

BÖLÜM II

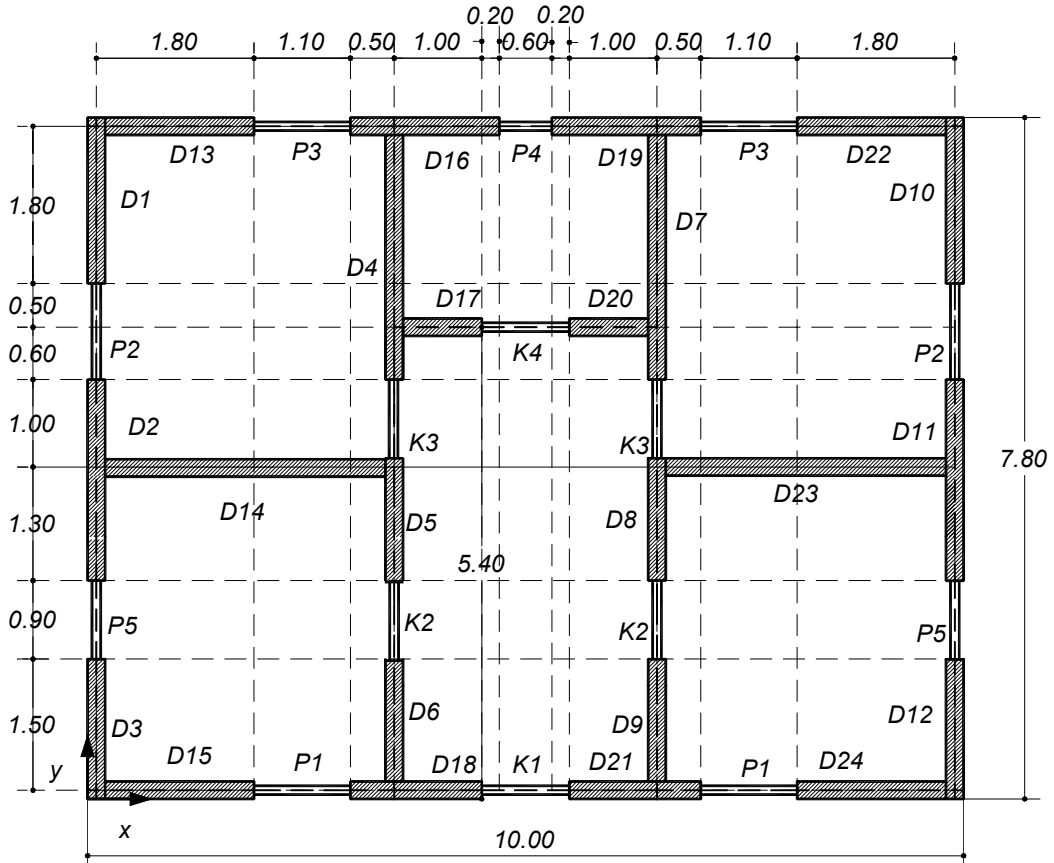
**D. YENİ YIĞMA BİNALARIN TASARIM, DEĞERLENDİRME VE
GÜÇLENDİRME ÖRNEKLERİ**

**ÖRNEK 20
İKİ KATLI YIĞMA KONUT BİNASININ TASARIMI**

20.1. BİNANIN GENEL ÖZELLİKLERİ	II.20/2
20.2. TAŞIYICI DUVARLAR.....	II.20/2
20.2.1. Taşıyıcı Duvar Malzemesi.....	II.20/2
20.2.2. Taşıyıcı Duvarların Boyut Özellikleri	II.20/3
20.3. YIĞMA DUVARLARIN GERİLMELERİNİN HESABI.....	II.20/5
20.3.1. Düşey Gerilmelerin Hesabı	II.20/5
20.3.2. Kayma Gerilmelerinin Hesabı	II.20/6
20.4. LENTO VE YATAY HATIL.....	II.20/11
20.5. DÖŞEME.....	II.20/11

20.1. BİNANIN GENEL ÖZELLİKLERİ

Şekil 20.1.de taşıyıcı tuğla duvarları gösterilen birinci deprem bölgesinde bulunan iki katlı yığma konut binasının mimari planına göre duvar düzeninin hazırlandığı kabul edilecek **Yönetmelik**'te öngörülen şartların sağlama durumu kontrol edilecektir. Örnekte bütün şartların sağlandığı tespit edilmesine rağmen, sağlanmadığı durumunda duvar düzeninin sağlayacak biçimde değiştirilmesi gerekir. Binada kat yüksekliği $2.80m$ olarak öngörülmüştür Deprem Yönetmeliği'nde yığma binalar için izin verilen maksimum kat sayısı birinci derece deprem bölgesinde iki olarak belirlenmiştir (**Yönetmelik Madde 5.2.2**). Ayrıca yığma binalarda en büyük kat yüksekliği $3.00m$ olarak verilmiştir (**Yönetmelik Madde 5.2.4**). Deprem Yönetmeliği'nde yığma binaların taşıyıcı duvarları planda olabildiğince düzenli ve ana eksnelere göre simetrik veya simetriğe yakın biçimde düzenlenmesi öngörülmüştür (**Yönetmelik Madde 5.2.5**). Verilen duvar düzeninin bu şartlara uyduğu kolayca görülebilir. Yığma binanın seçilen geometrisi dikdörtgen olup, taşıyıcı duvarlar ana eksnelere göre her iki doğrultuda olabildiğince simetrik bulunmaktadır. Bütün katlarda taşıyıcı duvarlar planda tamamen üst üste gelmektedir (**Yönetmelik Madde 5.2.6**):



Şekil 20.1. Binada taşıyıcı duvar düzeni (boyutlar m)

20.2. TAŞIYICI DUVARLAR

20.2.1. Taşıyıcı Duvar Malzemesi

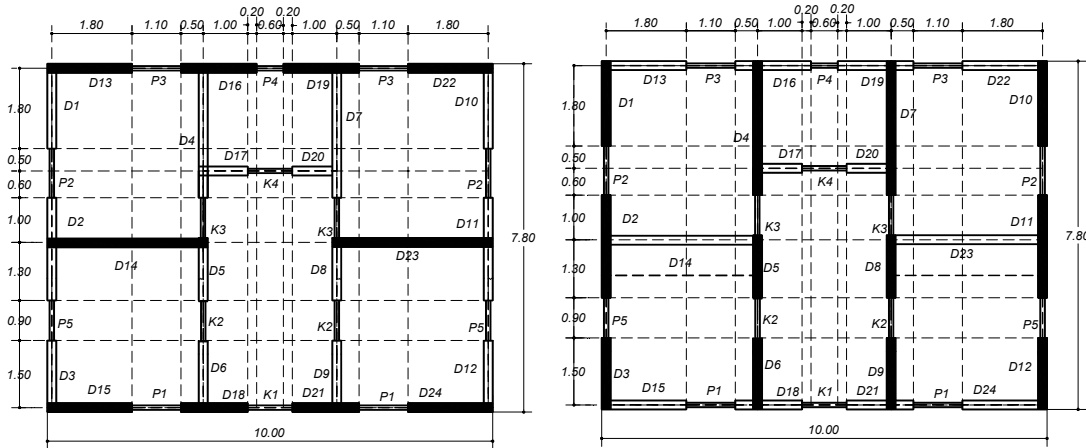
Tasarımı yapılan örnek yığma binanın taşıyıcı duvarları için kullanılan malzeme, düşey delikli blok tuğla olarak seçilmiştir (delik oranı %35'den az, çimento takviyeli kireç

harcı ile örgülü). **Yönetmelik** taşıyıcı duvarda yığma malzemesi olarak Türk Standartlarına uygun doğal taş, dolu tuğla, TS2510 ve TS EN 771-1’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarını aşmayan boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, gazbeton yapı malzeme ve elemanları, kireç kumtaşı, dolu beton briket, kerpiç veya benzeri kargir birimler kullanılabileceğini bildirmektedir (**Yönetmelik Madde 5.4.1.1**).

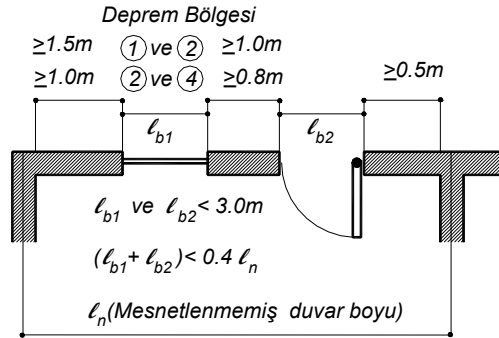
20.2.2. Taşıyıcı Duvarların Boyut Özellikleri

Örnek yığma binanın tüm taşıyıcı duvarlarının kalınlığı $0.20m$ olarak kabul edilmiştir. Birinci derece deprem bölgesinde yer alan iki katlı yığma binaların taşıyıcı duvarlarının (zemin ve birinci katlarda) en küçük kalınlıkları bir tuğla boyudur (**Yönetmelik Madde 5.4 ve Tablo 5.6**).

Binada dik iki doğrultu boyunca uzanan taşıyıcı duvarların, pencere ve kapı boşlukları gözönüne alınmaksızın toplam uzunluğunun brüt kat alanına (konsol döşeme alanları dışındaki alan) oranının $\ell_d/A \geq 0.2 I m/m^2$ şartını sağlaması öngörülmüştür (**Yönetmelik Madde 5.4.4**). Bu eşitsizlikte yer alan ℓ_d Şekil 20.2.deki her bir doğrultu için taralı alanın uzunluğu, A brüt kat alanı ve I Bina Önem Katsayısı’dır. Örnek yığma bina, konut amaçlı kullanım için tasarlandığından $I = 1.0$ olarak kabul edilmiştir.



Şekil 20.2. Binada (a) x ve (b) y doğrultusunda taşıyıcı duvar düzeni



Şekil 20.3. Deprem Yönetmeliği'nde taşıyıcı duvarlardaki boşluklar ile ilgili şartlar (**Yönetmelik, Şekil 5.2**).

Şekil 20.1.den faydalanılarak örnek yığma binanın taşıyıcı duvarlarının yukarıdaki şartı sağladığı belirlenebilir.

x-doğrultusu:

Toplam taşıyıcı duvar uzunluğu: = 23.60m.

Kat alanı: = 10.00m×7.80m = 78.00m²

$23.60m / 78.00m^2 = 0.30m/m^2 > 0.20 \times 1 = 0.20m/m^2$ (sağlanıyor).

y-doğrultusu:

Toplam taşıyıcı duvar uzunluğu: = 23.40 m.

Kat alanı: = 10.00m×7.80m = 78.00m²

$23.40m / 78.00m^2 = 0.30m/m^2 > 0.20 \times 1 = 0.20m/m^2$ (sağlanıyor).

Şekil 20.1 ile Şekil 20.3'ün karşılaştırılmasında taşıyıcı duvarlarda bırakılan kapı ve pencere boşluklarında aşağıda verilen yönetmelik kurallarının sağlandığı görülür:

Şekil 20.1.de verildiği gibi, örnek yığma binada maksimum desteklenmemiş uzunluk, her iki doğrultuda da 3.40m dir (**Yönetmelik Madde 5.4.5.1:** *Herhangi bir taşıyıcı duvarın planda kendisine dik olarak saplanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında kalan desteklenmemiş uzunluğu 1. derece deprem bölgesinde en çok 5.50m olacaktır.*).

Şekil 20.1.de verildiği gibi, örnek yığma binada herhangi bir köşe ile duvardaki boşluk arasındaki minimum uzunluk, her iki doğrultuda da 1.70m dir (**Yönetmelik Madde 5.4.6.1:** *Bina köşesine en yakın pencere veya kapı ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu 1. derece deprem bölgesinde 1.50m den az olamaz.*).

Şekil 20.1.de verildiği gibi, örnek yığma binada herhangi iki boşluk arasındaki minimum uzunluk, her iki doğrultuda da 1.50m dir (**Yönetmelik Madde 5.4.6.2:** *Bina köşeleri dışında pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu 1.derece deprem bölgelerinde 1.00m den az olamaz.*).

Şekil 20.1.de verildiği gibi, örnek yığma binada birbirini dik olarak kesen herhangi iki duvarın arakesitine en yakın boşluk ile duvar kesiti arasındaki minimum duvar uzunluğu 0.50m dir (**Yönetmelik Madde 5.4.6.4:** *Bina köşeleri dışında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, tüm deprem bölgelerinde 0.50m den az olamaz.*).

Şekil 20.1.de verildiği gibi, örnek yığma binada kapı veya pencere boşluklarının maksimum uzunluğu 1.10m dir (**Yönetmelik Madde 5.4.6.5:** *Her bir kapı ve pencere boşluğunun plandaki uzunluğu 3.00m den daha büyük olamaz.*).

Şekil 20.1.de verildiği gibi, örnek yığma binanın desteklenmemiş herhangi bir duvarı boyunca boşlukların toplam uzunluğu duvar uzunluğunun en fazla %33 ü kadardır (**Yönetmelik Madde 5.4.6.6:** *Herhangi bir duvarın desteklenmemiş uzunluğu boyunca kapı ve pencere boşluklarının plandaki uzunluklarının toplamı desteklenmemiş duvar uzunluğunun %40'ından fazla olmayacaktır.*).

20.3. YIĞMA DUVAR GERİLMELERİNİN HESABI

20.3.1. Düşey Gerilmelerin Hesabı

Duvarlarda oluşan basınç gerilmeleri hesap edilecek ve kullanılan tuğla duvar için izin verilen gerilmelerle karşılaştırılacaktır. Duvardaki kapı ve pencere boşluk en kesitleri kadar azaltılmış duvar en kesit alanına bölünerek bulunan gerilmenin, tuğla duvar için izin verilen basınç gerilmesinden büyük olmadığı gösterilmiştir (**Yönetmelik Madde 5.3.1.2**).

Duvarlarda izin verilen basınç emniyet gerilmesi, duvarda kullanılan kargir birimin basınç dayanımı belirli olmadığı veya duvar dayanım deneyi yapılmadığı için, **Yönetmelik Tablo 5.3** den alınmıştır. Buna göre düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35'den az, çimento takviyeli kireç harcı ile) için duvar basınç emniyet gerilmesi $f_{em} = 1.0MPa$ olarak kabul edilmiştir. Yönetmelikte öngörüldüğü şekilde duvar basınç emniyet gerilmesi, duvarların narinlik oranına göre azaltılacaktır (**Yönetmelik Madde 5.3.2.2, Tablo 5.4**). Duvar narinlik oranı, $h = 2.80m$ duvarın yüksekliğinin $t = 0.20m$ duvar kalınlığına oranı olarak tanımlanmıştır.

Duvar narinlik oranı $h/t = 2.80m/0.20m = 14$ ve **Yönetmelik Tablo 5.4** e göre azaltma katsayısı 0.78 olarak belirlenir. Böylece duvar azaltılmış basınç emniyet gerilmesi $f_{em} = 0.78 \times 1.0MPa = 0.78MPa$ olarak ortaya çıkar. Yiğma bina duvarlarında düşey yükler altında oluşan normal gerilmeler, duvar üstündeki kat ağırlıkları duvar alanına bölünerek hesaplanmıştır. Her kat alanı için $G+Q$ yüklemesinden yaklaşık ortalama $15kN/m^2$ (döşeme ve duvarlar dahil) ağırlığın bulunduğu kabulü yapılmıştır. Bu değer binadaki duvar türüne ve duvar düzenine ve kullanım amacına bağlı olup, hareketli yük değerine göre $12kN/m^2$ ile $15kN/m^2$ arasında bulunur. Yapılan hesapta normal kat ve çatı katı ayırımı yapılmamış her ikisi için $15kN/m^2$ değeri kabul edilmiştir. Buna göre zemin kat duvarlarına gelen toplam ağırlık yaklaşık olarak

$$W = (15kN/m^2 + 15kN/m^2) \times 78.00m^2 = 2340kN$$

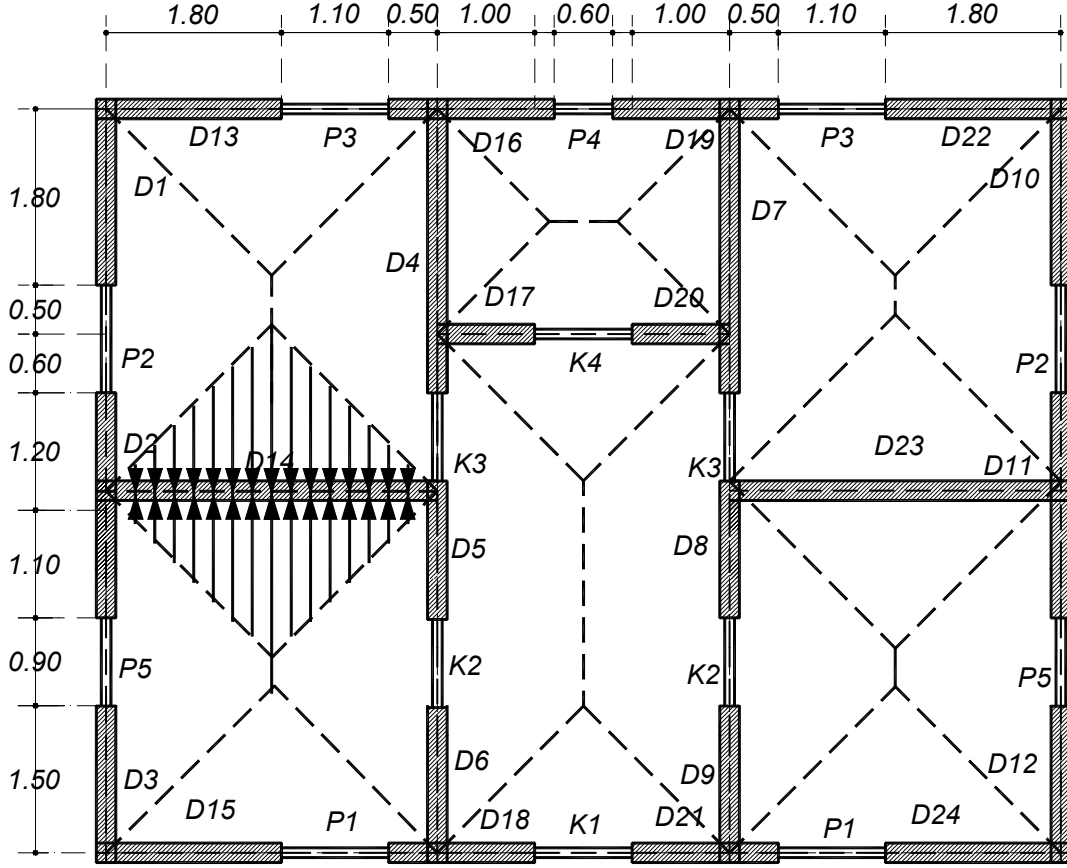
olarak hesap edilebilir. Katta kapı ve pencere boşluklarının bulunduğu bir seviyeden yatay kesit alındığında duvar en kesit alanı $A_w = 8.84m^2$ olarak bulunur. Binada düşey yükün düzgün yayıldığı kabul edilir. Duvarlar da planda oldukça düzgün dağıldığı için, düşey yükten duvar kesitlerindeki gerilmelerin düzgün yayılı olarak ortaya çıktığı kabul edilecektir. Bu durumda duvarda oluşan düşey normal gerilme

$$\sigma = 2340kN / 8.84m^2 = 265 kNm^2 = 0.265 MPa < f_{em} = 0.780MPa$$

olarak hesap edilip, basınç emniyet gerilmesi ile karşılaştırıldığında binada duvarlarının düşey gerilme açısından olumsuz bir durumda olmadığı anlaşılır.

Yiğma binada düşey yüklerin veya duvarların planda düzgün dağılı olmaması, duvardaki düşey normal gerilmelerin duvarlar arasında farklılık göstermesine sebep olur. Kirişli plaklarda kirişlere gelen düşey yüklerin hesabında kullanılan yaklaşık kabuller burada da, duvara gelen yükün belirlenmesinde kullanılabilir ve her duvar için

farklı gerilme hesaplanabilir (Şekil 20.4). Bu durumda kenar duvarlarda daha küçük normal gerilmeler hesap edilir. Ancak, yığma binalarda planda duvarların olabildiğince düzgün yayılması genel olarak özen gösterilmesi gereken bir husus olduğu unutulmamalıdır.

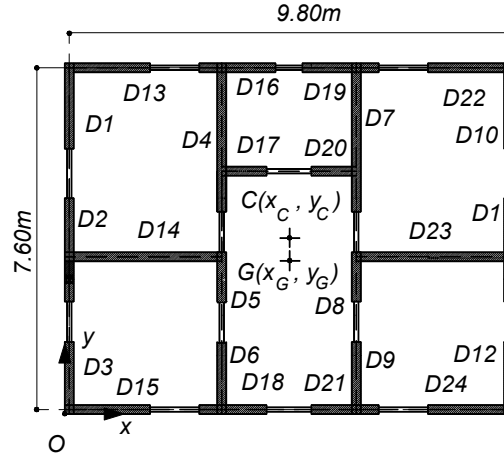


Şekil 20.4. Duvarlara gelen kat yüklerinin hesaplanmasında yük alanlarının belirlenmesi

20.3.2. Kayma Gerilmelerinin Hesabı

Yatay deprem etkisinden dolayı duvar kesitlerinde kayma gerilmeleri meydana gelir. Depremin $G+Q+E_x$ ve $G+Q+E_y$ olarak iki ortogonal doğrultuda ayrı ayrı etkidiği kabul edilir. Yatay deprem yükü duvarlara yatay öteleme rijitlikleri oranında paylaşılır. Bu amaçla öncelikle her duvarın göreceli kayma rijitliği $k A/h$ olarak hesaplanır. Bu ifadede A duvar yatay en kesit alanını ve $h = 2.80m$ duvar yüksekliğini temsil etmektedir. İfadede yer alan k parametresi duvar en kesitleri dikdörtgen olduğundan dolayı 1.0 olarak alınmıştır. Buna göre her iki doğrultuda hesaplanan duvar kayma rijitlikleri Tablo 20.1.de verilmiştir. Tabloda yer alan x_i ve y_i değerleri, duvar elemanının geometrik merkezinin döşemenin koordinat sisteminin başlangıcı olan O noktasına uzaklığını L_u ve L_k değerleri ise bir duvar elemanının uzun ve kısa kenarlarının boyutlarını göstermektedir (Şekil 20.5). Her iki doğrultudaki duvar rijitlikleri göz önüne alınarak C rijitlik merkezi aşağıdaki ifadeler kullanılarak hesaplanmıştır:

$$x_C = \frac{\sum_i x_i k_{yi}}{\sum_i k_{yi}} = \frac{8.14}{1.63} = 5.00m \quad y_C = \frac{\sum_i y_i k_{xi}}{\sum_i k_{xi}} = \frac{6.22}{1.53} = 4.07m$$



Şekil 20.5. Döşeme üzerinde $G(x_G, y_G)$ geometrik merkez ve $C(x_C, y_C)$ rijitlik merkezi

Yığma binanın kayma rijitlik merkezi $x_C = 5.00m$ ve $y_C = 4.07m$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 20.1). Döşemenin geometrik merkezinin $x_G = 5.00m$ ve $y_G = 3.90m$ olduğu gözönüne alınırsa, bu iki merkezin birbirine çok yakın olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum taşıyıcı duvarların çok düzenli ve simetrik bir biçimde yerleştirilmiş olduğuna işaret etmektedir.

Atalet momentlerini hesaplamadan önce referans eksenleri O noktasından G noktasına (döşemenin geometrik merkezi) taşınmıştır. Buna göre herhangi bir duvar elemanının kendi geometrik merkezinden yeni referans eksenlerine olan uzaklığı aşağıdaki ifadeler kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 20.6 ve Tablo 20.1):

$$\bar{x}_i = x_i - x_G \quad \bar{y}_i = y_i - y_G$$

Her iki doğrultudaki duvarların fiktif atalet momentleri ise, aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanmıştır (Tablo 20.1):

$$I_x = \sum_i (\bar{y}_i^2 k_{xi}) + y_{CG}^2 \sum_i k_{xi} = 13.91 + (0.17)^2 (1.53) = 13.95m^3$$

$$I_y = \sum_i (\bar{x}_i^2 k_{yi}) + x_{CG}^2 \sum_i k_{yi} = 21.69 + (0.00)^2 (1.63) = 21.69m^3$$

Kütle ve rijitlik merkezi arasındaki koordinat farkı

$$x_{CG} = x_C - x_G = 5.00 - 5.00 = 0.0 \quad y_{CG} = y_C - y_G = 4.07 - 3.90 = 0.17m$$

şeklinde bulunur. Binanın düşey eksenine göre burulma rijitliği J , plandaki iki eksene göre olan $I_x = 13.95m^3$ ve $I_y = 21.69m^3$ atalet momentleri toplamıdır (Tablo 20.1):

$$J = I_x + I_y = 13.95 + 21.69 = 35.64m^3$$

TABLO 20.1 - ÖRNEK YIĞMA BİNADA KAYMA RİJİTLİK MERKEZİNİN HESABI

Duvar	x (m)	y (m)	L_u (m)	L_k (m)	A (m^2)	k_x (m)	k_y (m)	$x k_y$ (m^2)	$y k_x$ (m^2)	\bar{x} (m)	\bar{y} (m)	$\bar{x}^2 k_y$ (m^3)	$\bar{y}^2 k_x$ (m^3)
1	0.10	6.85	1.9	0.2	0.38	0	0.14	0.01	0	-4.9	2.95	3.26	0
2	0.10	3.65	2.3	0.2	0.46	0	0.16	0.02	0	-4.9	-0.25	3.94	0
3	0.10	0.80	1.6	0.2	0.32	0	0.11	0.01	0	-4.9	-3.1	2.74	0
4	3.50	6.20	2.8	0.2	0.56	0	0.20	0.70	0	-1.5	2.3	0.45	0
5	3.50	3.20	1.4	0.2	0.28	0	0.10	0.35	0	-1.5	-0.7	0.23	0
6	3.50	0.90	1.4	0.2	0.28	0	0.10	0.35	0	-1.5	-3	0.23	0
7	6.50	6.20	2.8	0.2	0.56	0	0.20	1.30	0	1.5	2.3	0.45	0
8	6.50	3.20	1.4	0.2	0.28	0	0.10	0.65	0	1.5	-0.7	0.23	0
9	6.50	0.90	1.4	0.2	0.28	0	0.10	0.65	0	1.5	-3	0.23	0
10	9.90	6.85	1.9	0.2	0.38	0	0.14	1.34	0	4.9	2.95	3.26	0
11	9.90	3.65	2.3	0.2	0.46	0	0.16	1.63	0	4.9	-0.25	3.94	0
12	9.90	0.80	1.6	0.2	0.32	0	0.11	1.13	0	4.9	-3.1	2.74	0
13	1.05	7.70	1.7	0.2	0.34	0.12	0	0	0.94	-3.95	3.8	0	1.75
14	1.80	3.80	3.2	0.2	0.64	0.23	0	0	0.87	-3.2	-0.1	0	0.00
15	1.05	0.10	1.7	0.2	0.34	0.12	0	0	0.01	-3.95	-3.8	0	1.75
16	3.85	7.70	1.7	0.2	0.34	0.12	0	0	0.94	-1.15	3.8	0	1.75
17	4.05	5.40	0.9	0.2	0.18	0.06	0	0	0.35	-0.95	1.5	0	0.14
18	3.75	0.10	1.5	0.2	0.3	0.11	0	0	0.01	-1.25	-3.8	0	1.55
19	6.15	7.70	1.7	0.2	0.34	0.12	0	0	0.94	1.15	3.8	0	1.75
20	5.95	5.40	0.9	0.2	0.18	0.06	0	0	0.35	0.95	1.5	0	0.14
21	6.25	0.10	1.5	0.2	0.3	0.11	0	0	0.01	1.25	-3.8	0	1.55
22	8.90	7.70	1.7	0.2	0.34	0.12	0	0	0.94	3.9	3.8	0	1.75
23	8.20	3.80	3.2	0.2	0.64	0.23	0	0	0.87	3.2	-0.1	0	0.00
24	8.90	0.10	1.7	0.2	0.34	0.12	0	0	0.01	3.9	-3.8	0	1.75
Toplam					8.84	1.53	1.63	8.14	6.22			21.69	13.91

Hesaplarda G duvar kayma rijitliği bütün duvarlarda aynı olduğu için, hesaba dahil edilmemiştir. Bu sebepten parametrelerin birimlerinde eksiklik görülebilir. Ancak kayma gerilmelerinin hesabında göreceli rijitlik yeterli olduğu için bu eksikliğin sonuçlara etkisi yoktur.

Deprem yükü hesabı, **Yönetmelik Bölüm 2**.ye göre spektrum katsayısı $S(T_1) = 2.5$ ve deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = 2.0$ alınarak yapılmıştır. Spektral ivme katsayısı hesabında kullanılan etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.4$ (Birinci deprem

bölgesi), konut için Bina Önem Katsayısı $I = 1.0$ olarak alınmıştır. Bina ağırlığının hesabında her kat için $15kN/m^2$ ve çatı için de aynı $15kN/m^2$ lik toplam yük değeri kabul edilmiştir. Buna göre bina ağırlığı $2340kN$ olarak hesaplanmıştır. Taban kesme kuvveti ise,

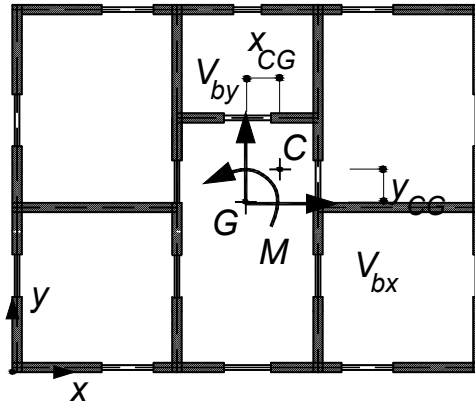
$$V_b = A_o I W S / R_a = 0.4 \times 1.0 \times 2340 \times 2.5 / 2 = 1170 kN$$

olarak hesaplanır: Kat burulma momenti, taban kesme kuvvetinin etkidiği doğrultu dikkate alınarak

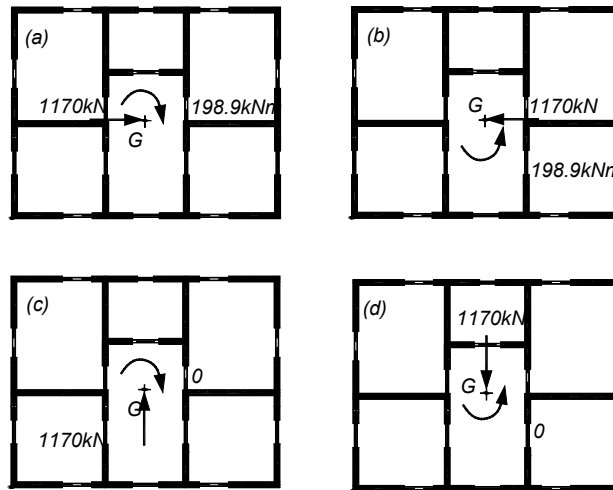
$$M = V_{bx} y_{CG}$$

$$M = - V_{by} x_{CG}$$

olarak hesaplanabilir. Burada kullanılan parametrelerden V_{bx} ve V_{by} hesabı yukarıda verilmiş olan ve birbirine dik iki doğrultuda geometrik merkezden uygulanan taban kesme kuvvetlerini, M ise burulma momentini temsil etmektedir (Şekil 20.6).



Şekil 20.6. Her iki doğrultuda taban kesme kuvveti ve burulma momenti için kabul edilen yönler



Şekil 20.7. Zemin kata etkiyen taban kesme kuvvetleri ve burulma momentini, (a) deprem + x doğrultusunda, (b) deprem - x doğrultusunda, (c) deprem + y doğrultusunda ve (d) deprem - y doğrultusunda.

Taşıyıcı duvarların kayma gerilmesinin hesaplanmasında taban kesme kuvvetlerinin farklı doğrultuda etkidiği dört değişik durum gözönüne alınmıştır. Bu dört durum taban kesme kuvvetlerinin $+x$, $-x$, $+y$ ve $-y$ doğrultularında etkimesiyle ortaya çıkmaktadır. Her bir durum için karşı gelen burulma momentleri hesaplanmıştır. Momentlerin büyüklüğü ve yönü Şekil 20.7.de gösterilmiştir.

TABLO 20.2 * DUVARLARA GELEN KESME KUVVETLERİNİN VE KAYMA GERİLMELERİNİN HESABI

Duvar	L_u (m)	L_k (m)	A (m^2)	$V_{x,1}$ (kN)	$V_{y,1}$ (kN)	$V_{x,2}$ (kN)	$V_{y,2}$ (kN)	$\tau_{x,1}$ (MPa)	$\tau_{x,2}$ (MPa)	$\tau_{y,1}$ (MPa)	$\tau_{y,2}$ (MPa)
1	1.90	0.20	0.38	0	0	97.50	97.50	0	0	0.257	0.257
2	2.30	0.20	0.46	0	0	118.03	118.03	0	0	0.257	0.257
3	1.60	0.20	0.32	0	0	82.11	82.11	0	0	0.257	0.257
4	2.80	0.20	0.56	0	0	143.68	143.68	0	0	0.257	0.257
5	1.40	0.20	0.28	0	0	71.84	71.84	0	0	0.257	0.257
6	1.40	0.20	0.28	0	0	71.84	71.84	0	0	0.257	0.257
7	2.80	0.20	0.56	0	0	143.68	143.68	0	0	0.257	0.257
8	1.40	0.20	0.28	0	0	71.84	71.84	0	0	0.257	0.257
9	1.40	0.20	0.28	0	0	71.84	71.84	0	0	0.257	0.257
10	1.90	0.20	0.38	0	0	97.50	97.50	0	0	0.257	0.257
11	2.30	0.20	0.46	0	0	118.03	118.03	0	0	0.257	0.257
12	1.60	0.20	0.32	0	0	82.11	82.11	0	0	0.257	0.257
13	1.70	0.20	0.34	95.41	90.48	0	0	0.281	0.266	0	0
14	3.20	0.20	0.64	174.61	175.29	0	0	0.273	0.274	0	0
15	1.70	0.20	0.34	90.26	95.63	0	0	0.265	0.281	0	0
16	1.70	0.20	0.34	95.41	90.48	0	0	0.281	0.266	0	0
17	0.90	0.20	0.18	49.68	48.73	0	0	0.276	0.271	0	0
18	1.50	0.20	0.3	79.64	84.38	0	0	0.265	0.281	0	0
19	1.70	0.20	0.34	95.41	90.48	0	0	0.281	0.266	0	0
20	0.90	0.20	0.18	49.68	48.73	0	0	0.276	0.271	0	0
21	1.50	0.20	0.30	79.64	84.38	0	0	0.265	0.281	0	0
22	1.70	0.20	0.34	95.41	90.48	0	0	0.281	0.266	0	0
23	3.20	0.20	0.64	174.61	175.29	0	0	0.273	0.274	0	0
24	1.70	0.20	0.34	90.26	95.63	0	0	0.265	0.281	0	0

Duvarlara gelen kesme kuvveti, kat kesme kuvveti yanında kat burulma momenti de göz önüne alınarak binanın birbirine dik her iki eksenini doğrultusunda ve her iki yönde aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Durum 1: } V_{bx,1} = +1170kN \quad M = +198.90kNm$$

$$\text{Durum 2: } V_{bx,2} = -1170kN \quad M = -198.90kNm$$

$$\text{Durum 3: } V_{by,1} = +1170kN \quad M = 0$$

$$\text{Durum 4: } V_{by,2} = -1170kN \quad M = 0$$

Parametrelere ait (1) indisi + yönü ve (2) indisi – yönü temsil etmektedir. Her bir duvar parçasına gelen kesme kuvveti

$$V_{xi} = \frac{k_{xi}}{\sum_i k_{xi}} \cdot V_{bx} + \frac{M}{J} k_{xi} (\bar{y}_i - y_{CG}) \quad V_{yi} = \frac{k_{yi}}{\sum_i k_{yi}} \cdot V_{by} + \frac{M}{J} k_{yi} (\bar{x}_i - x_{CG})$$

ifadesi kullanılarak hesap edilir. Son olarak her bir duvar için kayma gerilmeleri, kesme kuvvetlerinin duvar alanına bölünmesi ile elde edilir: $\tau_i = V_i / A_i$. Kesme kuvvetlerinin ve kayma gerilmelerinin, her dört durum (taban kesme kuvvetinin $+x$, $-x$, $+y$ ve $-y$ doğrultuları) için hesaplanmış değerleri Tablo 20.2.de verilmiştir. Buna göre herhangi bir duvarda oluşan maksimum kayma gerilmesi $0.28MPa$ mertebesinde olup, kayma gerilmesinin önemli bölümü kesme kuvvetinden ve çok küçük bölümü de burulma momentinden oluşmaktadır. Her duvar için elde edilen kayma gerilmesinin duvar kayma emniyet gerilmesi τ_{em} ile karşılaştırılması son adımı teşkil eder.

Duvar kayma emniyet gerilmesi τ_{em}

$$\tau_{em} = \tau_o + \mu \sigma = 0.25 + 0.5 \times 0.265 = 0.38MPa$$

olarak elde edilir. Bu denklemde $\tau_o = 0.25MPa$ duvar çatlama emniyet gerilmesi olup, değeri delikli blok tuğla için **Yönetmelik Tablo 5.5**.den alınmıştır. Sürtünme katsayısı yönetmelikte tavsiye edildiği üzere $\mu = 0.5$ ve daha önce hesaplanmış olan duvar düşey gerilmesi ise $\sigma = 0.265MPa$ olarak alınmıştır.

Bu değer maksimum duvar gerilmesi $\tau_{max} = 0.28MPa$ ile karşılaştırıldığında örnek yığma binanın, duvarlarda oluşan kayma gerilmeleri açısından güvenli olduğu anlaşılır. Tablo 20.2.de iki doğrultuda hesaplanan kayma gerilmelerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bunun sebebi iki doğrultudaki etkili duvar alanının birbirine yakın olmasıdır. Ayrıca, duvarların planda düzgün dağılımından dolayı rijitlik merkezi ile kütle merkezi birbirine çok yakın oluşmuş ve gerilmeler $\tau = 0.26 MPa \sim 0.28MPa$ arasında kalmıştır.

20.4. LENTO VE YATAY HATIL

Yönetmelikte pencere ve kapı lentolarının duvarlara oturan uçlarının her birinin uzunluğu serbest lento açıklığının %15'inden ve 0.20m den az olmaması öngörülmüştür. (Yönetmelik Madde 5.5.1.1). Yığma binada en büyük pencere açıklığı $1.10m$ olup, bu uzunluğun %15'i $0.165m$ dir. Buna göre tüm kapı ve pencerelerde duvara oturan lento uçlarının uzunluğu $0.20m$ olarak alınmıştır.

Yönetmelikte her bir döşemenin taşıyıcı duvarlara oturduğu yerde betonarme döşeme ile birlikte dökülen ve aşağıdaki şartları sağlayan betonarme yatay hatıllar yapılması öngörülmüştür (**Yönetmelik Madde 5.5.2.1**).

(a) Yatay hatıllar taşıyıcı duvar genişliğine eşit genişlikte ve en az 0.20m yükseklikte olacaktır.

(b) Hatılarda beton kalitesi en az C16 olacak, içlerine taş duvarlarda en az üçü altta, üçü üstte 6φ10, diğer malzemeden taşıyıcı duvarlarda ise en az 4φ10 boyuna donatı ile birlikte en çok 0.25m ara ile φ8 lik etriye konulacaktır. Boyuna donatılar köşelerde ve kesişme noktalarında sürekliliği sağlayacak biçimde bindirilecektir

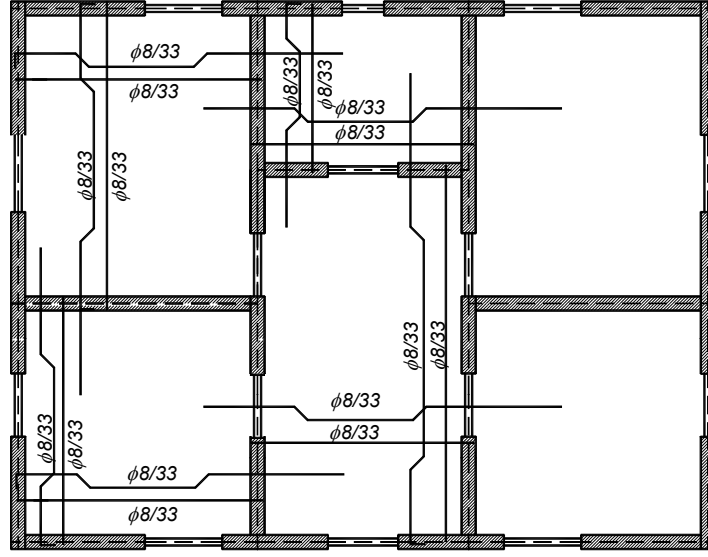
20.5. DÖŞEME

Yönetmelikte yığma kagir binaların kat döşemeleri TS500'deki kurallara göre tasarlanmış boyut ve donatıları olan betonarme plak veya dişli döşemeler öngörülmüştür (**Yönetmelik Madde 5.6.1**). Döşeme minimum kalınlığı TS500'de

$$h \geq h_{\min} \frac{\ell_{sn}}{15 + \frac{20}{m}} \left(1 - \frac{\alpha_s}{4} \right)$$

ifadesi ile verilmiştir. Bu denklemden h döşeme kalınlığını, ℓ_{sn} döşemenin kısa doğrultudaki serbest açıklığını, m döşemenin uzun kenarının kısa kenarına oranını ve α_s ise süresiz kenarlarının toplamının tüm kenarların toplamına oranını temsil etmektedir. En kritik döşeme olan D101 için bu parametreler $\ell_{sn} = 3.20m$, $m = 1.26$, $\alpha_s = 0.5$ değerlerini almaktadır. Bu değerler ile döşeme kalınlığı $h = 12cm$ olarak belirlenmiştir (Şekil 20.8). Döşeme donatı hesabında ise TS500 de iki doğrultuda çalışan kirişli döşeme plak için verilen kurallar kullanılarak donatı hesabı yapılmıştır. Bu yöntem uyarınca hesaplanan momentler, döşeme sınır şartlarını ve geometrik özelliklerini gözönüne alarak hesaplanmıştır:

$$m_d = \alpha p_d \ell_{sn}^2$$



Şekil 20.7. Döşemede donatı düzeni

Bu denklemde p_d düzgün yayılı tasarım yükünü, α ise TS500 de verilmiş olan bir moment katsayısını temsil etmektedir. Bu denklem kullanılarak her döşemenin açıklık ve mesnet moment değerleri kısa ve uzun doğrultu için hesaplanmıştır.

Donatı hesabında dikkat edilecek iki husus, minimum donatı koşulu ve maksimum donatı aralığıdır. TS500 uyarınca döşemelerde herhangi bir doğrultuda kullanılan donatı oranı 0.0015 den; uzun ve kısa doğrultuya konulan toplam donatının miktarı ise 0.004 ($S220$) ve 0.0035 ($S420$) den az olamaz. Ayrıca donatı aralığı, döşeme kalınlığının 1.5 katından fazla olamaz. Tüm bu koşullar göz önüne alınarak elde edilen döşeme donatı düzeni Şekil 20.7.de verilmiştir.