

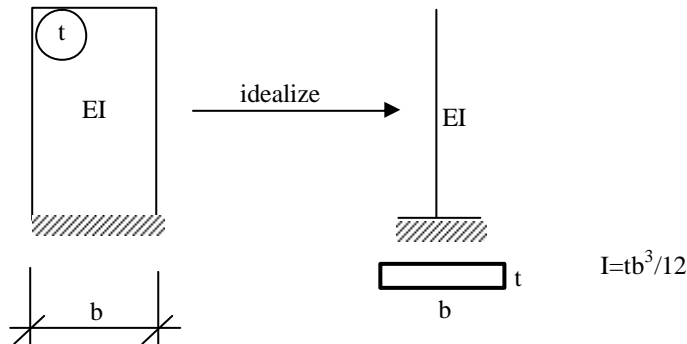
Perdeli Sistemler: Statik ve Betonarme Kesit Hesapları

Kat sayısı arttıkça yatay yer değiştirmelerin de buna bağlı olarak artması, yüksek yapılarda gerekli yatay rijitliği sağlayacak eleman kullanımını gerektirir. Bu bağlamda perdeler, çerçeve sistemlerin yatay yüklere karşı rijitliklerini gerekli değerlere çekebilmek açısından, yapı tasarımında oldukça sık kullanılan eleman olma özelliğini tasimaktadırlar.

Çok katlı yapı tasarımının temel elemanlarından olan perdeler, gerek mimari gerekse statik açıdan tercih edilmektedir. Bilindiği gibi depreme dayanıklı yapı tasarımında taşıyıcı sistemin göçmeyecek şekilde ayakta kalması temel koldur. Bu da, sistemde önemli ölçüde enerji yutulması gerekliliğini beraber getirir. Betonarme perde ve çelik çerçevelerden oluşan sistemler, uygun biçimde tasarlandıklarında, diğer sistemlere oranla çok daha fazla enerji yutabilirler; bir başka deyimle yeterince sünek davranabilirler. Son zamanlarda yapılan teorik ve deneysel çalışmalar, bunun için **kuvvetli kolon-zayıf kiriş** prensibinin sağlanmasının çoğunlukla yeterli olduğunu göstermektedir.

Konsol Perdeler

Yüksek bir yapıda bulunan bir perde eğer düseyde herhangi bir boşluk içermiyorsa (boşluk oranı: $\sqrt{\frac{F_{bos}}{F}} \leq 0.40$) konsol kiriş davranışı gösterdiği kabul edilebilir. Konsol perdeler katlar hizasında dösemelere bağlandıkları için yanal burkulma problemine maruz kalmayacaklardır. Budurumda elemanların sadece eğilme ve kesme güvenliği sağlanacak şekilde boyutlandırılmaları yeterli olacaktır. Boyutlandırmada esas alınacak kuvvetlerin hesabında, sistemin eksenlerden idealize edilerek bir konsol kiriş gibi gözönüne alınması yeterlidir (Şekil1).



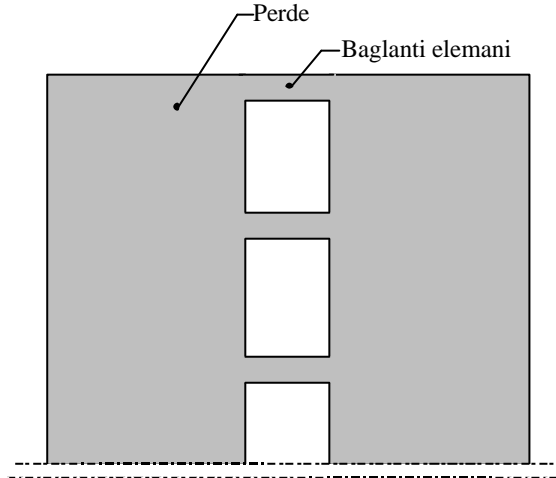
Şekil 1: Konsol Perdeler

Bosluklu Perdeler

Perdeli sistemlerde, kapi, pencere bosluklari birakilmasi nedeniyle perde elemanlarda düseyde bir süreksizlik meydana gelecektir. Perdeli sistemlerin özel bir hali olarak düşünölebilecek bu tür sistemlere bosluklu perdeler denilmektedir.

Bu durumda bosluklu perdeleri; iki perde duvarin, bag elemani diye adlandirilabilecek kısa kirislerle birbirlerine baglandigi perde sistemler olarak tanımlamak mümkündür (Sekil 2). Bu bag elemanlari; kimi kez döseme plaginin bu kısmi, kimi kez çubuk davranisinda kirisler, kimi kez de çubuk davranisina uymayan perde parçalaridir (levha).

Genelde söz konusu bag elemanlarinin boyutlari, gerek mimari zorunluluklar gerekse çözüm kolayligi açısından tüm katlarda sabit olacak sekilde düzenlenir. Ancak bu durumda bosluklu perdelerin bag elemanlari bazi bölgelerde (perdeye saplandigi kesimler) yetersiz kalabilir. Yeterli olup olmayacagina karar vermek bakımından, bag elemanlarinin plastik davranislarinin da bilinmesi gerekir.

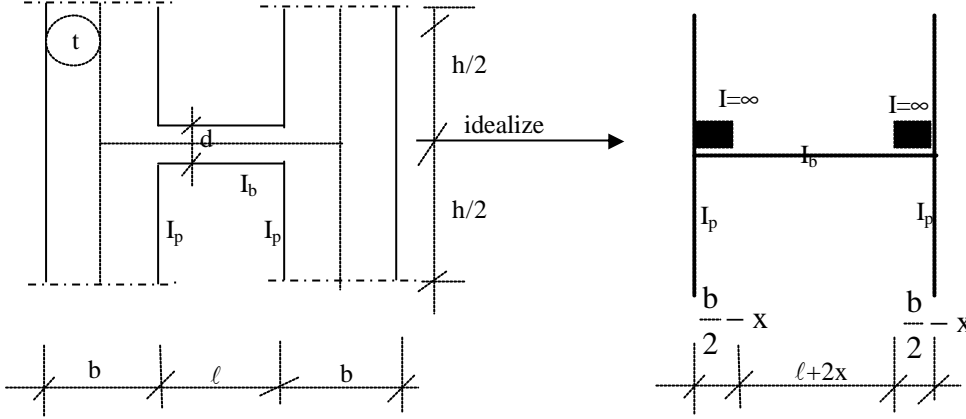


Sekil 2: Bosluklu Perde

Statik hesaplarda kolaylik olmasi açısından esdeger çerçeve yöntemi önerilmektedir. Bosluklu perdelerin esdeger çerçeve olarak hesabi için ise literatürde kabul görmüs iki yaklasim önerilebilir:

I.Yaklaşım (S.Pala ve G.Özmen,1995)

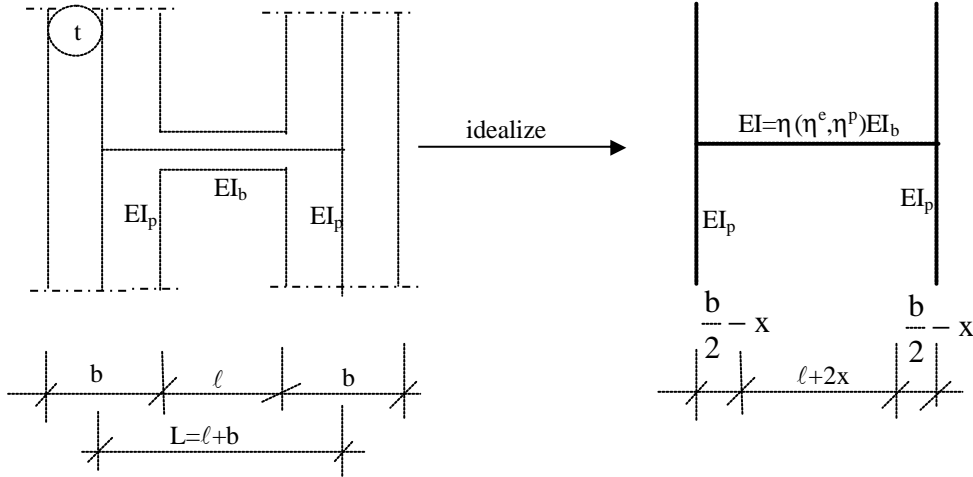
Yaklaşımında, perde içerisinde kalan bağ elemanlarının belirli bir kısmı sonsuz rijit alınması ile elde edilen bir statik sistem önerilmiştir.



$$\frac{x}{d} = (2.3 - 0.22\gamma)e^{-0.78\alpha}; \quad \alpha = \frac{b}{h}, \quad \gamma = \frac{h}{d}$$

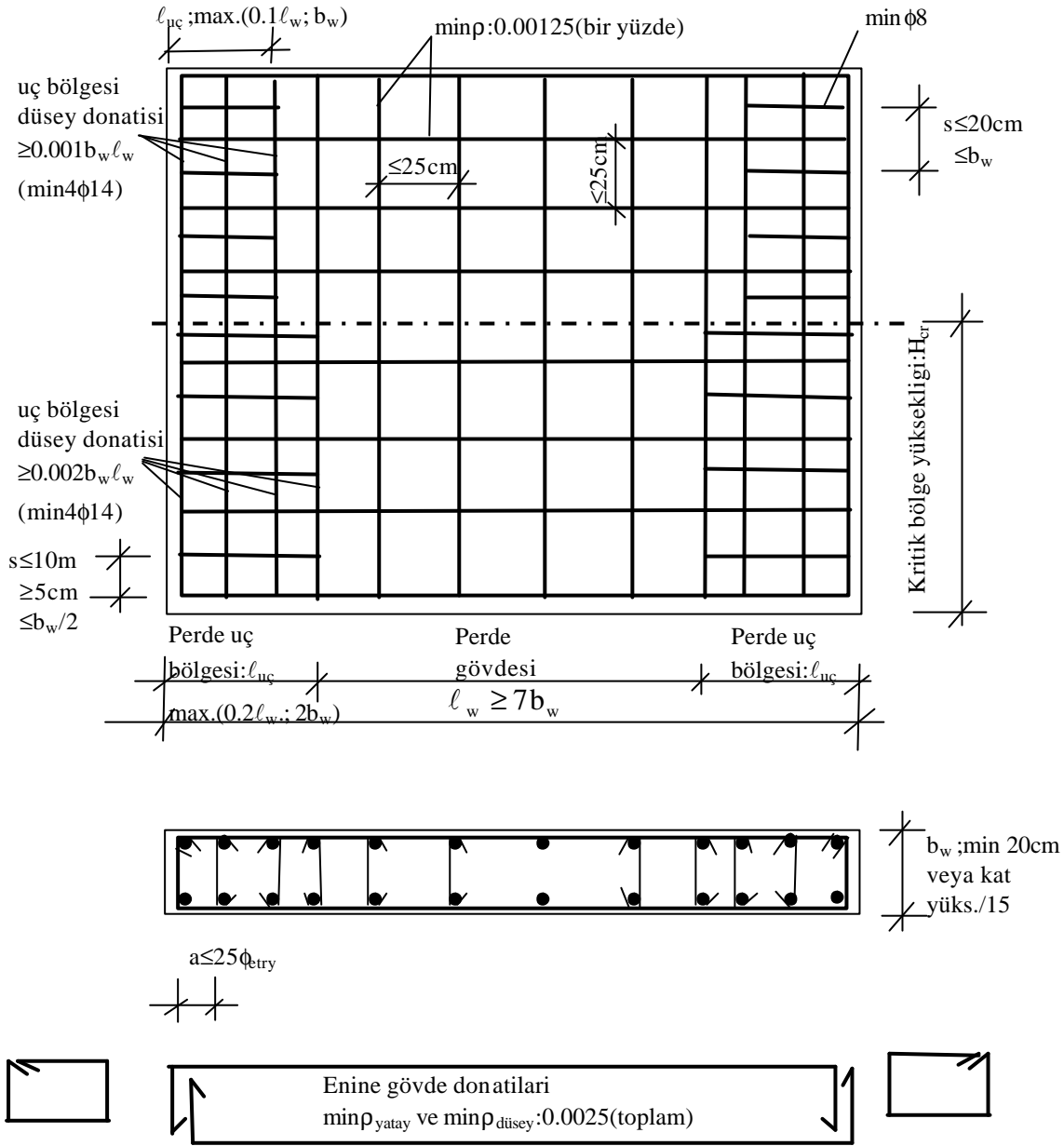
II.Yaklaşım (Z.Polat,1996 ve B.Doran)

Yaklaşımında, bağ elemanının **esdeğer rijitliği** tüm geometrik ve mekanik parametrelerin bir fonksiyonu olarak, elastik çözümler için $\eta^e = \eta^e(d, b, h, \ell, L, t, E, G, \mu)$, elastik ötesi çözümler için ise $\eta^p = \eta^p(d, b, h, \ell, L, t, E, G, \mu, \sigma_c, f_c)$ şeklinde istatistik yaklaşımla tesbit edilecek çarpan olmak üzere, L açıklıklı, kesiti L boyunca sabit fiktif çubugun rijitliğinin (η) kati olarak tanımlanmıştır:



$$\eta^e = 1.9 \left(\frac{h}{\ell} \right)^{0.03} \left(\frac{b}{\ell} \right)^{1.70} \left(\frac{d}{\ell} \right)^{-0.60}; \quad \eta^p = 1.5 \left(\frac{h}{\ell} \right)^{0.03} \left(\frac{b}{\ell} \right)^{1.70} \left(\frac{d}{\ell} \right)^{-0.51} \left(\frac{\sigma_c}{f_c} \right)^{-0.35}$$

Betonarme Kesit Hesapları



Sekil 3: Donatı Düzeni

BA perdeler uzun kenarın kalınlığına oranı en az 7 olan düşey taşıyıcı elemanlardır. Bu tür elemanlarda eğilme etkisinde uç bölgelerde meydana gelecek zorlanmaları dikkate alabilmek için uç bölgeleri oluşturulur ve bu bölgeler kolon kesimine benzer şekilde boyutlandırılır. Perdenin geriye kalan kısmı ise gövde bölgesidir ve bu kesimde de minimum koşullara bağlı olarak yatay ve düşey donatı ağı öngörülür (Sekil 3). Konsol perdelerin en zorlanan kısmı temele mesnetlendiği kesim olduğundan temel üst kotundan itibaren toplam perde yüksekliğinin belirli bölgesi, perde

kritik bölgesi ($2\ell_w \geq H_{cr} \geq \max\{\ell_w; H_w/6\}$) olarak belirlenir ve bu bölgede donatı koşulları ağırlastırılır. Eğer $H_w/\ell_w > 2$ ise kritik perde yüksekliğince perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/12 sinden az olmamalıdır. Eğer perde alanı büyükse; V_t : taban kesme kuvveti, $\sum A_g$:deprem kuvveti doğrultusundaki toplam perde alanı, $\sum A_p$: binanın tüm katlarının plan alanlarının toplamı olmak üzere,

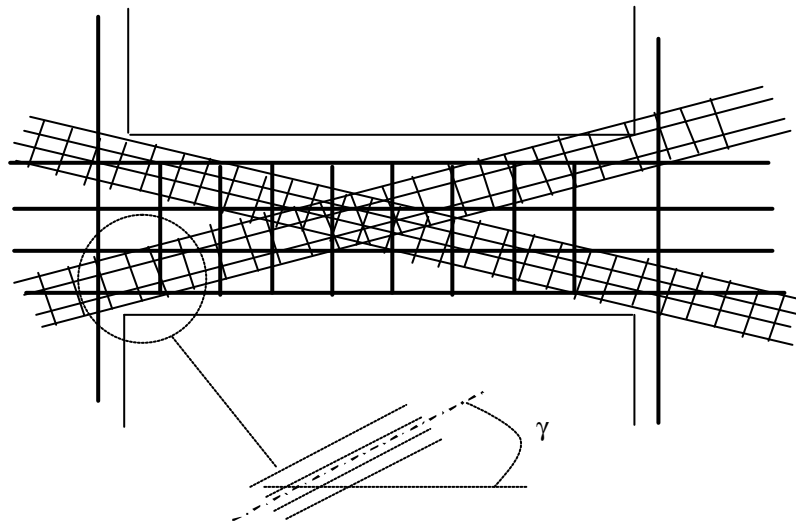
$$V_t / \sum A_g \leq 0.5f_{ctd} \quad \sum A_g / \sum A_p \geq 0.002$$

koşullarının beraberce sağlanması durumunda boyuna ve enine toplam gövde donatısı oranı 0.0015 değerine indirilebilir. Ancak enine donatı aralığı 30cm yi geçmemelidir.

Kesme kuvveti kapasitesi nedeniyle tasarım kesme kuvveti için bir üst sınır konulmuştur:

$$V_d \leq 0.65f_{ctd}A_g + f_{yd}A_{sh} \text{ ve } V_d \leq 0.22f_{cd}A_g$$

Bosluklu perdelerde, dayanımı doğrudan etkileyen bağ elemanları ile perde elemanların beraber çalışmaları amaçlanır. Bağ elemanları için, ℓ (serbest açıklık) $\geq 3d$ ve $V_d \leq 1.5f_{ctd}b_w d$ koşulları sağlanıyorsa bu elemanlar kiris gibi donatılabileceklerdir. Aksi halde kesme ve eğilme etkilerini karşılayabilmek için $A_{sd} = V_d / (2f_{yd} \sin \gamma)$ kesit alanına sahip en az dört çapraz donatı yerleştirilmelidir. Ayrıca bu donatılar, aralığı 10cm den az olmayan etriyelerle sarılacaktır. Bu donatı demetlerine ilave yatay ve dikey donatılar kullanılmalıdır (Şekil 4).



Şekil 4: Bağ Elemanı Donatı Düzeni

Radye Temeller

Kirisli ve kirissiz tipte insa edilebilen radye temeller, genellikle yapı agirliginin büyük ya da zeminin tasima gücünün düşük olduğu durumlarda tercih edilir. Asagida verilen kriterin saglanması durumunda bu tip temel sisteminin seçilmesi önerilir:

$$A_T = \frac{\sum N}{\sigma_{net}}; \sigma_{net} = \sigma_{z,em} - \sigma_g; \sigma_g = \frac{\sum N_T}{A_T} \xrightarrow{\text{Kriter}} A_T > 0.70 \times \text{Yapi alanı}$$

Temel boyutlari belirlenirken yapilmasi önerilen gerilme kontrolleri(G+Q±E durumu) ise,

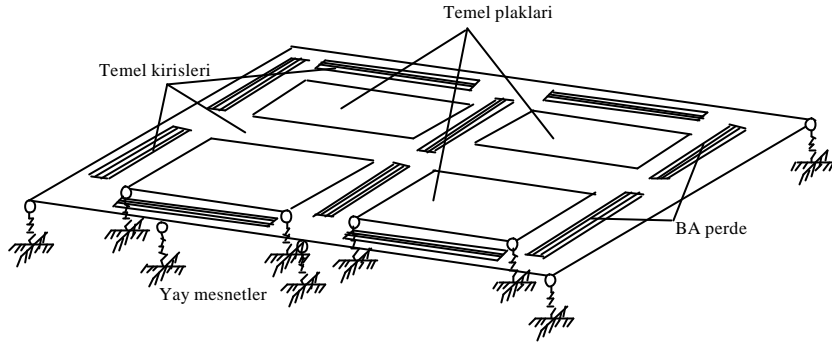
$$\sigma_{1,2} = \frac{\sum N_{G+Q±E_X}}{A_T} \pm \frac{\sum M_{o,X}}{W_X}; \sigma_1 < 1.5\sigma_{net}, \sigma_2 > 0$$

$$\sigma_{3,4} = \frac{\sum N_{G+Q±E_Y}}{A_T} \pm \frac{\sum M_{o,Y}}{W_Y}; \sigma_3 < 1.5\sigma_{net}, \sigma_4 > 0$$

Seklinedir. Burada $M_{o,X}$, $M_{o,Y}$, X ve Y dogrultularinda kolon ve perde düsey yüklerinin temel agirlik merkezine göre momentlerini, W_X , W_Y ise bu dogrultulardaki mukavemet momentlerini, N_T ise temel agirligini ($h_T \times A_T \times 25$)[kN] göstermektedir.

Kirisli Radye Temel

Bu tip temellerde, kolon ve perdeler kirislerin üzerine oturtulur ve kirisler arasinda teskil edilen döseme elemanlarla birbirine baglanır (Sekil 5). Sistemin statik açıdan, elastik zemine oturan sürekli kiris seklinde çözümlü önerilmektedir. Zeminin elastik özelligi birbirine sonsuz yakin yay mesnetlerle ifade edilir.

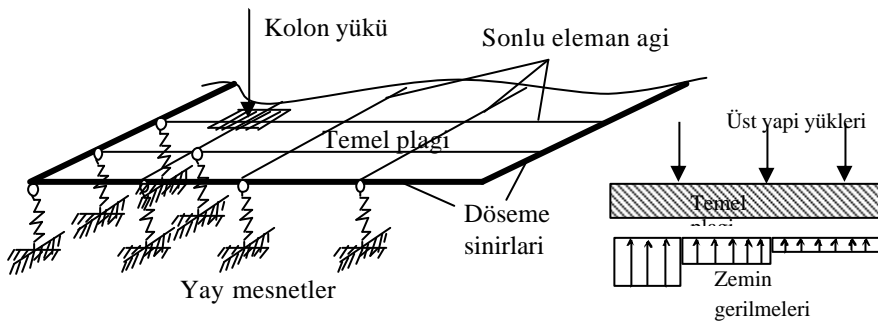


Sekil 5: Kirisli Radye Temel

Kesit tesirlerinin hesabindan sonra elde edilen momentlere göre, kiris ve döşeme elemanlari için betonarme kesit hesabi bilinen herhangi bir yöntemle yapılabilir. Ancak kirislere mesnetlenen döşemelerin asagidan yukariya dogru yüklenmis ters plak gibi çalisicagi unutulmamalidir.

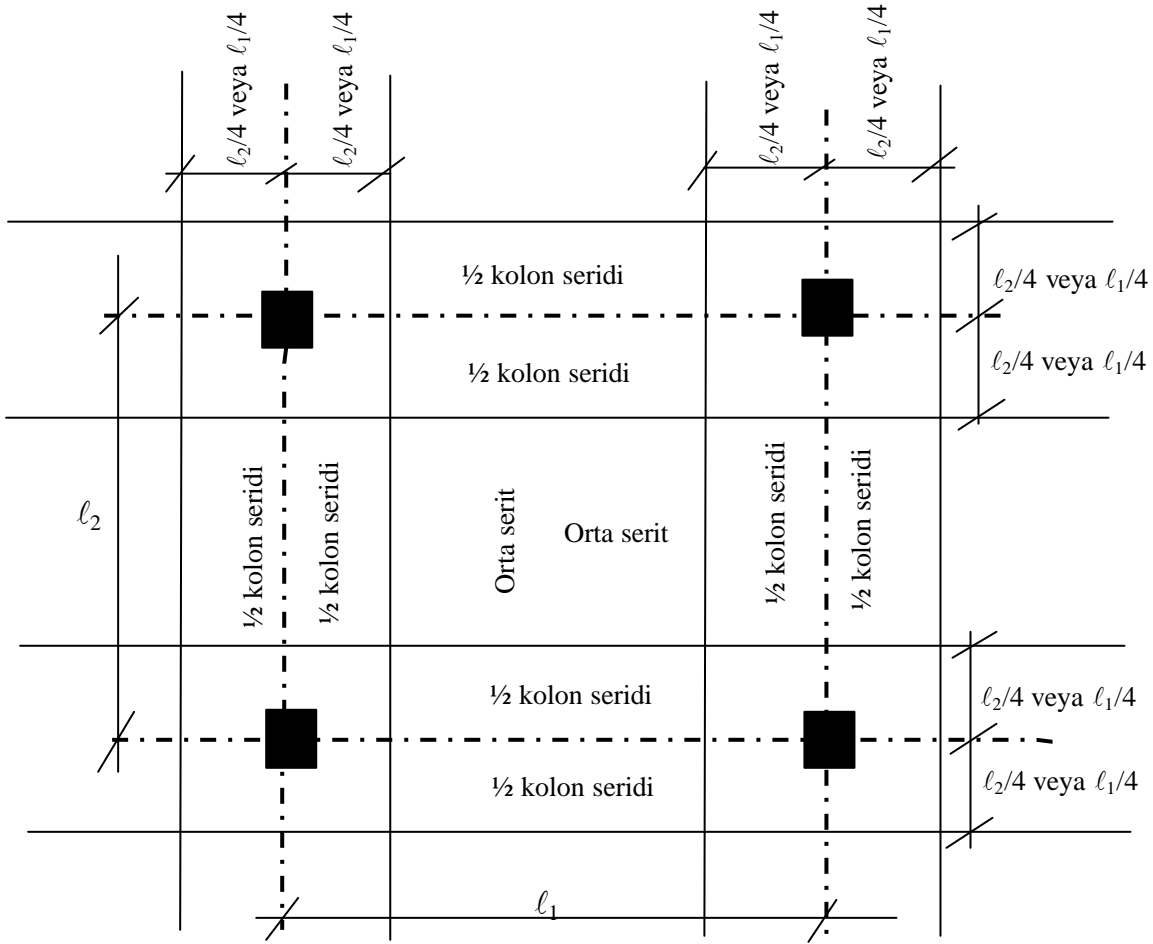
Kirissiz Radye Temel

Yapi agirligi büyük ya da zeminin tasima gücü düşükse bütün yapinin altına tek bir plak temel yapilmasi uygun olur. Genelde temel altindaki zemin gerilmelerini küçültebilmek için temel, planda yapı oturma alanin birmiktar disina tasirilir. Ayrıca imalat sirasinda kolon ve perdeler dogrudan kirisler olmaksizin plaga oturtulur (Sekil 6). Bu yüzden zimbalama güvenliginin saglanmasi gereklidir. Sistemin statik açıdan hesabi için, zeminin elastikligi dikkate alınarak birbirine sonsuz yakin yay mesnetlere mesnetlenmis plak çözümü önerilebilir.



Sekil 6: Kirissiz Radye Temel

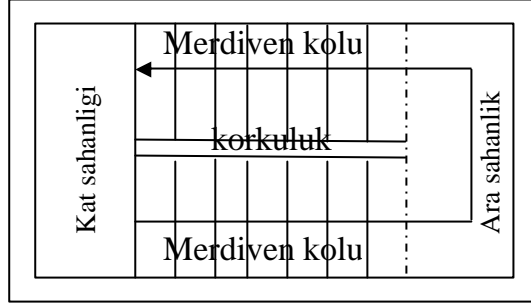
Temel plagi her iki doğrultuda kolon ve orta seritlere ayrılır. En elverişsiz durum için yatay ve dikey yükler altında gerçekleştirilen çözüm sonrası genişlikleri bilinen bu seritlere gelen eğilme momentleri bilinmektedir (Şekil 7). Bu kuvvetler altında sistemin betonarme kesit hesabı yapılırken, temel sistemi, plaga etkimesi muhtemel yükler dikkate alındığında (zemin gerilmeleri, ağırlık yükleri, kolon ve perde yükleri gibi) ters dönmüş kırissiz döşeme olarak düşünülebilir ve hesaplar bu düşünce tarzına göre yapılabilir. Ancak mesnet kesiti olan kolonların civarında zımbalama etkisi için ilave tedbirler alınmalıdır. Plak çözümü yapılacağından hesaplanan eğilme momentleri 1 m genişliğe gelen momentlerdir, mesnet ve açıklık kesitlerindeki bu momentler dikkate alınarak 1 m genişliğinde, temel plagi yüksekliğinde bir dikdörtgen kesitin betonarme kesit hesabı yapılır.



Şekil 7

Merdivenler Statik-Betonarme Hesap Yöntemi ve Konstrüktif Esaslar

Merdivenler, katlar arasi baglantilari saglayan ve özellikle hareketli yük iletimini gerçeklestiren yapı elemanlaridir. Üç ana bölümden olusmaktadır; basamakların bulunduğu egimli merdiven kolu, yatay merdiven sahanligi ve merdiven korkulugu (Sekil 8).

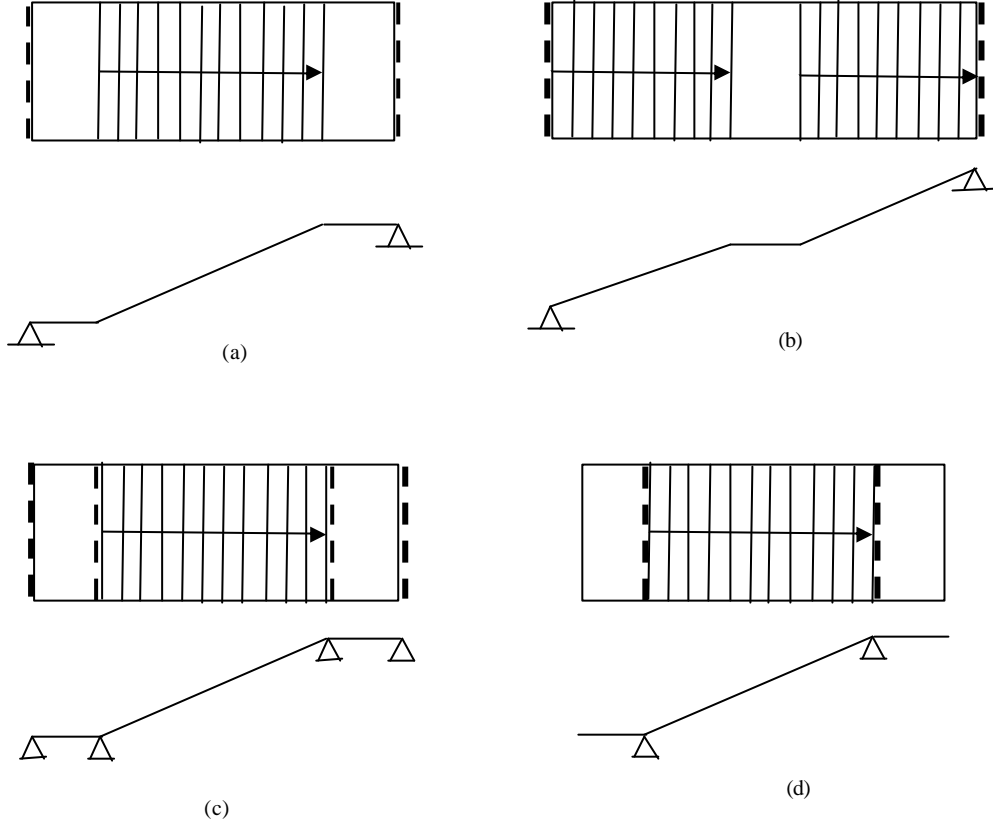


Sekil 8: Sahanlikli, düz kollu kivrimli merdiven sistemi

Merdivenler genellikle kullanım yerlerine, kullanılan malzeme türlerine, geometrilerine ve taşıyıcı sistemlerine göre sınıflandırılırlar; iç merdivenler-dis merdivenler, taş merdivenler-betonarme merdivenler, sahanlikli-sahanliksiz-düz kollu-dönel kollu merdivenler, taşıyıcı basamakli-kivrimli sistem-çevresel mesnetli helisel merdivenler gibi. Burada sadece sahanlikli, düz kollu kivrimli betonarme merdivenlerden bahsedilecektir.

Yönetmelikler, merdivenin kullanılabilirlik koşulu olarak bir koldaki basamak sayısını sınırlı tutmaktadır. Bu yüzden yüksekliği belirli bir değeri aşan merdivenlerde merdiven kolları sahanlık adı verilen plak taşıyıcılara mesnetlendirilir. Merdiven kol veya kollarının eğimli sahanlık plaklarının ise yatay olduğu dikkate alınırsa birleşim yerinde bir kıvrım olacaktır. Akla ilk gelen çözüm kıvrım kenarı boyunca bir sahanlık kirisini düzenlemektir. Bu durumda statik sistem basitleştirilerek sürekli plak şeklinde ele alınabilir. Ancak sahanlık kirisini, merdiven plagi altında sarkarak görünümü bozduğu için istenmez. Plakların mesnetlenme şekli bu tip merdivenlerin taşıyıcı sistemlerinin belirlenebilmesi açısından oldukça önemlidir. Sekil 9 (a) ve (b)'de merdivenler, iki uçundan duvar veya taşıyıcı bir elemana mesnetlendirilmiştir. Merdiven kolu ve sahanlık yüzleri tamamen bostadır. Hali ile bu elemanlar tümüyle boyuna doğrultuda çalışırlar. Sekil 9 (c) ve (d)'de ise merdivenler, iki uçundan duvara veya taşıyıcı elemanlara, kıvrım bölgelerinde ise bir

sahanlik kirisine mesnetlidirler. Bu durumda yine merdiven kollari ve sahanlik plaklari sadece düsey dogrultuda çalisan bir sürekli kiris seklinde ele alınabilir.



Sekil 9: Kivrimli plak merdiven tasiyici sistemleri

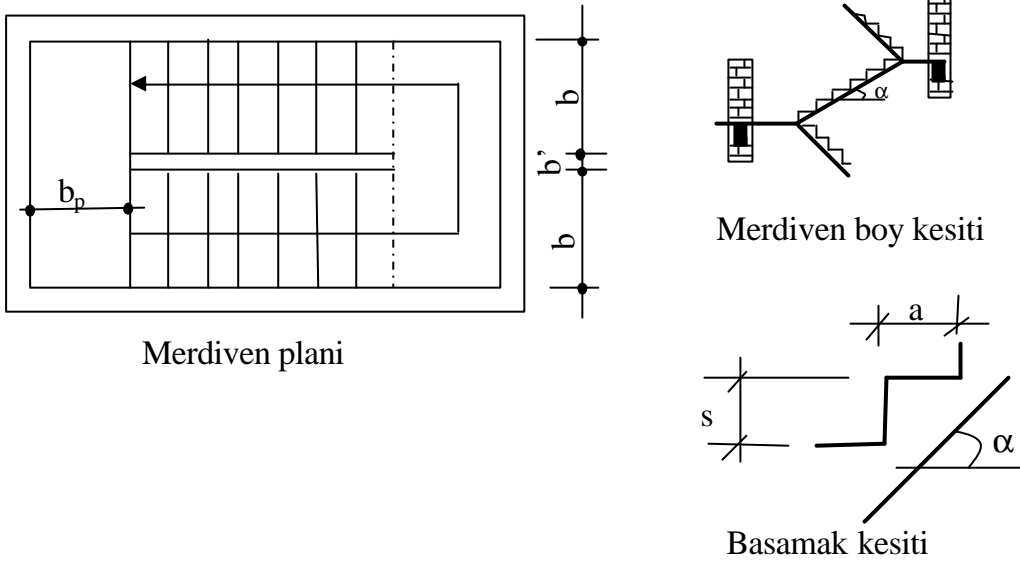
Geometrik Esaslar

Daha önce de belirtildiği üzere merdivenlerin tasiyici sistemleri mesnetlenme durumuna göre belirlenir. Tasiyici sistem, konsol davranisi gösteren tasiyici basamakli veya egimli bir plak seklinde olusturulabilir. Uygulamada, merdiven kolu sadece bir kenardan kat sahanlik plagina ve diger kenardan da ara sahanlik plagina mesnetlenen plak tasiyici sisteme sahip merdivenlere sik rastlanir. Ayrica kat sahanligi yerine bu kenarda bulunan bir kenar kirisine mesnetli sekilde düzenlenen tasiyici sistemler de mevcuttur. Her farkli tasiyici sistem için yük düzenlemelerinin de farkli olması gerektiği unutulmamalıdır. Mimari açıdan merdiven tasiyici sistem elemanlarının boyutlari ile ilgili bazı sinirlamalar bulunmaktadır. Merdiven boyutlarının (Sekil 10); merdiven

genisligi (b), basamak genisligi (a), basamak yüksekligi(s), sahanlik genisligi(b_p), merdiven kovasi genisligi(b') ve merdiven egimi, mimari fonksiyonlari yerine getirebilmesi için belirli sınırlar içerisinde seçilmesi gerekir (Tablo 1).

Tablo 1: Mimari boyutlar için sınırlamalar

Yapi türü	b (m)	s (mm)	a (mm)
Konut	1.2	180	270
Kamu binasi	1.5	170	290
Hastane	2	160	300

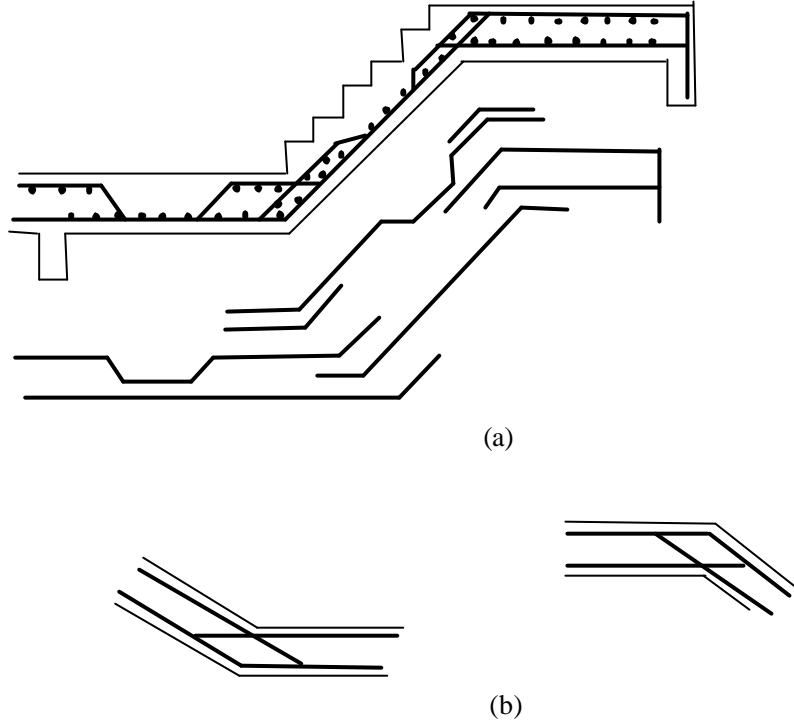


Sekil 10: Geometrik büyüklükler

Ayrıca eğim ve basamak boyutlarının, $\tan \alpha = s/a < 2/3$ ve $2s+a=620$ mm-640 mm şartlarını sağlaması gerekir. Merdiven sahanlık genişliğinin merdiven genişliği kadar olması yeterli sayılır. İki merdiven kolu arasındaki boşluğun (merdiven kovası) yaklaşık olarak 200-250 mm olması önerilir. Çıkış sırasında merdiven kolunda ve kolun sahanlığa birleştiği yerde 2-2.2 m arasında bir bas yüksekliğinin sağlanması istenir.

Kat sahanlığı ile merdiven kolunun birleştiği yerde giriş bulunan bir merdiven sistemi için donatı detayı Şekil 11a'da gösterilmiştir. Kat sahanlığında ve merdiven kolunda çalışma doğrultusundaki bazı donatılar pliye ve bazıları düz donatı olarak düzenlenmiştir. Ara sahanlık plajında merdiven

kolundan da yük gelebileceği düşünülerek alt ve üstte iki doğrultuda donatı yerleştirilmiştir. Şekil 11b' de ise kiris olmaması durumu için donatı düzeni verilmiştir. Özellikle iç taraftaki donatı plak kalınlığı içinde devam ettikten sonra karsi yüzde kıvrılmıştır. Bunun nedeni, iç yüzde çekme kuvveti alan donatının beton örtüsünü delerek çatlamaya yol açabilecek olmasıdır. Merdiven sisteminde donatı yerlesiminde, sistem elemanlarının yük aktarma durumu dikkate alınarak, tek veya çift doğrultuda çalışan dösemeler için verilen kurallara uyulması önerilir.



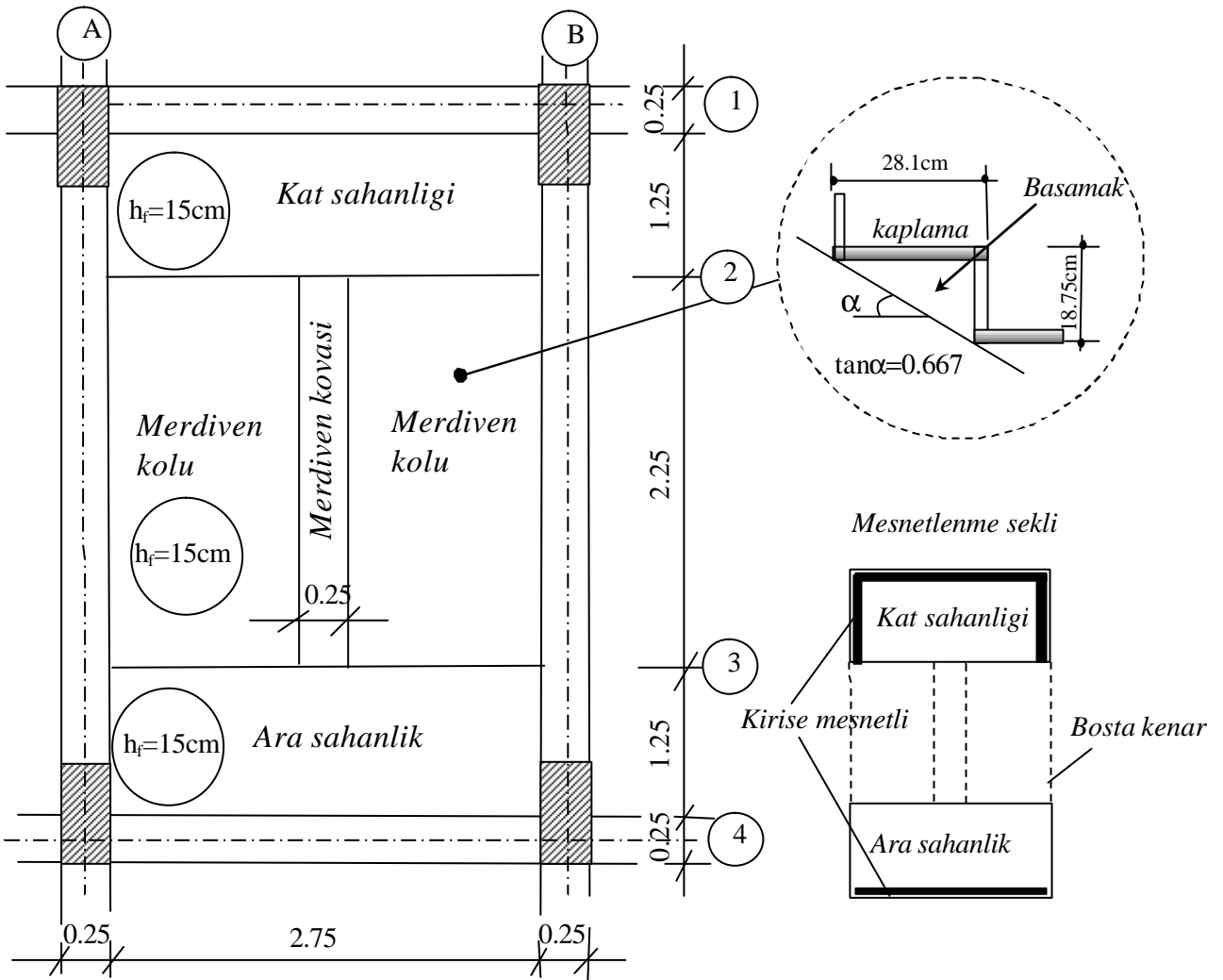
Şekil 11: Donatı düzenleri

Yük Analizi

Merdiven taşıyıcı sistemlerinin, çeşitli dış yükleri güvenle karşılayacak şekilde boyutlandırılması en önemli kossuldur. Bu bağlamda, boyutlandırılmada dikkate alınması gerekli olan yükler sabit ve hareketli yükler olarak sınıflandırılabilir. Deprem, sıcaklık, rötre gibi diğer dış etkilerin neden olacağı kesit zorları daha düşük olduğundan genelde hesaplarda dikkate alınmaz. Sabit yükler olarak, basamak ağırlığı, taşıyıcı platinin kendi ağırlığı, kaplama ve siva ağırlığı sayılabilir. Hareketli yükler ise TS 498 den alınabilir. Tüm yükler yatay düzlemin birim alanına gelen yükler olarak düşünülmelidir.

Örnek

Sekil 12’de görülen iki düz kollu merdivende, kat sahanlığı üç kenarı sürekli, ara sahanlık ise bir kenarından sürekli (burulma rijitliği kuvvetli olmayan bir kirise oturmaktadır) olarak mesnetlendirilmiştir. Bu durumda kat sahanlığı çift doğrultuda, ara sahanlık ve kol plakları ise bir doğrultuda yük aktaracaktır. Hesaplarda kat sahanlığının, kendi ağırlığı dışında merdiven kollarından aktarılan çizgisel yük ile yüklü olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca kat sahanlığı ile merdiven kolu arasındaki kesitin sadece normal kuvvet ve kesme kuvveti ilettiği, eğilme momenti tasımadığı kabul edilmiştir. Ancak donatı yerleşimi sırasında bu kesitte oluşması muhtemel eğilme momenti etkisi dikkate alınmalıdır.



Sekil 12: İki kollu kıvrımlı merdiven örneği

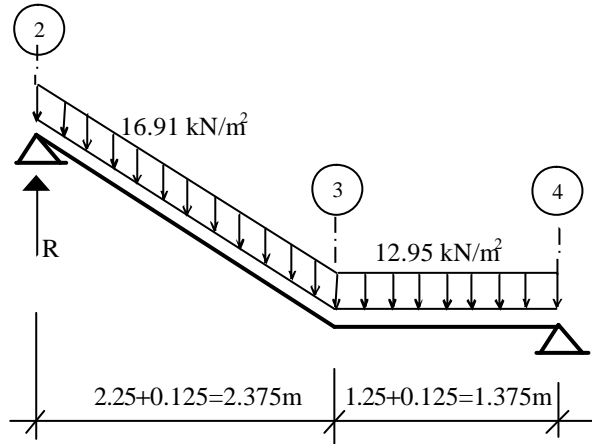
Yük analizi

Sahanlık plagi:

Kendi ağırlığı	0.15×25	$= 3.75$	kN/m^2
Kaplama	0.05×22	$= 1.1$	kN/m^2
Siva		$= 0.40$	kN/m^2
Sabit yük	Σg	$= 5.25$	kN/m^2
Hareketli yük	q	$= 3.5$	kN/m^2

Merdiven plagi:

Kendi ağırlığı	$0.15 \times 25 / 0.83$	$= 4.52$	kN/m^2
Basamak ağırlığı	$0.1875 \times 22 / 2$	$= 2.06$	kN/m^2
Siva-kaplama		$= 1.50$	kN/m^2
Sabit yük	Σg	$= 8.08$	kN/m^2
Hareketli yük	q	$= 3.5$	kN/m^2



Merdiven Plagi Statik ve Betonarme Hesapları

$$P_{d,kol} = 1.4 \times 8.08 + 1.6 \times 3.5 = 16.91 \text{ kN/m}^2$$

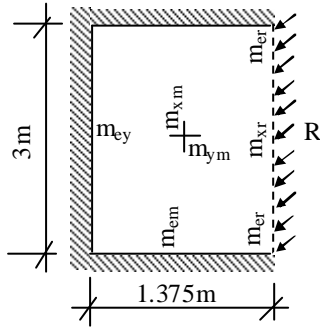
$$P_{d,sah.} = 1.4 \times 5.25 + 1.6 \times 3.5 = 12.95 \text{ kN/m}^2$$

$$R_g = 14.44 \text{ kN/m} ; R_q = 3.75 \times 3.5 / 2 = 6.6 \text{ kN/m} ; R = 1.4R_g + 1.6R_q = 30.78 \text{ kN/m}$$

$$M_{açiklik} = 30.78^2 / (2 \times 16.91) = 28 \text{ kNm/m} ; A_s \cong 1180 \text{ mm}^2/\text{m} ; \text{f16 / 175 (1150 mm}^2/\text{m)}$$

$$\text{Dagıtma donatısı: } 1180/5 = 236 \text{ mm}^2/\text{m} ; \text{f8 / 200 (335 mm}^2/\text{m)}$$

Sahanlık Plagi Statik ve Betonarme Hesapları



$$\ell_y / \ell_x = 1.375 / 3 = 0.458$$

$$\text{Düzgün yayılı yük etkisi: } P_{d,sah.} = 12.95 \text{ kN/m}^2$$

$$K = p \ell_x \ell_y = 12.95 \times 3 \times 1.375 = 53.4 \text{ kN}$$

$$\text{Çizgisel yük etkisi: } R = 30.78 \text{ kN/m}$$

$$K = R \ell_x = 30.78 \times 2.5 = 77 \text{ kN (hesapta gerçek merdiven kolları genişliği olarak 2.5m alınmıştır)}$$

Uygun tablolar kullanılarak, gerekli kesitlerdeki eğilme momentleri her iki yük durumu için bulunabilir.

Moment	m_{xr}	m_{xm}	m_{ym}	m_{er}	m_{em}	m_{ey}
Düzgün yayılı yük etkisi	22.3	45.4	-	-6.6	-15.79	-9.26
Çizgisel yük etkisi	7.4	-	-	3.6	-	-

$$M_i = K / m_i$$

$$M_{xr} = 53.4 / 22.3 + 77 / 7.4 = 12.8 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xm} = 53.4 / 45.4 = 1.18 \text{ kNm/m}$$

$$M_{er} = -53.4 / 6.6 - 77 / 3.6 = -29.48 \text{ kNm/m}$$

$$M_{em} = -53.4 / 15.79 = -3.38 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ey} = -53.4 / 9.26 \text{ kNm/m}$$

M_{xr} ve M_{er} uzun kenar doğrultusunda donatı hesabına esas olacak eğilme momentlerini, M_{ey} ise kısa kenar doğrultusunda esas alınacak eğilme momentidir. Hesaplarda pas payı 1.5 cm alınmıştır.

$$M_{xr}=12.8 \text{ kNm/m} ? A_s=519 \text{ mm}^2/\text{m} ? \text{ f}10/150 (524 \text{ mm}^2/\text{m})$$

$$M_{er}=-29.48 \text{ kNm/m} ? A_{s,ger}=1245 \text{ mm}^2/\text{m},$$

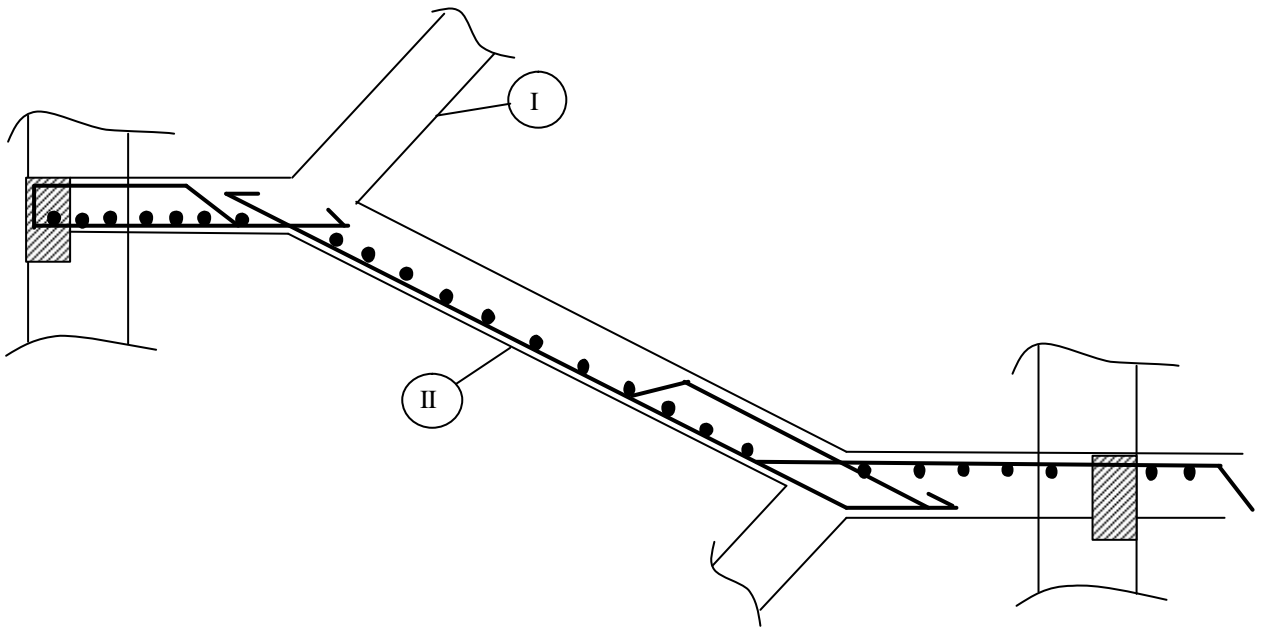
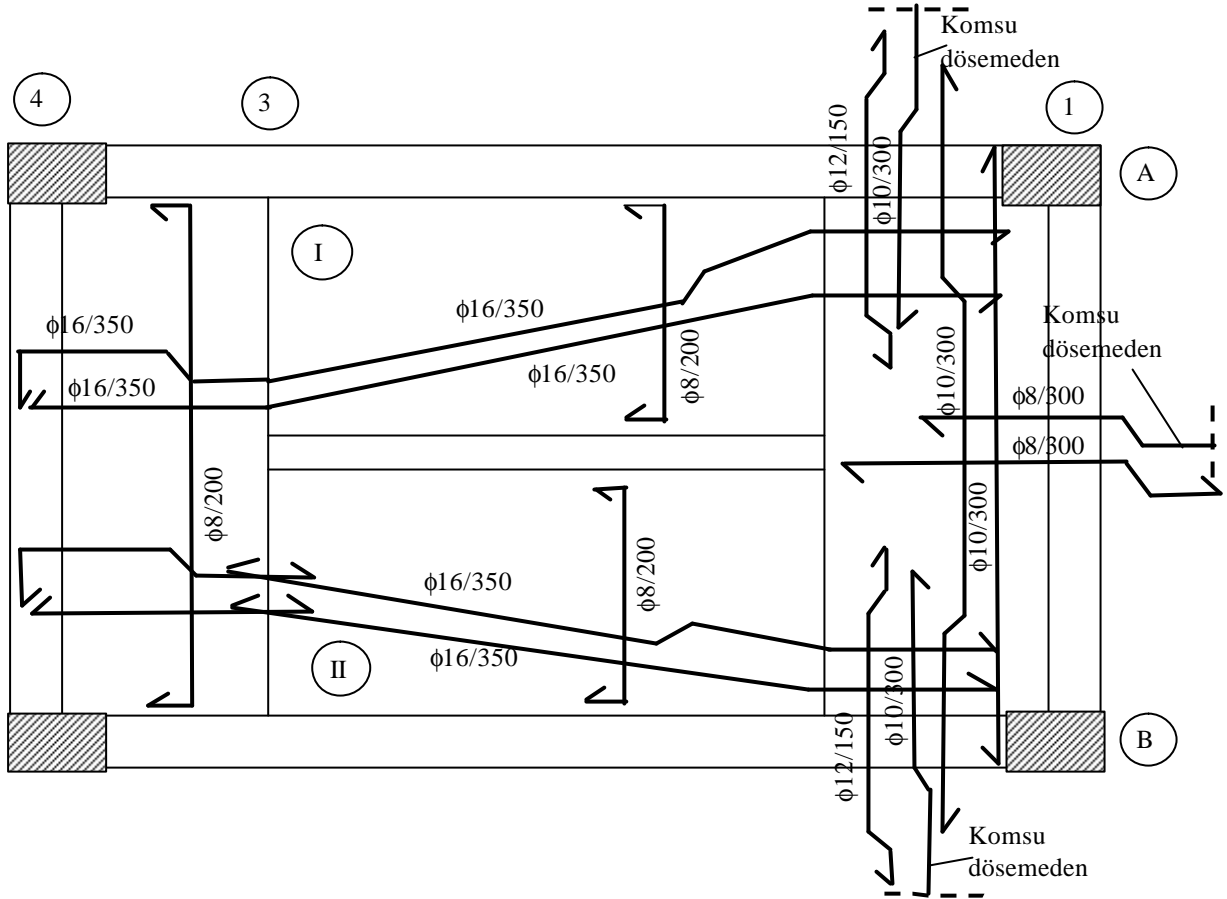
$$A_{s,mev} = \text{f}10/300(\text{açıklıktan}) + \text{f}10/300 (\text{komsu dösemeden})=524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,ek}=721 \text{ mm}^2/\text{m} ? \text{ f}12/150 (754 \text{ mm}^2/\text{m})$$

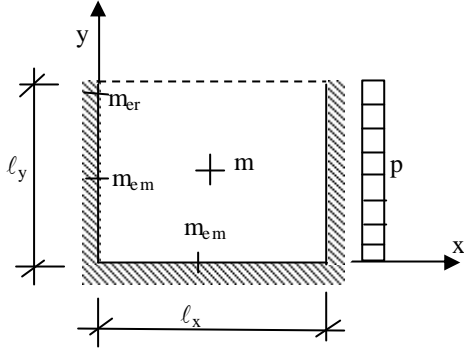
$$M_{ey}=-5.77 \text{ kNm/m} ? A_{s,ger}=230 \text{ mm}^2/\text{m},$$

$$A_{s,mev} = \text{f}8/300 (\text{komsu dösemeden})=168 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,ek} = \text{f}8/300$$

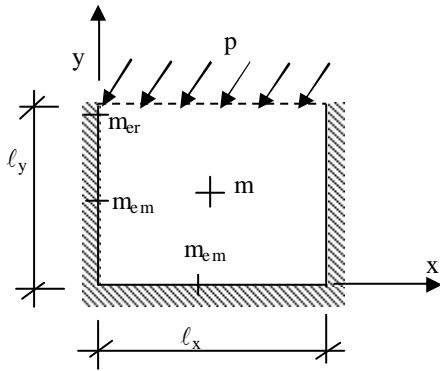


Tablolar



Momentler: $M_i = K / m_i$; $K = p l_x l_y$

l_y / l_x	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
m_{xr}	77.8	46.4	26.7	21.3	19.8	19.7	20.9	22.4	24.3	26.4	28.5	31	33.4	35.8
m_{xm}	225	126	63.6	45.6	38.6	35.6	34.2	34	34.3	34.9	35.8	37	38.2	39.8
m_{vmax}	415	205	108	83.4	80	83.5	90.9	99.5	109	119	130	140	150	160
$-m_{xer}$	8.6	7.57	6.77	6.86	7.42	8.24	9.27	10.4	11.6	12.8	14.1	15.3	16.6	17.8
$-m_{xem}$	27.2	23	18.1	15.8	14.6	14.3	14.3	14.5	15	15.6	16.2	17	17.9	18.8
$-m_{vem}$	9.64	9.03	9.02	9.86	11.1	12.6	14.2	15.9	17.6	19.3	21.1	22.9	24.5	26.3



Momentler: $M_i = K / m_i$; $K = p l_x$

l_y / l_x	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
m_{xr}	31.2	18.8	10.8	8.45	7.62	7.35	7.21	7.19	7.18	7.19	7.20	7.21	7.23	7.25
m_{xm}	93.6	53.2	28.5	22.4	21.4	22.5	26.1	31.2	38.6	48.3	63	83.4	111	150
$-m_{vm}$	21.8	12.2	14.3	16.7	19	21	23.6	26.8	30.7	36	42.6	51	62.1	76.5
$-m_{xer}$	3.96	3.17	2.47	2.22	2.14	2.12	2.14	2.16	2.19	2.21	2.24	2.27	2.31	2.34
$-m_{xem}$	13	13	11.6	11.8	13	15.3	19.2	25	33.5	46.3	66.3	98	155	250
$-m_{vem}$	5.03	4.95	5.72	7.76	11.2	18.7	32.9	64.1	130	270	-	-	-	-

Kaynaklar

1. Celep Z., Kumbasar, N., “Betonarme Yapılar”, Beta Dagitim, Istanbul, 1998.
2. Köseoglu, S., “Merdivenler”, Matbaa Teknisyenleri Basimevi, Istanbul, 1992.
3. Çetmeli, E., “Çubuk Sistemler Plaklar ve Kabukların hesabi için Tablolar”, Pimas