



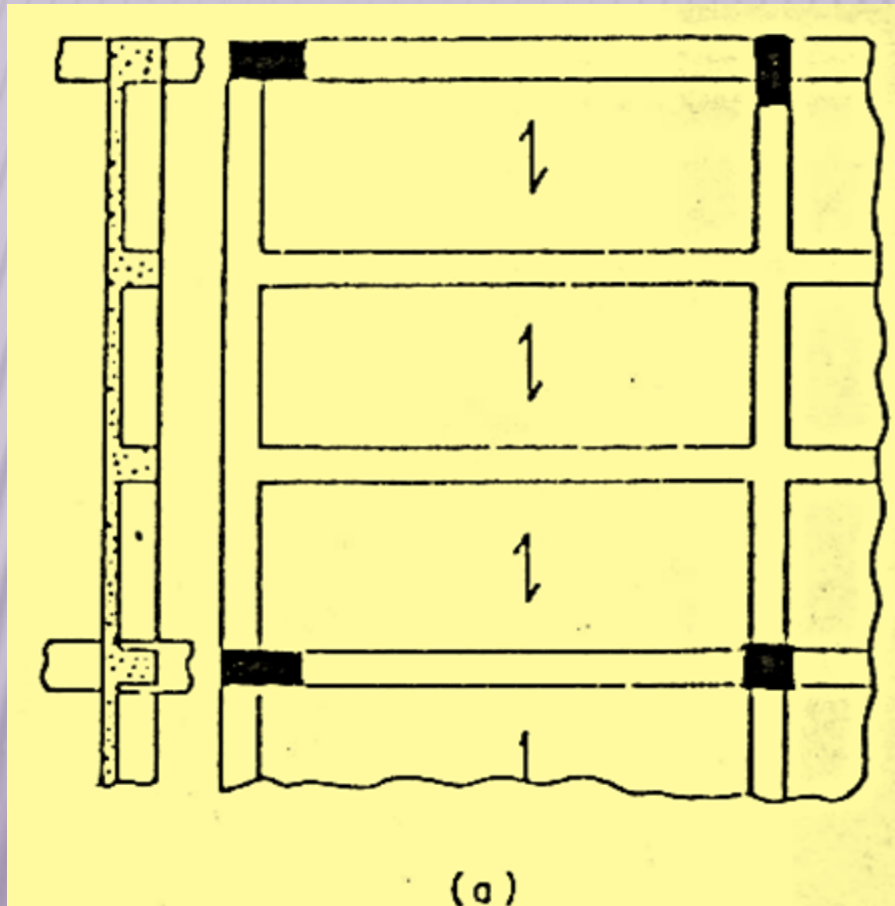
DÖŞEMELER

Kaynak: Uğur ERSOY Betonarme - 2 Döşeme ve Temeller

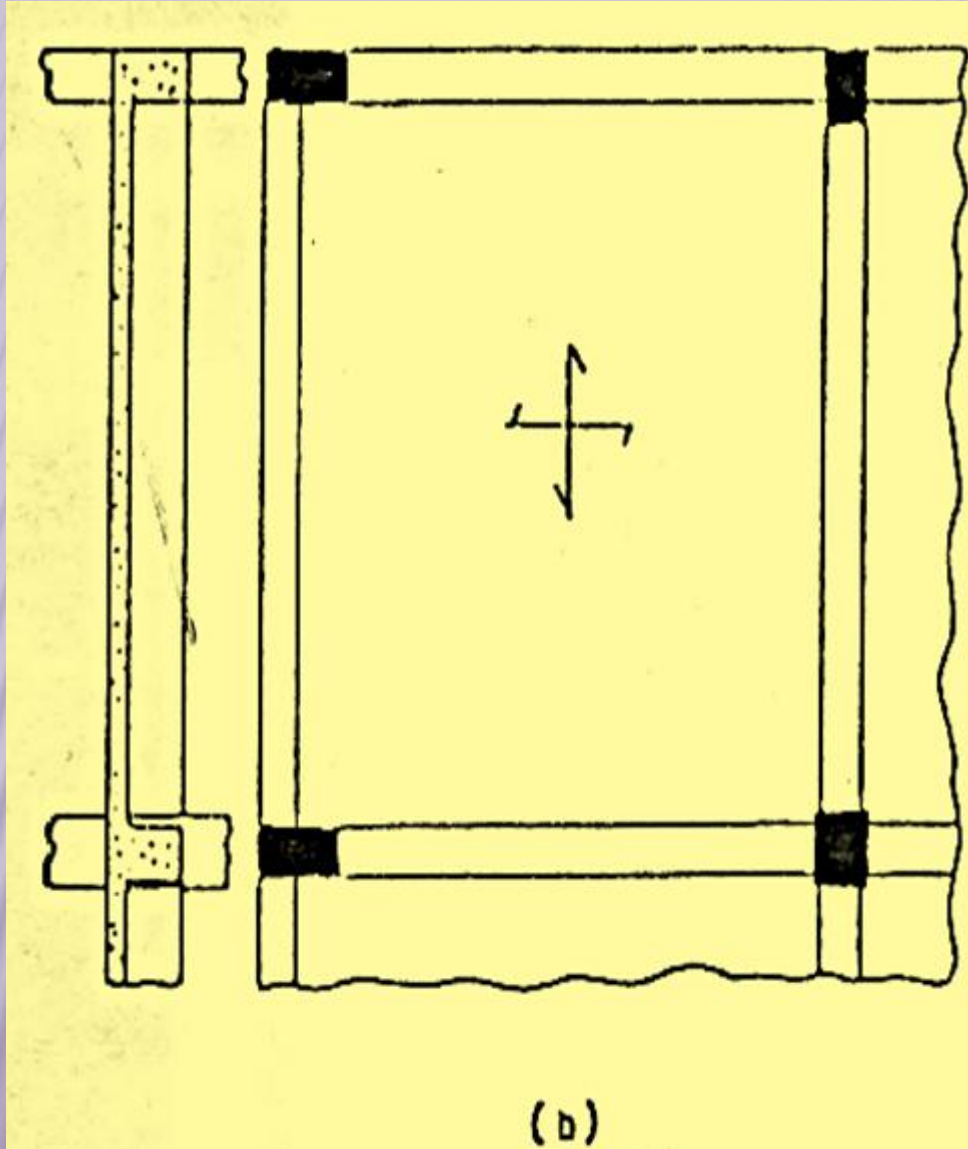
BETONARME DÖŞEMELER

1/ Plak veya dolu gövdeli döşemeler

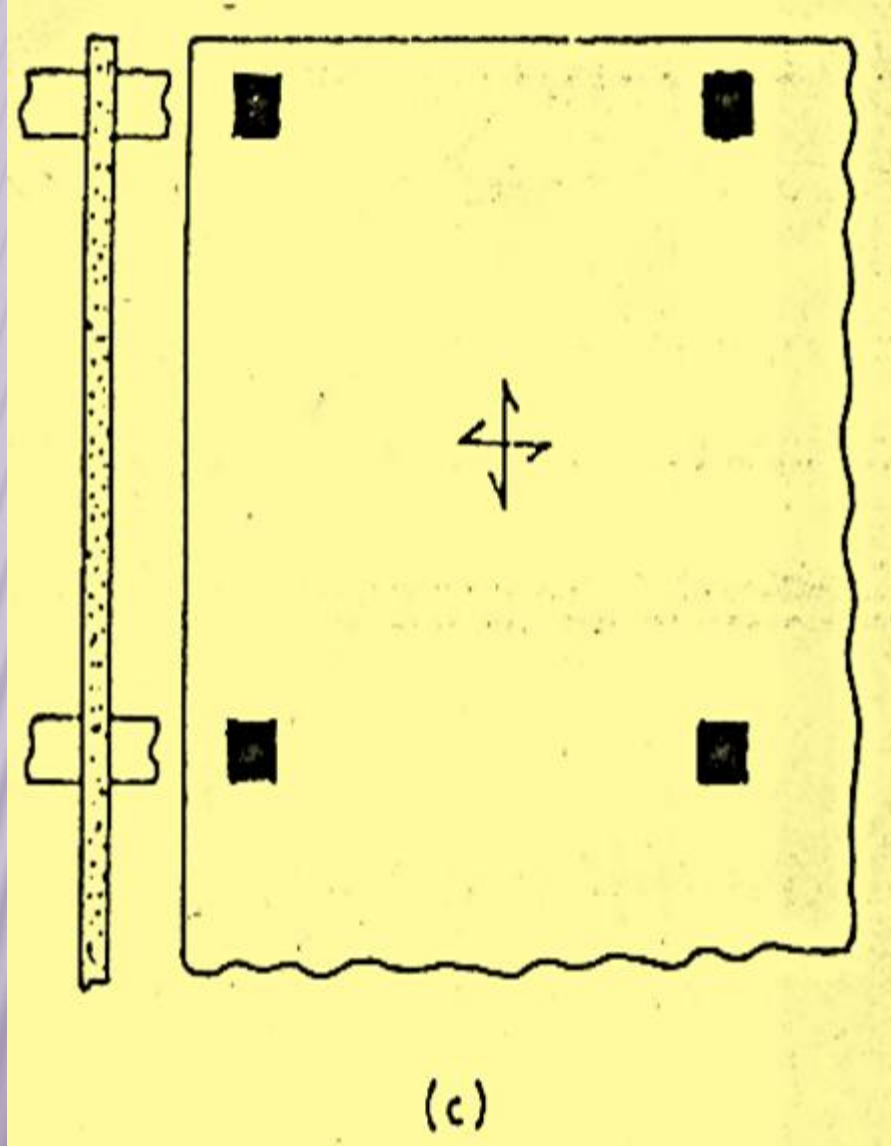
a) Tek doğrultuda çalışan plak döşemeler



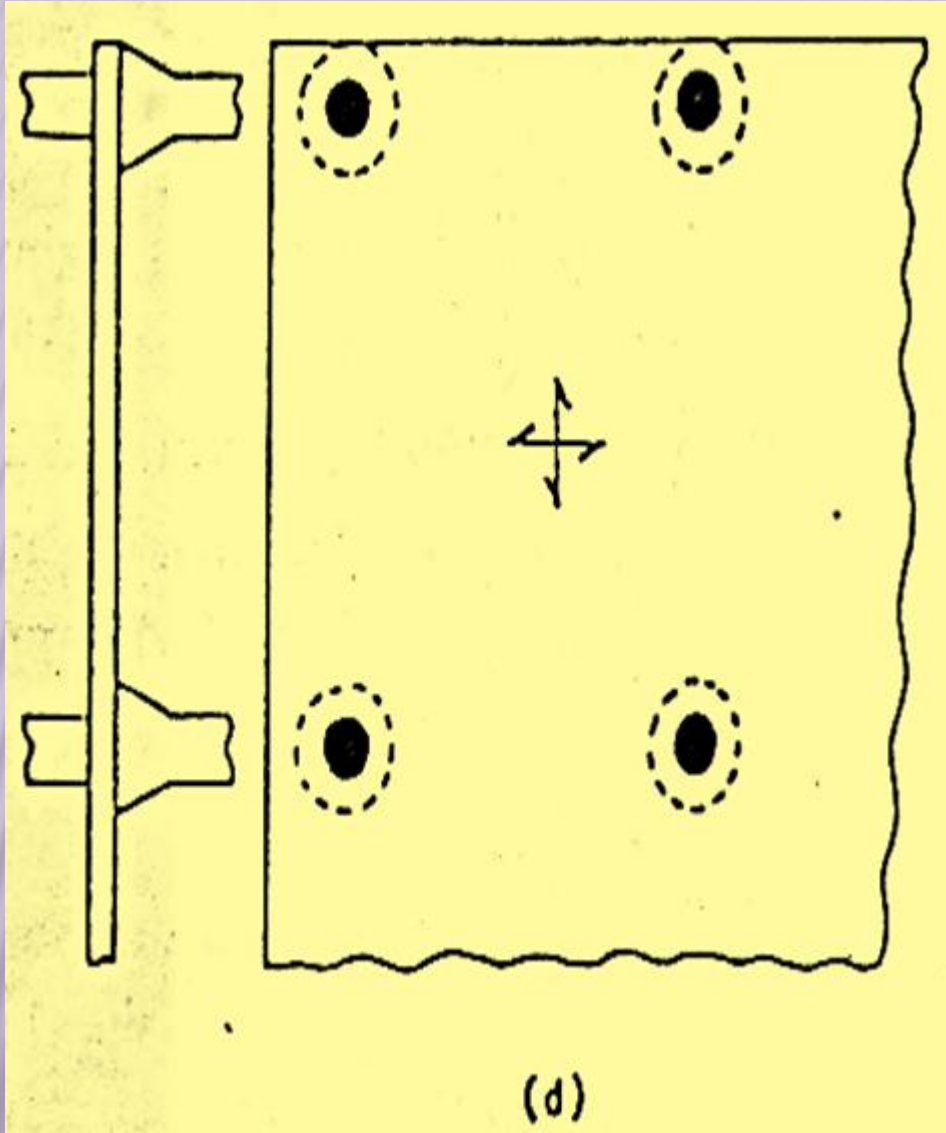
b) İki doğrultuda çalışan plak döşemeler



c) Başlıksız kirişsiz plak döşeme

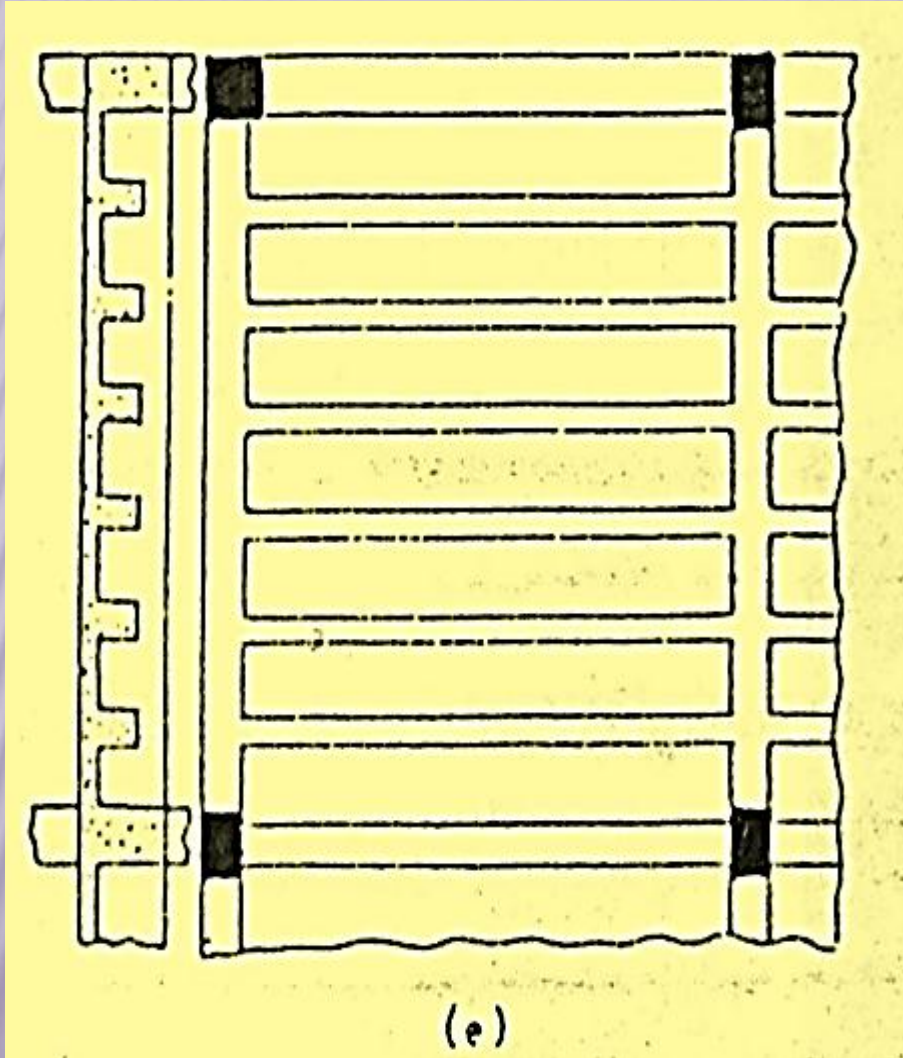


d) Başlıklı kirişsiz plak döşeme

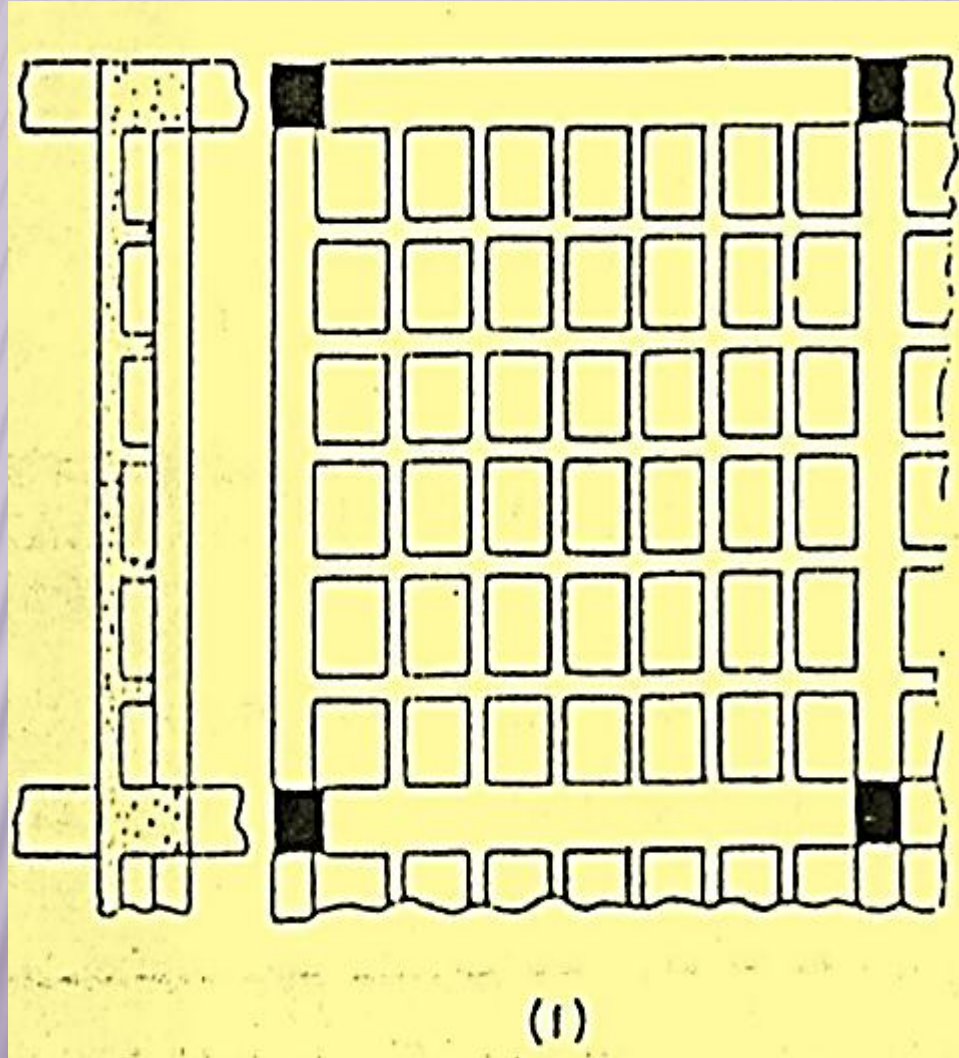


2/ Dişli döşemeler

e) Tek doğrultuda dişli döşemeler



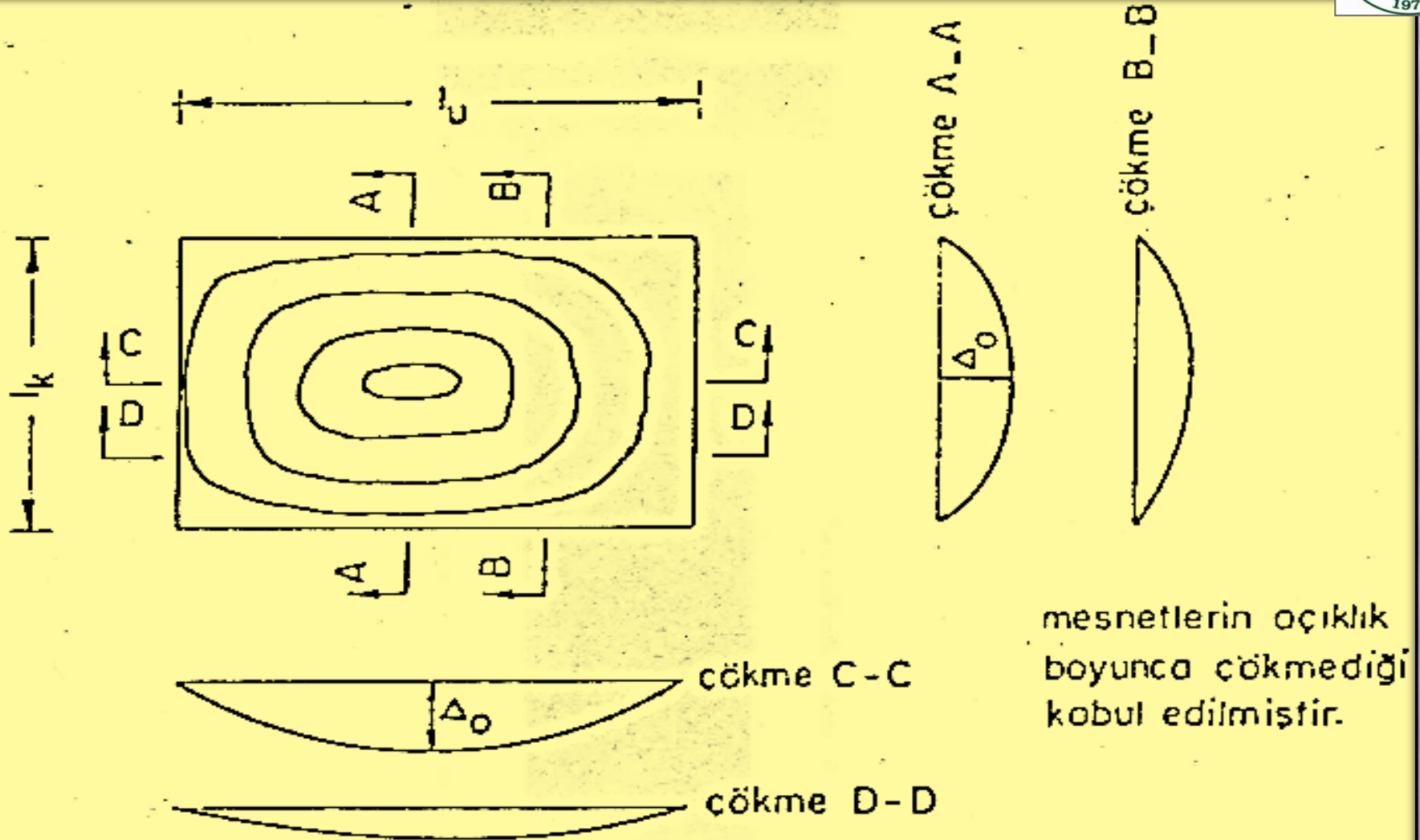
f) İki doğrultuda dişli döşemeler (kaset döşemeler)



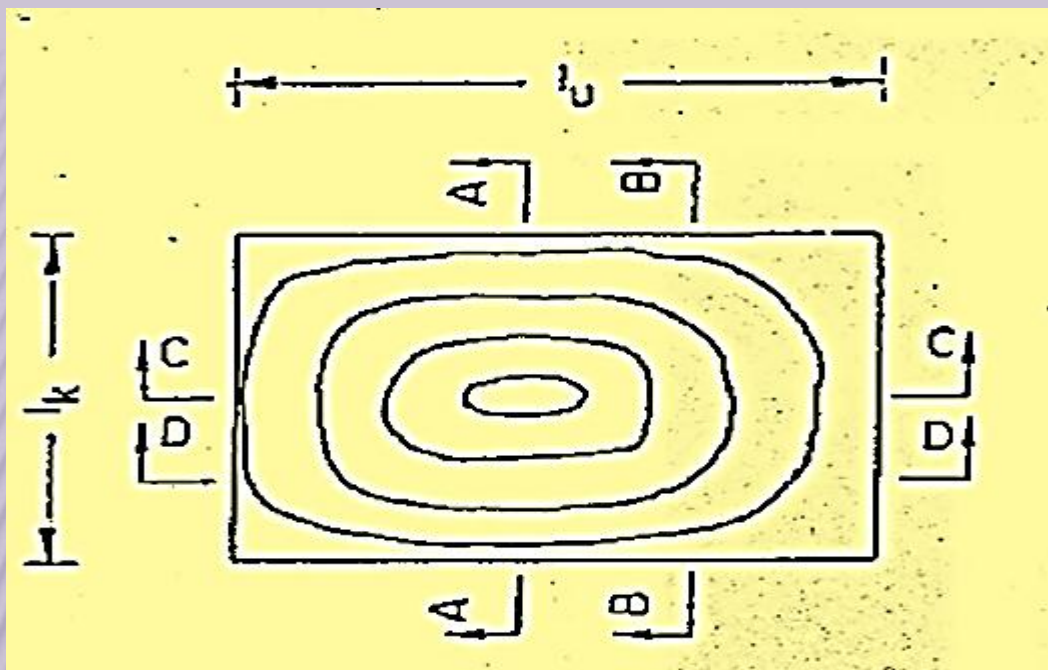
Bildiğiniz üzere döşemeler, yapılardaki alanları kapatarak etkiyen düşey yükleri kenardaki duvar, giriş veya kolonlara aktaran düzlemsel elemanlardır.

Biz bu bölümde sadece **“Tek Doğrultuda Çalışan Döşemeler”** i ele alacağız.

PLAK DÖŞEMELERİN ELASTİK DAVRANIŞI



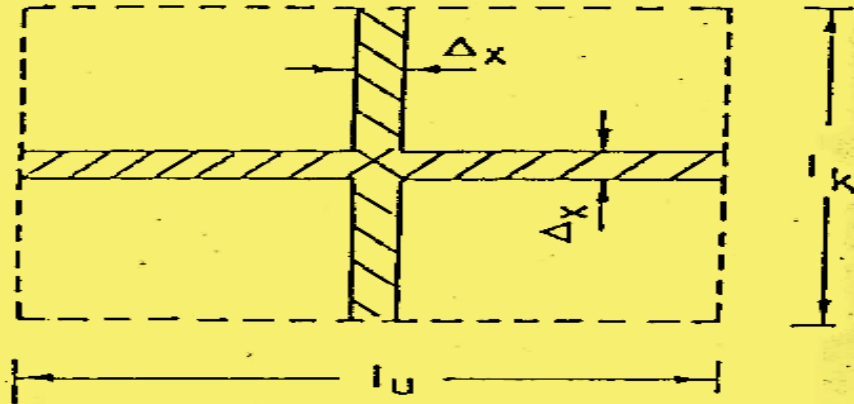
Şekil 1.2



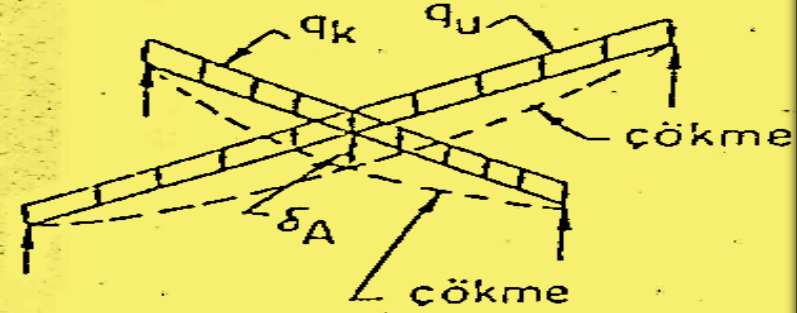
Şekil 1.2'de şu gözlemler yapılabilir:

- Uygunluk koşulu nedeniyle, A-A ve C-C kesitlerinden elde edilen en büyük çökmeler (yer değiştirmeler) aynı olmalıdır.
- C-C kesitinin kapsadığı açıklık l_u A-A kesitinin kapsadığı açıklık olan l_k dan daha büyük olduğundan ve maksimum çökmenin her ikisi içinde aynı olması gerektiğinden, A-A kesitindeki eğriliğin ($K=1/\rho=d^2z/dx^2$), C-C kesitine oranla daha büyük olması gerekir.
- Eğrilik, eğilme momenti ile orantılı olduğundan, bu gözleme göre kısa açıklık yönünde oluşan eğilme momentinin (A-A kesiti), uzun açıklık yönündekilere (C-C kesiti) oranla daha büyük olacağı açıktır.
- Eğilme momentleri plak ortasından mesnete doğru azalmaktadır.

Bu gözlemlerin ışığında, plağa uygulanan eşit yayılı bir yükün iki doğrultuda nasıl taşındığını incelemek için dört kenardan basit mesnetli, dikdörtgen bir plak ele alınmıştır.

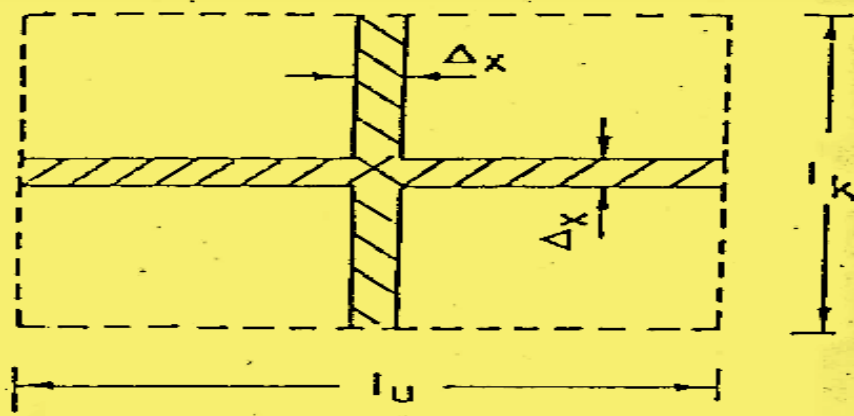


(a)

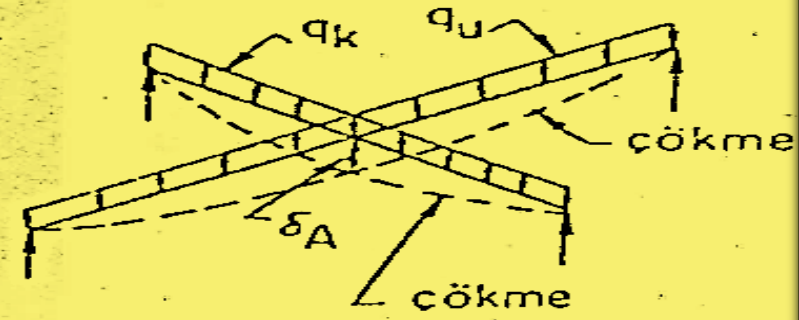


(b)

Bu plakta birbirine dik iki şerit şekil üzerinde taranarak gösterilmiştir. Şerit genişliği her iki doğrultuda aynıdır. $\Delta x = \Delta y$. Şekil(b) de gösterildiği gibi plağa uygulanan düzgün yayılı q yükü bu iki şerit tarafından q_u ve q_k olarak paylaşılacaktır. Şeritler alınırken, şeritlerin kesilen yüzlerinde oluşacak iç kuvvetler ihmal edilmiştir.(burulma momentleri, kesme kuvvetleri...) Bu nedenle burada yapılacak irdeleme tam olarak doğru değildir. Ancak amaç basit bir modelle davranışla ilgili önemli bazı kavramları vurgulamaktır.



(a)



(b)

Uygunluk koşulu nedeniyle, iki şeridin kesiştiği noktadaki çökmeler her iki doğrultudaki şerit için aynı olmalıdır. Kısa doğrultudaki açıklık l_k , taşınan düzgün yayılı yük q_k ve uzun doğrultudaki açıklık l_u ve taşınan yük de q_u olarak gösterilirse, iki şeridin kesiştiği noktadaki çökmeler aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\delta_u = \delta_k$$

$$\frac{q_k}{q_u} = \frac{l_u^4}{l_k^4}$$

$$\frac{5}{384} \frac{q_u l_u^4}{EI} = \frac{5}{384} \frac{q_k l_k^4}{EI}$$

$$q = q_u + q_k$$

$$\frac{q_u}{q} = \frac{1}{\left(\frac{l_u}{l_k}\right)^4 + 1}$$

$$\frac{q_k}{q} = 1 - \frac{1}{\left(\frac{l_u}{l_k}\right)^4 + 1}$$

$m = l_u / l_k$	q_k / q	q_u / q
1.0	0.500	0.500
1.2	0.625	0.325
1.4	0.794	0.206
1.6	0.868	0.132
1.8	0.913	0.087
2.0	0.941	0.059
2.5	0.975	0.025
3.0	0.988	0.012

Çizelgenin oluşturulmasında temel alınan, iki kesişen şeridin komşu şeritlerden bağımsız olduğu varsayımı tam olarak doğru değildir. Gerçek plak davranışı, iki komşu şerit yüzeyleri arasında oluşan iç kuvvetler nedeni ile tanımlanan davranıştan çok daha karmaşıktır.

Alınan şeridin her iki yüzünde açıklık boyunca oluşan burulma momentlerinin etkisi mesnete yakın şeritlerde daha da önem kazanmaktadır.

Burulma momentlerinin var olması neden ile plaklarda oluşan gerçek eğilme momentleri, burulma ihmal edilerek hesaplananlara oranla daha küçüktür.

Dört kenarına çökmeyen basit mesnetlere oturan kare bir plakta burulma ihmal edilerek ve dikkate alınarak hesaplanan en büyük eğilme momentleri aşağıda verilmiştir.

$$M_{max} = 0.0625ql^2$$

Burulma ihmal edildiğinde

$$M_{max} = 0.0480ql^2$$

Burulma dikkate alındığında

Görüldüğü gibi, burulma ihmal edildiğinde elde edilen en büyük eğilme momenti, gerçek momentten %30 daha büyüktür.

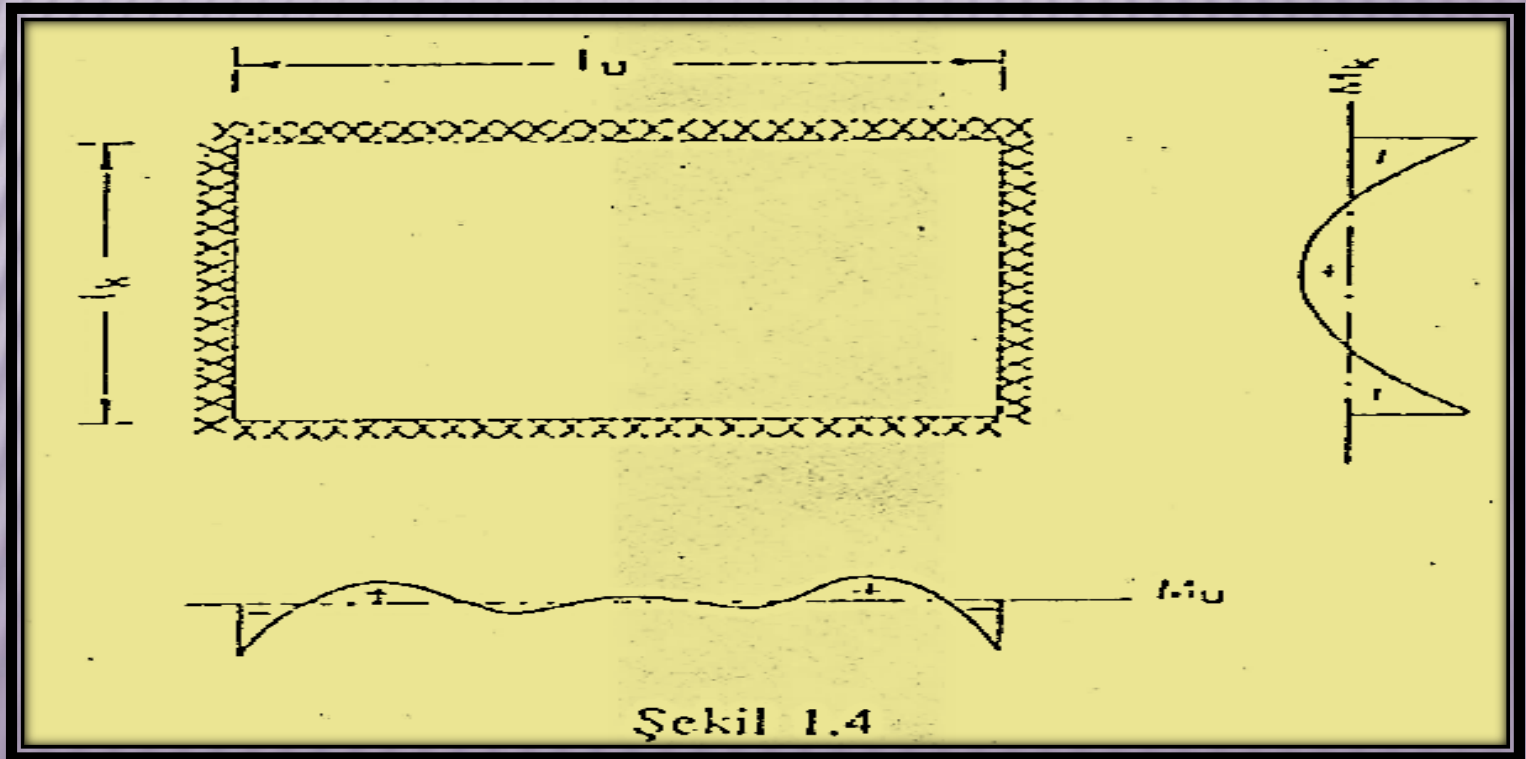
Kirişte poisson etkisi ile ortaya çıkan yanıl deformasyonlar serbestçe oluşabilirken, plaklarda komşu şeritlerin varlığı nedeniyle bu deformasyon engellenmektedir.

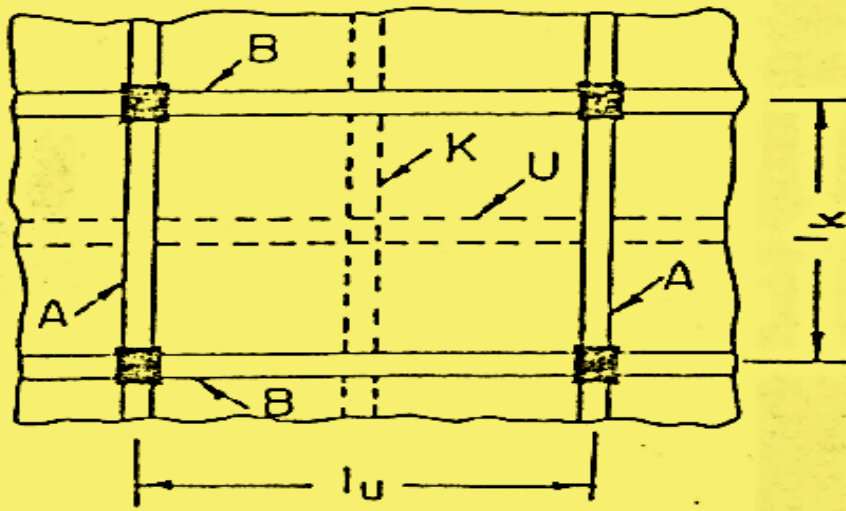
Tüm bu nedenlerle, plak davranışını birbirine dik ve komşu şeritlerden bağımsız iki şeritle göstermek doğru sonuçlar vermeyecektir. Ancak, amaç döşeme davranışını kavramsal olarak anlatmaktır. Bu amaç için verilmiş olan basit model yeterlidir.

Döşemeler genelde mesnetlere serbestçe oturan tek plaktan oluşmazlar. Yapılarda çok sayıda döşeme vardır ve döşemeler arasındaki süreklilik dolayısıyla mesnetlerde negatif momentler oluşur. Bu durumda momentlerin hesabında sınır koşulları büyük önem taşır.

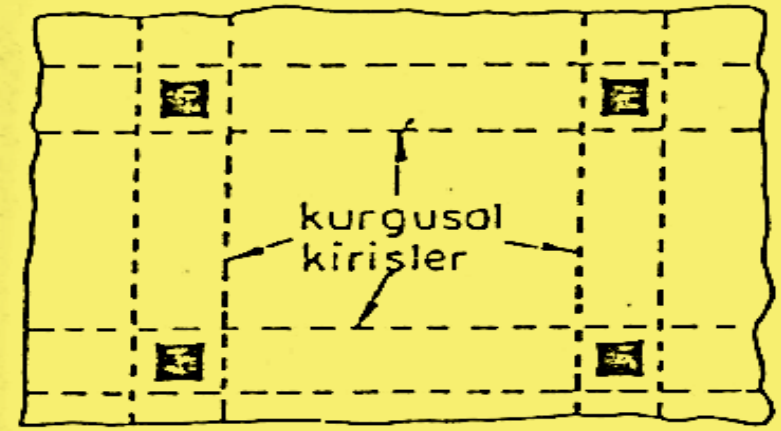
Şekil (1.4)'te dört kenarı boyunca sürekli bir dikdörtgen döşemede, kısa ve uzun kenar boyunca oluşan momentler gösterilmiştir.

Uzun kenar için gösterilen moment dağılımı ilginçtir. Yapılan deneylere göre, uzun açıklık boyunca oluşan momentler, uzun kenar açıklığından bağımsızdır. Bu nedenle bazı hesap yöntemlerinde uzun açıklık doğrultusundaki momentler, kısa açıklığın bir fonksiyonu olarak ifade edilir.





a) Kirişli döşeme

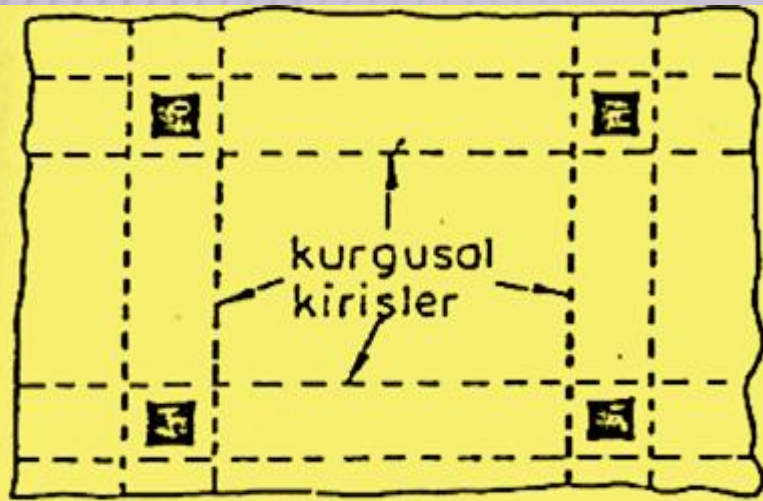


b) Kirisiz döşeme

Şekil 1.5

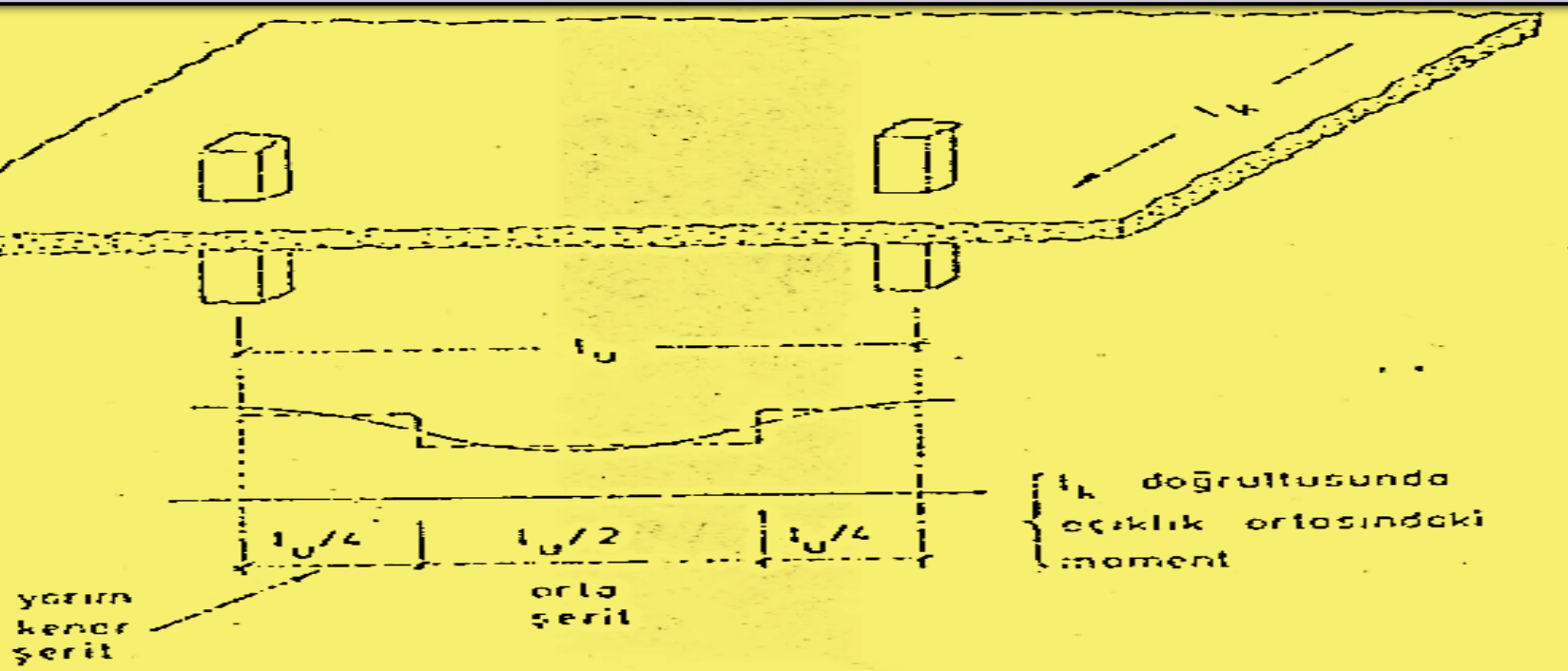
Şekil(1.5-a)'da döşeme A ve B olarak işaretlenen kirişlere oturmaktadır. Döşeme davranışı, birbirine dik iki şerit (K ve U) alınarak incelenecektir. Uzun şeritlerce taşınan yükün tümü ($\sum q_u l_u$), A kirişine aktarılmaktadır. Bu durumda kısa doğrultuda K şeritlerince taşınan toplam yük ($\sum q_k l_k$), kısa doğrultudaki A kirişince taşınan toplam yük de ($\sum q_u l_u$) dir. Başka bir deyişle yükün tamamı kısa doğrultuda taşınmaktadır. Benzer bir irdeleme ile yükün tamamının uzun doğrultuda da taşınması gerektiği gösterilebilir.

Sonuç olarak, iki doğrultuda çalışan plaklarda yükün tamamının her iki doğrultuda taşınması gerektiği söylenebilir. Taşınan toplam yükün bir bölümü kirişlerce aktarıldığından, yalnız döşemeyi ele alan hesap yöntemlerinde yükün belirli bir oranının bir doğrultuda, kalanının ise diğer doğrultuda taşındığı varsayılır.



b) Kirissiz döşeme

Şekil(1.5-b)'de gösterilen kirişsiz döşemede plak yükleri doğrudan kolonlara aktarılır. Şekilde kesikli çizgi ile gösterilen kurgusal kirişler oluşturulduğunda, davranışın kirişli döşemelere benzer olduğu söylenebilir. Aradaki en önemli fark, kirişli döşemelerde her iki doğrultuda da taşınması gereken toplam yükün bir bölümünün kirişlerce taşınmasıdır. Kirişsiz döşemede yükün tamamı döşemece taşınmaktadır.



Şekil 1.6

Şekil (1.6)'da gösterildiği gibi, belirli bir doğrultudaki moment, o doğrultuya dik alınacak kesitte değişmektedir. Kesit genişliğince değişim sürekli çizgi ile gösterilmiştir. Görüldüğü gibi kesitin çökmeyen mesnete, yani kolona yakın olduğu yörelerdeki moment, iki kolon arasındaki değerlerden daha büyüktür. Başka bir deyişle, moment kolondan açıklık ortasına gidildikçe azalmaktadır. Momentin bu değişimi, döşeme kesiti iki şeride ayrılarak dikkate alınır.(kenar ve orta şerit) Şekil (1.6)'da kesikli çizgilerle gösterildiği gibi, bu şeritlerdeki momentin o şeritteki kesitte sabit kaldığı varsayılır.



Hesap yöntemlerinde oluşturulan bu şeritlerin genişliğinin kesite dik yönde uzanan açıklık boyunca sabit kaldığı varsayılır. Yapılan deneyler bu varsayımın doğru olmadığını ve şerit genişliklerinin açıklık boyunca değiştiğini göstermiştir. Ancak şerit genişliğinin sabit alınmasının getireceği hata sınırlı olduğundan, büyük kolaylık getiren bu varsayımın kullanılmasında sakınca yoktur.

Belirli bir doğrultuda oluşan momentlerin denge koşulunu sağlaması zorunludur. Örneğin, eşit açıklıklı plaklardan oluşan bir döşeme sistemindeki bir iç plakta açıklık ortasındaki pozitif moment ile mesnetteki negatif momentin toplamı $(1/8)q l_u l_k$ olmak zorundadır. Burada l_k momentin hesaplandığı yöndeki açıklık, l_u ise buna dik yöndeki açıklıktır.

TEK DOĞRULTUDA ÇALIŞAN PLAK DÖŞEMELER

Pratikte $l_u / l_k > 2.0$ olan döşemelerin tek doğrultuda çalıştığı varsayılır ve bu varsayımla tutarlı olarak donatı da tek doğrultuda yerleştirilir.(kısa doğrultu) Ancak, sıcaklık değişimi ve büzülme gibi etkilerle uzun kenar doğrultusunda oluşacak gerilmeleri karşılamak amacı ile, bu doğrultuda da dağıtma donatısı olarak adlandırılan donatı yerleştirilir.

Tek doğrultuda çalışan döşeme hesabında, şeritler arasında oluşacak burulma momentleri ile orta ve kenar şeritler arasındaki farklılıklar ihmal edilir. Ayrıca döşemenin oturduğu kirişlerin çökmediği ve bu kirişlerin burulma rijitlikleri olmadığı varsayılır. Tüm bu varsayımlarla tek doğrultuda çalışan döşeme için basit bir model oluşturulur.

Döşeme birim genişlikte bir şeritle temsil edildiğinde problem serbestçe dönebilen mesnetlere oturan dikdörtgen kesitli bir kirişe dönüşür. Bu basit model elbette tam doğru değildir. Ancak betonarmedeki uyum da dikkate alındığında, bu şekilde yapılacak hesaplardan elde edilecek sonuçların güvenli olacağı rahatlıkla söylenebilir.

Ele alınan tipik bir şeritteki momentler, genişliği 1 m, derinliği h olan dikdörtgen kesitli ve serbetçe dönebilen mesnetlere oturan sürekli bir kiriş gibi hesaplanır. Ancak, hesaplanan değerler ne olursa olsun, kesit hesabı yapılırken mesnet momentlerinin $M=(1/12) p_d l_k^2$ den az alınmasına izin verilmez.

Sistemi oluşturan döşemelerin açıklıklarının birbirinden fazla farklı olmadığı ve hareketli yükün kalıcı yüke oranla küçük olduğu durumlarda, açıklık ve mesnet momentlerinin verilen bazı katsayılara göre hesaplanmasına izin verilebilir. TS-500'de bu konu ile ilgili koşullar ve kısıtlamalar aşağıdaki gibi verilmiştir.

«Eşit açıklıklı veya en küçük açıklığın en büyüğe oranı 0.8'den küçük olmayan sürekli plaklar için, hareketli yükün öz ağırlığa oranının 0.5'ten küçük olduğu eşit yayılı yük durumunda, momentler aşağıda verilen katsayılardan yaklaşık olarak hesaplanabilir.»

TS-500 de verilen moment katsayıları aşağıda özetlenmiştir. Eşit olmayan açıklıklarda mesnet momenti hesaplanırken, komşu açıklıkların ve yüklerin aritmetik ortalamasının alınması öngörülmektedir.

Açıklık momentleri :

Kenar açıklık :

$$\max.M_d = \frac{1}{11} p_d (\ell)^2$$

İç açıklık :

$$\max.M_d = \frac{1}{15} p_d (\ell)^2$$

Mesnet momentleri :

İki açıklıklı sistemler :

$$-M_d = \frac{1}{8} p_d (\ell)^2$$

İkiden fazla açıklıklı sistemler :

İlk iç mesnet

$$-M_d = \frac{1}{9} p_d (\ell)^2$$

İç mesnetler

$$-M_d = \frac{1}{10} p_d (\ell)^2$$



TS-500'de tek doğrultuda çalışan döşemeler için minimum koşullar verilmiştir. Bunlar temel alınarak tek doğrultuda çalışan döşemelerin boyutları ve donatısı ile ilgili aşağıda verilen öneriler oluşturulmuştur.

Burada, h döşeme kalınlığı, s çubuk aralığı, ρ asal donatı ve ρ_d dağıtma donatısı oranlarıdır. Donatı oranları, 1 m genişliğe düşen donatı alanı, döşeme şeridi genişliğine (100 cm) ve döşeme faydalı yüksekliğine bölünerek bulunur. Faydalı yükseklik yerine döşeme kalınlığı h da kullanılabilir.

$$\rho = \frac{A_s}{(100)d}$$

Minimum döşeme kalınlığı :	$h \geq 8.0 \text{ cm}$	(üzerinden taşıt geçen döşemelerde bu kalınlık en az 12 cm olmalıdır)
	$h \geq \ell_n / 25$	basit mesnetli, tek açıklıklı
	$h \geq \ell_n / 30$	sürekli döşeme
	$h \geq \ell_n / 12$	konsol döşeme
	ℓ_n	döşeme serbest açıklığıdır.

Beton örtüsü (pas payı) : $c \geq 1.0 \text{ cm}$



Asal donatı

(kısa doğrultuda) : $\rho \geq 0.003$ (BÇ-I ise)

Şekil 1.7 de 1 ve 2 olarak gösterilmiştir $\rho \geq 0.002$ (BÇ-III veya IV ise)

$s \leq 1.5 h$

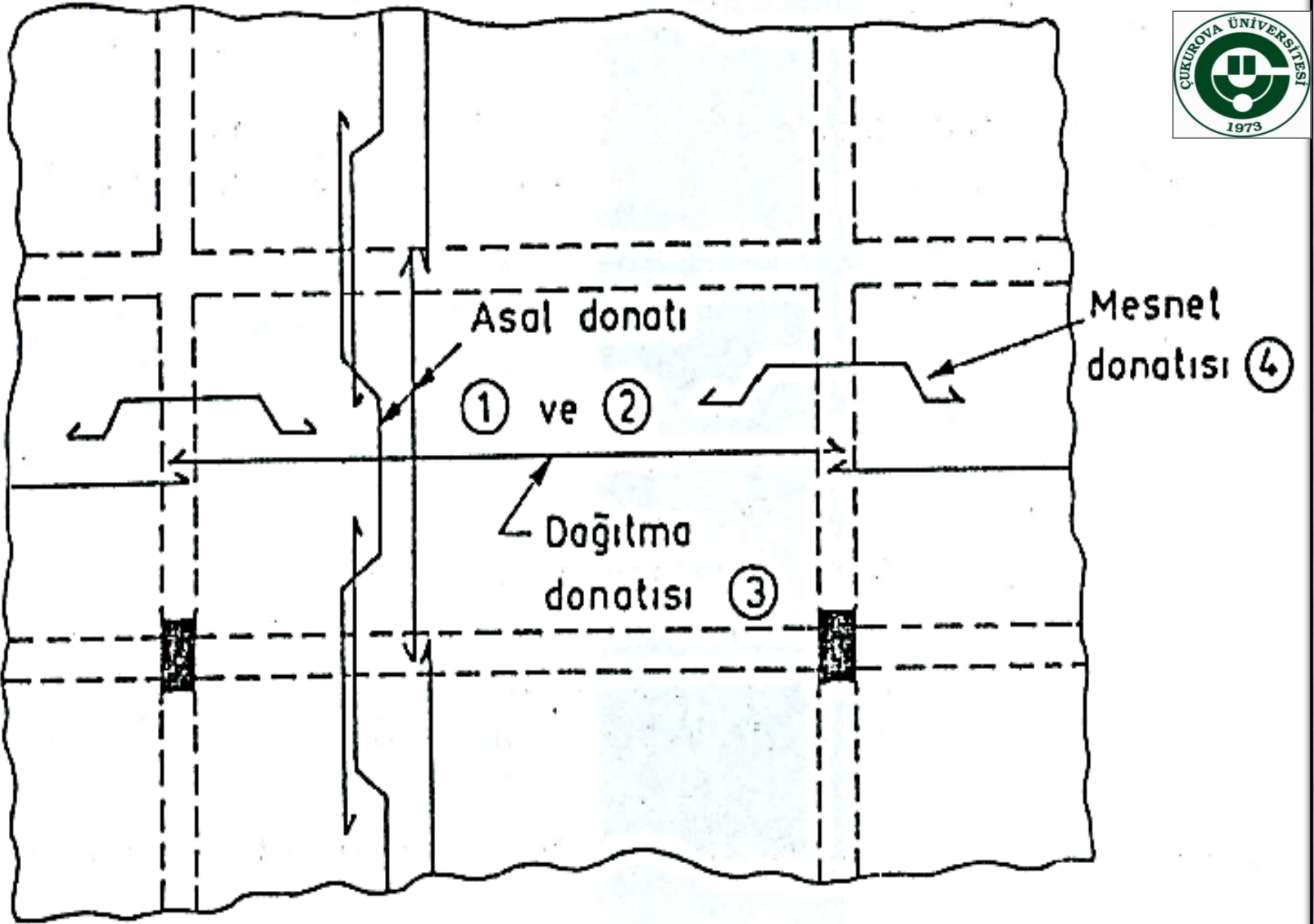
$\leq 20 \text{ cm}$

Tek açıklıklı döşemelerde açıklık donatısının en az $\frac{1}{2}$ 'si pilye yapılmadan bir mesnetten diğerine uzatılmalıdır. Sürekli döşemelerde bu oran $1/3$ 'tür.

Dağıtma donatısı
(uzun doğrultuda) : $\rho \geq 0.002$ (BÇ-I)
Şekil 1.7 de 3 olarak $\rho \geq 0.0018$ (BÇ-III) Alttaki minimum
gösterilmiştir $\rho \geq 0.0015$ (BÇ-IV)

Uzun doğrultuda
mesnet donatısı : $\phi 8/20$ cm (BÇ-I ve III) Üstte minimum
Şekil 1.7 de 4 olarak $\phi 5/12$ cm (BÇ-IV)
gösterilmiştir
(Bu donatıdan vazgeçilebilir) Bu donatının boyu, her bir yönde en az kısa
yöndeki serbest açıklığın $1/4$ ü olmalıdır.

Alta konan dağıtma donatısı, kısa doğrultudaki asal donatının en az $1/3$ ü
olmalıdır.



Döşeme donatısı olarak genelde $\Phi 8$, $\Phi 10$ ve $\Phi 12$ 'lik çubuklar kullanılır. Çok ağır yük taşıyan veya açıklığı büyük döşemelerde daha büyük çapta donatı da olabilir. Pilye ve düz donatı aynı çapta olabileceği gibi, değişik çapta da olabilir. Momentler 1 m genişliğindeki bir şerit için hesaplandığından elde edilen donatı alanı $A_s = \text{cm}^2 / \text{m}$ olacaktır.

Döşemede gereken donatının çapının ve aralığının belirlenmesi gerekir. Pilye ve düz çubuklar genelde aynı aralıklarla yerleştirilir. Ancak bu zorunlu değildir. A_{od} ve A_{op} düz ve pilye olarak kullanılması tasarlanan çubukların kesit alanları, A_s ise 1 m genişlikteki döşeme için hesaplanan donatı alanı olursa, çubuk aralıkları aşağıdaki gibi hesaplanabilir (pilye ve düz donatı için aynı aralığın kullanılması düşünülüyorsa). s_p pilyelerin, s_d ise düz donatıların aralığıdır.

$$s_p = s_d = \frac{A_{op} + A_{od}}{A_s} (100)$$

Bu hesap yapılmadan önce elde edilen donatı alanı A_s 'nin minimum donatıdan az olmadığı saptanmalıdır. A_s 'nin minimum donatıdan az olduğu durumlarda minimum donatı kullanılmalıdır.

Komşu açıklıkların birbirinden fazla farklı olmadığı durumlarda ($l_1 \geq 0.8l_2$) pilye büküm noktaları mesnet yüzünden $1/5 l_n$ uzaklığında yapılmalıdır. Kenar açıklığın dış mesnet tarafında bu uzaklık azaltılmalıdır. ($1/7 l_n$).

Tek doğrultuda çalışan döşemeler, açıklıkların küçük olduğu durumlarda ekonomik olabilir. Büyük açıklıklarda bu tür döşeme genelde ekonomik değildir.



ÖRNEK 1.1.

Bilinen

Şekil 1.8' de gösterilen döşeme planı.

Tüm kirişlerin genişliği 25 cm ($b_w=25$ cm)

Malzeme: Donatı S220, beton C16

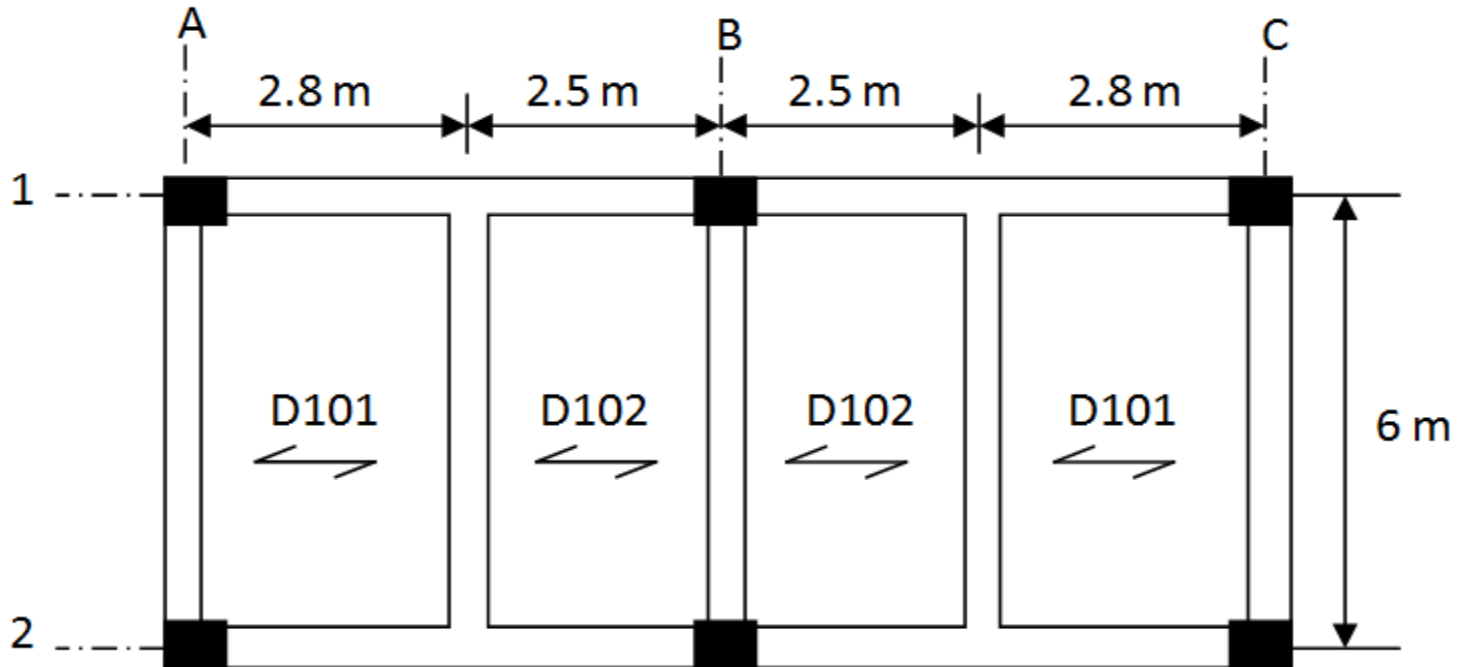
Döşeme kaplaması karo mozaiktir. Tavan sıvasının 2 cm olduğu varsayılacaktır.

Hareketli yük 200 kgf/m²'dir (konut).

İstenen

Döşemelerin boyutlandırılması ve donatının belirlenmesi.

Şekilde her döşemeye bir numara verilmiştir. D döşemeyi, D'yi izleyen ilk sayı döşemenin bulunduğu katı belirler. Bunu izleyen sayılar döşemeye verilen numaradır. Açıklığı, yükü ve sınır koşulları aynı olan döşemeler aynı numarayı taşır. Örneğin D102, 1.kattaki 02 nolu döşemedir. Sınır koşulları değişik olduğundan, kenar ve bir iç döşeme aynı açıklığa sahip olsalar ve aynı yükü taşırsalar da ayrı numara alırlar.



DÖŞEME PLANI

Şekil 1.8



ÖN TASARIM (Boyutlandırma):

$$\frac{l_u}{l_k} = \frac{600}{280} = 2.14 > 2.0 \quad (\text{Tek doğrultuda çalışan döşeme})$$

Şekil 1.8' den en kritik döşemenin D101 olduğu ve en kritik momentin ilk iç mesnette oluşacağı kolayca görülür. Bu bölümde verilen minimum koşullardan yararlanarak döşeme kalınlığı yaklaşık olarak saptanır.

$$\min h = l_n / 30$$

$$l_n = l - b_w = 280 - 25 = 255 \text{ cm}$$

$$\min h = 255 / 30 = 8.5 \text{ cm} \text{ (Döşeme 10 cm varsayılacak.)}$$

Betonarmenin birim ağırlığı 24 kN/m^3 , harç ve sıvanınki ise 20 kN/m^3 alınacaktır.

Döşeme (özağırlık)	$0.1 \cdot 1 \cdot 24 = 2.4 \text{ kN/m}^2$
--------------------	---

Karo mozaik (2.5 cm)	$0.025 \cdot 1 \cdot 20 = 0.5 \text{ kN/m}^2$
----------------------	---

Karo altı harcı (3.0 cm)	$0.03 \cdot 1 \cdot 20 = 0.6 \text{ kN/m}^2$
--------------------------	--

Tavan sıvası (2.0 cm)	$0.02 \cdot 1 \cdot 20 = 0.4 \text{ kN/m}^2$
-----------------------	--

$g =$	3.9 kN/m^2
-------	----------------------

$q =$	2.0 kN/m^2
-------	----------------------

$$P_d = 1.4 * g + 1.6 * q = 8.7 \text{ kN/m}^2$$

$$\max M_d = \frac{1}{9} * P_d * l^2 \qquad l_{ort} = \frac{2.8 + 2.5}{2} = 2.65 \text{ m}$$

$$\max M_d = \frac{1}{9} * 8.7 * (2.65)^2 = 6.8 \text{ kN} - \text{m/m}$$

$$b = 100 \text{ cm} \qquad C16 \text{ ve } S220 \text{ için } K_l = 450 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

$$d = \sqrt{(K_l M_d)/b} = \sqrt{(450 * 6.8)/1} = 55 \text{ mm}$$

$$h = 55 + 15 = 70 \text{ mm}$$

Minimum 8.5 cm olarak belirlenmişti, 10 cm kullanılacaktır.

$$d=10-1.5=8.5 \text{ cm}$$

Kesme genelde bu tür döşemelerde kritik olmamaktadır. Buna rağmen kesmenin kontrol edilmesinde yarar vardır. (Mesnet yüzünde)

$$l_n = 255 \text{ cm}$$

$$V_d = P_d(l_n/2) = 8.7(2.55/2) = 11.09 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65 * f_{ctd} * b * d = 0.65 * 9 * 1 * 8.5 = 49.7 \text{ kN}$$

$$V_d < V_{cr} \quad (\text{Kalınlık yeterli})$$

KESİN TASARIM (Donatı Hesabı)

Döşemelerin yükü aynı olduğundan ve iki komşu açıklık arasındaki fark az olduğundan ($2.5/2.8=0.89>0.8$) ve hareketli yük kalıcı yükün iki katından fazla olmadığından, hesaplarda moment katsayıları kullanılabilir.

D101 (h=10 cm)



$$P_d = 8.7 \text{ kN/m}^2 \quad + M_d = \left(\frac{1}{11}\right) P_d l^2$$

$$d = 8.5 \text{ cm} \quad + M_d = \left(\frac{1}{11}\right) 8.7 (2.8)^2 1 = 6.2 \text{ kN} - \text{m/m}$$

$$K_l = 450 \text{ mm}^2/\text{kN} \quad K = \frac{1000 * 8.5^2}{6.2} = 1160 > 450$$

$$l = 2.8 \text{ m} \quad A_s = M_d / f_{yd} j d = 6.2 * 10^3 / 0.191 * 0.86 * 85 = 444 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\min A_s = 0.003 * 100 * 100 * 8.5 = 260 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hesaplanan

$$A_s > \min A_s$$

olduğundan,

$A_s = 444 \text{ mm}^2/\text{m}$ kullanılacak. Donatı olarak $\emptyset 8$ seçilirse $A_{od} + A_{op} = 1 \text{ cm}^2$

Düz donatı ve pilye aralığı ise aşağıdaki gibi hesaplanır.



$$s_p = s_d = \frac{0.5 + 0.5}{4.4} * 100 = 23 \text{ cm} \quad 25 \text{ cm alalım.}$$

Döşeme açıklığında donatı aralığı $25/2 = 12.5 \text{ cm}$

TS 500'e göre;

$$s \leq 1.5h \quad \text{ve} \quad s \leq 20 \text{ cm}$$

Bu koşullar sağlanıyor.

$\emptyset 8/25$ düz ve $\emptyset 8/25$ pilye kullanılacak.

$$V_d = 1.15 P_d (l_n/2) = 1.15 * 8.7 * 2.55/2 = 12.8 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65 * f_{ctd} * b * d = 0.65 * 9 * 1 * 8.5 = 50 \text{ kN}$$

$$V_d < V_{cr} \quad (\text{Kalınlık yeterli})$$

NOT: İç mesnetteki moment dış mesnettekinden çok daha büyük olacağından, kesme kuvveti %15 büyütülmüştür.



D102 (h=10 cm)

$$P_d = 8.7 \text{ kN/m}^2 \quad + M_d = (1/15)P_d l^2$$

$$d = 8.5 \text{ cm} \quad + M_d = (1/15)8.7(2.5)^2 1 = 3.63 \text{ kN} - \text{m/m}$$

$$K_l = 450 \text{ mm}^2/\text{kN} \quad K = \frac{1000 * 8.5^2}{36.3} = 1990 > 450$$

$$l = 2.5 \text{ m} \quad + A_s = 260 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing 8/25 \text{ cm düz} \quad \varnothing 8/25 \text{ cm pilye} \quad V_d < V_{cr} \text{ (Bak D101)}$$

Aslında pilye ve düz donatı aralığı 30 cm yapılabilirdi ($\max s = 1.5 t = 15 \text{ cm}$)

Ancak D101 ile aynı donatı aralığının kullanılması donatı yerleştirmede kolaylık sağlayacağından, bu tercih edilmiştir.

D101-D102 (mesnet)



$$P_d = 8.7 \text{ kN/m}^2$$

$$-M_d = (1/9)P_d l^2$$

$$d = 8.5 \text{ cm}$$

$$-M_d = (1/9)8.7(2.65)^2 1 = 6.8 \text{ kN} - \text{m/m}$$

$$K_l = 450 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

$$K = 1060 > 450$$

$$l_{ort} = 2.8 + 2.5/2 = 2.65 \text{ m}$$

$$-A_s = 490 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Mevcut } \emptyset 8/25 \text{ cm pilye (D101)} = 2.0$$

$$\text{Mevcut } \emptyset 8/25 \text{ cm pilye (D102)} = 2.0$$

$$\text{İlave üst donatı } \emptyset 8/50 \text{ cm} = 1.0$$

$$= 5.0 > 4.9 \text{ cm}^2$$

D102-D102 (mesnet)

$$P_d = 8.7 \text{ kN/m}^2$$

$$-M_d = (1/10)P_d l^2$$

$$d = 8.5 \text{ cm}$$

$$-M_d = (1/10)8.7(2.5)^2 1 = 5.44 \text{ kN - m/m}$$

$$K_l = 450 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

$$K > K_l$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$-A_s = 390 \text{ mm}^2/\text{m} > \min$$

Mevcut $\emptyset 8/25 + \emptyset 8/25$ pilye = $4.0 \text{ cm}^2/\text{m}$ Mevcut donatı yeterlidir.

Dağıtma donatısı uzun doğrultuda yerleştirilecektir. Dağıtma donatısı oranı 0.002 olmalıdır ve bu donatı asal yöndeki donatının 1/3'ünden az olmamalıdır.

$$a_s \geq 0.002 * 100 * 8.5 = 1.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

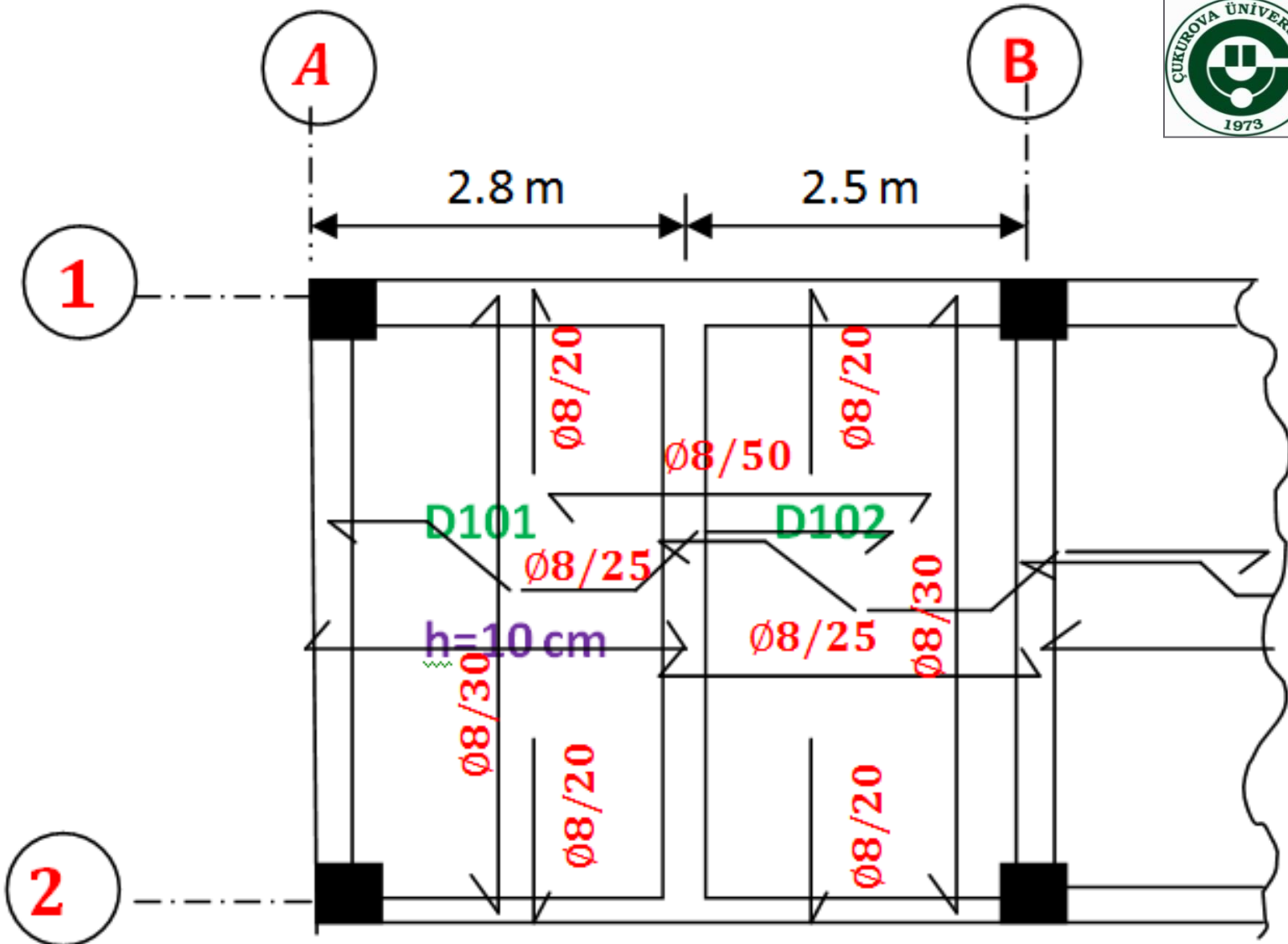
$$a_s \geq \frac{4.4}{3} = 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset 8 \text{ kullanılırsa, } s = \left(\frac{0.5}{1.7} \right) * 100 = 29 \text{ cm}$$

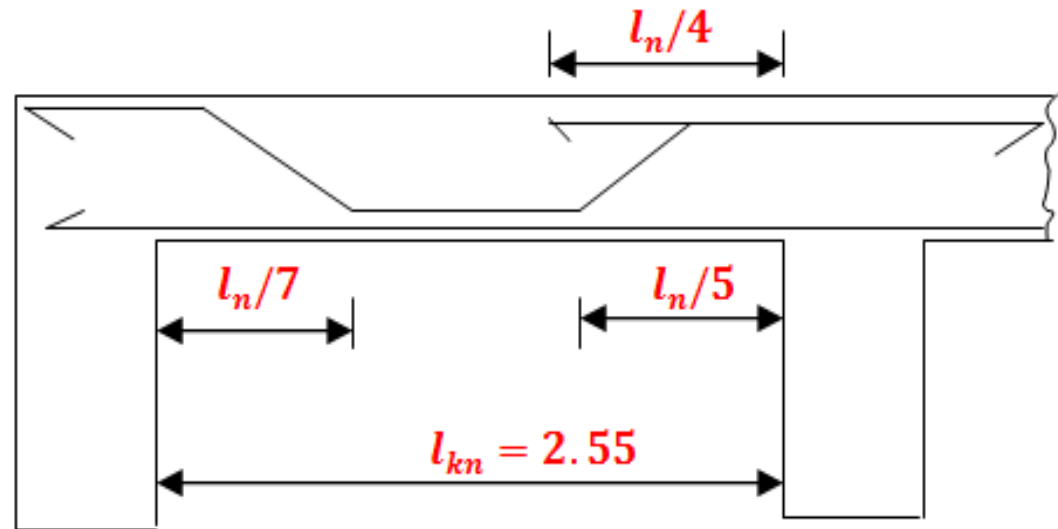
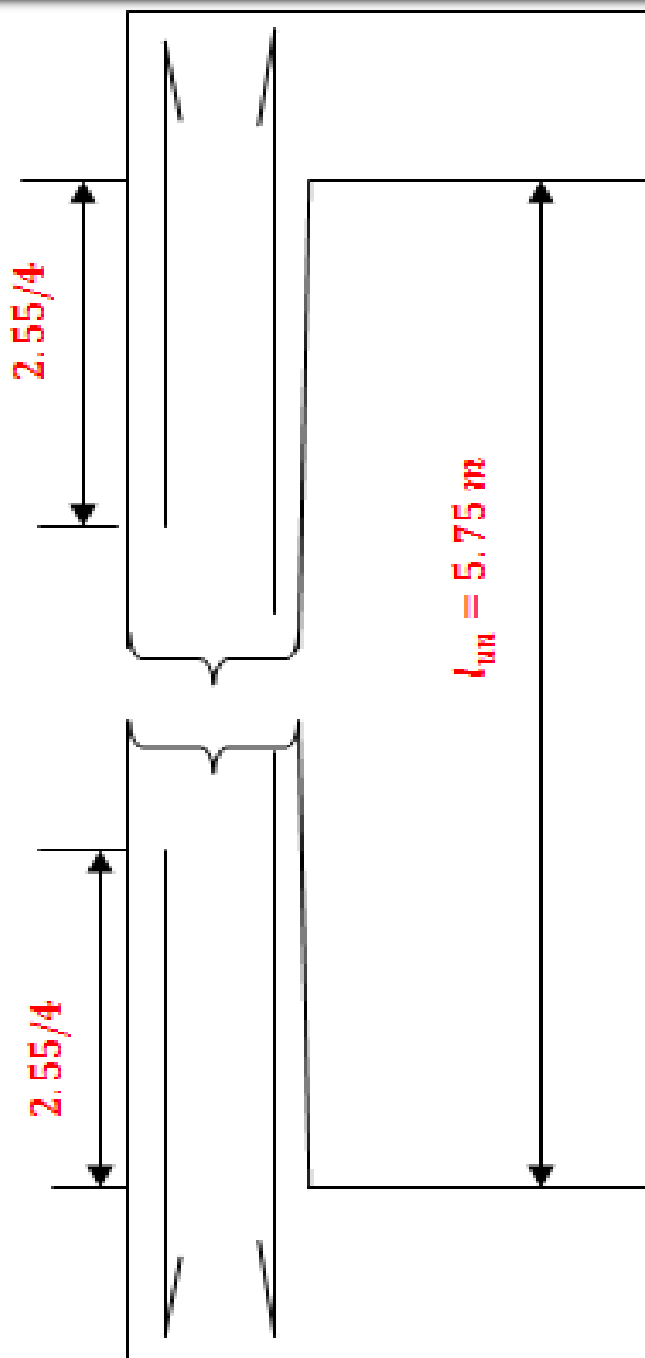
$\emptyset 8/30 \text{ cm}$ (altta)

Mesnette, uzun doğrultuda (üstte), $\emptyset 8/20 \text{ cm}$

Hesaplanan donatının yerleştirilmesi Şekil 1.9 ve 1.10'da gösterilmiştir. Uzun doğrultuda mesnetlere yerleştirilen üst donatı yarım pilye şeklinde de düzenlenebilir. Daha önce söylendiği gibi uzun doğrultuda mesnetlerde üste konan donatıdan vazgeçilebilir. Bu donatıdan vazgeçilmesi bir sorun yaratmaz.



Şekil 1.9



Şekil 1.10