanılan döşeme sistemidir. Döşemenin mesnedini kiriş veya perde (betonarme duvarlar) oluşturmaktadır. Genellikle dört tarafından kirişlere mesnetli plaklar olarak ortaya çıkarsa da; üç, iki veya bir tarafından kirişe mesnetli olduğu durumlarda mevcuttur[3].

Kirişli plaklarla oluşturulan sistemlerde kirişler ve kolonlar sistemin yatay yük rijitliği açısından oldukça önemlidir. Plağın oturduğu kirişler yükleme durumuna göre çok yüksek sünekliğe ve yeterli rijitliğe sahip olacak şekilde projelendirilebilir. Bu döşeme tipi, yüksek diyafram rijitliği, yeterli yanal ötelenme rijitliği ve direnci sağlar. Yüksek rijit diyafram etkisi nedeniyle deprem riski yüksek bölgelerde kirişli plak döşemelerle oluşturulan yapı sistemlerinin kullanılması tercih edilmelidir. Plak kalınlığı az olduğu için taşıyıcı elemanların boyutları da ekonomik tasarlanabilir [5]. Kirişli döşemeler uzun kenarlarının kısa kenarlarına oranına göre, bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler ve iki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olmak üzere ikiye ayrılırlar.

2.1.1. Bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler

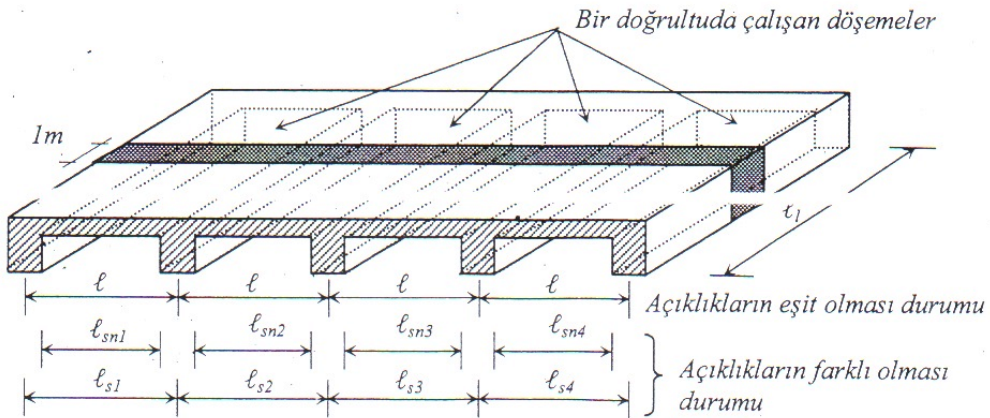
Kirişlere mesnetlenen döşemelerin uzun kenarının, kısa kenarına oranı m ,

$$m = \frac{l_{uzun}}{l_{kısa}} > 2 \quad (2.1)$$

ise bu döşemeler bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olarak adlandırılmaktadır. Genellikle döşeme plakları ve çevresindeki kirişlerin kesit etkileri düzgün yayılı yük etkisi kabul edilerek hesaplanır. Bu tip döşemelerin yükü, açıklığı uzun olan kirişlere iletilir. Bu kirişlerin mesnet tepkileri de kısa kenarı oluşturan ana kirişe yüklenir. Yan yana gelen bir doğrultuda çalışan döşemelerin statik hesabı, kısa açıklık doğrultusunda sürekli kiriş kabulü ile yapılabilir[3].

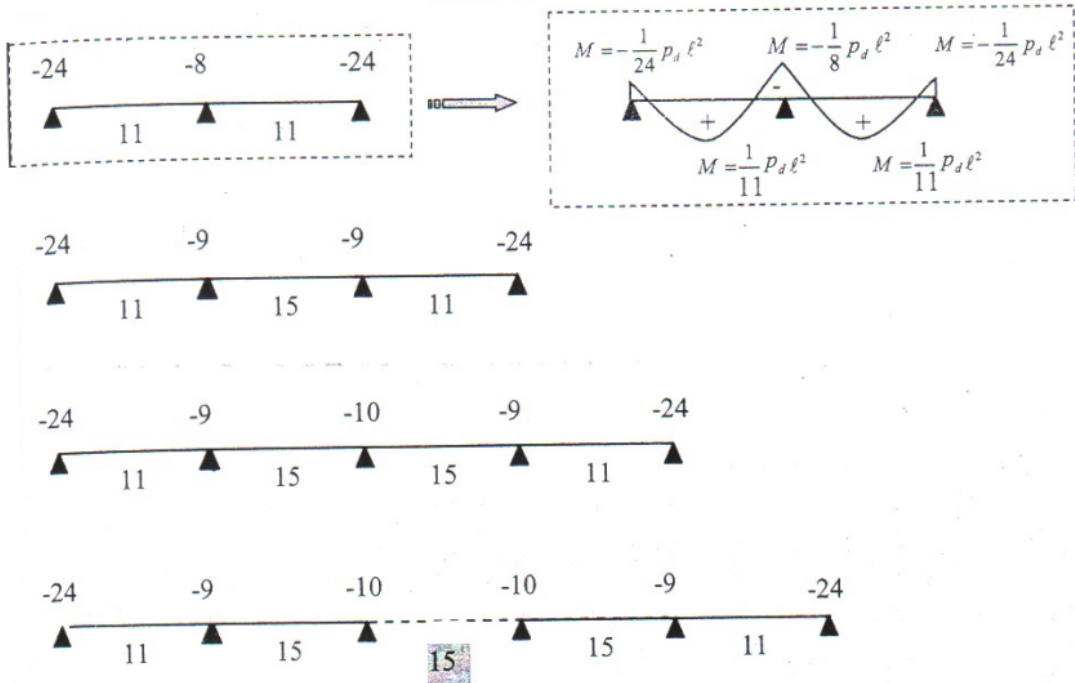
Kenar oranının 2 den büyük olması durumunda yükün neredeyse tamamı kısa kenar doğrultusunda taşındığından, bir doğrultuda çalışan döşemelerde sadece kısa kenar doğrultusunda donatı hesabı yapılır. Hesaplanan donatı çekme donatısı olarak döşemeye kısa kenar doğrultusuna yerleştirilir. Diğer doğrultu için moment ve donatı hesabı yapılmayıp, sadece yönetmelik gereği dağıtma donatısı yerleştirilmektedir[1].

Sürekli kiriş teorisiyle çözümlene için döşemede birim genişlikli (1,00 m) bir şerit dikkate alınmaktadır (şekil 2.1). Bu birim genişlikli döşeme şeridi, kirişlere mesnetlenen ve genişliği birim olan sürekli kiriş gibi düşünülmektedir.



Şekil 2.1. Bir doğrultuda çalışan döşemelerin sürekli kiriş gibi hesabı için dikkate alınan birim genişlikli (1m) şerit

TS500' de bir doğrultulu çalışan döşemelerin mesnedindeki negatif eğilme momentinin ve açıklığındaki pozitif eğilme momentinin Şekil 2.2 de verilen β_m katsayıları yardımıyla hesaplanabileceği belirtilmektedir.



Şekil 2.2. Sürekli kiriş kabulüyle yapısal çözümlemeye β_m moment katsayıları

Yukarıdaki şekilde verilen β_m katsayılarının kullanılabilmesi için, aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır:

- Hareketli yükün kalıcı yüke oranı ikiden küçük olmalı ($q/g < 2$)
- Bitişik döşeme açıklıklarından küçüğünün, büyüğüne oranı 0.8 den küçük olmamalı ($\frac{l_{küçük}}{l_{büyük}} \geq 0.8$)
- En az iki açıklık bulunmalı (bir açıklık olması halinde bu yöntem geçersiz kalmakta, böyle bir durumla karşılaşırsa, mesnet koşullarına bağlı olarak döşemenin kısa kenar doğrultusunda açıklık ve mesnet momentleri belirlenebilir).
- Yüklerin üniform düşey yük olmalı (tekil yük ya da üçgen yayılı yük durumlarında geçersiz)

β_m katsayıları yardımıyla mesnet ve açıklıklardaki mesnet ortasındaki eğilme momentlerinin (M) genel ifadesi,

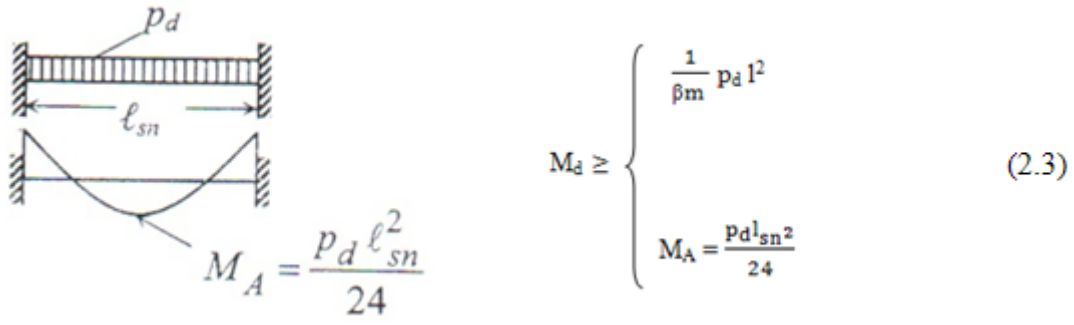
$$M = \frac{1}{\beta_m} p_d l^2 \quad (2.2)$$

şeklinde yazılabilir. Bu bağıntıdaki p_d döşeme tasarım yükünü, l ise açıklıkların eşit olması durumundaki açıklık değerini göstermektedir. Ancak, döşemelerin açıklıkları birbirine eşit olabileceği gibi, birbirinden farklı da ($l_{S1}, l_{S2}, l_{S3}, \dots$) olabilir. Açıklıkların eşit olmaması durumunda, mesnet momentinin belirlenmesinde komşu açıklıkların ortalaması [$l = (l_{S1} + l_{S2})/2$] ve yüklerin ortalaması [$p_d = (p_{d1} + p_{d2})/2$] alınmaktadır. Duvarlara serbestçe oturan döşemelerde bu açıklık değeri, serbest açıklığa döşeme kalınlığı eklenerek belirlenmektedir. Bu değer serbest açıklığın 1,05 katından ve akstan aksa olan açıklıktan büyük olamaz.

TS500 de kenar mesnetlerinde yapım düzeni nedeni ile serbestçe dönme önlenmişse, bu mesnette en az açıklık donatısının yarısı kadar donatının üstte bulundurulması öngörülmektedir. Diğer taraftan TS500-2000 de getirilen yeni koşul gereği dış (kenar) mesnet için, değeri sıfır değil $-p_d l^2/24$ olan bir moment dikkate alınmaktadır. Açıklık donatısının yarısı bu mesnette uzatılmışsa, çoğu zaman bu donatı yeterli olacaktır. Dolayısıyla ayrıca donatı yerleştirmeye gerek kalmayacaktır.

Yukarıda verilen β_m katsayıları yardımıyla hesaplanan mesnet ve açıklık momentleri doğrudan donatı hesabında kullanılmamaktadır. Donatı hesabında kullanılan ve tasarım momenti (M_d) olarak adlandırılan moment; aşağıda açıklandığı gibi belirlenmektedir.

TS500 de sürekli plakların açıklıklarında hesaplanan pozitif eğilme momentleri (M), iki ucu ankastre varsayımıyla ve serbest açıklığın dikkate alınması durumunda elde edilen momentten (M_A) daha küçükse, kesit hesabında ankastre uç varsayımıyla bulunan açıklık momentinin dikkate alınması öngörülmektedir. Bu durumda tasarım açıklık momenti (M_d);



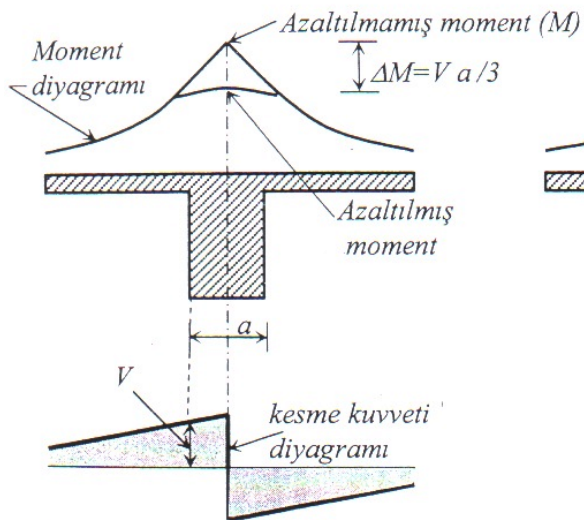
$$M_d \geq \begin{cases} \frac{1}{\beta_m} p_d l^2 \\ M_A = \frac{p_d l_{sn}^2}{24} \end{cases} \quad (2.3)$$

şeklinde hesaplanır. Açıklıktaki β_m katsayıları 11 ile 18 arasında değişeceğinden β_m katsayıları yardımıyla hesaplanan moment daha büyük olacaktır. Ancak, koşulların sağlanamamasından dolayı β_m katsayıları ile çözüm yapılamayan döşemelerde komşu açıklık ve/veya yüklerin çok farklı olduğu durumlarda açıklık momenti çok küçük ya da negatif hesaplanabilir. Bu durumlarda yönetmelikte koşul olarak verilen M_A momenti etkili olabilir.

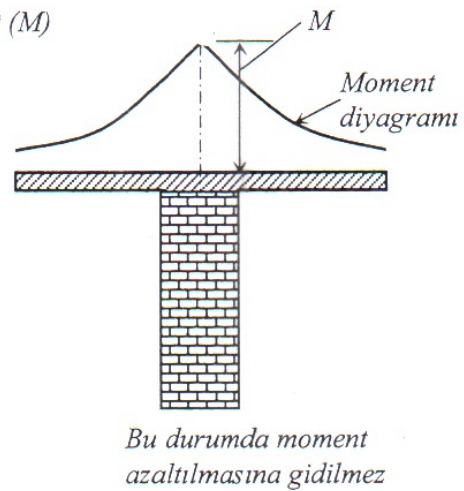
Bir doğrultuda çalışan döşemelerin tasarım mesnet momentinin (M_d) belirlenebilmesi için fark momentinin hesabı gerekmektedir. ΔM fark momentini; a ($\leq 0.175 l$) mesnet genişliğini, V mesnet yüzündeki kesme kuvvetini göstermek üzere,

$$\Delta M = \frac{V a}{3} \quad (2.4)$$

bağıntısıyla belirlenmektedir (şekil 2.3). Mesnet duvar olması durumunda mesnet momentinde herhangi bir düzeltme yapılmaz (şekil 2.4).



Şekil 2.3. Mesnedin kiriş olması durumunda mesnet momenti düzeltilmesi



Şekil 2.4. Mesnet duvar ise mesnet momenti düzeltilmez

Mesnet yüzündeki kesme kuvvetinin V hesabında mesnedin her iki tarafındaki açıklıkların eşit olmaması durumunda bir yaklaşım olarak ortalama değer ya da küçük olan kullanılabilir. Fark momentinin hesabından sonra, donatı hesabında kullanılacak tasarım mesnet momenti, aşağıdaki bağıntı ile belirlenebilir[1]:

$$M_d \geq \begin{cases} -\frac{1}{14} p_d l^2 \\ \frac{1}{\beta_m} p_d l^2 + \Delta M \end{cases} \quad (2.5)$$

Tek doğrultuda çalışan döşemeler için en küçük kalınlık 80 mm' dir. Tavan döşemelerinde ve bir yerin örtülmesine yarayan veya yalnız onarım, temizlik veya benzeri durumlarda üzerinde yürünen döşemelerde döşeme kalınlığı 60 mm' ye kadar düşürülebilir. Üzerinde taşıt geçen döşemelerde kalınlık en az 120 mm olmalıdır.

Ayrıca plak kalınlığının serbest açıklığa oranı, aşağıda verilen değerlerden az olamaz.

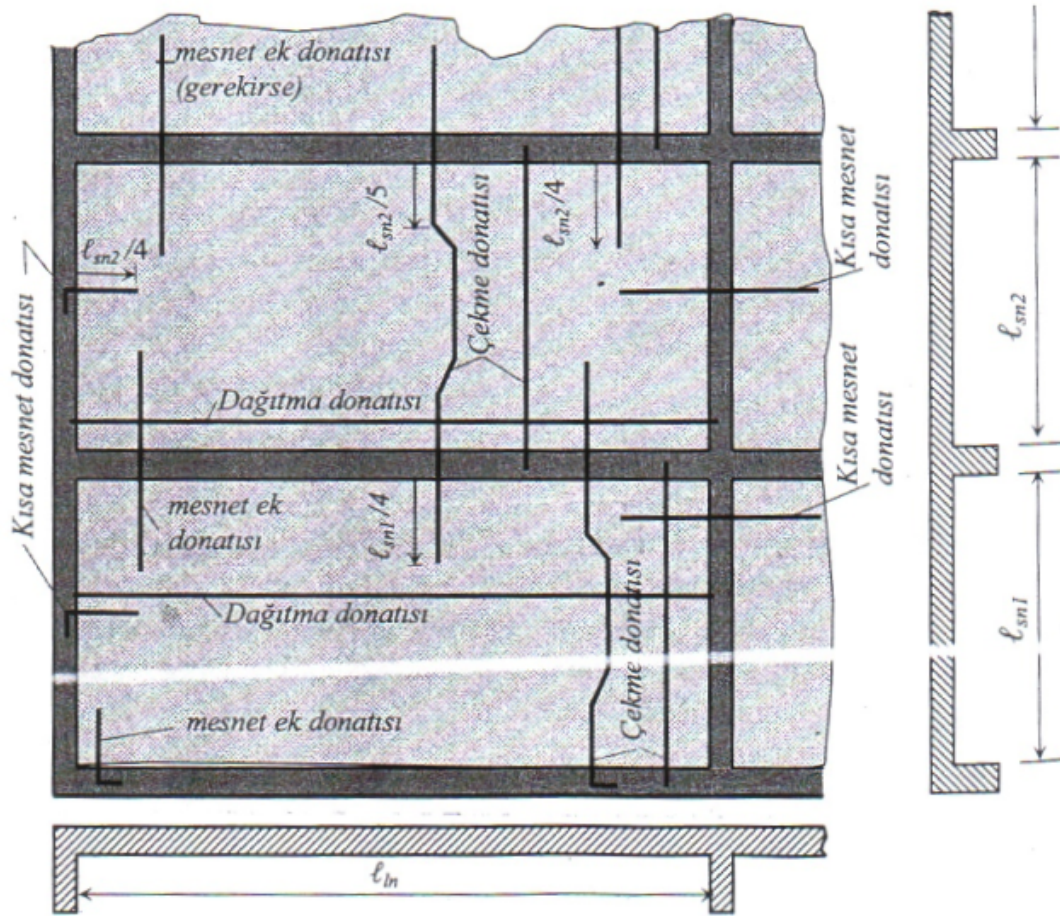
Basit mesnetli, tek açıklıklı döşemelerde,	1/25
Sürekli döşemelerde,	1/30
Konsol döşemelerde,	1/12

Bir doğrultuda çalışan döşemelere, donatıyı koruyan net beton örtüsü en az 15 mm olmalıdır. Eğilme donatısı oranı S220 için 0,003, S420 ve S500 için ise 0,002'den az olamaz. Asal donatı aralığı döşeme kalınlığının 1,5 katını ve 200 mm' yi geçemez. Açıklıktaki alt donatının, tek açıklıklı plaklarda en az 1/2 si, sürekli plaklarda ise en az 1/3 ü mesnetten mesnete kesilmeden uzatılmalıdır.

Kısa doğrultuya konulan asal donatıdan ayrı olarak, buna dik yönde plak alt yüzünde, dağıtma donatısı bulundurulmalıdır. Tüm kesit esas olarak alınacak dağıtma donatısı

oranı, asal donatının 1/5 inden az olamaz. Dağıtma donatısının aralığı 300 mm den fazla olamaz.

Kısa kenar doğrultusundaki kirişler üstünde, döşeme asal donatısına dik doğrultuda boyuna mesnet donatısı bulundurulması gereklidir. Üste konulacak ve her iki tarafta kısa açıklığın 1/4 ü kadar uzatılacak olan bu donatı, asal donatının %60 ından az olamaz. Ayrıca S220 için en az $\Phi 8/200$ mm, S420 için en az $\Phi 8/300$ mm, S500 için en az $\Phi 5/150$ mm donatı kullanılmalıdır[8].



Şekil 2.5. Bir doğrultuda çalışan döşemelerde nervürlü donatı için şematik donatı planı [1]

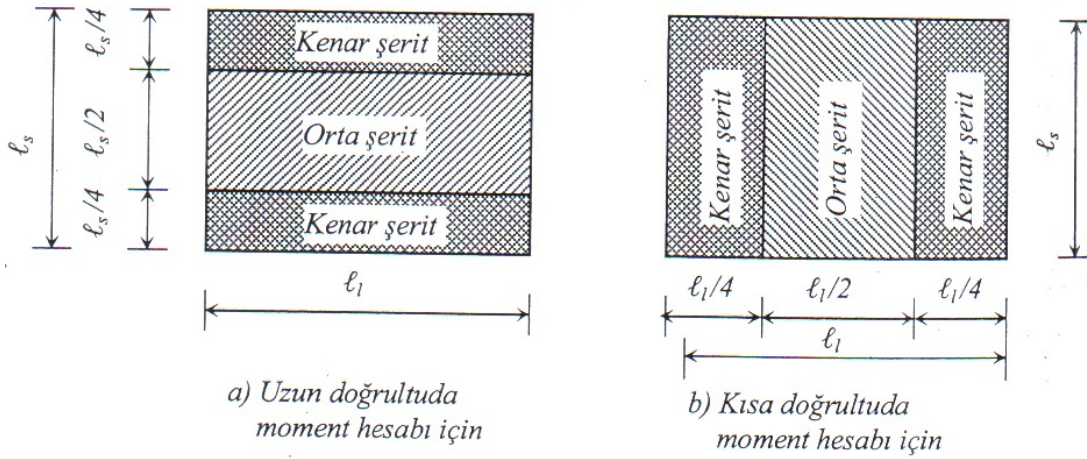
2.1.2. İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler

Kirişlere mesnetlenen döşemelerin uzun kenarının, kısa kenarına oranı m ,

$$m = \frac{l_{uzun}}{l_{kısa}} \leq 2 \quad (2.6)$$

ise bu döşemeler iki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler olarak adlandırılmaktadır. Bu tür plaklar, iki eksenli eğilme etkisi altında, yüklerini en kısa yoldan mesnet kirişlerine iletirler. İki eksenli yük taşımaları nedeniyle, bir doğrultuda çalışan döşemelere göre daha narin kesitlerle aynı yükü taşımak mümkündür. Bu tür döşeme sistemlerinin düzgün yayılı yük altında iki doğrultudaki yük paylaşma oranları bulunarak bu doğrultularda şerit kabulü ile her iki doğrultu için sürekli kiriş çözümü yapılabilir[3].

Kirişli döşeme sistemlerinde açıklıkların biri birinden fazla farklı olmadığı veya daha kesin hesabın gerekmediği durumlarda yaklaşık yöntem kullanılabilir. Söz konusu yaklaşık yöntemle hesaplanan momentler, döşeme orta şeridi için hesaplanan moment değerleridir (şekil 2.6).



Şekil 2.6. Yaklaşık yöntemle hesaplanan momentler için orta ve kenar şeritler [1]

Kenar ya da kolon şeridi olarak adlandırılan döşeme kısmında ise orta şerit için hesaplanan momentin üçte ikisi dikkate alınabilir. Döşeme açıklıklarının büyük olduğu durumlarda kenar şeritlerin donatı hesabında orta şerit için hesaplanan momentin üçte ikisini dikkate almak, donatı açısından ekonomi temin edecektir.





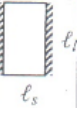


Ancak açıklıkların çok büyük olmadığı döşemelerde orta şerit için hesaplanan donatının aynısını kenar şeritlere de yerleştirmek, işçilik açısından daha pratik olduğu için uygulamada genellikle bu şekilde yapılmaktadır.

Bu yöntemle moment hesaplarında gerekli olan α katsayıları, döşemenin süreklilik durumuna göre, kenar oranı m ye, momentin uzun ya da kısa doğrultu için hesaplanmasına bağlı olarak Tablo 2.1 de verilmektedir. Bu tabloda, alışlagelen süreksiz kenarda moment sıfır düşüncesinin tersine, süreksiz kenarlar için de moment katsayıları verilmektedir. Bunun nedeni TS500 de süreksiz olan bu kenarlarda döşemenin dönmesinin tam engellendiği durum için açıklıktaki pozitif momentin %100'ü, diğer durumlarda ise %50'si kadar bir momentin dikkate alınması gerektiğidir. Bu koşul dikkate alınarak tabloda süreksiz kenarlar için verilen katsayılar, o döşemeye ait açıklıktaki moment katsayısının %50 si alınarak hesaplanmıştır. Yönetmelik gereğince dönmenin tam engellendiği durumlarda süreksiz kenarda, açıklık için verilen katsayı doğrudan kullanılabilir. Mesnet momenti için, bu yaklaşık yöntemle göre hesapta, döşeme mesnedi (kiriş) iç yüzü düzlemindeki kesit, açıklık momenti için ise döşeme açıklığının ortasındaki kesit dikkate alınmaktadır. Döşemenin birim genişliği (1,00 m) için, açıklık ve mesnetlerdeki eğilme momentleri; α moment katsayılarını göstermek üzere,

$$M = \alpha p_d l_{sn}^2 \quad (2.7)$$

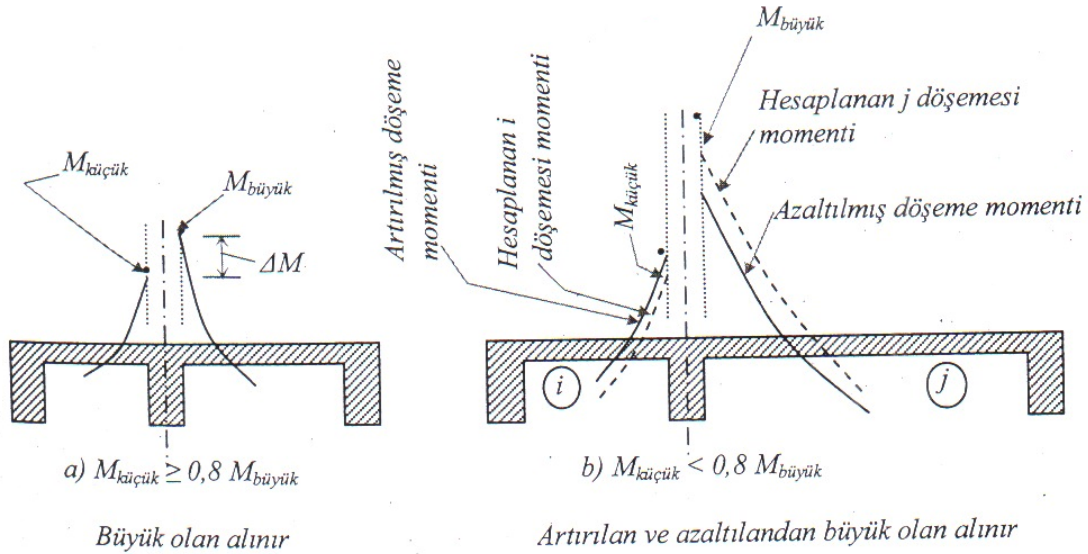
bağıntısıyla hesaplanır.

Tablo 2.1. İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler için α moment katsayıları [1]

Mesnet koşulları ve momentin hesaplandığı döşeme kısmı			Kısa kenar doğrultusunda								Uzun kenar doğr.
			Kenar oranı, $m = l_1 / l_2$								
			1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,75	2,0	
	Açıklık momenti		0,025	0,030	0,034	0,038	0,041	0,045	0,053	0,062	0,025
	Mesnet momenti	Sürekli kenarlarda	0,033	0,040	0,045	0,050	0,054	0,059	0,071	0,083	0,033
	Açıklık momenti		0,031	0,035	0,040	0,043	0,046	0,049	0,056	0,064	0,031
	Mesnet momenti	Sürekli kenarlarda	0,041	0,047	0,053	0,057	0,061	0,065	0,075	0,085	0,041
		Süreksiz kenarlarda	0,016	0,018	0,020	0,022	0,023	0,025	0,028	0,032	0,016
	Açıklık momenti		0,037	0,042	0,047	0,050	0,053	0,055	0,062	0,068	0,037
	Mesnet momenti	Sürekli kenarlarda	0,049	0,056	0,062	0,066	0,070	0,073	0,082	0,090	0,049
		Süreksiz kenarlarda	0,019	0,021	0,024	0,025	0,027	0,028	0,031	0,034	0,019
	Açıklık momenti		0,044	0,053	0,060	0,065	0,068	0,071	0,077	0,080	0,044
	Mesnet momenti	Sürekli kenarlarda	-	-	-	-	-	-	-	-	0,056
		Süreksiz kenarlarda	0,022	0,027	0,030	0,033	0,034	0,036	0,039	0,040	-
	Açıklık momenti		0,044	0,046	0,049	0,051	0,053	0,055	0,058	0,060	0,044
	Mesnet momenti	Sürekli kenarlarda	0,056	0,061	0,065	0,069	0,071	0,073	0,077	0,080	-
		Süreksiz kenarlarda	-	-	-	-	-	-	-	-	0,022
	Açıklık momenti		0,044	0,049	0,054	0,058	0,061	0,064	0,069	0,074	0,044
	Mesnet momenti	Sürekli kenarlarda	0,058	0,065	0,071	0,077	0,081	0,085	0,092	0,098	0,058
		Süreksiz kenarlarda	0,022	0,025	0,027	0,029	0,031	0,032	0,035	0,037	0,022
	Açıklık momenti		0,50	0,057	0,062	0,067	0,071	0,075	0,081	0,083	0,050
	Mesnet momenti	Süreksiz kenarlarda	0,025	0,029	0,031	0,034	0,036	0,038	0,041	0,042	0,025
Notlar											
1) Kenar şeridinde bu momentlerin 2/3 ü dikkate alınabilir. Ancak donatı pratikte genellikle tüm döşemeye orta şeritteki gibi yerleştirilmektedir.											
2) Süreksiz kenarlarda verilen katsayılar açıklık katsayılarının yarısı olup döşemelerin oturdukları kirişlerin yeterli rijitliğe sahip olması durumunda kullanılmaktadır. Duvara oturması ya da serbestçe dönebilmesi durumlarında bu kenarlarda mesnet momenti dikkate alınmaz.											
3) Tabloda bulunmayan kenar oranları için katsayılar enterpolasyonla hesaplanabilir.											

Tablo 2.1 den görüldüğü gibi iki doğrultuda çalışan döşemelerde, kısa ve uzun doğrultu için ayrı ayrı eğilme momenti hesaplanmaktadır. Bu momentler dikkate alınarak gerçekleştirilen hesaplara göre, birbirine dik her iki doğrultu için de donatı yerleştirilmesi gerekmektedir. Açıklık donatılarının hesabı, komşu döşemelerden

bağımsız olarak yapılabilir. Ancak döşemenin herhangi bir kenarının oturduğu kiriş başka bir komşu döşeme de oturuyorsa bu durumda ortak mesnet için, her iki döşemenin mesnet momentleri dikkate alınarak ortak bir tasarım mesnet momenti belirlenmekte ve donatı hesabı buna göre yapılmaktadır. Hesaplanan döşeme mesnet momentleri, kiriş mesnet yüzündeki değerlerdir. Bu durumda iki komşu döşemenin boyut ve mesnetlenme şekline bağlı olarak, ortak mesnedin her iki yüzündeki moment değerleri de birbirinden farklı olabilir (şekil 2.7). Komşu iki döşeme için hesaplanan mesnet momentlerinden küçük olanının, büyüğüne oranı 0,8 den küçük değilse donatı hesabında büyük moment dikkate alınabilir. Bu oran 0,8 den küçükse momentler arasındaki farkın üçte birinin, kirişin burulma rijitliği ile taşındığı kabul edilerek, diğer üçte ikisi döşemelere rijitlikleri ile orantılı olarak dağıtılır. Bu dağıtma işlemi sonucunda büyük moment bir miktar azaltılmış, küçük moment ise artırılmış olmaktadır. Hesaplama sonucunda azalmış ve artmış moment değerlerinden büyük olanı, iki komşu döşemenin ortak tasarım mesnet momenti olarak dikkate alınır.



Şekil 2.7. Yaklaşık yöntemle hesaplanan, artırılan ve azaltılan mesnet momentleri

Momentlerin azaltılması ya da artırılmasında kullanılacak olan döşeme rijitlikleri, döşemenin malzemesine, mesnet koşullarına ve boyutlarına bağlı olarak hesaplanabilir. Döşeme rijitliklerine bağlı olarak i ve j döşemeleri için dağıtma katsayıları,

$$r_i = \frac{k_i}{k_i + k_j} \quad \text{ve} \quad r_j = 1 - r_i \quad (2.8)$$

bağıntılarıyla, momentler arasındaki fark ise,

$$\Delta M = M_{\text{büyük}} - M_{\text{küçük}} \quad (2.9)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Bu fark hesaplandıktan sonra, j döşemesi için hesaplanan mesnet momentinin daha büyük olması durumunda,

$$-M_i = M_{\text{küçük}} + r_i \frac{2}{3} \Delta M \quad (2.10)$$

$$-M_j = M_{\text{büyük}} - r_j \frac{2}{3} \Delta M \quad (2.11)$$

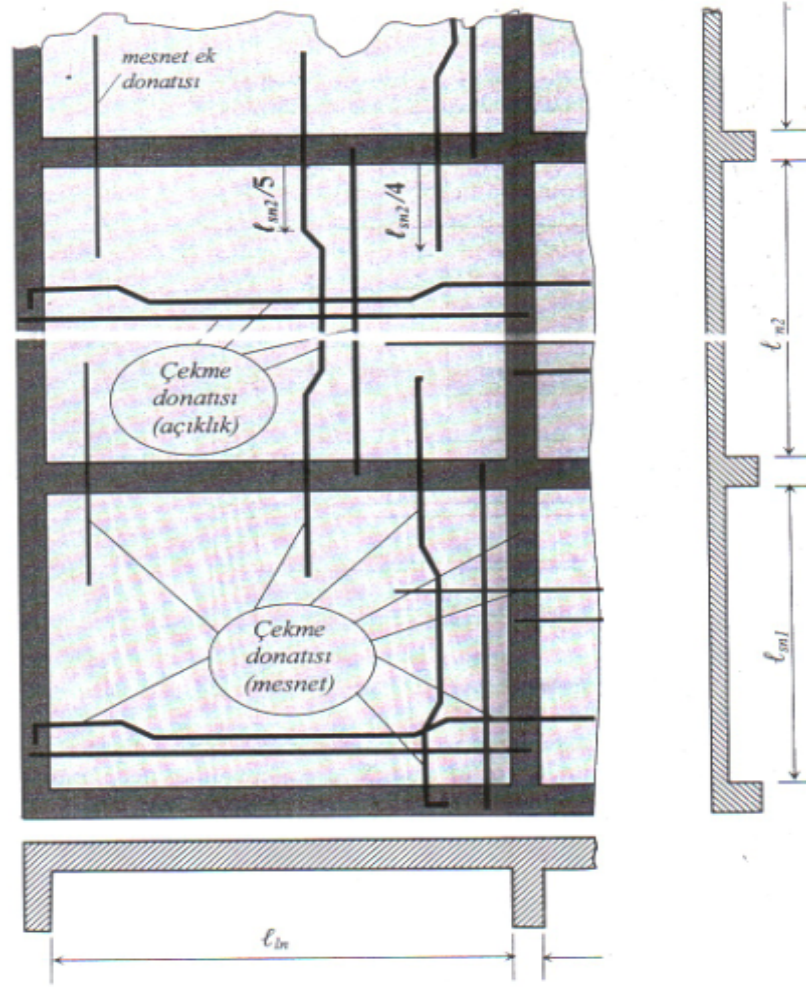
momentleri belirlenerek, bunlardan değeri büyük olanı komşu iki döşemenin ortak tasarım mesnet momentini olarak dikkate alınır[1].

İki doğrultuda çalışan kirişlerin kalınlığı,

$$h \geq \frac{l_{sn}}{15 + \frac{20}{m}} \left(1 - \frac{\alpha_s}{4}\right) \quad \text{ve} \quad h \geq 80 \text{ mm} \quad (2.12)$$

değerinden az olamaz. Bu denklemde ' α_s ' döşeme sürekli kenar uzunlukları toplamının kenar uzunluklarına oranıdır[8].

Bu döşemelerdeki donatı düzenlemesinin, bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeninkinden farkı, her iki doğrultu için de çekme donatısının yerleştirilmesidir. Dolayısıyla her iki doğrultuda hem açıklık hem de mesnet momentine göre çekme donatısı hesaplanmakta, dağıtma donatısı ise bulunmamaktadır. Bu durumda iki doğrultuda çalışan bir döşemede, iki doğrultu için açıklık donatısı ve dört kenar için mesnet donatısı hesabının yapılması gerekli olmaktadır[1].



Şekil 2.8. İki doğrultuda çalışan döşemelerde donatı düzenlenmesi [1]

İki doğrultuda çalışan kirişli döşemelerde, her bir doğrultuda 0,0015 den az olmamak koşuluyla, iki doğrultudaki donatı oranlarının toplamı, S220 için 0,004, S420 ve S500 için 0,0035 den az olamaz. Donatı aralığı ise, döşeme kalınlığının 1,5 katından ve kısa doğrultuda 200 mm, uzun doğrultuda 250 mm den fazla olamaz[8].

2.2. Dişli Döşemeler

Serbest açıklıkları 700 mm' yi geçmeyecek biçimde düzenlenmiş dişlerden ve ince bir tabladan oluşan döşemeler dişli döşeme olarak adlandırılmaktadır (şekil 2.9). 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 bırakması daha kolay olmaktadır. Küçük boşluklar, önlem almaya gerek kalmadan da bırakılabilir.



Şekil 2.9. Dişli döşeme

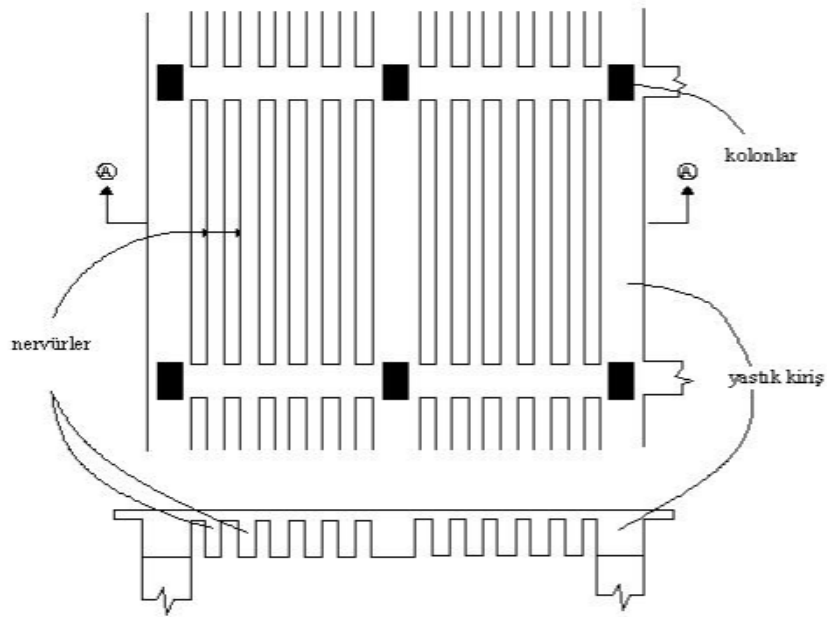
Dişli döşemelerin yukarıda belirtilen üstünlüklerinin yanında, kirişli döşemelere göre zayıf tarafları da bulunmaktadır. En önemli zayıf tarafı özellikle asmolen olması halinde deprem davranışlarının, kirişli döşemelere göre daha kötü olmasıdır.

Deprem yönetmeliğinde, süneklik düzeyi yüksek kolonlar, kirişler ve kolon-kiriş birleşim bölgeleri için verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli sistemlerin, süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alınacağı belirtilmektedir. Süneklik düzeyi normal sistemlerin, binada perde kullanılmaması durumunda, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ve yapı toplam yüksekliğinin (H_N) 13 m den küçük olması durumunda yapılabileceği belirtilmektedir. Bu durumda birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde inşa edilecek süneklik düzeyi normal dişli döşemeli sistemlerde meydana gelebilecek hasarları sınırlamak için betonarme perde duvarlar kullanmak gerekli olmaktadır. Dişli döşemeler de, kirişli döşemelere benzer olarak bir ve iki

doğrultuda çalışan dişli döşemeler olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak bunları bir oran sonucu değil gözle ayırt etmek mümkündür [1].

2.2.1. Bir doğrultuda çalışan dişli döşemeler (Nervürlü Döşemeler)

Bir doğrultuda dişli döşemeler 4 m ye kadar enine dişsiz olarak yapılabilir. Enine dişler döşemede yük dağılımını sağlamakta ve yanal rijitliği arttırmaktadır. Açıklığın 4 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 7 m den büyük ise iki enine diş yapılması uygun olmaktadır. Enine dişler açıklığı mümkün olduğunca eşit bölmelidir. Dişe dik yönde yerleştirilen bölme duvarların altına enine diş yapmak oldukça yaygın bir uygulamadır [1].

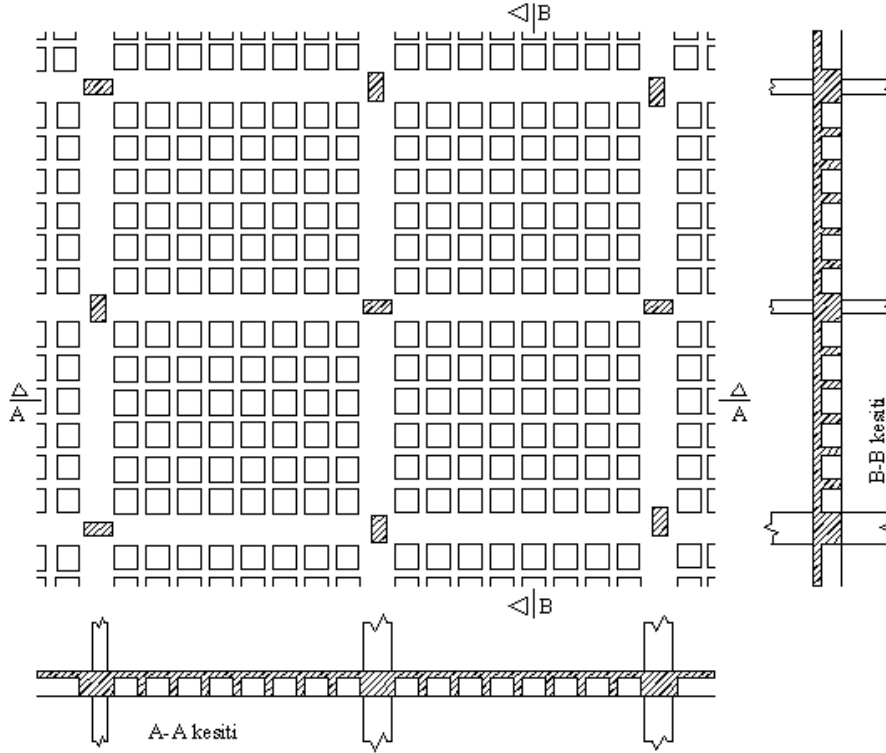


Şekil 2.10. Bir doğrultuda çalışan dişli döşeme

2.2.2. İki doğrultuda çalışan dişli döşemeler (Kaset Döşemeler)

Açıklıkların büyük (9-14 m) ve yüklerin ağır olduğu durumlarda kullanılır. Yük iki doğrultudaki dişlerle paylaşılarak taşınır. Paylaşma oranı döşemenin süreklilik durumuna ve kenarlarının oranına bağlıdır. Genel olarak mekanların kare veya kareye yakın olması halinde kullanılır. Bazen tavanda estetik görüntü kazandırmak

için kaset döşemeler yapıldığı da olur. Bu döşemenin diğer döşemelere göre zayıf tarafı, hazır kalıp kullanılamaması ya da döşeme sayısının az olması durumlarında, kalıp maliyetinin diğer döşemelere göre yüksek olmasıdır[1].



Şekil 2.11. İki doğrultuda çalışan dişli döşeme [5]

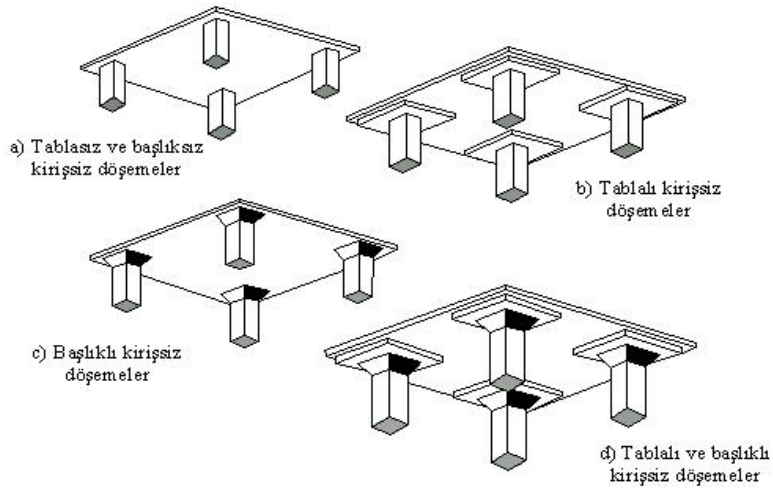
2.3. Kirişsiz Döşemeler

Kirişsiz döşemeler, yapı sisteminde yatay düzlemde sadece döşemelerin bulunduğu ve bu döşemelerin de doğrudan kolonlara oturduğu taşıyıcı sistemlerdir. Kirişsiz döşemeler düz tavanın tercih edildiği, depo veya bölme duvarları olmayan büyük çalışma alanlarının istendiği durumlarda kullanılır[5].

Yapıdaki düşey ve yatay yüklerin taşınmasında kolon ve perde gibi düşey taşıyıcı elemanlarla döşeme şeritlerinin meydana getirdiği çerçeveler görev alır. Bundan dolayı kolonların yerleştirildiği aks sisteminin düzgün eksenler üzerinde olması çok önemlidir[4].

Kiriş olmadığı için kalıp ve donatı işçiliğinin basit ve dolayısıyla ekonomik olması ayrı bir tercih sebebidir. Buna karşılık kirişli döşemeye kıyasla daha fazla plak kalınlığı ve donatı gerektirir. Bu nedenle ekonomiklik durumu; kullanım amacı, yük ve açıklıklara bağlı olarak değişir. Kirişsiz döşemelerde, kirişli döşemelere nispeten döşeme kalınlığının fazla olması sebebiyle ısı ve ses yalıtımı açısından avantajlıdır[3].

Kirişsiz döşemelerin zayıf taraflarını ise, deprem davranışlarının kötü olması, zımbalama olasılığının yüksek olması, daha fazla donatı ve beton gerektirmesi, perde duvar gibi düşey taşıyıcı elemanlara daha fazla ihtiyaç duyulması olarak sıralayabiliriz. Kirişsiz döşemeler; başlıksız-tablasız, tablalı, başlıklı ve başlıklı-tablalı olmak üzere dört farklı türde uygulanabilmektedir.



Şekil 2.12. Kirişsiz döşeme türleri [1]

Başlık ve tabla kullanımında esas neden, kolon döşeme birleşim noktasında yük taşıma etkinliğinin artırılmasıdır. Kolonun doğrudan döşemeyle birleştiği durumda döşemelerin zayıf karnı olarak bilinen zımbalama olayı önem kazanmaktadır. Kirişsiz döşeme türünün seçiminde, düşey yükün büyüklüğü önemlidir. Başlıksız-tablasız kirişler hafif yüklerin olduğu ve açıklıkların çok büyük olmadığı konut, otel, işyeri için uygundur. Başlık ve tabla açıklıkların nispeten büyük olduğu, ağır yüklerin ve tekil yüklerin etkideği, şiddetli titreşimlerin meydana geldiği sistemlerde tercih edilir. Başlık ve tabla kullanımı, kirişsiz döşemenin mimari, estetik ve ekonomik avantajlarını kaybetmesine neden olmaktadır.

Deprem etkisi nedeniyle özellikle köşe kolonlarına etkiyen eğilme momentinin büyük olması ve bu bölgede zımbalama yüzeyinin küçük olması köşe kolonlarda zımbalama riskini arttırmaktadır. Bu durumda çevre kirişi yapılarak zımbalama yüzeyi arttırılmakta, dolayısıyla da zımbalama olasılığı azalmaktadır. Ayrıca kolon eksenlerinin bozulduğu merdiven ve asansör bölümlerinde yine aynı düşünceyle giriş tasarlanabilir[10].

Deprem yönetmeliğinde, dişli döşemelerde olduğu gibi bu döşemelerin de süneklik düzeyi yüksek kolonlar için verilen koşullardan herhangi birinin sağlanamaması durumunda süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alınması öngörülmektedir. Süneklik düzeyi normal binada betonarme perde duvar kullanılmaması durumunda, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ve yapı toplam yüksekliğinin (H_N) 13 m den küçük olduğu durumlarda izin verilmektedir. Bu durumda birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde inşa edilecek süneklik düzeyi normal kirişsiz döşemeli sistemlerde meydana gelebilecek hasarları sınırlamak için betonarme perde duvar kullanmak gerekli olmaktadır[1].

Yurdumuzda oluşan hasarların birçoğu, başlık bölgesinde yeterli kalınlığın sağlanamaması, donatının yoğun olması nedeniyle bu bölgede betonun yeteri kadar yerleşmemesi, betonda yeterli derecede mukavemet oluşmadan kalıbın alınmasından ortaya çıkmaktadır [10].

Kirişsiz döşemelerin kesit etkilerinin bulunması için Eşdeğer Çerçeve Yöntemi uygulanabilir. Ancak bazı özel durumlarda bu yöntem basitleştirilerek de çözüm yapılabilir. Kirişsiz döşemelerin hesabında kullanılacak bu basit yöntemin yaklaşıklığının kabul edilebilir sınırlar içinde kalması için gerekli koşullar aşağıdaki gibi verilebilir:

- Her iki doğrultuda en az üç açıklık bulunmalıdır. Bu suretle oluşturulacak çerçeve sistemi yeterli yaklaşıklıkta temsil etmesi sağlanmaktadır.
- Döşeme plakları dikdörtgen ve bir doğrultudaki uzun kenarın diğer doğrultudaki kısa kenara oranı 2 den fazla olmamalıdır. Bu koşulla yükün plaklarda iki doğrultuda iletilmesi amaçlanmaktadır.

- Her iki doğrultudaki komşu açıklıklar arasındaki fark, büyük açıklığın üçte birinden daha fazla olmamalıdır. Açıklıkların eşite yakın olması şart koşularak kullanılan moment ifadelerinin yaklaşıklığı sağlanmaktadır.
- Herhangi bir kolonun, planda diğer kolonların meydana getirdiği çerçeve eksenlerinden olan dışmerkezliği bu doğrultudaki açıklığın %10 undan fazla olmamalıdır. Dışmerkezliğin büyük olması durumunda ek zorlamalar meydana geleceği için, yöntem yeterli yaklaşım oluşturmaz.
- Verilen yöntem sadece düşey yükler için geçerli olup, ayrıca hareketli yükün sabit yüke oranı 2 den fazla olmamalıdır. Hareketli yükün sabit yüke göre daha büyük olması durumunda elverişsiz yükleme durumlarının göz önüne alınması gerekir.

Kesit etkilerinin hesaplanmasında Şekil 2.13 de gösterildiği gibi, kolon şeridi ve her iki tarafında yarım orta şeritleri alan bir boyutlama şeridi tarif edilir. Bu şeridin mesnet ve açıklık kesitlerine,

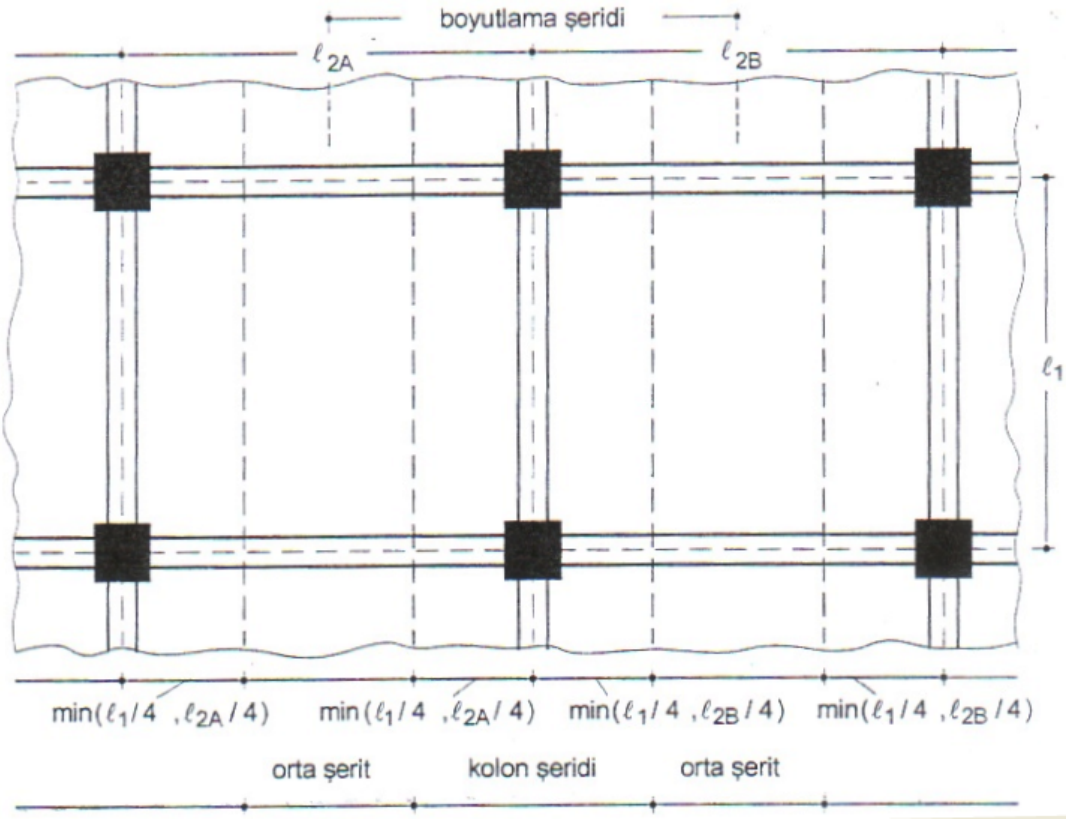
$$M_0 = pl_2 l_n^2 / 8 \quad (2.13)$$

momenti paylaşılır. Burada $p=1.4g+1.6q$ arttırılmış tasarım yükü, l_2 tasarım yapılan doğrultuya dik açıklığı, $l_n \geq 0.65l_1$ olmak üzere Şekil 2.14 de verilen etkili kolon başlıkları arasında kalan serbest açıklığı ve l_1 hesap doğrultusundaki açıklığı göstermektedir. Bulunan M_0 momentinin açıklık ve mesnet momenti olarak da paylaşımı aşağıdaki gibi yapılır:

$$\begin{aligned} \text{İç açıklıkta: } M_{\text{açıklık}} &= 0.35M_0 & M_{\text{mesnet}} &= 0.65M_0 \\ \text{Kenar açıklıkta: } M_{\text{açıklık}} &= M_0 \left(0.63 - \frac{0.28}{1+1/\alpha_{ec}} \right) & & \\ M_{\text{iç mesnet}} &= M_0 \left(0.75 - \frac{0.10}{1+1/\alpha_{ec}} \right) & M_{\text{dış mesnet}} &= M_0 \frac{0.65}{1+1/\alpha_{ec}} \end{aligned} \quad (2.14)$$

Burada α_{ec} alt ve üst dış kolonların eğilme rijitliklerinin toplamının hesap yönündeki döşeme eğilme rijitliğine oranıdır:

$$\alpha_{ec} = \Sigma K_C / K_S$$



Şekil 2.13. İki doğrultuda çalışan döşemede y doğrultusunda açıklık ve kolon şeridi

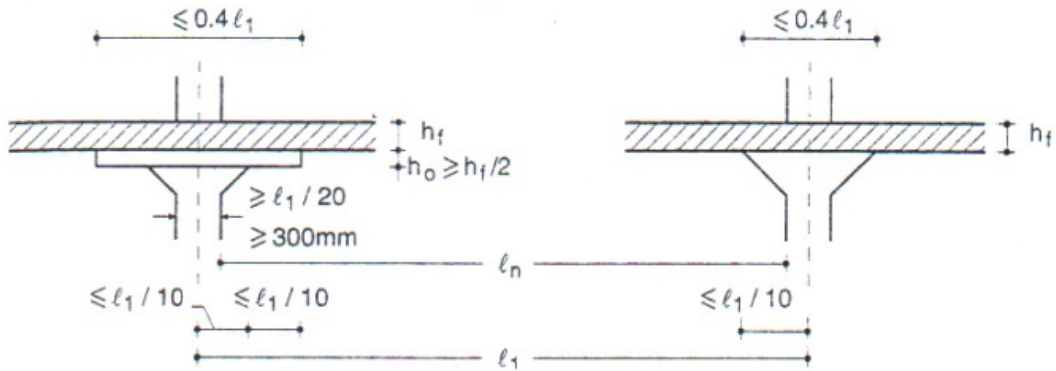
Bu şekilde hesaplanan açıklık ve mesnet momentinin, Şekil 2.13 de gösterilen kolon ve orta şeritlere dağıtılması tamamen Eşdeğer Çerçeve Yönteminde olduğu gibi yapılabilir. Açıklık momentinin %60 ı kolon şeridine ve kalan %40 lık kısmı orta şeride verilecektir. İç mesnetlerde mesnet momentinin %75 i kolon şeridine, %25 i de orta şeride paylaşılacaktır. Kenar mesnette ise momentin dağıtımı,

$$C = \sum \left[1 - 0.63 \frac{x}{y} \right] \frac{x^3 y}{3} \quad I_s = \frac{l_2 h_f^2}{12} \quad \beta_t = \frac{C}{2I_s} \quad (2.16)$$

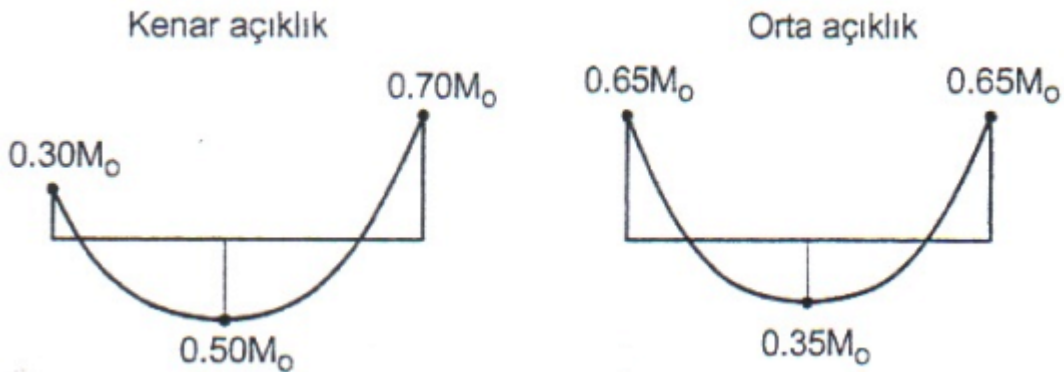
şeklinde hesaplanacak kenar kirişinin β_t rölatif burulma rijitliğine bağlı olarak yapılır. Kenar kirişi mevcut değilse ($\beta_t = 0$), mesnet momenti kolon şeridinden kolona iletileceği için, tamamı kolon şeridi tarafından karşılanır. Eğer rijit bir mesnet kirişi varsa ($\beta_t = 2.5$), mesnet momentinin bir kısmı kenar kiriş tarafından alınacağı ve yükün bir bölümü bu kiriş yoluyla kolona iletileceği için, kolon şeridinin momentin %75 ini aldığı ve kalan %25 in orta şerit tarafından taşındığı kabul edilir. Ara durumlar için doğrusal değişim kabul edilebilir. Bu şekilde eğilme momentlerinin hesabının iki doğrultuda da ayrı ayrı yapılması gerekir. TS500 de

yukarıdaki gibi paylaşırma iç açıklıklar için aynen verilmekle beraber, kenar açıklıkta aşağıdaki gibi basitleştirilerek verilmiştir (Şekil 2.15):

$$\begin{aligned}
 \text{İç açıklıkta:} \quad & M_{\text{açıklık}}=0.35M_0 & M_{\text{mesnet}}=0.65M_0 \\
 \text{Kenar açıklıkta:} \quad & M_{\text{açıklık}}=0.50M_0 & M_{\text{iç mesnet}}=0.70M_0 & (2.17) \\
 & M_{\text{dış mesnet}}=0.30M_0
 \end{aligned}$$



Şekil 2.14. Kirişsiz döşemede minimum boyutlar



Şekil 2.15. Kirişsiz döşemede mesnet ve açıklık momentleri

Bulunan momentlerin Şekil 2.13 de tanımlanan kolon ve orta şeritlere paylaşılması da Tablo 2.2 de verilen oranlara uygun olarak yapılır. Beklendiği gibi, kolona yakın olması sebebiyle rijitliğin bulunduğu kolon şeridi momentin daha büyük bir kısmını almaktadır. Açıklıklarda bu moment bölüşüm oranı birbirine daha yakınken, mesnet ve özellikle kenar kirişin bulunmadığı mesnette birbirinden uzaklaşmaktadır.

Tablo 2.2. Eğilme momentlerinin şeritlere paylaşım oranları

Şerit	Açıklık momenti	İç mesnet momenti	Dış mesnet momenti	
			Kenar kirişi var	Kenar kirişi yok
Kolon şeridi	0.60	0.75	0.60	0.80
Orta şerit	0.40	0.25	0.40	0.20

Dış mesnette hesaplanan eğilme momenti ve iç mesnetlerde ise,

$$M = 0.07 \left[(1.4g + 0.5 \times 1.6q)l_2 l_n^2 - 1.4 g' l_2' l_n'^2 \right] \quad (2.18)$$

olarak bulunacak moment, rijitlikleri oranında alt ve üst kolona dağıtılacaktır. Burada q , g , l_n ve l_2 ; tasarım doğrultusunda mesnedin iki tarafındaki açıklıkların büyük olanının hareketli yükü, sabit yükü, serbest açıklığı ve tasarım doğrultusunda dik açıklığıdır. Bunun gibi, g' , l_n' ve l_2' ; hesap doğrultusunda mesnede komşu olan döşemelerden açıklığı küçük olanın sabit yükü, serbest açıklığı ve hesap doğrultusuna dik açıklığıdır. Kolon momenti hesabında göz önüne alınan kolonun momenti hesaplanırken, komşu açıklıklarda sabit yükler ve açıklıkların büyüğünde hareketli yükün yarısının bulunduğu kabul edilmektedir[3].

TS500 de kirişsiz döşemelerde kalınlık

$$h_f \geq h_{\min} = \max \left[\frac{l_n}{30}; 180 \text{ mm} \right] \quad \text{kolon başı tablasız ise,}$$

$$h_f \geq h_{\min} = \max \left[\frac{l_n}{35}; 140 \text{ mm} \right] \quad \text{kolon başı tablalı ise,} \quad (2.19)$$

koşullarını ve çözümlemede yukarıda açıklanan yaklaşık yöntem kullanılıyorsa

$$h_f \geq h_{\min} = \max \left[\frac{l_1}{30}; 200 \text{ mm} \right] \quad (2.20)$$

koşulunu sağlamalıdır. Burada l_n ve l_1 bir doğrultudaki serbest açıklığı ve uzun doğrultudaki açıklığı göstermektedir. Kirişsiz plak ile kolonların yeterli bağlantısının sağlanması için, kolon boyutu aynı yöndeki açıklığın 1/20 sinden ve 300 mm den küçük olmamalıdır.

Kirişsiz döşemelerde, her bir doğrultuda 0,0015 den az olmamak koşuluyla, iki doğrultudaki donatı oranlarının toplamı, S220 için 0,004, S420 ve S500 için 0,0035

den az olamaz. Donatı aralığı ise, tablasız döşeme kalınlığının 1,5 katından ve kısa doğrultuda 200 mm, uzun doğrultuda 250 mm den fazla olamaz[3].

2.3.1. Kirişsiz döşemelerde zımbalama dayanımı

Betonarme yapı elemanlarında zımbalama problemi ile kirişsiz döşemeli yapılarda, radye temellerde, dar kolonlara ya da perdelerle mesnetlenen yüksekliği az yassı/geniş kirişlerde, eksenleri doğrultusunda büyük çekme ya da basınç kuvveti taşıyan kirişlerin kısa kenar doğrultusunda betonarme perdelerle mesnetlenmesi durumlarında karşılaşılabılır[6]. Özellikle tablasız ve başlıksız kirişsiz döşemelerde kolon çevresinde oluşan kayma gerilmeleri, dolayısıyla da asal çekme gerilmeleri betonun çekme dayanımını aşabilir. Bu durum kirişsiz döşemelerde çok önemli olduğundan zımbalama dayanımı hesaplanarak, bunun tasarım zımbalama kuvvetinden büyük ya da eşit olduğu kanıtlanmalıdır [1].

Herhangi bir betonarme elemanın zımbalama dayanımında yeterli güvenlik

$$V_{pr} \geq V_{pd} \quad (2.21)$$

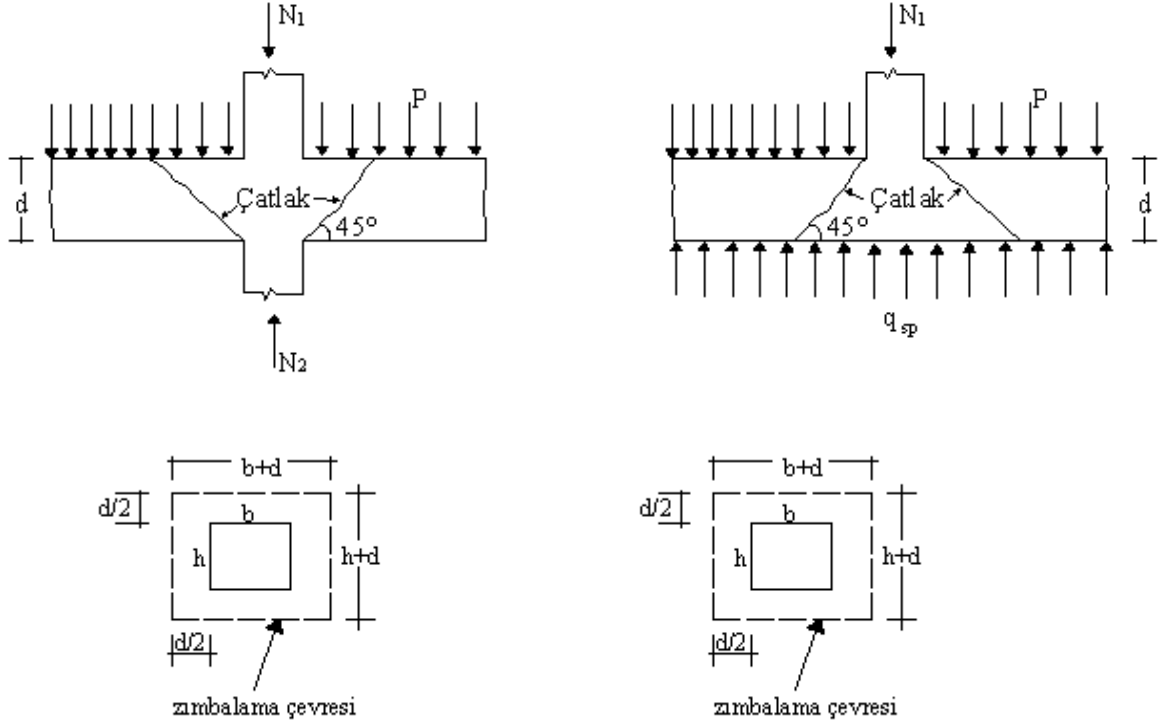
bağıntısıyla sağlanabilir. Burada V_{pr} elemanın zımbalama dayanımını, V_{pd} tasarım zımbalama kuvvetini göstermektedir. Zımbalama dayanımının hesabında, yüklenen alana $d/2$ uzaklıkta zımbalama çevresi ile belirlenen kesit alanı göz önüne alınır (Şekil 2.16). Zımbalama dayanımının hesabında öncelikli olarak yapılması gereken zımbalama çevresinin belirlenmesidir. Zımbalama çevresi, döşeme ya da perde elemana saplanan kolonun geometrik şekline, kolonun taşıyıcı sistem planındaki konumuna ve kolona en yakın uzaklıkta bulunan döşeme boşluklarının konumuna ve geometrisine bağlıdır.

Tasarım zımbalama kuvveti, zımbalama çevresi ile sınırlanan plak bölümüne etkiyen ve plak düzlemine dik kuvvetlerin cebirsel toplamıdır. F_a , zımbalama çevresi içinde kalan plak yüklerinin toplamıdır; bu değer betonarme döşemeler için döşeme yükü, radye temeller için zemin gerilmelerinin toplamıdır.

Böylece, zımbalama dayanımı

$$V_{pr} = \gamma f_{ctd} u_p d \quad (2.22)$$

bağıntısından hesaplanabilir. Burada γ , eğilme etkisini hesaba katan bir katsayıdır. TS500 standartlarında önerilen, γ katsayılarının hesabında kullanılacak bir yöntem, aşağıda açıklanmıştır.



$$V_{pd} = N_2 - N_1 - F_a$$

$$F_a = p(b+d)(h+d)$$

(a) Kirişsiz Döşeme

$$V_{pd} = N_1 - F_a$$

$$F_a = q_{sp}(b+d)(h+d)$$

(b) Temel

Şekil 2.16. Zımbalama bölgesi özellikleri ve tasarım zımbalama kuvveti

Eksenel yükleme durumunda $\gamma = 1.00$ alınır; dışmerkez yükleme durumunda ise

$$\gamma = \frac{1}{1 + \eta \frac{e}{W_m} u_p d} \quad (2.23)$$

bağıntısı ile bulunur. Burada e eğilme düzleminde hesaba katılacak dışmerkezlik, W_m zımbalama çevresinin (u_p) içinde kalan alanın mukavemet momenti, d döşemelerde iki doğrultudaki faydalı yüksekliklerin ortalamasını göstermektedir. Boyutsuz bir katsayı olan η :

$$\eta = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{b_2}{b_1}}} \quad (2.24)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada b_2 ve b_1 zımbalama çevresini içine alan en küçük dikdörtgen boyutları, b_1 dışmerkezlik doğrultusundaki boyuttur. (2.24) bağıntısı $b_2 \geq 0.7b_1$ durumunda geçerlidir.

Plak kenarında ya da köşesinde olmayan dikdörtgen ya da dairesel yük alanları için γ daha basit olarak hesaplanabilir. Böyle durumlarda, γ katsayısı, dikdörtgen yük alanları ya da kolonlar için

$$\gamma = \frac{1}{1 + 1.5 \frac{e_x + e_y}{\sqrt{b_x b_y}}} \quad (2.25)$$

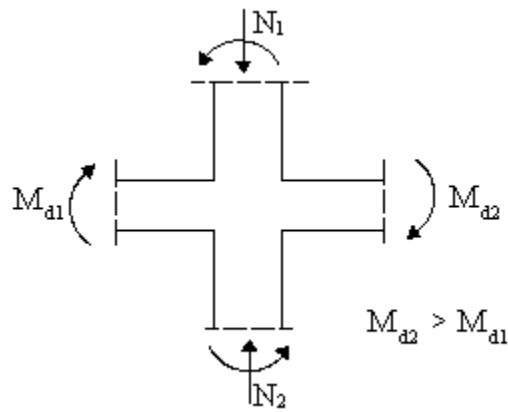
bağıntısıyla, dairesel yük alanları ya da kolonlar için ise

$$\gamma = \frac{1}{1 + \frac{2e}{d + d_0}} \quad (2.26)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada e_x , e_y sırasıyla x ve y doğrultularındaki dışmerkezlikler, d_0 ise dairesel yük ya da kolon çapını göstermektedir. Hesaba katılacak dışmerkezlik

$$e = \frac{0.4(M_{d1} + M_{d2})}{N_2 - N_1} \quad (2.27)$$

bağıntısıyla hesaplanmalıdır (Şekil 2.17).

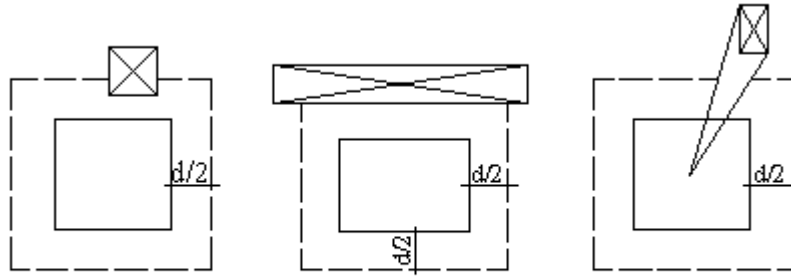


$$e = \frac{0.4 (M_{d1} + M_{d2})}{N_2 - N_1}$$

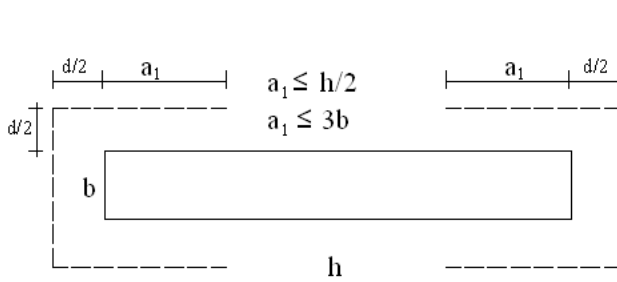
Şekil 2.17. Zımbalama hesabında göz önünde bulundurulacak dışmerkezlik

Yukarıda da belirtildiği gibi, kolonlara yakın uzaklıkta bulunan döşeme boşlukları zımbalama çevresinin hesabında dikkate alınmalıdır. Bu boşlukların varlığı

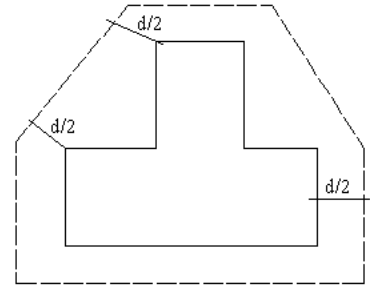
zımbalama çevresinin azalmasına neden olur; diğer bir deyişle elemanın zımbalama dayanımını azaltır. Yüklenen alan kenarından $5d$ ya da daha yakın uzaklıkta olan boşluklar bu anlamda hesaba katılmalıdır. Boşlukların varlığı nedeniyle zımbalama çevresinde yapılacak azaltma, yüklenen alanın ağırlık merkezinden, döşeme boşluğu kenarlarına teğet çizilerek radyal doğruların içinde kalan çevre uzunluğu dikkate alınmayarak hesaplanmalıdır (Şekil 2.18a). Yüklenen alan boyutları oranının 3.00 den fazla olduğu durumlarda $h = 3b$ varsayımı ile hesaplanacak çevre kullanılmalıdır (Şekil 2.18b). Yükleme alanı çevresinin içbükey olduğu durumlarda, hesaplarda u_p zımbalama çevresi olarak kullanılmalıdır (Şekil 2.18c).



(a) Döşeme boşlukları



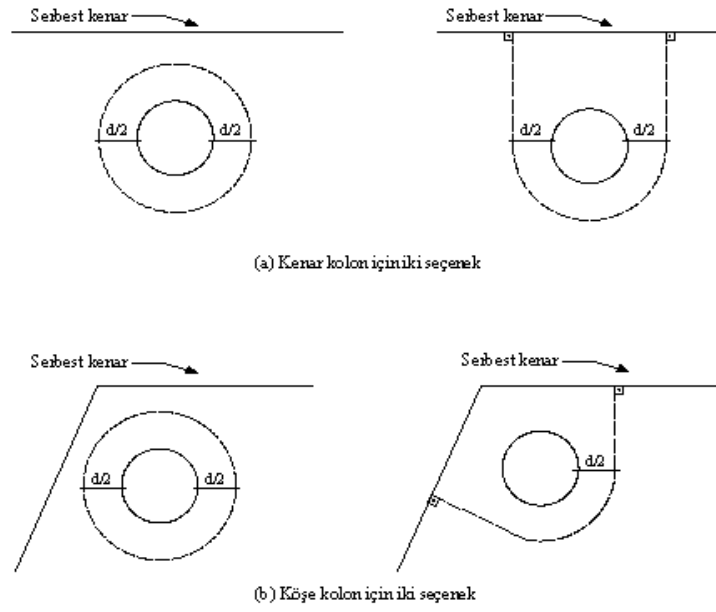
(b) Basık dikdörtgen kolon kesiti



(c) İçbükey çevreli kolon kesiti

Şekil 2.18. Özel durumlarda zımbalama çevresi

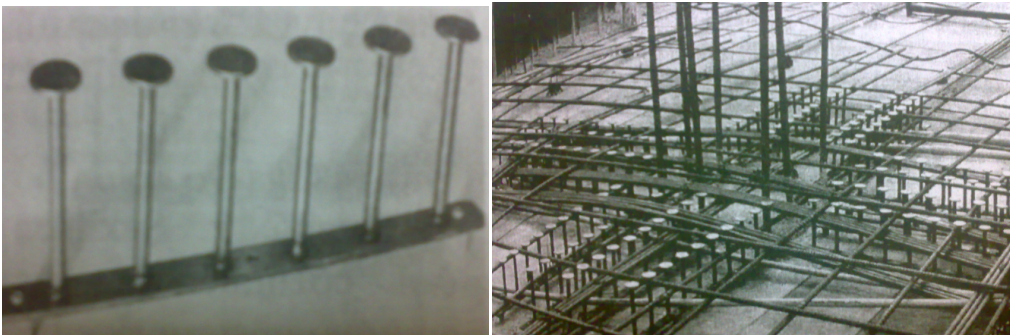
Plak kenarına yakın olan kolonlar ve yük alanları için u_p zımbalama çevresi olarak hesaplarda Şekil 2.19a'da gösterilen iki seçenekten küçüğü; plak köşelerine yakın kolonlar ve yük alanları için ise zımbalama çevresi olarak Şekil 2.19b'de gösterilen iki seçenekten küçüğü kullanılmalıdır. Eğer birden fazla kritik kesit varsa, örneğin kolon başında tabla bulunuyorsa, her bir kesit ayrı ayrı değerlendirilip en elverişsiz olanı dikkate alınmalıdır[6].



Şekil 2.19. Kritik kesit seçenekleri

2.3.2. Zımbalama donatısı

Betonarme elemanlarda (2.21) bağıntısı ile elde edilen zımbalama dayanımı, geçerliliği deneylerle de kanıtlanmış özel donatı ya da çelik profil düzenlemeleriyle arttırılabilir. Ancak zımbalama dayanımının etkili olabilmesi için, TS500 standardında plak kalınlığının en az 25 cm alınması koşulu verilmektedir. Hangi yöntemle olursa olsun, arttırılmış zımbalama dayanımı (2.21) bağıntısıyla hesaplanan değer 1.50 katını aşmamalıdır [6].



Şekil 2.20. Zımbalama donatısı örneği [1]

BÖLÜM 3. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER VE SÜNEKLİK DÜZEYLERİ

Betonarme bir yapının taşıyıcı sistemi, söz konusu yapının işlevine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bununla birlikte, her taşıyıcı sistemden, kendi ağırlığı başta olmak üzere kendisine etkiyen yükleri karşılayarak bunları mesnetlendiği zemine güvenli bir şekilde iletmesi beklenir. Bir yapının güvenli olmasının yanında ekonomik, çevre ile uyumlu ve kullanım amacına uygun olarak estetik olma koşulları göz önünde bulundurulmalı ve taşıyıcı sistem bu özelliklere göre tasarlanmalıdır.

Yatay kuvvetler altında yapıdaki yer değiştirmelerin hesabı yanal rijitliğin belirlenmesine bağlıdır. Seçilen taşıyıcı sisteme bağlı olarak da yapının yatay yüklere karşı rijitliği değişmektedir. Taşıyıcı sistem ile bir bütün halinde çalışan ve yüklerin aktarılmasında köprü görevi gören döşemeler de farklı taşıyıcı sistemlerin oluşmasında etkin bir rol oynamaktadır [5].

Taşıyıcı sistemlerin seçiminde, ekonomik, teknik, mimari, hatta sosyal ya da politik birçok parametre etkili olabilmektedir. Bu tür taşıyıcı sistemlerin seçimi, öncelikle aşağıdaki kriterler göz önüne alınarak yapılmalıdır.

- Yapının önemi ve türü,
- Yapıların yüksekliği,
- Rezonans durumu,
- Süneklik,
- Önemli yapısal zararlara rağmen yıkılmaya karşı dayanıklılık,
- Yapının ağırlığı,
- Ard arda gelen kuvvetlere dayanıklılık,
- Mesnet koşullarına uygunluk.

Yapıları oluşturan taşıyıcı sistemler şu şekilde sınıflandırılabilir:

- a. Çerçeveli Sistemler
- b. Perdeli Sistemler
- c. Perdeli Çerçeveli Sistemler
- d. Tüp Sistemler
- e. Çekirdek Sistemler

Yapıda büyük hasarların ve tüm göçmenin önlenmesi, taşıyıcı sistemin yatay yük dayanımının büyük bir kısmı büyük yer değiştirmelerde de devam ettirilebilmesi ile mümkündür. Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların veya malzemenin elastik ötesi davranışta da, şekil ve yer değiştirmeler artarken, dayanımının büyük bir kısmını azalmadan sürdürme özelliğine süneklik denilir [5].

Deprem Yönetmeliğinde betonarme taşıyıcı sistemler süneklik düzeylerine göre süneklik düzeyleri yüksek sistemler ve süneklik düzeyi normal sistemler olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmıştır. Ancak süneklik düzeyi normal sistemlerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle bir arada kullanılması durumunda oluşan sistem süneklik düzeyi bakımından karma sistem olarak adlandırılmaktadır. Bu durumda taşıyıcı sistemler süneklik bakımından üç grupta değerlendirilmektedir.

Süneklik düzeyi yüksek olarak göz önüne alınacak taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyinin her iki yatay deprem doğrultusunda da yüksek olması zorunludur. Süneklik düzeyi bir deprem doğrultusunda yüksek veya karma, buna dik diğer deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler, her iki deprem doğrultuda da süneklik düzeyi normal sistemler olarak sayılacaktır.

Süneklik düzeyleri her iki doğrultuda aynı olan veya bir doğrultuda yüksek, diğer doğrultuda karma olan sistemlerde, farklı doğrultularda birbirinden farklı R katsayıları kullanılabilir.

Perde içermeyen kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirişleri yönetmelikte süneklik düzeyi yüksek durum için verilen koşullardan herhangi birini

sağlamayan dolgulu ya da dolgusuz dişli ve kaset döşemeli betonarme sistemlerin, süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alınması gerekmektedir [1].

DBYBHY' de, bina önem katsayısı $I = 1.5$ ve $I = 1.4$ olan yapılarda, taşıyıcı sistemler tasarlanırken süneklik düzeyi normal sistemlerin kullanılmaması gerektiği açıkça belirtilmiştir. Bu tür yapıların, süneklik düzeyi yüksek veya karma olan taşıyıcı sistemler ile oluşturulabileceği vurgulanmıştır[5].

3.1. Çerçevesel Sistemler

Kolonlar, kirişler ve/veya döşemelerin bir döküm olarak inşa edilmesiyle çerçeve adı verilen taşıyıcı sistem ortaya çıkmaktadır. Bu sisteme sahip az katlı yapıların maliyetlerinin düşük olmasının da etkisiyle ülkemizde en yaygın uygulanan sistem çerçeve sistem olmuştur. Ancak bu sisteme sahip betonarme yapılar özellikle son depremlerde en fazla hasar gören ya da yıkılan sistem şekli olmuştur.

Çerçeve sistemli yapılar, deprem etkisinde kaldıkları zaman, yatay yükleri düğüm noktalarındaki elemanların rijitlikleri ile karşılamaktadır. Çerçevesel sistem yapılar kolon ve kirişten oluşan sistemler gibi düşünülmesine rağmen, döşemenin bir kısmı kirişle birlikte çalışmakta, kolon ve kirişler arasında genellikle bölme duvarlar bulunmaktadır. Bölme duvarlar, her ne kadar taşıyıcı sistem olarak dikkate alınmayıp hesaplarda bunların yatay yük taşıma kapasiteleri ihmal edilse de, yapının yatay ötelemelerinin azaltılması konusuna, çerçevesel sisteme yardımcı olmaktadır. Diğer taraftan kütlelerine ve rijitliğine bağlı olarak da yapı periyodunu değiştirmektedir. Dolayısıyla, yapıya depremden dolayı etkiyecek olan yükün büyüklüğünü de değiştirmektedir.

Bu sisteme sahip yapıların depremde enerji tüketme güçleri, diğer sistemlere göre azdır. Deprem yönetmeliğine bu sistemlerin enerji tüketme güçlerini arttırabilmek için kolon ve kiriş boyutlarına, donatılarına ve etkisinde kaldıkları yük etkilerine birçok sınırlama getirilmiştir. Her ne kadar bu koşullara da uyulsa, çerçevesel sistem yapıların deprem bölgelerinde çok katlı olarak inşa edilmemeleri doğrultusundaki

görüş, bu konularda çalışan mühendis ve akademisyenler tarafından vurgulanmaktadır [1].

3.2. Perdeli Sistemler

Perde duvarlar (betonarme duvarlar), düşey taşıyıcı elemanlar olup görevleri döşemelerden ve kirişlerden aldıkları yatay ve düşey yükleri zemine aktarmak ve özellikle deprem etkisinde kalan yapıların yatay ötelenmesini sınırlandırmaktır. Perde duvarlı yapıların depremde elastik enerji tüketme güçleri, çerçevesiz yapıların elastik enerji tüketme güçlerine göre önemli miktarda yüksektir. Plastik enerji tüketme güçleri ise aynı düzeyde yüksek değildir [1].

Perdelerin plandaki yerlerinin belirlenmesinde binanın fonksiyonu ve mimari nedenler etkili olur. Ancak perde konulacak yerler arasında planda çevreye yakın olanların, simetriyi de sağlayacak biçimde seçilmesi, yapının burulma rijitliğini arttırması bakımından uygundur. Taşıyıcı sistemin rijitliğini büyük ölçüde arttıran perdelerin yalnız bir doğrultuda yerleştirilmesi, iki doğrultuda çok farklı açılal frekans ve yer değiştirme nedeniyle, dengesiz bir davranış ortaya çıkaracağından sakıncalıdır[3].

3.3. Perdeli Çerçevesiz Sistemler

Çerçevesizlerle birlikte perdelerin kullanılması ile yatay yük taşınması için uygun bir taşıyıcı sistem elde edilir. Çerçeve ve perdelerle teşkil edilen sistemler karma sistemlerdir. Perdeler yapıya etkileyen yatay tesirlerin büyük kısmını karşılar. Ayrıca çerçevesizlerin yer değiştirmesini sınırlayarak, yatay yükler etkisinde yapı elemanlarında oluşacak hasarların sınırlı kalmasını sağlarlar.

Perdelerin şekil değiştirmesinde eğilme momenti etkili olur ve katlar arasındaki en büyük yer değiştirme üst katlara meydana gelirken, çerçevesizlerde ise yatay ötelenme kesme kuvvetinin büyük olduğu alt katlarda oluşur. Yer değiştirmelerin bu özelliği nedeniyle üst katlarda perdenin yer değiştirmesi çerçeve tarafından, alt katlarda çerçevesizlerin yer değiştirmesi perde tarafından önlenir [7].

3.4. Tüp Sistemler

Yapı yüksekliği arttıkça perde duvarlı-çerçevesiz yapılarda, perdelerin aldıkları yatay yük miktarı giderek azalmaktadır. Yapı yüksekliğinin 30 kattan daha fazla olması durumunda, perde duvarlı-çerçeve sistemler yeterli yatay rijitliği sağlayamazlar ve bunun bir sonucu olarak, yapı ekonomik olarak çok pahalı ve/veya inşaat teknolojisi açısından zor olmaya başlamaktadır. Bu duruma tüp sistemler seçenek olarak görülmektedir.

Tüp sistemin yatay yük taşıyıcı elemanları boşluklu dikdörtgen halka tüp olarak düşünülebilen ve yapının dış yüzüne küçük aralıklarla yerleştirilen kolonlar ve bu kolonları kat seviyelerinde bağlayan kirişlerden oluşan elemanlardır. Kolon aralıkları 1,0-3,0 m arasında değişmekte, bazı durumlarda 5 m ye kadar artırılmaktadır. Kolonları kuşaklama bağlayan kirişlerin yüksekliği ise 0,6-1,2 m, genişlikleri ise 0,25 m-1,0 m arasında değişmektedir. Bu sistemler çerçeve tüp olarak da adlandırılmaktadır[1].

3.5. Çekirdek Sistemler

Binanın yüksekliği arttıkça yanal kuvvetlerin etkisi de artmaktadır. Yanal stabiliteyi arttırmanın en iyi çözümü wc, merdiven, asansör, sirkülasyon elemanlarının çekirdekte bulunduğu diyagoneller düzenlemektir. Bu güçlü elemanlar temelden yukarı yükselen konsol giriş gibi davranır. Etkili bir düzenleme olması için bu stabilite kuleleri yapının planına simetrik şekilde yerleştirilmelidir. Eğer yapının çekirdeği yapının merkezinde değilse yapıda burulma oluşabilir.

Günümüzde çeliğin stabilitesinin sağlanmasında da betonarme çekirdek sistemler kullanılmaktadır. Çekirdek yapımında kayar veya tırmanan kalıp kullanılmaktadır. 40 katın üzerindeki binalarda, yalnızca düşey bir kafes ve çerçeveden oluşan taşıyıcı sistemler rüzgar ve deprem yükleri karşısında yetersiz kalmaktadır. Ayrıca bu sistemlerin belli bir yüksekliğin üzerinde etkin olabilmesi için kullanılan çelik miktarı ekonomiklik sınırını geçmektedir. Bu durumda sisteme betonarme çekirdek yatay eklenmesiyle iki yönlü yarar sağlanmaktadır. Birincisi sistemin devrilme

momentlerine karşı devrilme rijitliği arttırılmakta, ikincisi kullanılan elik miktarından tasarruf sağlanmaktadır.

Aynı amaca yönelik olarak katlar arasına diyagonaller yerleştirmek de olası bir çözümdür. Yatay kafes kirişler taşıyıcı sistemin eğilme dayanımını arttırsa da, kesme kuvvetlerine karşı dayanımını arttırmazlar. Bu nedenle oluşan kesme kuvvetlerinin çekirdek tarafından karşılanması beklenir. Yatay kafes kirişli ve kuşaklı sistemlerde aprazlı çekirdeğin yerini betonarme bir çekirdek de alabilmektedir. Böyle bir uygulamada betonarme çekirdek elik yatay kafes kirişlerle dış kolonlara bağlanmaktadır. elik aprazlı çekirdeğe göre daha ekonomik olan bu sistemde gerekli yatay rijitlik sağlanabilmektedir[5].

BÖLÜM 4. SAYISAL ÇALIŞMALAR

4.1. Çalışmaya Konu Olan Yapıların Tanıtılması

Çalışmanın konusunu, kirişli ve kirişsiz döşemeli yapıların maliyetlerinin incelenmesi oluşturmasından dolayı burada esas olarak kirişli ve kirişsiz döşemeli yapılar dikkate alınmaktadır. Bu döşemeli yapılara sahip yapıların çeşitli taşıyıcı sistemlerdeki farklı davranış ve maliyet farklılığını gösterebilmek amacıyla, taşıyıcı sistemler olarak uygulamada yaygın olarak kullanılan çerçeve ve perde – çerçeve sistemler seçilmiştir. Diğer taraftan, seçilen yapılarda toplam kat sayısı 2,3 ve 4 olmak üzere üç farklı kat sayısı dikkate alınmıştır.

Çalışmada yöntem olarak, kirişli yapı ile kirişsiz yapıların aynı periyoda sahip olacakları şekilde boyutlandırılarak, bu durumdaki maliyetlerini incelemek amaçlanmıştır.

Dikkate alınan yapılar için kullanılan parametreler ve yapılan kabuller aşağıda verilmektedir.

- Yapıların kullanım amacı konut türü bina için bina önem katsayısı $I= 1$, kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan bina türü için bina önem katsayısı $I= 1.2$ olarak alınmıştır.
- Deprem yüklerinin tamamının çerçeveler ve boşluksuz perdeler tarafından taşınacağı kabul edilmiş olup, süneklik düzeyi normal seçilmiştir. Burada, Türk Deprem Yönetmeliğine göre, perde içermeyen kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile kolon ve kirişleri, süneklik düzeyi yüksek durum için verilen koşulları sağlamayan, dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli betonarme sistemler, süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne

alınacağı belirtilmektedir. Çalışmada dikkate alınan kirişli ve kirişsiz yapılar için sadece döşeme sistemlerindeki farklılıktan kaynaklanan maliyet farklılıklarını ortaya koyabilmek için çerçeve ve perdeli - çerçeve sistemlere sahip tüm yapıların süneklik düzeyi normal seçilmiş ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı 4 olarak dikkate alınmıştır.

- Süneklik düzeyi normal binada betonarme perde duvar kullanılmaması durumunda, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ve yapı toplam yüksekliğinin (H_N) 13 m den küçük olduğu durumlarda izin verilmektedir. Bu durumda, yapıların 4. derece deprem bölgesinde inşa edileceği kabul edilmiştir. Dolayısıyla etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) 0,1 olarak dikkate alınmıştır
- Yerel zemin sınıfı Z3 olarak dikkate alınmıştır.
- Kullanılan modellerde uygulamada sıkça karşılaşılan katlar arası yükseklik 3 m olarak alınmıştır.

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 (konut)	: 2,00 kN/m ²
Döşemede kullanılan hareketli yük (spor, dans ve sergi salonu)	: 5,00 kN/m ²
Döşemede kullanılan kalıcı yük	: 4,50 kN/m ²

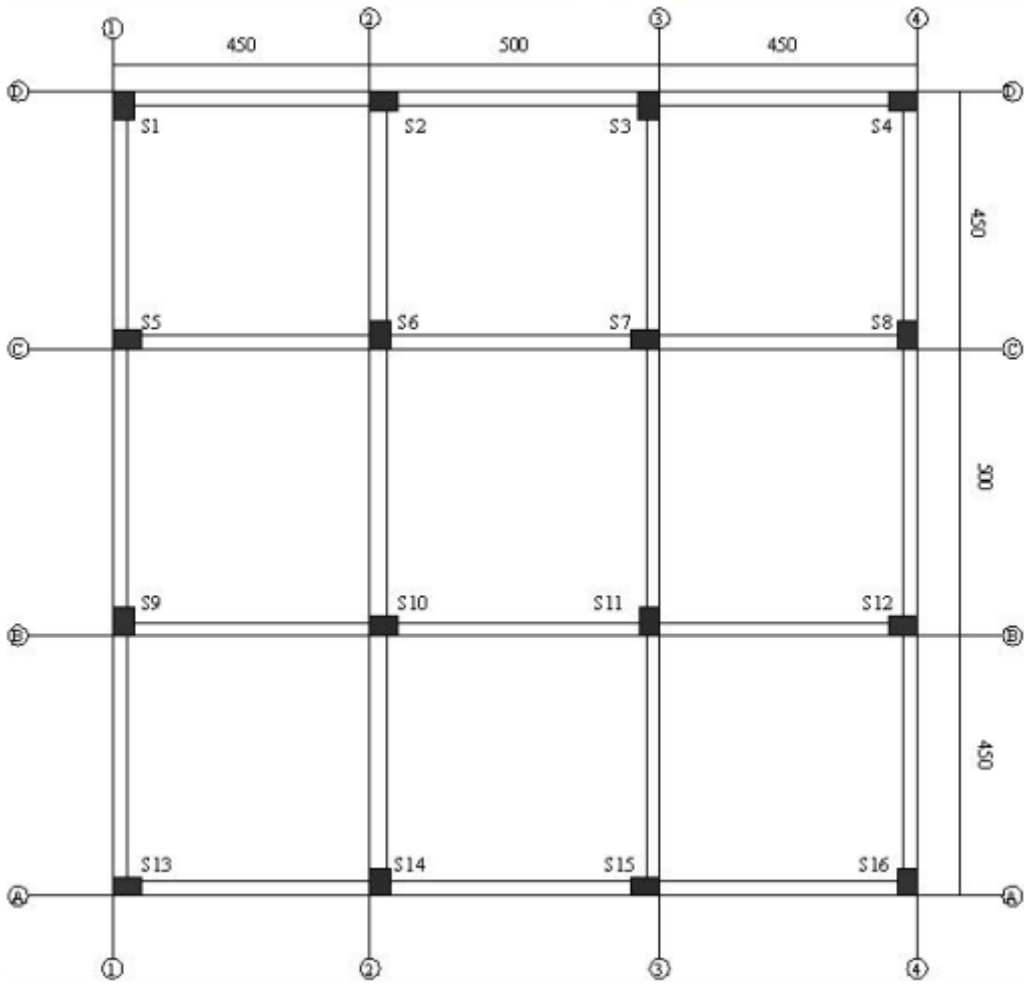
Tüm katlarda kullanılan kirişsiz döşemeli sistemler için;

Döşeme kalınlığı	: 200 mm
Döşemede kullanılan hareketli yük (konut)	: 2,00 kN/m ²
Döşemede kullanılan hareketli yük (spor, dans ve sergi salonu)	: 5,00 kN/m ²
Döşemede kullanılan kalıcı yük	: 6,50 kN/m ²

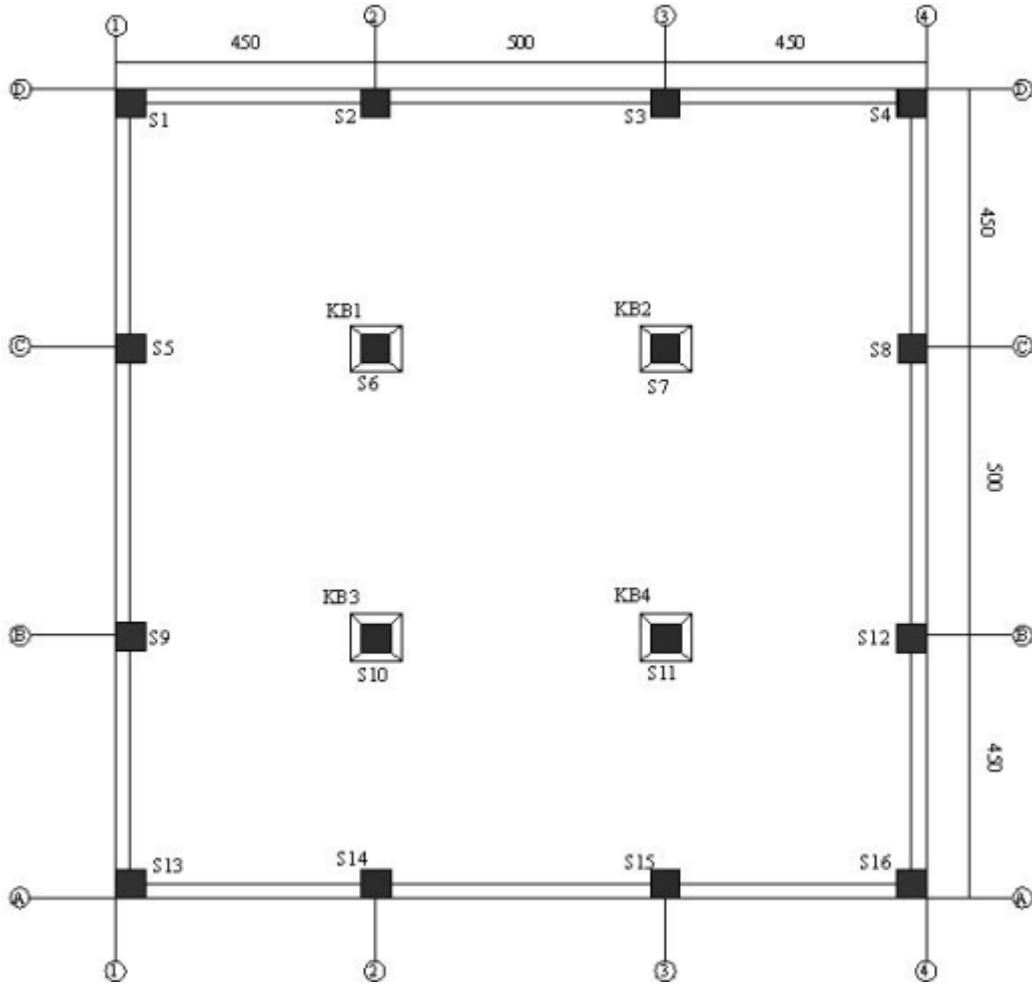
Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan yapıların isimlendirilmesi

Kirişli çerçeve sistem	Konut	Tip 1
	Spor, dans ve sergi salonu	Tip 2
Kirişsiz çerçeve sistem	Konut	Tip 3
	Spor, dans ve sergi salonu	Tip 4
Kirişli perdeli çerçeve sistem	Konut	Tip 5
	Spor, dans ve sergi salonu	Tip 6
Kirişsiz perdeli – çerçeve sistem	Konut	Tip 7
	Spor, dans ve sergi salonu	Tip 8

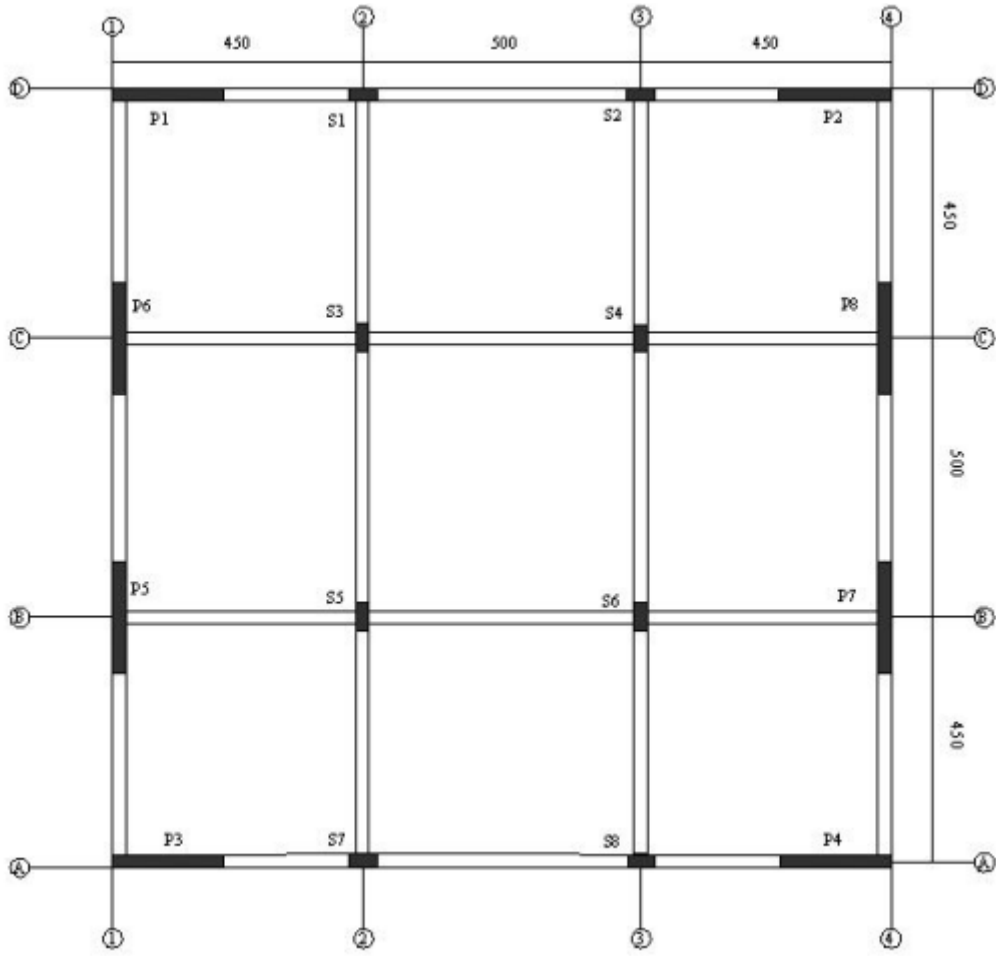
Çalışmadaki yapılar için dört farklı plan dikkate alınmaktadır. Kirişli döşemeye sahip çerçeve sistemler (Tip 1, Tip 2) için Şekil 4.1'deki, Kirişsiz döşemeye sahip çerçeve sistemler (Tip 3, Tip 4) için Şekil 4.2'deki, kirişli döşemeye sahip perdeli – çerçeve sistemler (Tip 5, Tip 6) için Şekil 4.3'deki ve kirişsiz döşemeye sahip perdeli – çerçeve sistemler (Tip 7, Tip 8) için de şekil 4.4'deki planlar kullanılmaktadır.



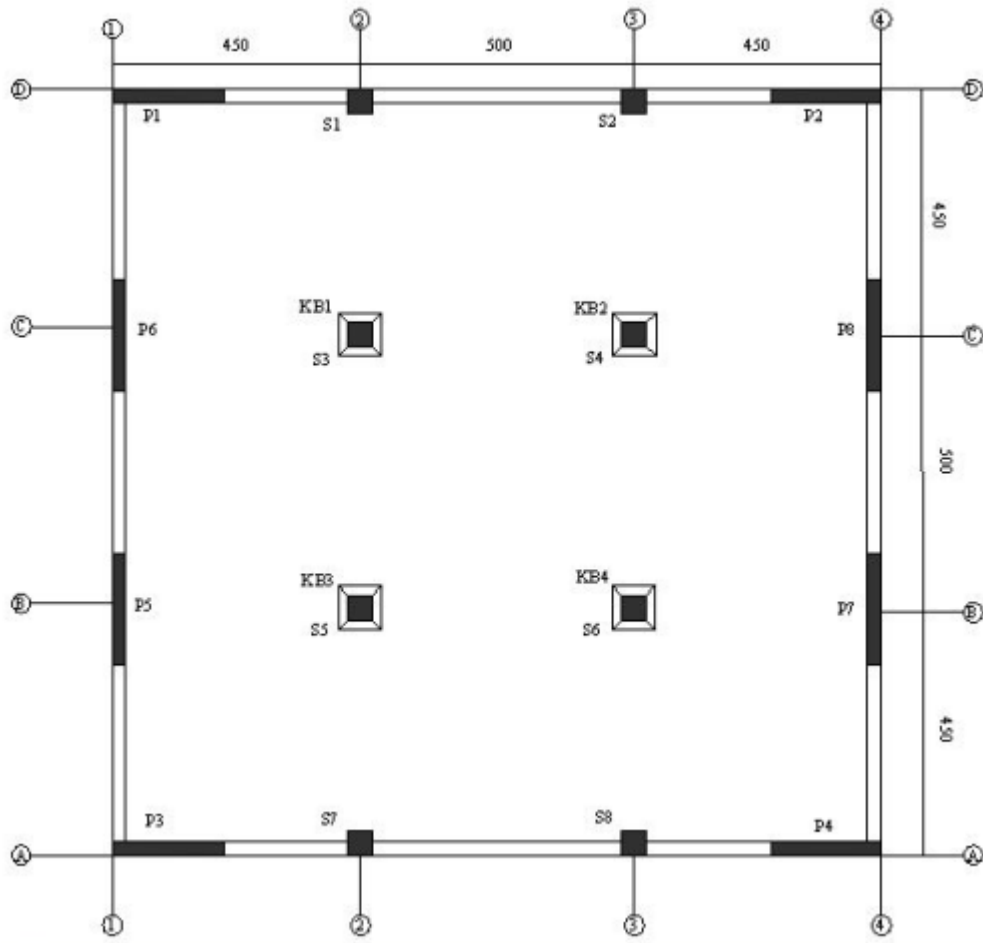
Şekil 4.1. Tip 1 ve Tip 2'ye ait kalıp planı



Şekil 4.2. Tip 3 ve Tip 4'e ait kalıp planı



Şekil 4.3. Tip 5 ve Tip 6'e ait kalıp planı



Şekil 4.4. Tip 7 ve Tip 8'e ait kalıp planı

Bu çalışmadaki yapılarda kullanılan kolon, kiriş ve perde boyutları aşağıdaki tablolarda verilmektedir.

Tablo 4.2. Tüm yapılarda kullanılan kiriş boyutları

Sistem Türü	Kiriş Boyutları (mm)
Kirişli Döşemeli Yapı	250 / 500
Kirişsiz Döşemeli Yapı (Çevre Kirişler)	250 / 600

Tablo 4.3. Perdeli-çerçeveli sistemlerde kullanılan perde boyutları

Perde Adı	Perde Boyutları (mm)
P1	250/2000
P2	250/2000
P3	250/2000
P4	250/2000
P5	250/2000
P6	250/2000
P7	250/2000
P8	250/2000

Konut türü çerçeveli yapılarda kullanılan kolon boyutları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.4. Tip 1 ve Tip 3' e ait kolon boyutları

Kat	Kirişli Çerçeveli	Kirişsiz Çerçeveli
2	350/500	500/500
3	350/500	500/500
4	300/550	500/500

Konut türü perdeli – çerçevesiz yapılarda kullanılan kolon boyutları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.5. Tip 5 ve Tip 7' e ait kolon boyutları

Kat	Kirişli Perdeli Çerçevesiz	Kirişsiz Perdeli Çerçevesiz
2	250/500	450/450
3	350/500	500/500
4	400/550	550/550

Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan çerçevesiz yapılarda kullanılan kolon boyutları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.6: Tip 2 ve Tip 4'e ait kolon boyutları

Kat	Kirişli Çerçevesiz	Kirişsiz Çerçevesiz
2	400/500	500/550
3	400/500	550/550
4	400/500	550/600

Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan perdeli - çerçevesiz yapılarda kullanılan kolon boyutları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.7. Tip 6 ve Tip 8'e ait kolon boyutları

Kat	Kirişli Perdeli Çerçevesiz	Kirişsiz Perdeli Çerçevesiz
2	400/500	500/500
3	400/500	550/550
4	450/600	650/650

4.2. Yapıların Depreme Göre Yapısal Çözümlemesi

Çalışmanın bu kısmında yapılan yapısal çözümler TS500 ve Türk Deprem Yönetmeliği esasları dikkate alınmıştır. Yapıların bütün taşıyıcı elemanlarının ön boyutlandırılması ve yapısal çözümlemesi İdeStatik Ver.6 analiz programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Dikkate alınan yapılarda, meydana gelen iç kuvvet değerlerini karşılaştırmak amacıyla D2, C2, B3 ve A3 akslarında bulunan kolonlar örnek olarak seçilmiştir. Söz konusu kolonların seçiminde, bu kolonların çerçevesi ve perdeli – çerçevesi tüm sistemlerde ortak bulunmasına ve kenar ya da iç kolon olmasına dikkat edilmiştir. Çünkü çerçevesi sistemlerde kolon olan bazı düşey elemanlar perdeli – çerçevesi sistemlerde perdeye dönüşmektedir.

Seçilen kolonlar için hesaplanan periyot, yer değiştirme, eğilme momenti ve kesme kuvveti değerleri Tablo 4.8 ~ Tablo 4.79 arasında verilmektedir. Tablolarda verilen kesme kuvveti için V sembolü kullanılmış ve birimi kN'dur. Eğilme momenti için M sembolü kullanılmış ve kNm birimi seçilmiştir. Yer değiştirme için ise δ sembolü ve mm birimi kullanılmıştır. Ayrıca tablolarda belirtilen i ve j simgeleri sırasıyla kolonun alt ve üst kesitlerini temsil etmektedir.

Tablo 4.8. Tip 1, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat	D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu		
	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	
1	i	31.2	17.6	9.7	0.6	9.7	0.6	26.1	14.6
	j	23.1	17.6	7.5	0.6	7.4	0.6	19.2	14.6
2	i	16.3	11.8	5.6	0.4	5.5	0.4	13.5	9.8
	j	20.2	11.8	6.6	0.4	6.6	0.4	16.8	9.8

Tablo 4.9. Tip 1, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.227801
2	0.227148
3	0.178783
4	0.075531
5	0.075434
6	0.059462

Tablo 4.10. Tip 1, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2.Kat	3.00	0.97	0	0.00	0.97	0	0.00
1.Kat	3.00	0.51	0	0.00	0.51	0	0.00

Tablo 4.11. Tip 3, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat	D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu		
	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	
1	i	7.6	0.1	23.9	8.3	22.7	8.3	7.9	0.4
	j	1.1	0.1	2.6	8.3	2.3	8.3	1.4	0.4
2	i	1.0	0.3	2.6	0.8	2.3	0.8	0.8	0.3
	j	0.9	0.3	0	0.8	0	0.8	1.0	0.3

Tablo 4.12. Tip 3, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.226120
2	0.226120
3	0.143702
4	0.065455
5	0.065455
6	0.046793

Tablo 4.13. Tip 3, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2.Kat	3.00	0.97	0	0.00	0.97	0	0.00
1.Kat	3.00	0.43	0	0.00	0.43	0	0.00

Tablo 4.14. Tip 1, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	45.9	25.5	14.3	0.8	14.3	0.8	38.3	21.1
	j	32.6	25.5	10.8	0.8	10.6	0.8	27.2	21.1
2	i	31.3	21.2	10.6	0.8	10.4	0.8	26.0	17.5
	j	34.1	21.2	11.2	0.8	11.1	0.8	28.3	17.5
3	i	16.6	12.6	5.7	0.4	5.6	0.5	13.8	10.4
	j	22.3	12.6	7.3	0.4	7.3	0.5	18.6	10.4

Tablo 4.15. Tip 1, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.332585
2	0.331668
3	0.260387
4	0.107724
5	0.107499
6	0.084582
7	0.065548
8	0.065491
9	0.051646

Tablo 4.16. Tip 1, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3.Kat	3.00	2.16	0	0.00	2.16	0	0.00
2.Kat	3.00	1.62	0	0.00	1.62	0	0.00
1.Kat	3.00	0.76	0	0.00	0.76	0	0.00

Tablo 4.17. Tip 3, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	11.1	0.1	34.8	11.3	33.1	10.7	11.6	0.6
	j	0.6	0.1	0.7	11.3	0.9	10.7	0.8	0.6
2	i	1.3	0.4	0.7	2.4	0.9	2.4	1.2	0.4
	j	2.6	0.4	6.6	2.4	6.3	2.4	2.9	0.4
3	i	2.2	0.3	6.6	2.2	6.3	2.1	1.9	0.2
	j	0.9	0.3	0	2.2	0	2.1	1.0	0.2

Tablo 4.18. Tip 3, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.339836
2	0.339836
3	0.210243
4	0.102071
5	0.102071
6	0.067591
7	0.053943
8	0.053943
9	0.040473

Tablo 4.19. Tip 3, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3.Kat	3.00	2.30	0	0.00	2.30	0	0.00
2.Kat	3.00	1.60	0	0.00	1.60	0	0.00
1.Kat	3.00	0.66	0	0.00	0.66	0	0.00

Tablo 4.20. Tip 1, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	68.8	36.8	21.5	1.2	21.6	1.3	57.3	30.4
	j	44.6	36.8	15.0	1.2	14.9	1.3	37.1	30.4
2	i	48.7	32.2	16.7	1.2	16.7	1.4	40.4	26.6
	j	50.9	32.2	17.1	1.2	17.1	1.4	42.3	26.6
3	i	34.8	24.7	12.0	0.9	11.9	1.0	28.9	20.4
	j	41.5	24.7	13.7	0.9	13.8	1.0	34.4	20.4
4	i	17.9	14.2	6.3	0.5	6.3	0.5	14.8	11.7
	j	26.1	14.2	8.6	0.5	8.8	0.5	21.6	11.7

Tablo 4.21. Tip 1, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)	Mod	Periyot (s)
1	0.451835	7	0.084854
2	0.450243	8	0.084670
3	0.352673	9	0.066705
4	0.146110	10	0.062343
5	0.145677	11	0.062304
6	0.114370	12	0.049029

Tablo 4.22. Tip 1, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4.Kat	3.00	4.04	-0.01	0.00	4.04	-0.01	0.00
3.Kat	3.00	3.42	-0.01	0.00	3.42	-0.01	0.00
2.Kat	3.00	2.37	-0.01	0.00	2.37	-0.01	0.00
1.Kat	3.00	1.05	0	0.00	1.05	0	0.00

Tablo 4.23. Tip 3, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	14.8	0.1	46.3	14.5	44.1	13.7	15.5	0.8
	j	0.9	0.1	2.5	14.5	2.7	13.7	1.2	0.8
2	i	2.3	0.5	2.5	2.2	2.7	2.2	2.2	0.6
	j	2.4	0.5	4.0	2.2	3.9	2.2	2.6	0.6
3	i	1.5	0.3	4.0	1.6	3.9	1.6	1.4	0.4
	j	3.2	0.3	9.0	1.6	8.6	1.6	3.6	0.4
4	i	2.8	0.2	9.0	3.0	8.6	2.8	2.4	0.1
	j	0.6	0.2	0	3.0	0	2.8	0.7	0.1

Tablo 4.24. Tip 3, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)	Mod	Periyot (s)
1	0.456947	7	0.074335
2	0.456947	8	0.074335
3	0.277289	9	0.051994
4	0.140733	10	0.049656
5	0.140733	11	0.049656
6	0.089605	12	0.037959

Tablo 4.25. Tip 3, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4.Kat	3.00	4.21	0	0.00	4.21	0	0.00
3.Kat	3.00	3.43	0	0.00	3.43	0	0.00
2.Kat	3.00	2.27	0	0.00	2.27	0	0.00
1.Kat	3.00	0.90	0	0.00	0.90	0	0.00

Tablo 4.26. Tip5, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat	D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu		
	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	
1	i	5.9	3.7	1.4	0	1.5	0.1	5.3	3.3
	j	5.4	3.7	1.0	0	1.1	0.1	4.9	3.3
2	i	9.4	6.4	1.7	0.1	1.9	0.2	8.5	5.8
	j	10.2	6.4	1.8	0.1	2.0	0.2	9.2	5.8

Tablo 4.27. Tip 5, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.128213
2	0.116138
3	0.072908
4	0.031586
5	0.030851
6	0.018677

Tablo 4.28. Tip 5, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2.Kat	3.00	0.31	0	0.00	0.31	0	0.00
1.Kat	3.00	0.12	0	0.00	0.12	0	0.00

Tablo 4.29. Tip 7, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	1.3	0.1	4.2	1.3	4.0	1.3	1.5	0.2
	j	0.4	0.1	0.2	1.3	0.2	1.3	0.4	0.2
2	i	0.8	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.8	0.4
	j	1.1	0.4	0	0.1	0	0.1	1.1	0.4

Tablo 4.30. Tip 7, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.128540
2	0.114584
3	0.070070
4	0.032371
5	0.031428
6	0.019122

Tablo 4.31. Tip 7, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2.Kat	3.00	0.32	0	0.00	0.32	0	0.00
1.Kat	3.00	0.12	0	0.00	0.12	0	0.00

Tablo 4.32. Tip 5, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	11.4	6.9	2.9	0	3.0	0.2	10.3	6.2
	j	9.6	6.9	1.9	0	2.1	0.2	8.6	6.2
2	i	17.0	10.9	3.4	0.1	3.8	0.3	15.3	9.7
	j	16.2	10.9	3.3	0.1	3.7	0.3	14.6	9.7
3	i	17.2	12.0	3.3	0.2	3.7	0.5	15.5	10.8
	j	19.4	12.0	3.8	0.2	4.2	0.5	17.5	10.8

Tablo 4.33. Tip 5, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.197956
2	0.179256
3	0.115248
4	0.050623
5	0.048468
6	0.030037
7	0.025311
8	0.025129
9	0.015233

Tablo 4.34. Tip 5, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3.Kat	3.00	0.80	0	0.00	0.80	0	0.00
2.Kat	3.00	0.49	0	0.00	0.49	0	0.00
1.Kat	3.00	0.18	0	0.00	0.18	0	0.00

Tablo 4.35. Tip 7, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	3.0	0.4	9.0	2.5	8.7	2.4	3.3	0.4
	j	0.9	0.4	1.5	2.5	1.5	2.4	0.9	0.4
2	i	1.8	0.7	1.5	0.7	1.5	0.7	1.9	0.7
	j	1.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	1.6	0.7
3	i	1.2	0.7	0.6	0.2	0.6	0.2	1.2	0.8
	j	1.8	0.7	0	0.2	0	0.2	1.9	0.8

Tablo 4.36. Tip 7, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.199363
2	0.179039
3	0.108045
4	0.051607
5	0.049230
6	0.029903
7	0.025863
8	0.025683
9	0.015722

Tablo 4.37. Tip 7, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3.Kat	3.00	0.81	0	0.00	0.81	0	0.00
2.Kat	3.00	0.50	0	0.00	0.50	0	0.00
1.Kat	3.00	0.18	0	0.00	0.18	0	0.00

Tablo 4.38. Tip 5, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	20.5	11.5	5.5	0	5.7	0.3	18.4	10.3
	j	14.8	11.5	3.0	0	3.4	0.3	13.2	10.3
2	i	28.8	18.2	6.2	0.1	6.9	0.6	25.2	16.2
	j	27.1	18.2	5.8	0.1	6.5	0.6	24.2	16.2
3	i	27.1	17.6	5.8	0.3	6.5	0.7	24.2	15.7
	j	26.9	17.6	6.1	0.3	6.8	0.7	24.0	15.7
4	i	24.2	17.3	5.2	0.6	5.7	1.0	21.6	15.4
	j	29.0	17.3	6.4	0.6	7.1	1.0	25.9	15.4

Tablo 4.39. Tip 5, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)	Mod	Periyot (s)
1	0.264045	7	0.034209
2	0.242731	8	0.033746
3	0.157837	9	0.023042
4	0.071585	10	0.022975
5	0.068266	11	0.020779
6	0.043112	12	0.014031

Tablo 4.40. Tip 5, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4.Kat	3.00	1.46	0	0.00	1.46	0	0.00
3.Kat	3.00	1.08	0	0.00	1.08	0	0.00
2.Kat	3.00	0.65	0	0.00	0.65	0	0.00
1.Kat	3.00	0.23	0	0.00	0.23	0	0.00

Tablo 4.41. Tip 7, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	5.8	0.6	17.1	4.5	16.4	4.4	6.4	0.8
	j	2.2	0.6	3.4	4.5	3.3	4.4	2.0	0.8
2	i	3.6	1.4	3.4	1.0	3.3	1.0	3.6	1.4
	j	2.6	1.4	0.4	1.0	0.4	1.0	2.5	1.4
3	i	2.3	1.2	0.4	1.0	0.4	0.9	2.2	1.1
	j	2.8	1.2	2.5	1.0	2.4	0.9	2.9	1.1
4	i	1.9	0.9	2.5	0.8	2.4	0.8	1.8	0.9
	j	2.0	0.9	0	0.8	0	0.8	2.1	0.9

Tablo 4.42. Tip 7, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)	Mod	Periyot (s)
1	0.268997	7	0.034922
2	0.247282	8	0.034630
3	0.146649	9	0.023420
4	0.072965	10	0.023393
5	0.069885	11	0.021155
6	0.042044	12	0.014519

Tablo 4.43. Tip 7, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4.Kat	3.00	1.51	0	0.00	1.51	0	0.00
3.Kat	3.00	1.13	0	0.00	1.13	0	0.00
2.Kat	3.00	0.68	0	0.00	0.68	0	0.00
1.Kat	3.00	0.24	0	0.00	0.24	0	0.00

Tablo 4.44. Tip 2, 2 katlı yapıda, D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat	D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu		
	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	
1	i	38.6	21.6	12.0	0.7	12.0	0.7	32.3	17.9
	j	28.0	21.6	9.2	0.7	8.9	0.7	23.3	17.9
2	i	20.7	15.0	7.1	0.6	6.9	0.5	17.2	12.4
	j	25.7	15.0	8.4	0.6	8.3	0.5	21.4	12.4

Tablo 4.45. Tip 2, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.219158
2	0.218522
3	0.172124
4	0.071429
5	0.071331
6	0.056332

Tablo 4.46. Tip 2, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2.Kat	3.00	1.08	-0.00	0.00	1.08	-0.00	0.00
1.Kat	3.00	0.55	0	0.00	0.55	0	0.00

Tablo 4.47. Tip 4, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	11.6	0.1	35.9	12.8	34.0	12.0	12.1	0.6
	j	1.3	0.1	2.8	12.8	2.3	12.0	1.7	0.6
2	i	1.5	0.6	2.8	0.9	2.3	0.8	1.1	0.5
	j	1.5	0.6	0	0.9	0	0.8	1.5	0.5

Tablo 4.48. Tip 4, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.225242
2	0.224232
3	0.143782
4	0.063494
5	0.062957
6	0.046219

Tablo 4.49. Tip 4, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2.Kat	3.00	1.15	0	0.00	1.15	0	0.00
1.Kat	3.00	0.49	0	0.00	0.49	0	0.00

Tablo 4.50. Tip 2, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	57.0	31.3	17.7	1.0	17.7	1.0	47.6	26.0
	j	39.6	31.3	13.1	1.0	12.7	1.0	33.0	26.0
2	i	39.7	26.7	13.4	1.0	13.0	0.9	33.0	22.1
	j	42.9	26.7	14.1	1.0	13.8	0.9	35.7	22.1
3	i	21.0	16.1	7.2	0.6	7.0	0.5	17.4	13.3
	j	28.7	16.1	9.4	0.6	9.3	0.5	23.8	13.3

Tablo 4.51. Tip 2, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.321673
2	0.320826
3	0.251960
4	0.102941
5	0.102724
6	0.080918
7	0.061771
8	0.061713
9	0.048775

Tablo 4.52. Tip 2, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3.Kat	3.00	2.43	-0.00	0.00	2.43	-0.00	0.00
2.Kat	3.00	1.81	-0.00	0.00	1.81	-0.00	0.00
1.Kat	3.00	0.83	0	0.00	0.83	0	0.00

Tablo 4.53. Kullanım Tip 4, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	16.0	0.1	50.2	15.6	47.8	14.7	16.7	0.8
	j	1.3	0.1	3.1	15.6	3.2	14.7	1.5	0.8
2	i	2.4	0.6	3.1	4.2	3.2	4.1	2.2	0.7
	j	3.6	0.6	9.5	4.2	9.1	4.1	4.1	0.7
3	i	3.5	0.5	9.5	3.2	9.1	3.0	3.0	0.4
	j	1.2	0.5	0	3.2	0	3.0	1.3	0.4

Tablo 4.54. Tip 4, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.318405
2	0.318405
3	0.197284
4	0.092835
5	0.092835
6	0.061987
7	0.047686
8	0.047686
9	0.036045

Tablo 4.55. Tip 4, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3.Kat	3.00	2.43	0	0.00	2.43	0	0.00
2.Kat	3.00	1.66	0	0.00	1.66	0	0.00
1.Kat	3.00	0.67	0	0.00	0.67	0	0.00

Tablo 4.56. Kullanım Tip 2, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	75.1	40.9	23.4	1.3	23.3	1.3	62.7	34.0
	j	51.2	40.9	16.9	1.3	16.5	1.3	42.6	34.0
2	i	57.7	37.9	19.4	1.4	18.9	1.3	48.0	31.3
	j	59.4	37.9	19.7	1.4	19.3	1.3	49.3	31.3
3	i	41.4	29.0	14.0	1.0	13.6	1.0	34.4	23.9
	j	48.1	29.0	15.7	1.0	15.5	1.0	40.0	23.9
4	i	27.1	16.9	7.4	0.6	7.3	0.5	18.0	13.9
	j	30.4	16.9	9.8	0.6	9.9	0.5	25.2	13.9

Tablo 4.57. Tip 2, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)	Mod	Periyot (s)
1	0.425683	7	0.079130
2	0.424777	8	0.078971
3	0.332491	9	0.062359
4	0.136941	10	0.058058
5	0.136658	11	0.058023
6	0.107326	12	0.045861

Tablo 4.58. Tip 2, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4.Kat	3.00	4.31	-0.01	0.00	4.31	-0.01	0.00
3.Kat	3.00	3.65	-0.01	0.00	3.65	-0.01	0.00
2.Kat	3.00	2.52	0.00	0.00	2.52	0.00	0.00
1.Kat	3.00	1.11	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00

Tablo 4.59. Tip 4, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	24.9	0	77.8	22.4	73.9	21.1	26.0	1.3
	j	3.9	0	9.9	22.4	10.0	21.1	3.9	1.3
2	i	5.3	1.1	9.9	5.3	10.0	3.1	5.1	1.2
	j	3.8	1.1	6.1	5.3	5.9	3.1	4.0	1.2
3	i	3.1	0.7	6.1	3.2	5.9	3.1	2.8	0.9
	j	5.7	0.7	15.9	3.2	15.2	3.1	6.4	0.9
4	i	5.7	0.6	15.9	5.3	15.2	5.0	5.0	0.4
	j	1.2	0.6	0	5.3	0	0.5	1.2	0.4

Tablo 4.60. Tip 4, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)	Mod	Periyot (s)
1	0.417950	7	0.062749
2	0.417016	8	0.062289
3	0.254795	9	0.044960
4	0.124441	10	0.040825
5	0.123920	11	0.040446
6	0.080425	12	0.031824

Tablo 4.61. Tip 4, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4.Kat	3.00	4.25	0	0.00	4.25	0	0.00
3.Kat	3.00	3.39	0	0.00	3.39	0	0.00
2.Kat	3.00	2.18	0	0.00	2.18	0	0.00
1.Kat	3.00	0.82	0	0.00	0.82	0	0.00

Tablo 4.62. Tip 6, 2 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat	D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu		
	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	
1	i	10.2	6.0	2.7	0.1	2.8	0.1	9.1	5.4
	j	8.2	6.0	1.8	0.1	1.9	0.1	7.3	5.4
2	i	14.2	9.8	2.9	0	3.2	0.2	12.8	8.8
	j	15.9	9.8	3.1	0	3.5	0.2	14.2	8.8

Tablo 4.63. Tip 6, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.125848
2	0.118001
3	0.075083
4	0.032201
5	0.031651
6	0.019434

Tablo 4.64. Tip 6, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2.Kat	3.00	0.36	0	0.00	0.36	0	0.00
1.Kat	3.00	0.14	0	0.00	0.14	0	0.00

Tablo 4.65. Tip 8, 2 katlı yapıda, D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	2.6	0.3	7.9	2.5	7.6	2.4	2.8	0.3
	j	0.7	0.3	0.2	2.5	0.3	2.4	0.7	0.3
2	i	1.5	0.8	0.2	0.1	0.3	0.1	1.4	0.8
	j	1.8	0.8	0	0.1	0	0.1	1.9	0.8

Tablo 4.66. Tip 8, 2 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.129070
2	0.119241
3	0.072170
4	0.033121
5	0.032447
6	0.019836

Tablo 4.67. Tip 8, 2 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2.Kat	3.00	0.38	0	0.00	0.38	0	0.00
1.Kat	3.00	0.15	0	0.00	0.15	0	0.00

Tablo 4.68. Tip 6, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	16.1	9.5	4.2	0	4.4	0.2	14.4	8.5
	j	13.0	9.5	2.6	0	3.0	0.2	11.6	8.5
2	i	22.7	14.4	4.7	0.1	5.3	0.4	20.3	12.9
	j	21.5	14.4	4.6	0.1	5.1	0.4	19.3	12.9
3	i	22.6	15.8	4.5	0.2	5.0	0.6	20.2	14.2
	j	25.9	15.8	5.3	0.2	5.9	0.6	23.2	14.2

Tablo 4.69. Tip 6, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.201321
2	0.184955
3	0.119445
4	0.052068
5	0.050118
6	0.031222
7	0.026185
8	0.026019
9	0.015859

Tablo 4.70. Tip 6, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3.Kat	3.00	0.99	0	0.00	0.99	0	0.00
2.Kat	3.00	0.61	0	0.00	0.61	0	0.00
1.Kat	3.00	0.23	0	0.00	0.23	0	0.00

Tablo 4.71. Kullanım Tip 8, 3 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	5.5	0.6	16.2	4.5	15.6	4.4	6.1	0.8
	j	1.8	0.6	2.5	4.5	2.4	4.4	1.7	0.8
2	i	3.1	1.2	2.5	1.3	2.4	1.2	3.1	1.2
	j	2.6	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2	2.6	1.2
3	i	1.9	1.3	1.3	0.4	1.2	0.4	1.8	1.3
	j	2.9	1.3	0	0.4	0	0.4	2.9	1.3

Tablo 4.72. Tip 8, 3 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)
1	0.199174
2	0.186387
3	0.1111036
4	0.052332
5	0.050920
6	0.030892
7	0.026411
8	0.026340
9	0.016300

Tablo 4.73. Tip 8, 3 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3.Kat	3.00	0.97	0	0.00	0.97	0	0.00
2.Kat	3.00	0.61	0	0.00	0.61	0	0.00
1.Kat	3.00	0.23	0	0.00	0.23	0	0.00

Tablo 4.74. Tip 6, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	33.7	17.7	9.4	0.1	9.7	0.4	30.1	15.8
	j	20.6	17.7	4.3	0.1	4.8	0.4	18.4	15.8
2	i	41.4	25.9	9.3	0.1	10.5	0.8	36.8	23.0
	j	38.2	25.9	8.5	0.1	9.6	0.8	33.9	23.0
3	i	37.2	24.3	8.4	0.3	9.4	1.0	33.0	21.5
	j	37.4	24.3	8.9	0.3	9.9	1.0	33.2	21.5
4	i	31.9	23.6	7.2	0.7	8.0	1.3	28.2	20.9
	j	40.7	23.6	9.6	0.7	10.6	1.3	36.0	20.9

Tablo 4.75. Tip 6, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)	Mod	Periyot (s)
1	0.263286	7	0.034883
2	0.248179	8	0.034589
3	0.161910	9	0.023577
4	0.072234	10	0.023536
5	0.069892	11	0.021513
6	0.044442	12	0.014547

Tablo 4.76. Tip 6, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4.Kat	3.00	1.73	0	0.00	1.73	0	0.00
3.Kat	3.00	1.30	0	0.00	1.30	0	0.00
2.Kat	3.00	0.79	0	0.00	0.79	0	0.00
1.Kat	3.00	0.28	0	0.00	0.28	0	0.00

Tablo 4.77. Tip 8, 4 katlı yapıda D2, C2, B3 ve A3 kolonlarına ait olarak hesaplanan eğilme momenti (M) ve kesme kuvveti (V) değerleri

Kat		D2 Kolonu		C2 Kolonu		B3 Kolonu		A3 kolonu	
		M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	i	13.3	1.1	38.3	10.2	36.8	9.8	14.8	1.5
	j	5.3	1.1	7.4	10.2	7.2	9.8	4.9	1.5
2	i	7.4	2.6	7.4	2.4	7.2	2.3	7.4	2.5
	j	4.7	2.6	0.2	2.4	0.3	2.3	4.4	2.5
3	i	4.2	2.2	0.2	2.1	0.3	2.1	4.0	2.1
	j	5.5	2.2	6.2	2.1	6.0	2.1	5.6	2.1
4	i	4.4	1.8	6.2	2.1	6.0	2.0	4.0	1.7
	j	3.7	1.8	0	2.1	0	2.0	3.7	1.7

Tablo 4.78. Tip 8, 4 katlı yapıya ait periyot değerleri

Mod	Periyot (s)	Mod	Periyot (s)
1	0.260855	7	0.034972
2	0.257545	8	0.034593
3	0.149283	9	0.023274
4	0.071853	10	0.023193
5	0.071616	11	0.021741
6	0.042996	12	0.014934

Tablo 4.79. Tip 8, 4 katlı yapıya ait kat deplasmanı değerleri

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h(m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4.Kat	3.00	1.70	0	0.00	1.70	0	0.00
3.Kat	3.00	1.28	0	0.00	1.28	0	0.00
2.Kat	3.00	0.78	0	0.00	0.78	0	0.00
1.Kat	3.00	0.28	0	0.00	0.28	0	0.00

4.3. Yapı Ağırlıkları Yönünden Karşılaştırma

Çalışmada dikkate alınan toplam 24 yapının, İdeStatik programı yardımıyla, ağırlıkları hesaplanarak Tablo 4.80 ve Tablo 4.81 de verilmektedir. Aynı tabloda, belirli toplam kat sayıları için küçük ağırlığa sahip yapılara göre diğer yapıların ağırlıkça değişim oranları da yüzde olarak görülmektedir. Örnek olarak, konut türü toplam 4 kata sahip çerçevesiz yapıda hesaplanan ağırlıklardan kirişli döşemeli sistem için 6743.9 kN olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, kirişsiz döşemeye sahip çerçevesiz sistemin ağırlığı da 7684.4 kN olduğundan bu yapı, kirişli sistemli olan yapıya oranla % 13.95 oranında daha ağır olmaktadır.

Tablo 4.80. Kullanım amacı konut olan yapıların ağırlık değerleri

Kat	Yapı	Yapı Ağırlığı (kN)	Yüzde Değişim
2	Kirişli Döşemeli Çerçeve	3394.3	13.20
	Kirişsiz Döşemeli Çerçeve	3842.2	
	Kirişli Döşemeli Perdeli Çerçeve	3595.8	9.76
	Kirişsiz Döşemeli Perdeli Çerçeve	3946.6	
3	Kirişli Döşemeli Çerçeve	5091.5	13.19
	Kirişsiz Döşemeli Çerçeve	5763.3	
	Kirişli Döşemeli Perdeli Çerçeve	5465.3	9.75
	Kirişsiz Döşemeli Perdeli Çerçeve	5998.3	
4	Kirişli Döşemeli Çerçeve	6743.9	13.95
	Kirişsiz Döşemeli Çerçeve	7684.4	
	Kirişli Döşemeli Perdeli Çerçeve	7371.5	10.07
	Kirişsiz Döşemeli Perdeli Çerçeve	8113.6	

Tablo 4.81. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapıların ağırlık değerleri

Kat	Yapı	Yapı Ağırlığı (kN)	Yüzde Değişim
2	Kirişli Döşemeli Çerçeve	3745.2	12.71
	Kirişsiz Döşemeli Çerçeve	4221.2	
	Kirişli Döşemeli Perdeli Çerçeve	3971.1	8.94
	Kirişsiz Döşemeli Perdeli Çerçeve	4326.0	
3	Kirişli Döşemeli Çerçeve	5617.8	14.17
	Kirişsiz Döşemeli Çerçeve	6413.9	
	Kirişli Döşemeli Perdeli Çerçeve	5956.6	10.39
	Kirişsiz Döşemeli Perdeli Çerçeve	6575.5	
4	Kirişli Döşemeli Çerçeve	7490.4	15.74
	Kirişsiz Döşemeli Çerçeve	8669.3	
	Kirişli Döşemeli Perdeli Çerçeve	8073.4	11.87
	Kirişsiz Döşemeli Perdeli Çerçeve	9031.9	

4.4. Yapı Maliyetleri Yönünden Karşılaştırma

Yapı maliyetlerini karşılaştırmak için tüm yapıların toplam kalıp alanları, beton hacimleri ve donatı ağırlıkları dikkate alınmaktadır. Çalışmaya konu olan yapıların İdeStatik programı yardımıyla hesaplanan beton (m³), kalıp (m²) ve demir (kg) miktarları tablo 4.82 ~ tablo 4.83 arasında verilmektedir.

Tablo 4.82. Kullanım amacı konut olan yapılarda beton, kalıp ve demir miktarları

Sistem	Kat	Beton (m ³)	Kalıp (m ²)	Donatı (kg)
Kirişli Çerçeve	2	81.86	698.98	7986.10
	3	122.80	1048.46	12044.94
	4	161.88	1398.59	16140.90
Kirişli Perdeli Çerçeve	2	92.56	785.80	8141.27
	3	142.07	1190.08	12640.14
	4	193.27	1602.00	17789.32
Kirişsiz Çerçeve	2	110.80	666.80	11008.22
	3	166.20	1000.20	16587.66
	4	221.60	1333.60	22279.98
Kirişsiz Perdeli Çerçeve	2	117.64	734.38	9796.02
	3	179.70	1114.80	15700.68
	4	244.39	1503.96	21144.92

Tablo 4.83. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapılarda beton, kalıp ve demir miktarları

Sistem	Kat	Beton (m ³)	Kalıp (m ²)	Donatı (kg)
Kirişli Çerçeve	2	84.02	706.46	8601.63
	3	126.02	1059.70	13002.52
	4	168.03	1412.93	17487.32
Kirişli Perdeli Çerçeve	2	95.79	797.18	8922.11
	3	143.68	1195.76	13255.58
	4	197.57	1617.07	18614.38
Kirişsiz Çerçeve	2	113.04	675.40	11239.56
	3	173.14	1024.71	17140.91
	4	235.79	1383.36	23833.26
Kirişsiz Perdeli Çerçeve	2	119.80	743.20	10653.70
	3	183.29	1127.97	16104.64
	4	255.37	1538.84	23476.61

2011 yılı Bayındırlık birim fiyatları kullanılarak, sadece bu değerler için, yapıların maliyetleri belirlenerek elde edilen sonuçlar Tablo 4.84 ~ Tablo 4.95 de sunulmuştur. Tüm binalarda kirişsiz döşemeye sahip yapılar, kirişli döşemeye sahip binalara göre

daha yüksek maliyetli olmaktadır. Aynı tabloda kirişsiz döşemeye sahip yapıların, kirişli döşemeye sahip yapılara göre maliyet artış yüzdesi de verilmektedir.

Tablo 4.84. Kullanım amacı konut olan 2 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
2	Kirişli Çerçeve	31219.71	20.94
	Kirişsiz Çerçeve	37756.19	

Tablo 4.85. Kullanım amacı konut olan 2 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
2	Kirişli Perdeli Çerçeve	34130.16	11.95
	Kirişsiz Perdeli Çerçeve	38208.93	

Tablo 4.86. Kullanım amacı konut olan 3 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
3	Kirişli Çerçeve	46911.48	20.92
	Kirişsiz Çerçeve	56726.94	

Tablo 4.87. Kullanım amacı konut olan 3 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
3	Kirişli Perdeli Çerçeve	52290.99	13.12
	Kirişsiz Perdeli Çerçeve	59153.20	

Tablo 4.88. Kullanım amacı konut olan 4 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
4	Kirişli Çerçeve	62443.61	21.45
	Kirişsiz Çerçeve	75836.54	

Tablo 4.89. Kullanım amacı konut olan 4 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
4	Kirişli Perdeli Çerçeve	71578.08	11.75
	Kirişsiz Perdeli Çerçeve	79985.53	

Tablo 4.90. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 2 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
2	Kirişli Çerçeve	32355.13	18.83
	Kirişsiz Çerçeve	38447.39	

Tablo 4.91. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 2 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
2	Kirişli Perdeli Çerçeve	35659.62	11.23
	Kirişsiz Perdeli Çerçeve	39664.96	

Tablo 4.92. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 3 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
3	Kirişli Çerçeve	48654.79	20.50
	Kirişsiz Çerçeve	58631.06	

Tablo 4.93. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 3 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
3	Kirişli Perdeli Çerçeve	53331.75	13.05
	Kirişsiz Perdeli Çerçeve	60291.38	

Tablo 4.94. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 4 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

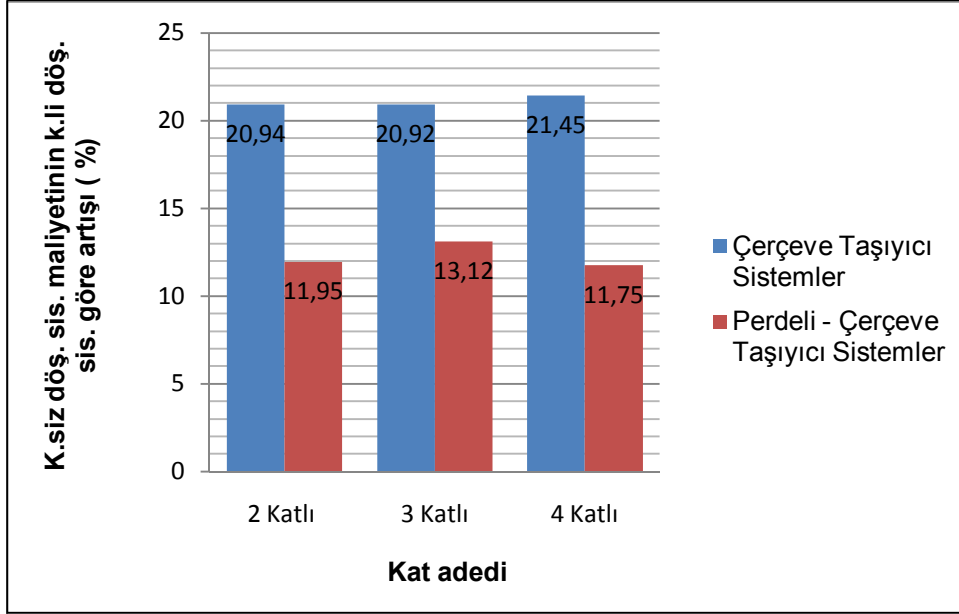
Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
4	Kirişli Çerçeve	65058.65	23.34
	Kirişsiz Çerçeve	80242.93	

Tablo 4.95. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 4 katlı perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kirişli döşemeli ve kirişsiz döşemeli binaların taşıyıcı sistem maliyet değerleri

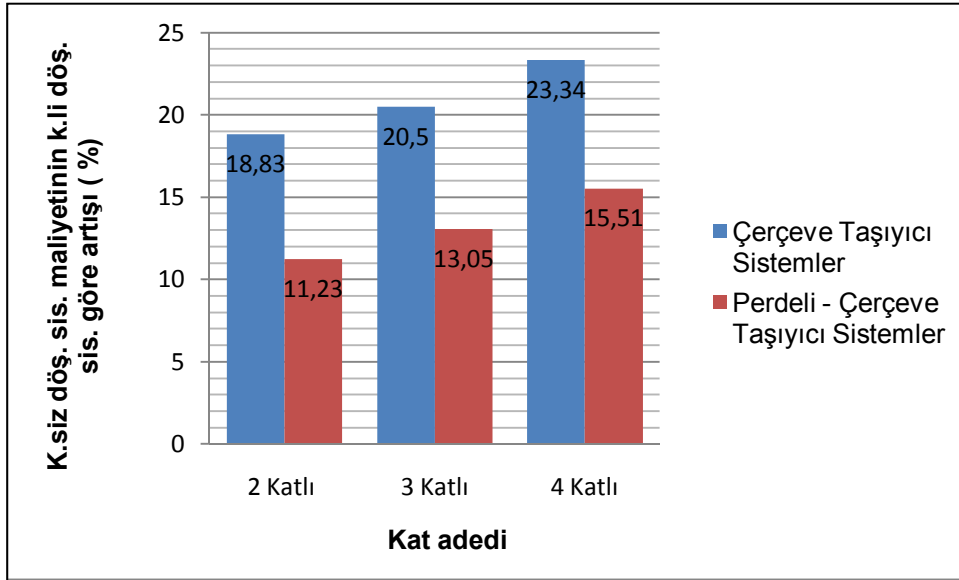
Kat	Yapı	Maliyet (TL)	Yüzde Değişim
4	Kirişli Perdeli Çerçeve	73349.07	15.51
	Kirişsiz Perdeli Çerçeve	84723.21	

Çalışmaya konu olan tüm sistemlerde kirişsiz döşemeli yapılar, kirişli döşemeli yapılara göre maliyetleri daha fazla çıkmaktadır. Aşağıdaki şekillerde kirişsiz

döşemeli yapılar ile kirişli döşemeli yapılar arasındaki maliyet değişimi yüzde (%) olarak verilmiştir. Örnek olarak, kullanıma amacı konut olan 4 katlı çerçevesiz yapıda kirişsiz döşemeli yapının maliyeti, kirişli döşemeli yapının maliyetine göre %21,45 daha fazla olmaktadır.

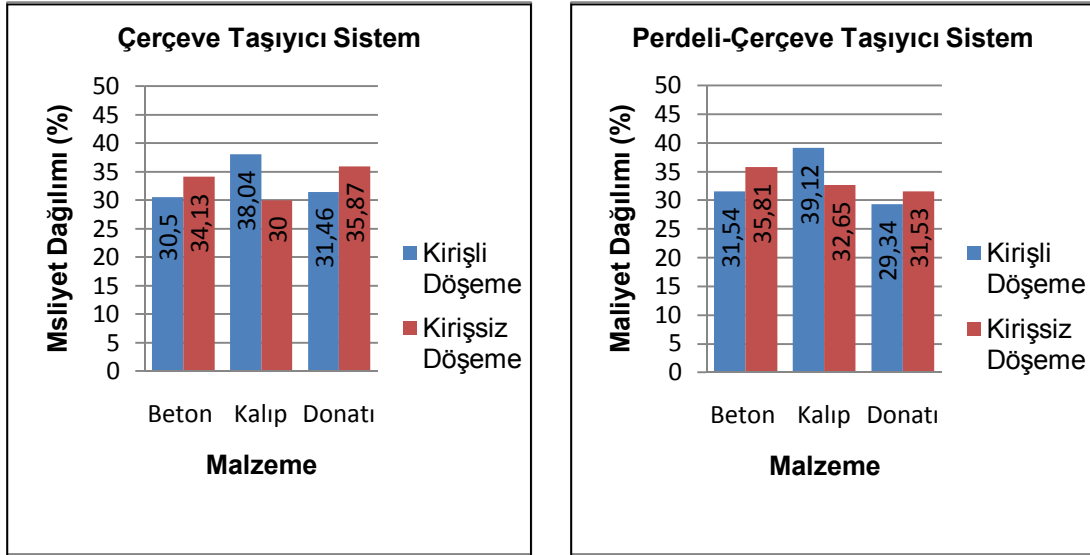


Şekil 4.5. Kullanım amacı konut olan yapılarda, kirişsiz döşemeli yapılar ile kirişli döşemeli yapılar arasındaki maliyet farkının yüzde olarak değişimi

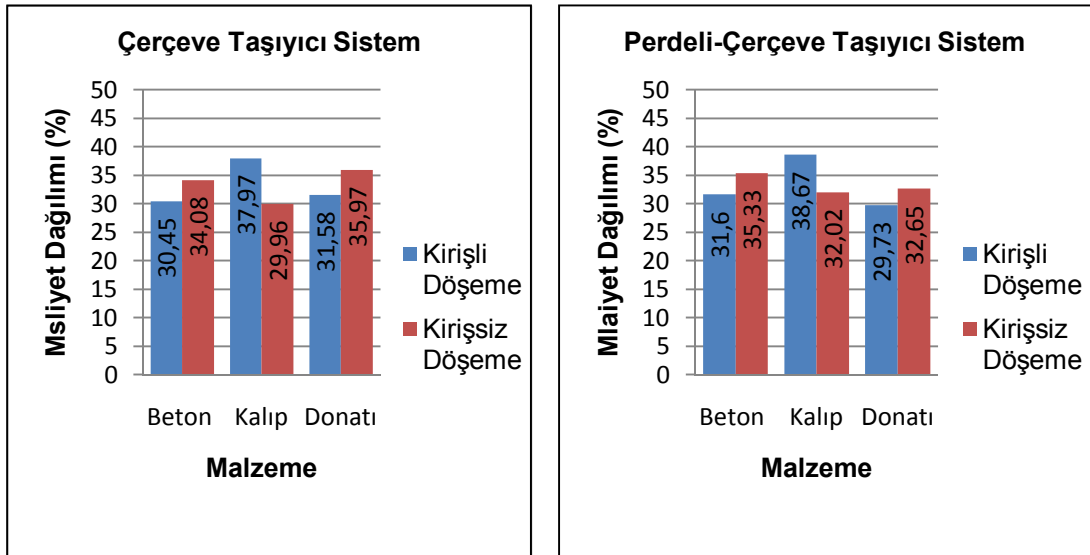


Şekil 4.6. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapılarda, kirişsiz döşemeli yapılar ile kirişli döşemeli yapılar arasındaki maliyet farkının yüzde olarak değişimi

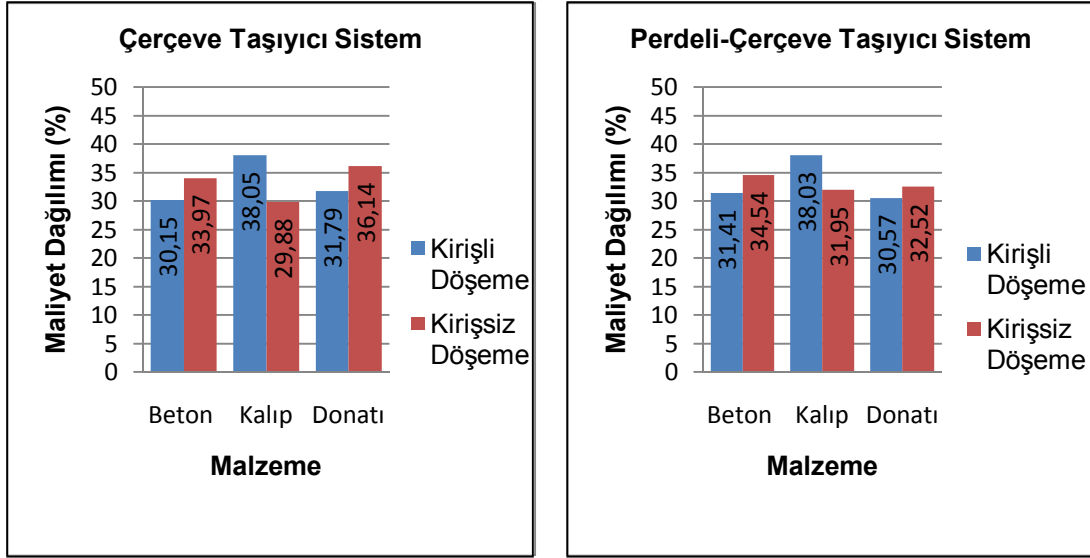
Beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete etkileri aşağıdaki şekillerde sunulmaktadır. Örnek olarak, kirişli döşemeli yapılarda kalıp maliyetinin toplam maliyete etkisi beton ve donatı maliyetlerine göre daha fazla iken bu durum kirişsiz döşemeli yapılarda kalıp maliyetinin toplam maliyete etkisi beton ve donatı maliyetlerinden daha az etkili olduğu görülmektedir.



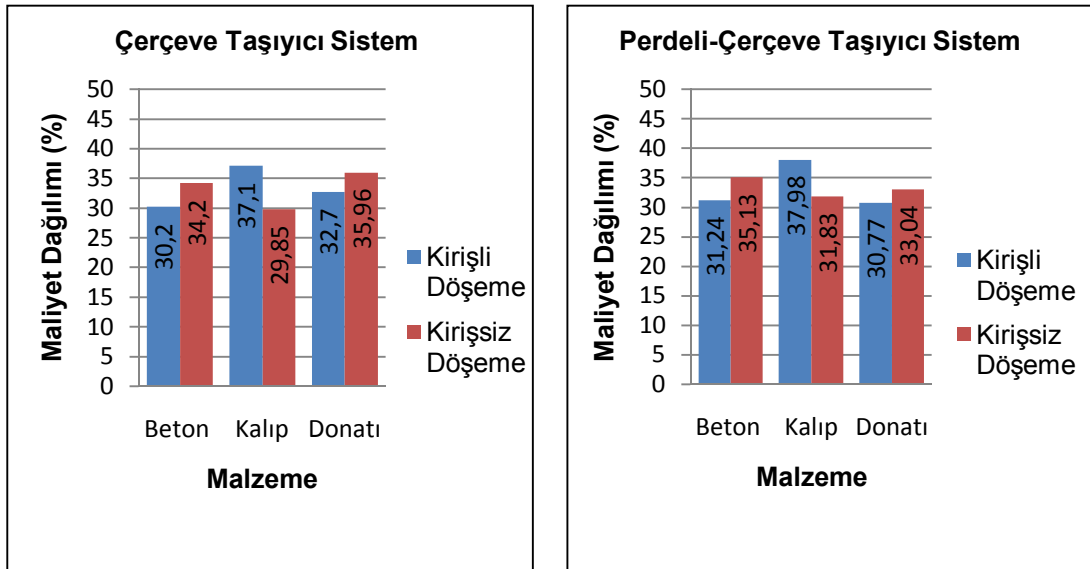
Şekil 4.7. Kullanım amacı konut olan 2 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi



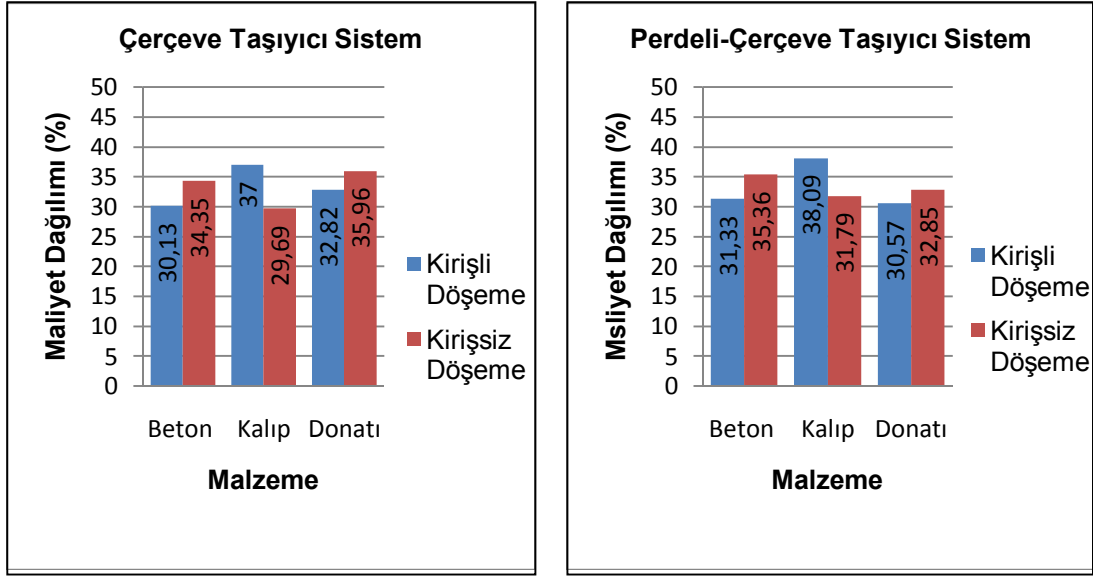
Şekil 4.8. Kullanım amacı konut olan 3 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi



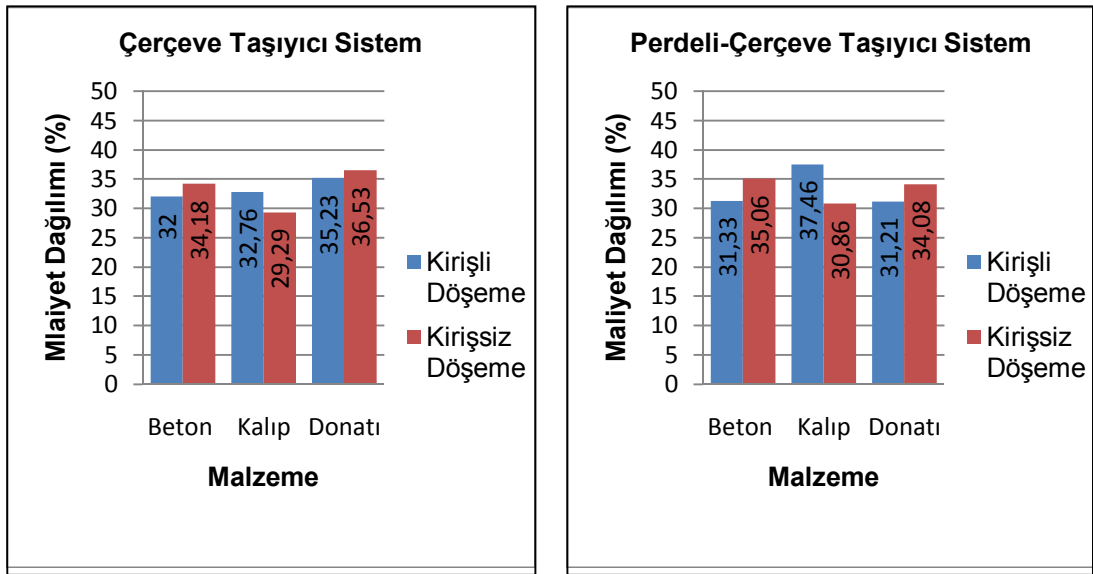
Şekil 4.9. Kullanım amacı konut olan 4 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi



Şekil 4.10. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 2 katlı çerçevesiz ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi



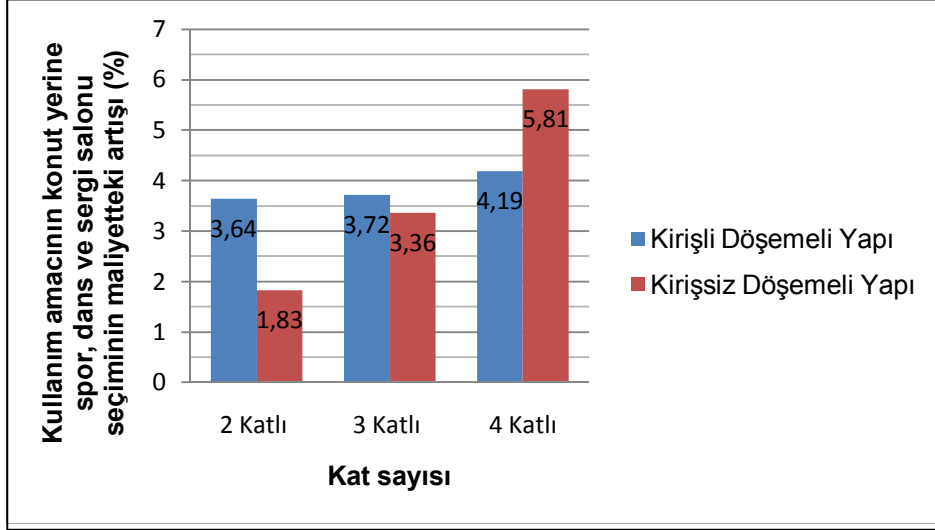
Şekil 4.11. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 3 katlı çerçeve ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi



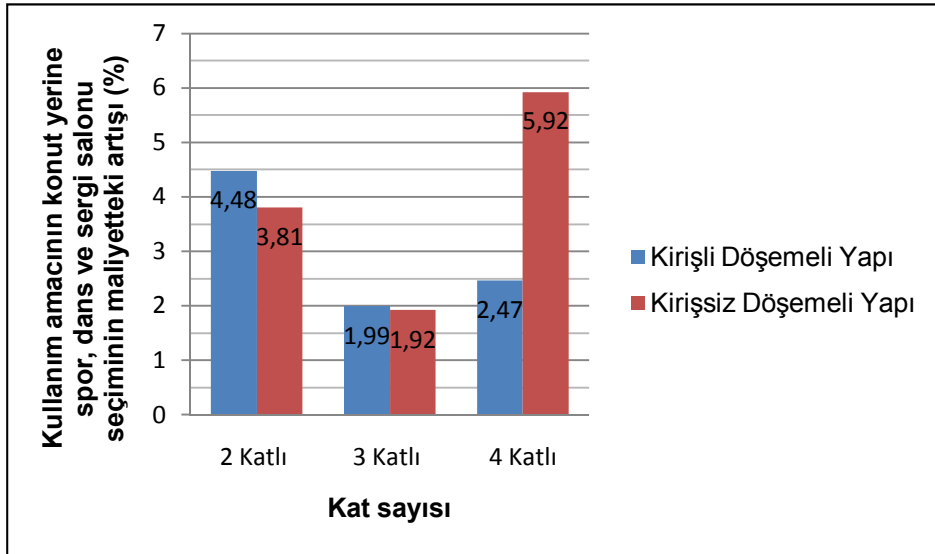
Şekil 4.12. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan 4 katlı çerçeve ve perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete olan etkisi

Çalışmaya konu olan yapılar kullanım amaçları bakımından karşılaştırıldığında, tüm yapılarda, kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapıların, kullanım amacı konut olan yapılara göre daha maliyetli olduğu görülmektedir. Aşağıdaki şekillerde kullanım amacının konut yerine spor, dans ve sergi salonu olacak şekilde tercih edildiği durumda, maliyetteki artışı yüzde olarak verilmektedir. Örnek olarak, 4 katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip kirişli bir yapıyı kullanım amacı konut yerine spor, dans ve sergi salonu olarak seçilmesi halinde %4,19 daha maliyetli olacağını

göstermektedir. Bu durum aynı örnekte kirişsiz döşemeli yapıda %5,81 daha maliyetli olmaktadır.



Şekil 4.13. Çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kullanım amacı tercihinin yapı maliyetine etkisi



Şekil 4.14. Perdeli - çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kullanım amacı tercihinin yapı maliyetine etkisi

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kirişli ve kirişsiz döşemeye sahip taşıyıcı sistemlerin benzer davranışlarının yapı maliyetine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç için düşey taşıyıcı elemanlar bakımından sadece kolonlardan oluşan çerçevesel sistem ve perde ve kolonların birlikte kullanıldığı perdeli – çerçevesel sistem olmak üzere iki farklı sistem dikkate alınmıştır.

Çalışma genel olarak iki kısma ayrılabilir. Birinci kısımda çalışmanın konusunu oluşturan döşemeler ve devamında betonarme taşıyıcı sistemler ve süneklik düzeyleri hakkında genel bilgiler verilmektedir. İkinci kısımda ise kirişli ve kirişsiz döşemeye sahip sistemler aynı periyot değerleri esas alınarak boyutlandırılmış ve maliyetleri incelenerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Beton, kalıp ve donatı miktarları dikkate alındığında, çalışmaya konu olan yapılarda, kirişsiz döşemeli sistemlerin, kirişli döşemeli sistemlere göre maliyetlerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, konut amaçlı yapılarda çerçevesel sistemlerde 2,3 ve 4 katlı yapılar için sırasıyla %20,94, %20,92 ve %21,45 oranında iken perdeli – çerçevesel yapılarda bu değişim %11,95, %13,12 ve %11,75 olmuştur. Kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olarak dikkate alınan yapılarda maliyet değişimi, çerçevesel sistemlerde 2,3 ve 4 katlı yapılar için sırasıyla %18,83, %20,50 ve %23,34 olurken, perdeli – çerçevesel yapılarda bu değişim %11,23, %13,05 ve 15,51 olmuştur.
2. Çalışmaya konu olan kirişli döşemeli yapılar ile kirişsiz döşemeli yapıların maliyetlerindeki artış, kat adedi arttıkça yüzde olarak, kullanım amacı konut olan yapılarda çerçevesel ve perdeli – çerçevesel yapılarda çok yakın değerler

alırken, kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapılarda bu durum çerçevesi ve perdeli - çerçevesi yapılarda kat adedi arttıkça sürekli artış göstermiştir.

3. Yapılar kullanım amaçları bakımından karşılaştırıldığında kullanım amacı spor, dans ve sergi salonu olan yapıların, kullanım amacı konut olan yapılara göre daha maliyetli olduğu görülmüştür. Bu durum kirişli döşemeli çerçevesi 2,3 ve 4 katlı yapılarda sırasıyla %3,64, %3,72 ve %4,19 oranında daha maliyetli olmaktadır. Kirişli döşemeli perdeli – çerçevesi yapılarda bu durum 2,3 ve 4 katlı yapılar için sırasıyla %4,48, %1,99 ve %2,47, kirişsiz döşemeli çerçevesi 2,3 ve 4 katlı yapılar için sırasıyla %1,83, %3,36, %5,81 ve son olarak kirişsiz döşemeli perdeli - çerçevesi 2,3 ve 4 katlı yapılar için sırasıyla %3,81, %1,92 ve %5,92 olmaktadır.
4. Tüm sistemler ağırlık yönünden incelendiğinde kirişsiz döşemeye sahip yapıların kirişli döşemeli yapılara göre, çerçevesi ve perdeli – çerçevesi her iki sistemde de daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum kirişsiz döşemeli yapıların daha fazla donatı ve beton ihtiyacından kaynaklanmaktadır.
5. Beton, kalıp ve donatı miktarlarının maliyete etkileri incelendiğinde, tüm yapılarda kirişsiz döşemeli yapılarda kiriş olmadığından dolayı kalıp ve işçilik bakımından ekonomik olmasına rağmen kirişli döşemeli yapılara göre daha fazla beton ve donatıya ihtiyaç olduğu görülmüştür. Bu durum kirişsiz döşemeli yapıların daha maliyetli çıkmasına neden olmuştur. Kirişsiz döşemeli yapılarda beton ve donatı maliyette daha etkin bir rol oynarken, kirişli döşemeli yapılarda kalıp maliyeti, beton ve donatıya göre daha fazla etkili olmaktadır.

Bu çalışma bize aynı mimariye sahip bir binanın kirişli ve kirişsiz döşemeye sahip iki yapının aynı davranışı sergileyecek biçimde tasarlandığında, kirişsiz döşemeli yapıların, kirişli döşemeli yapılara göre daha maliyetli olduğunu gösterdi. Döşeme sistemlerinden kaynaklanan maliyet farkının, çerçevesi taşıyıcı sistemlerde perdeli – çerçeve taşıyıcı sistemlere göre daha önemli olduğu görülmüştür. Kat adedi arttıkça döşeme sisteminden kaynaklanan maliyet farkı, kullanım amacı spor, dans ve sergi

salonu olan yapılarda, kullanım amacı konut olan yapılara göre daha önemli olmaktadır. Kullanım amacının değişmesinin maliyete etkisi çerçevesi ve perdeli - çerçevesi yapıların her ikisinde de 2 ve 3 katlı yapılarda kirişli döşemeli, 4 katlı yapılarda ise kirişsiz döşemeli yapılarda daha önemli olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] DOĞANGÜN, A., Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2007
- [2] ÖZGEN, A., SEV, A., Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, İstanbul, 2000
- [3] CELEP, Z., KUMBASAR, N., Betonarme Yapılar, 4.Baskı
- [4] AKGÜN, H., Farklı Döşeme Sistemlerine Sahip Çok katlı Betonarme Binaların Dinamik Davranışlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007
- [5] DEMİROK, A., Perdeli Çerçeve Taşıyıcı Sisteme Sahip Bir Betonarme Yapıda Farklı Döşeme Türlerinin Davranışa Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2009
- [6] AKA, İ., KESKİNEL, F., ÇILI, F., ÇELİK, C. O., Betonarme, Birsen Yayınevi, 2001
- [7] YILMAZ, T., Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem ve Donatı Düzenleme İlkeleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2006
- [8] TS500, 2000, Betonarme Yapıların Tasarımı ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [9] ABYYHY, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık İskan Bakanlığı, 2007
- [10] ELMALI, İ., Betonarme Kirişsiz Döşemelerin Çözüm Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, 2006

ÖZGEÇMİŞ

Adem TUNCER, 1986 yılında Afyonkarahisar'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Manisa'da tamamladı. 2005 yılında başladığı Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü 2009 yılında bitirdi. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yapı Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. 2009 – 2010 öğretim yılında yüksek lisans ders dönemini başarıyla tamamladı.