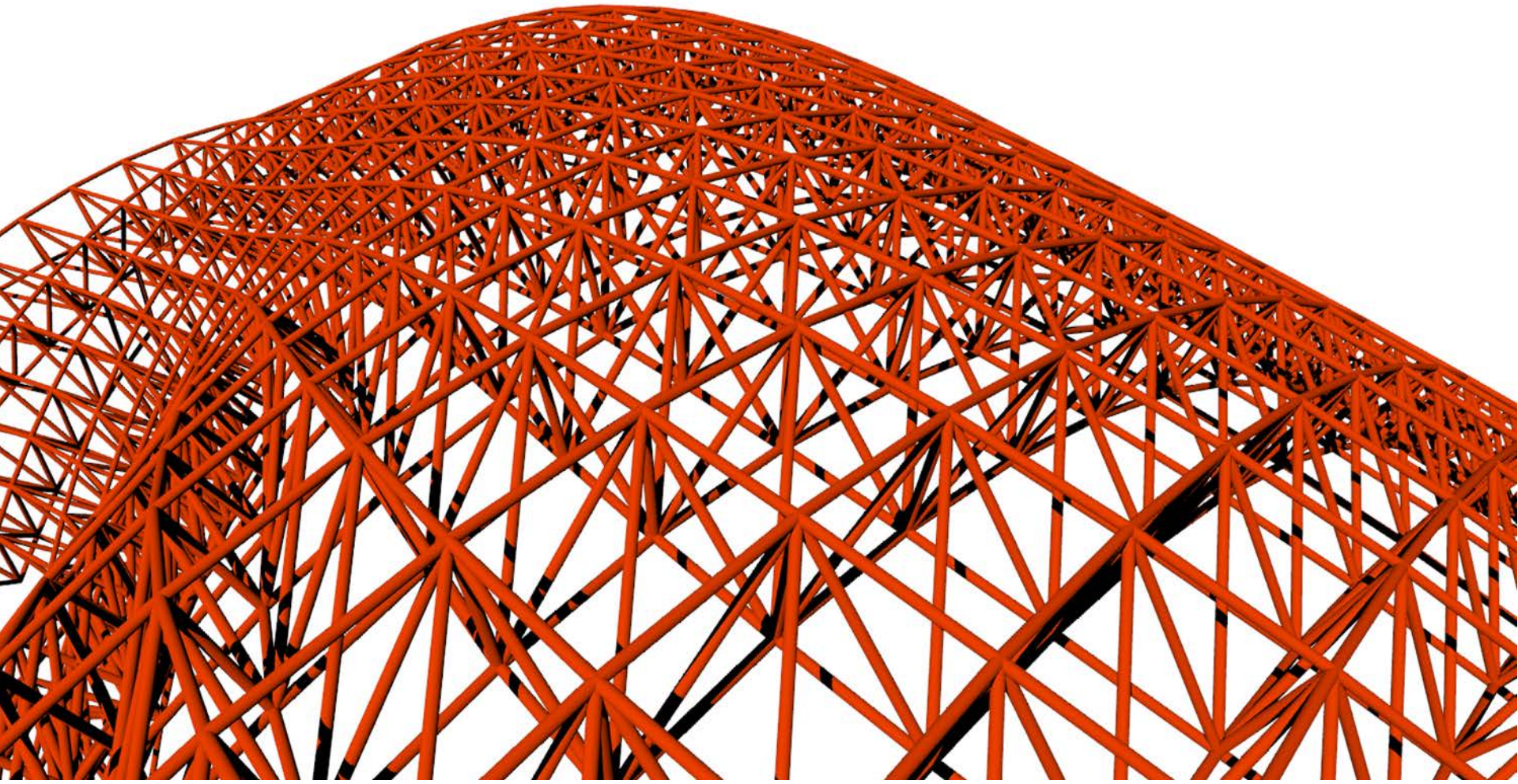


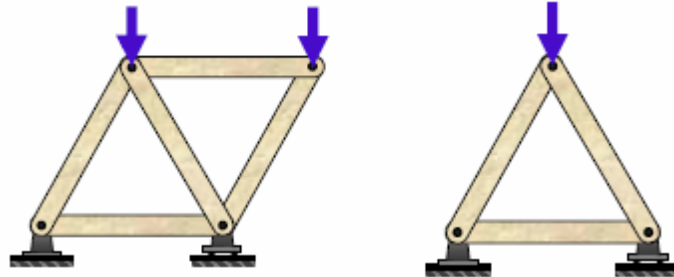
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER



DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

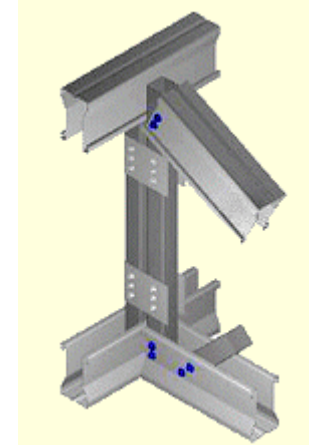
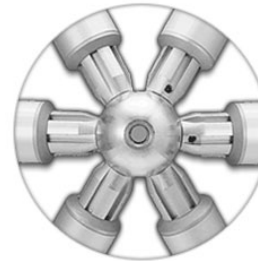
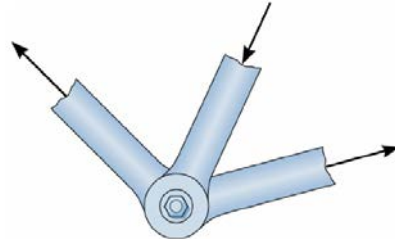
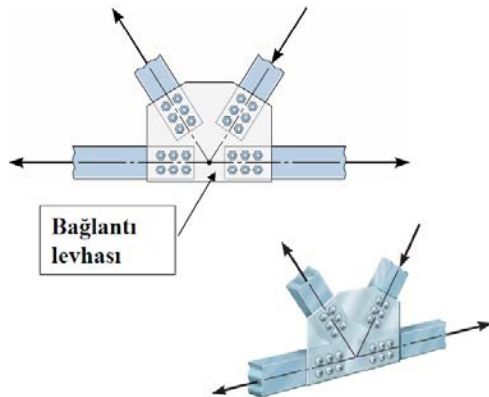
- Aynı düzlem içinde birbirlerine uç noktalarından bağlanarak bir rijid yapı oluşturan çubuklar topluluğuna düzlem kafes sistemi denir.

Bir kafes sistemi, düğüm noktalarında birleşen doğru eksenli çubuklardan meydana gelir

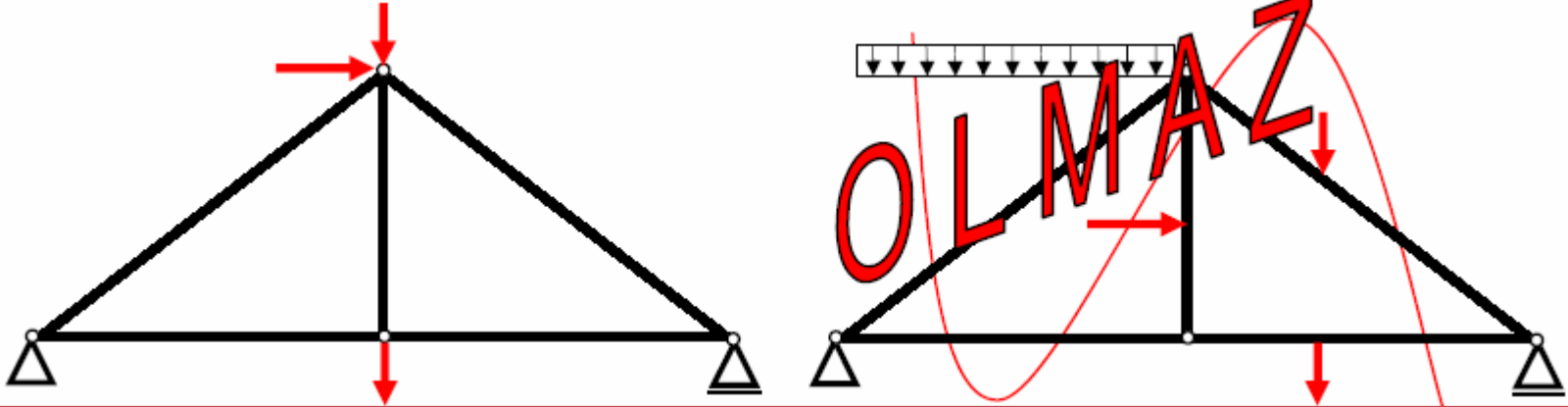


DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

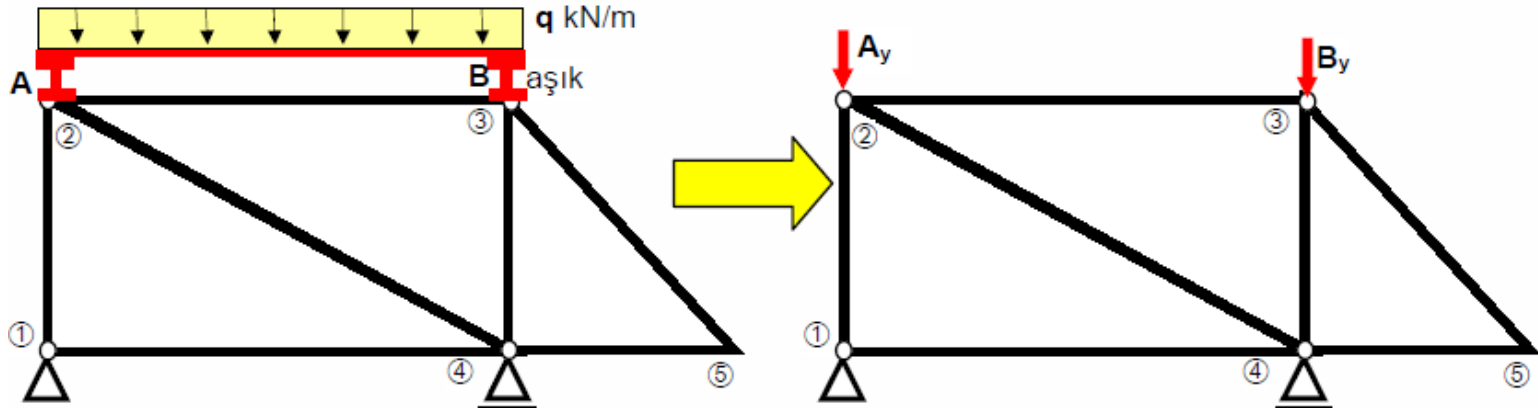
- Kafes sistem, sanayi, özel mühendislik [otogar, hangar, depo] yapıları ve köprü gibi geniş açıklı yapıların betonarme ve dolu gövdeli çelik sistemlerle yapmak teknik ve ekonomik bakımdan uygun olmaması sonucu hazır ve yapma profil şekilleri ile belli kurallar içinde oluşturulan sistemdir. Bu sistemin en az iki çubuğunun veya bir çubuk ile mesnedin birleştiği noktaya **düğüm noktası** denir.



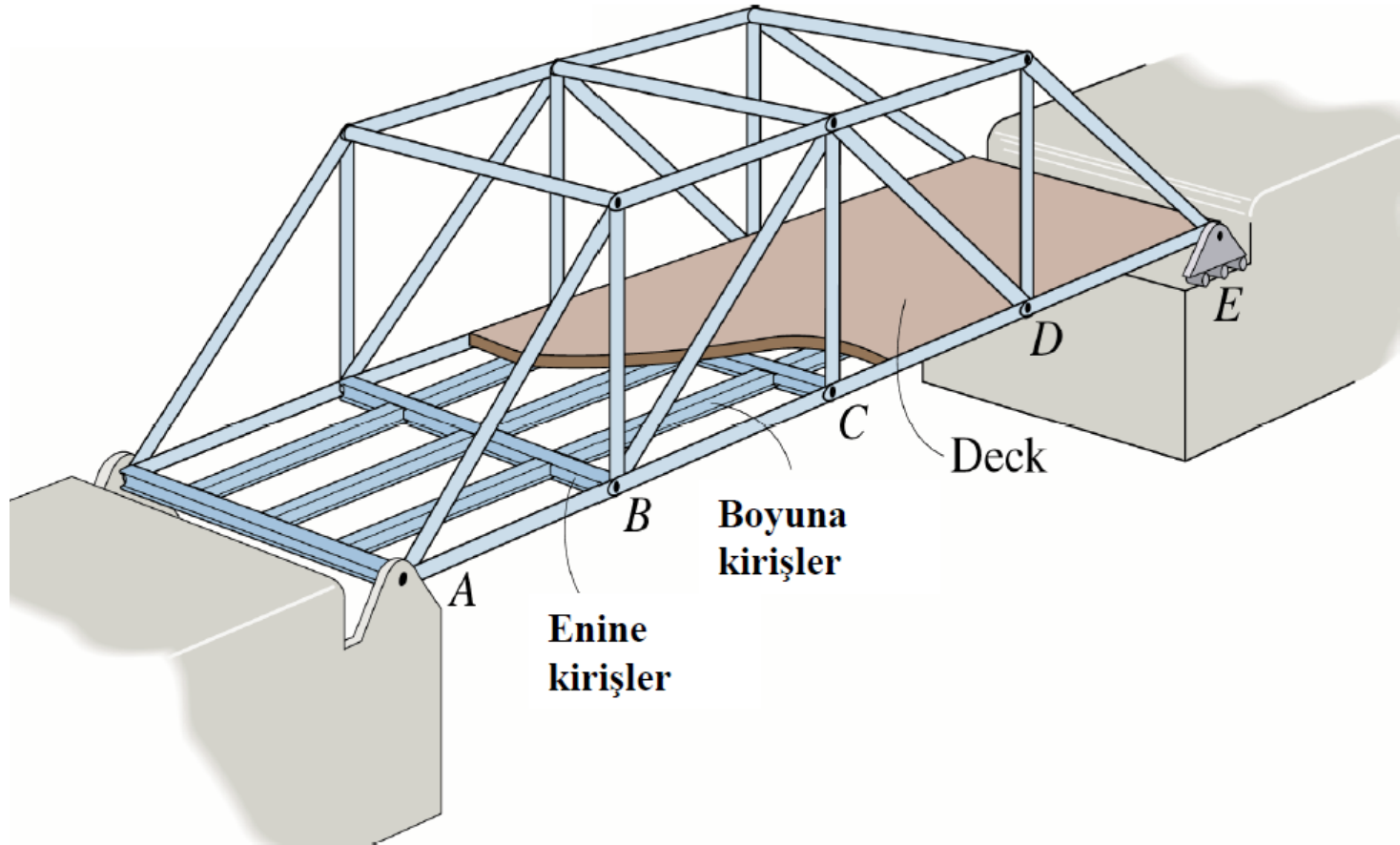
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER



Ancak yayılı yük olduğu zaman bu yük düğümlere yapılan asıklara oradan düğümlere aktarılır. Yapıların çatıları bu şekilde düzenlenir. Çatı kaplama yükleri [kremet, ondilin] düğüm noktalarına uygulanan asıklara aktarılır oradan düğüm noktalarına ve mesnetlere uygulandığı kabul edilerek boyutlandırılır.

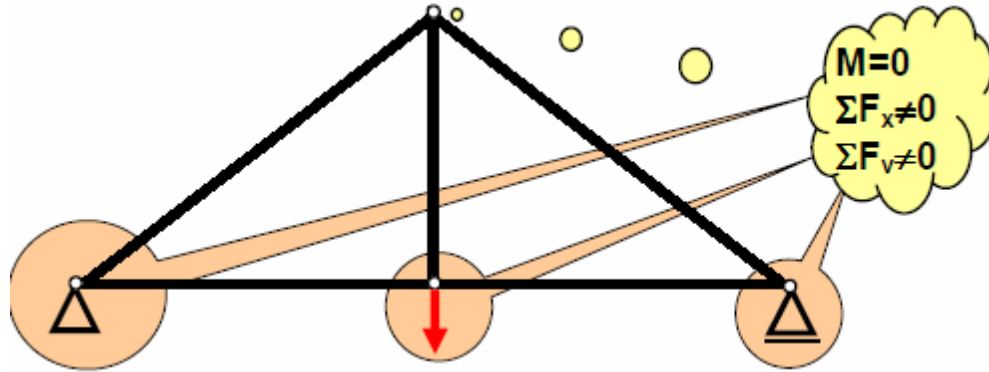


DÜZLEM KAFES SİSTEMLER



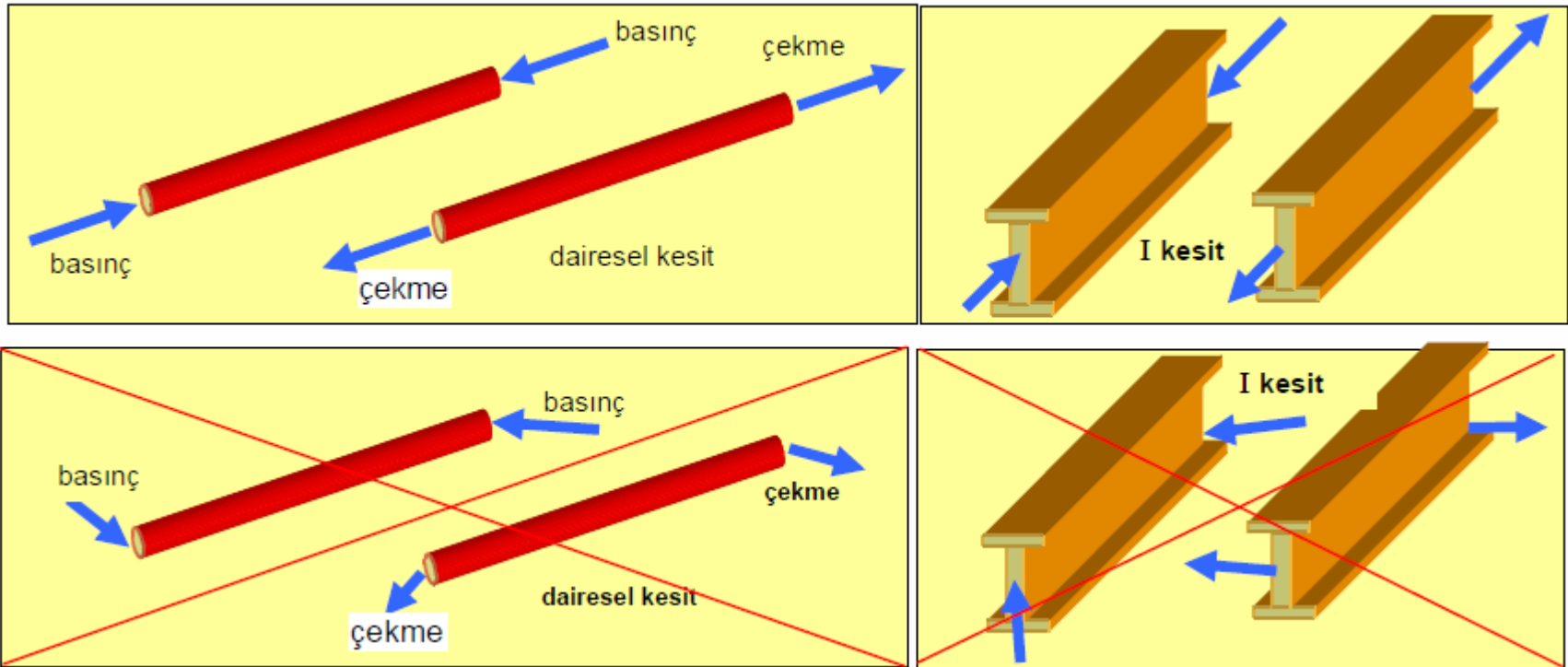
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

- Düğün noktaları **mafsallıdır**.



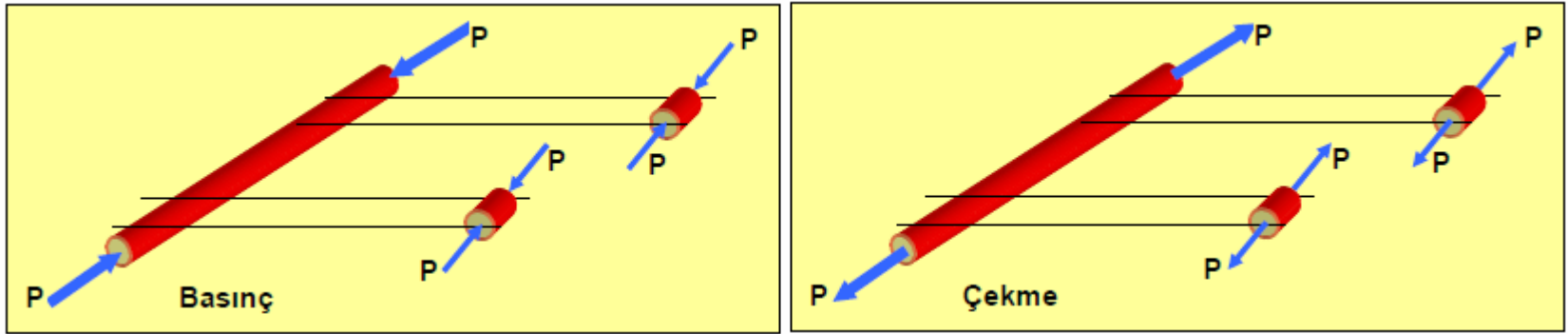
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

- Elemanları sadece **eksenel yük** taşır



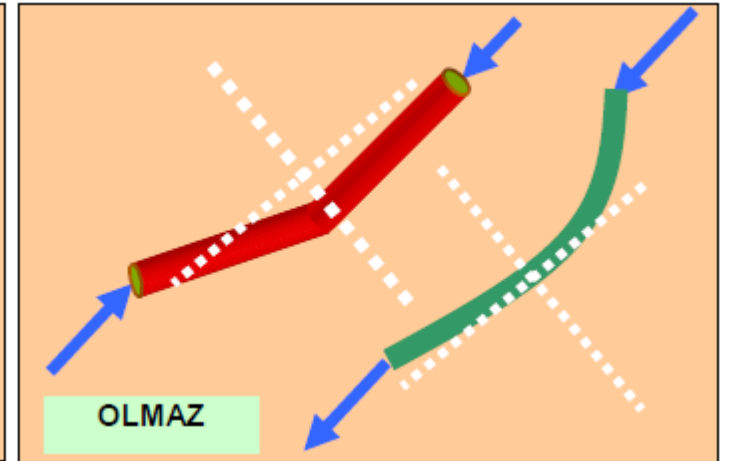
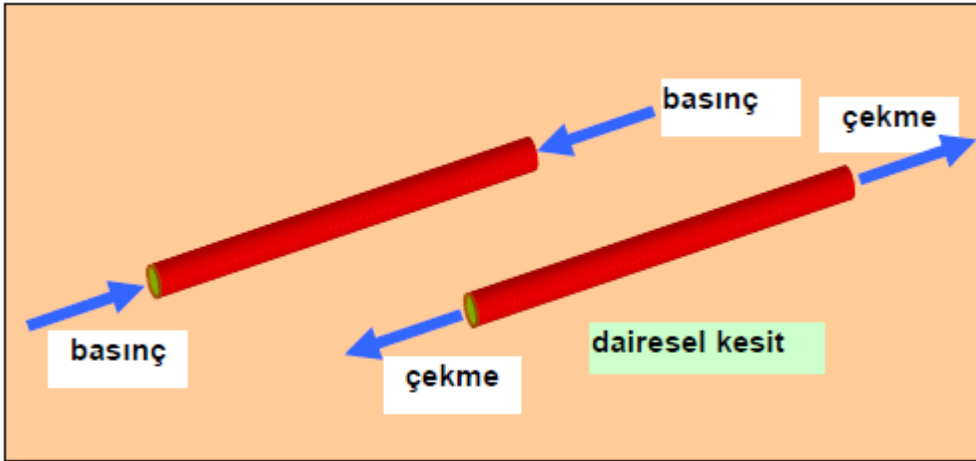
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

- Eleman boyunca aksenal kuvvet sabittir deđismeZ.

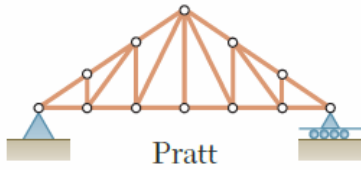


DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

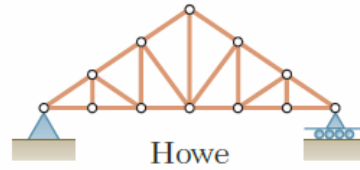
- Elemanları **doğru eksenli**



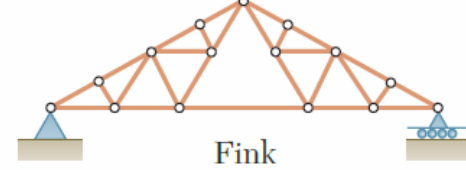
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER



Pratt

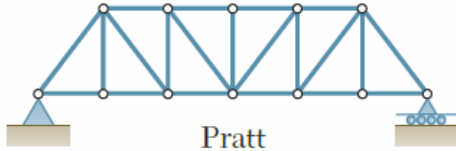


Howe

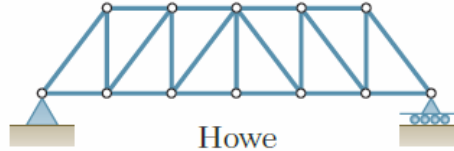


Fink

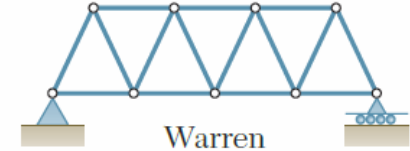
Çatı Kafes Sistemler



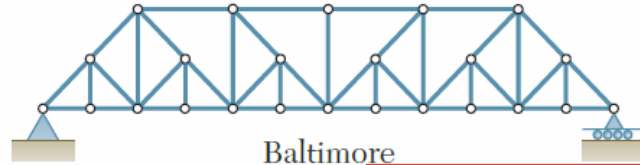
Pratt



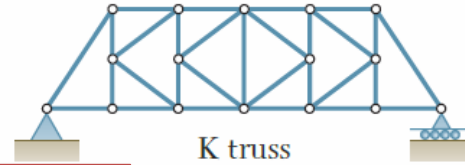
Howe



Warren

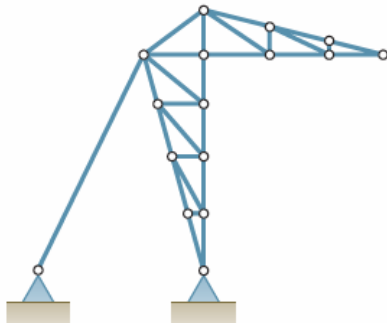


Baltimore

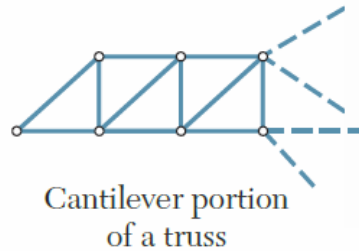


K truss

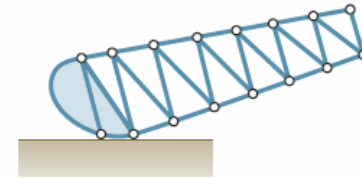
Köprü Kafes Sistemler



Stadium



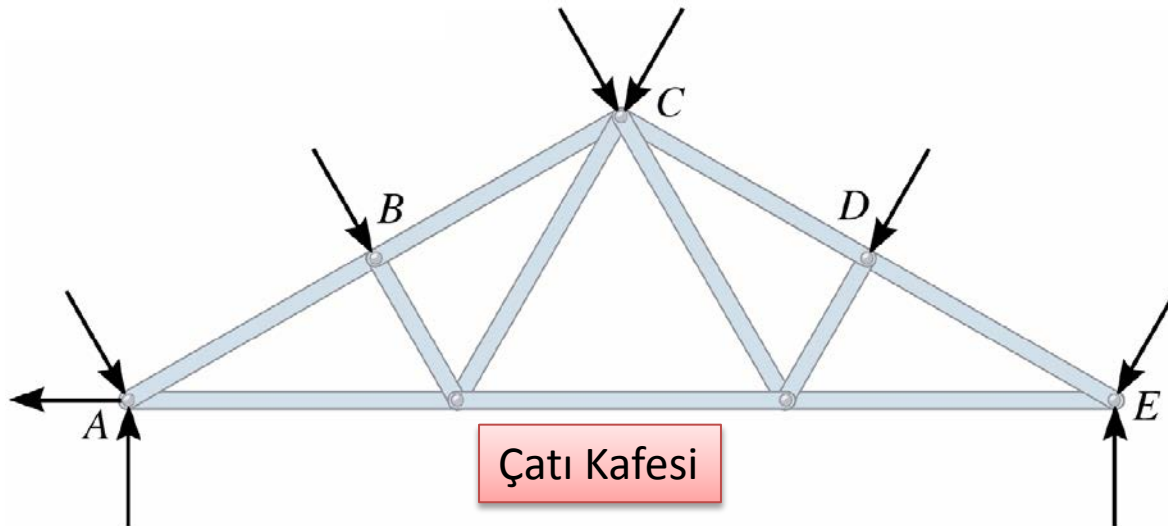
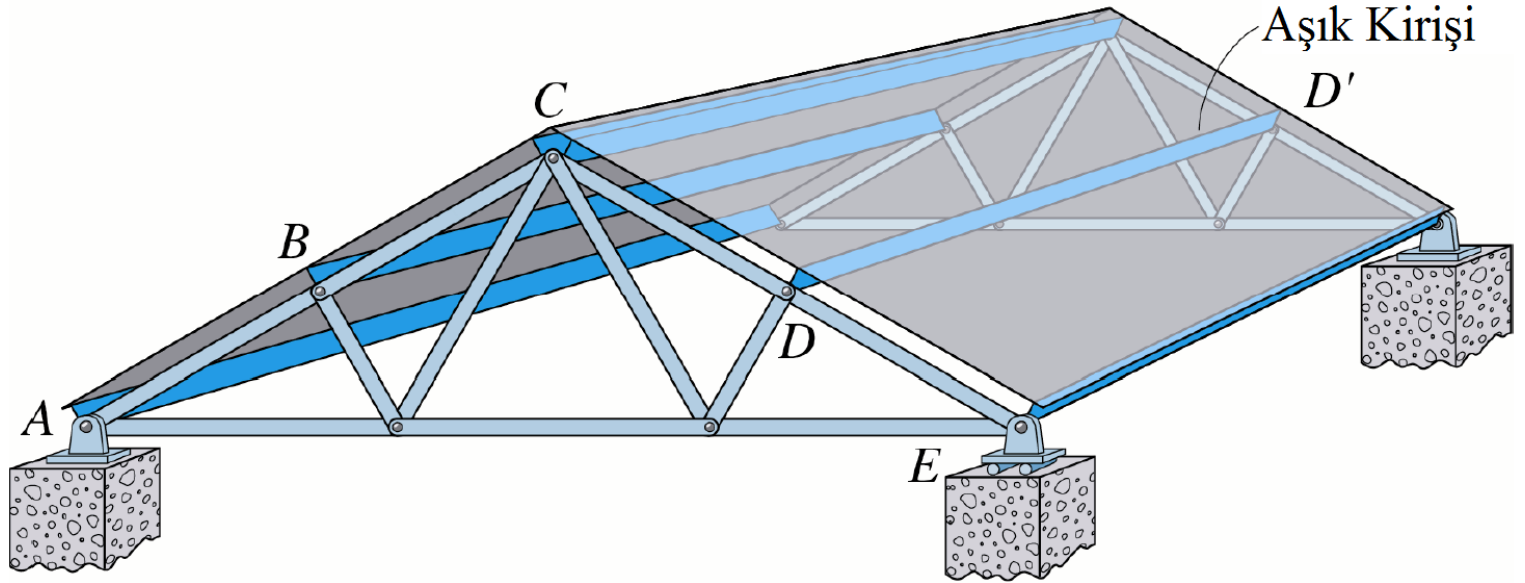
Cantilever portion
of a truss



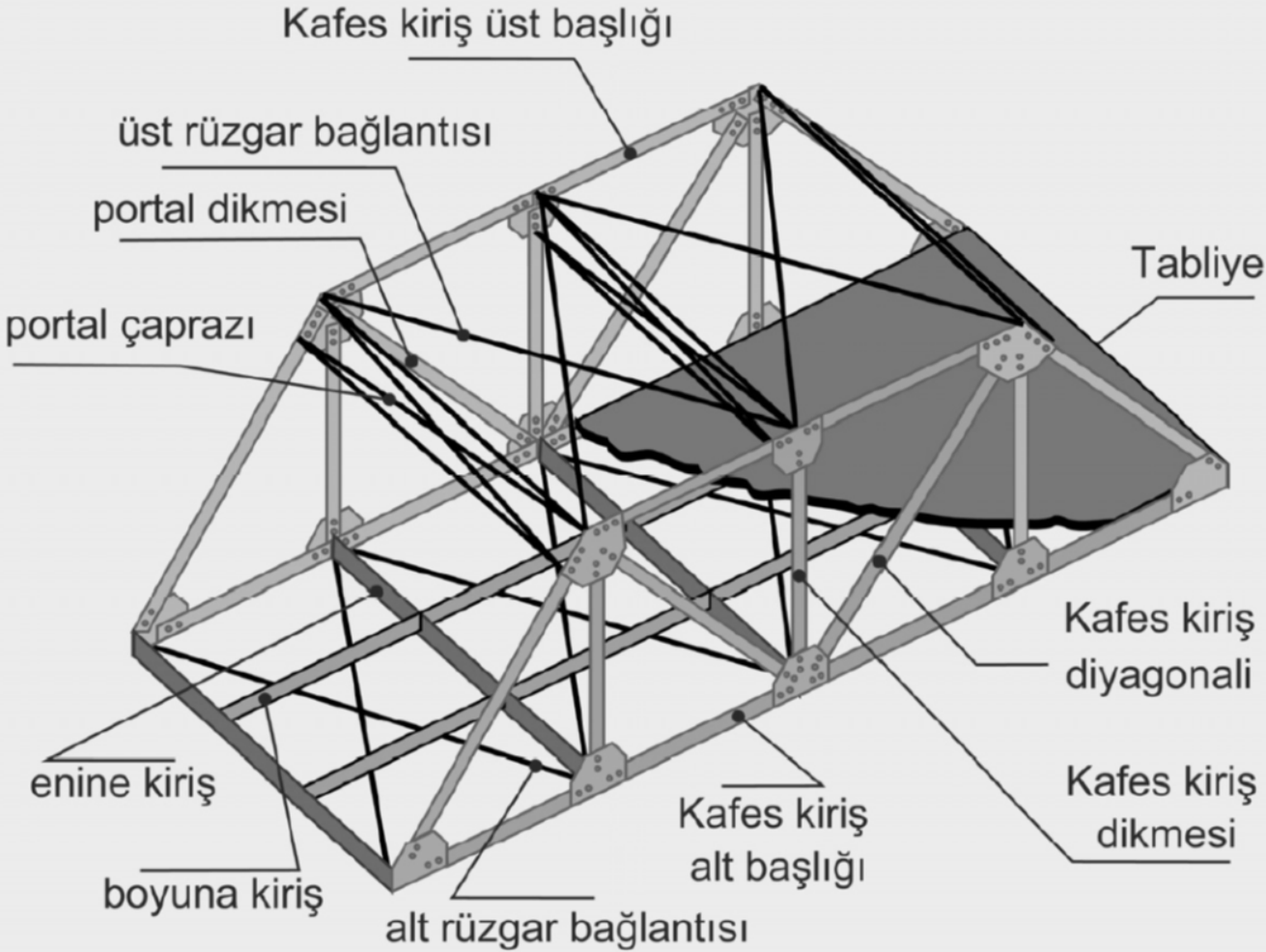
Bascule

Diğer Kafes Sistemler

DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİ



DÜZLEM KAFES SİSTEMLER



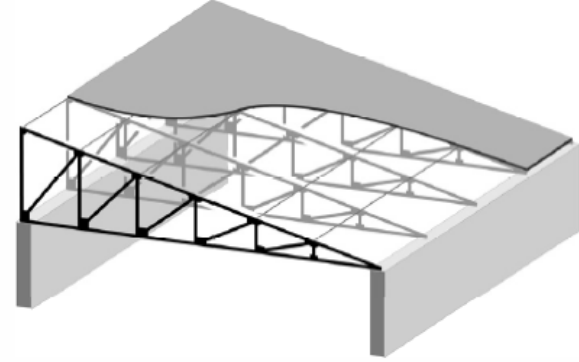
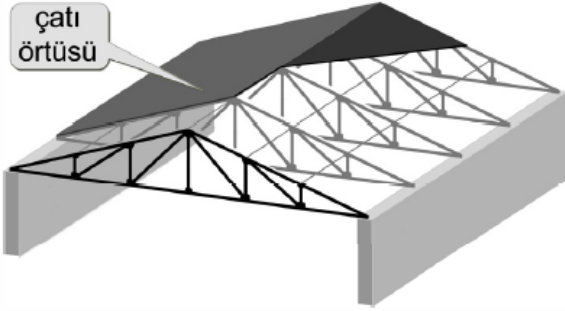
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

Düzlem kafes sistemler kullanılarak gerçekleştirilen bazı çatı uygulamaları.

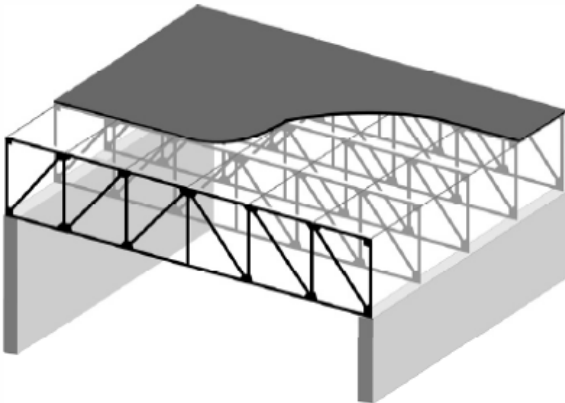
ÜÇGEN KAFES SİSTEMLER



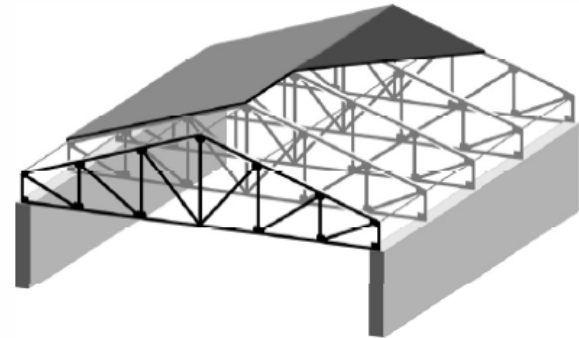
çatı örtüsü



PARALEL BAŞLIKLIL KAFES SİSTEM

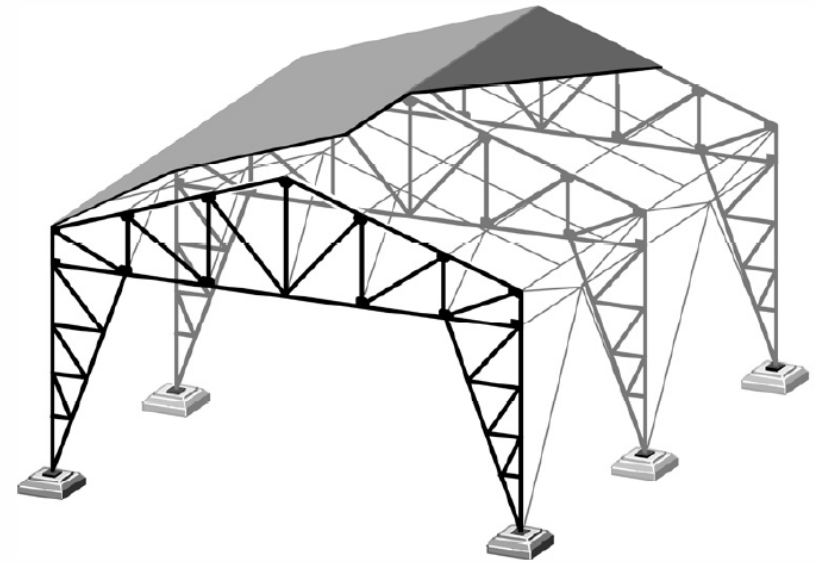
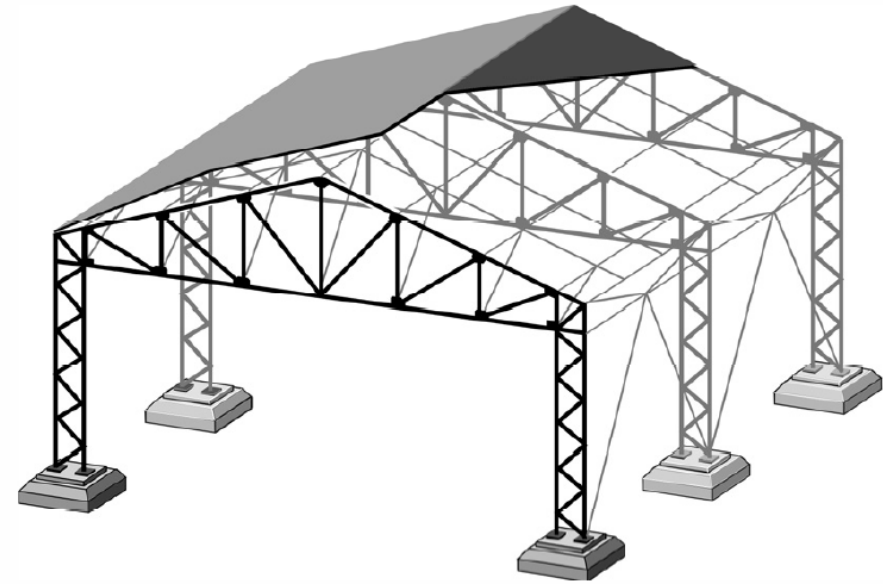


YAMUK KAFES SİSTEM



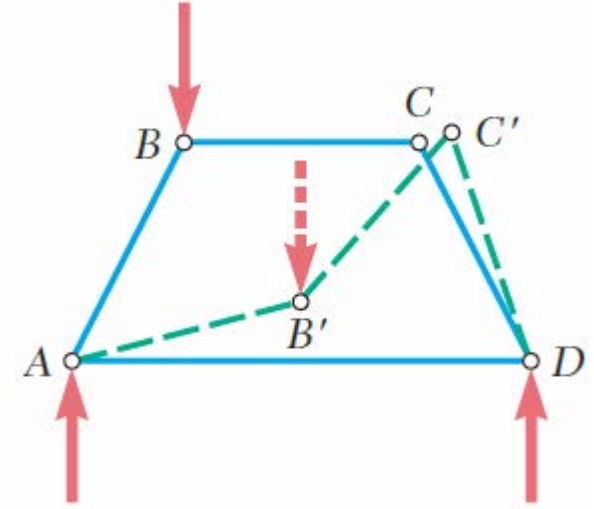
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

KAFES ÇERÇEVE SİSTEMLER

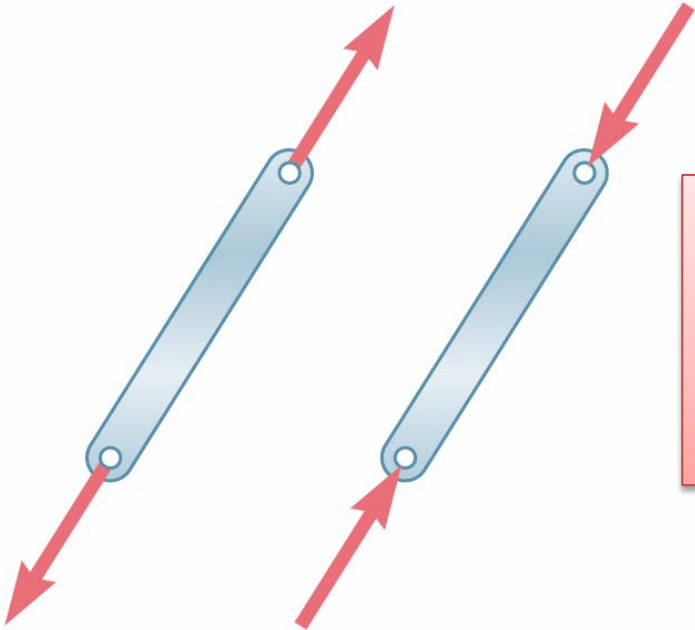


DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

Rijid bir kafes düğüm noktalarına etki eden yükler nedeniyle bozulup ilk şeklini kaybetmemelidir.



Bir kafes sisteminde tüm çubukların çift kuvvet elemanı olduğu kabul edilir. Taşıdığı yüke göre ağırlığı ihmal edilir. Bu sebeple çubuklar ya basıya ya da çekiye çalışır. Eğer ağırlık gözönüne alınacaksa çubuğun ağırlığı uç noktalara eşit olarak dağıtılır.



DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

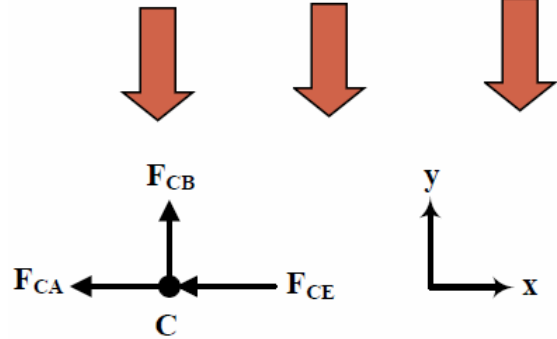
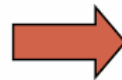
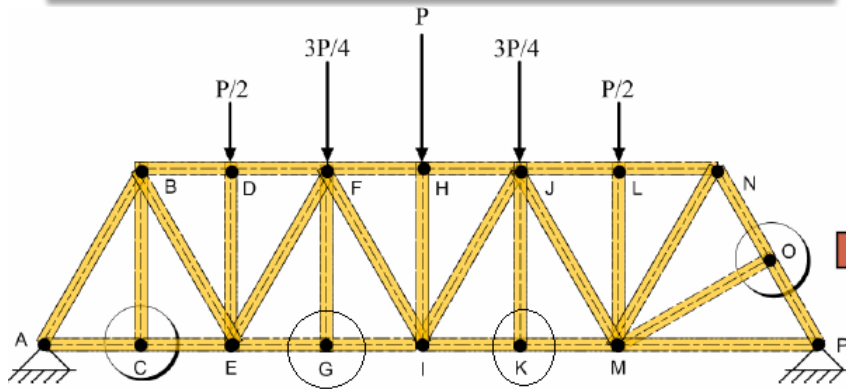
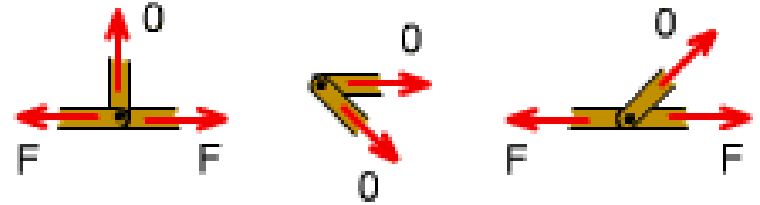
- Genelde çubuklar birbirine perçin ya da kaynakla birleştirilse de hesaplamalarda bağlantının pimli olduğu ve moment taşımadığı kabul edilir.
- Çubuklar daima uç noktalarından birbirine bağlanmıştır ve gelen yükler de bu düğüm noktalarına etkir.
- Çubuklar uzun ve ince eleman (narin) olduklarından çok az yanal yük veya eğilme momenti taşıyabilirler.



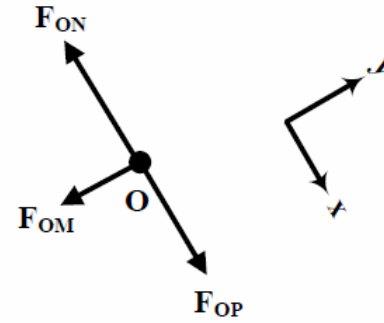
DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİ

Boş Çubukların (Sıfır Çubuğu) Belirlenmesi

İkisi aynı doğrultuda olmak üzere birleştirilmiş üç elemandan aynı doğrultuda olmayan boş çubuktur.



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{CB} = 0$$



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{OM} = 0$$

DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİ

Boş Çubukların (Sıfır Çubuğu) Belirlenmesi

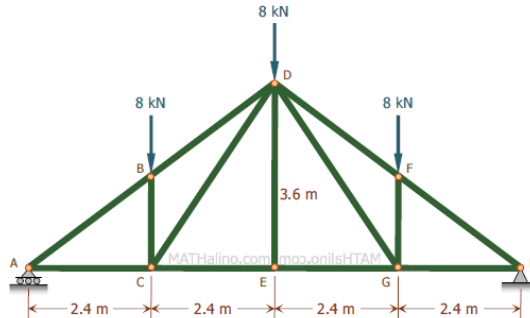
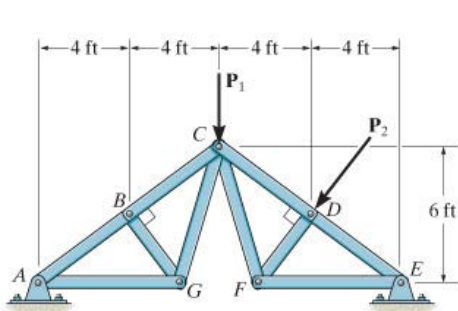
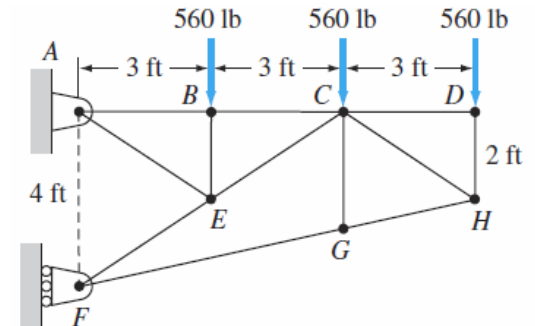
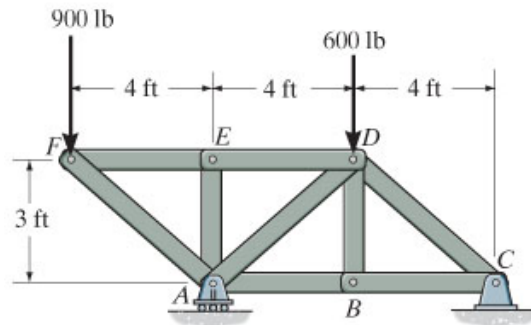
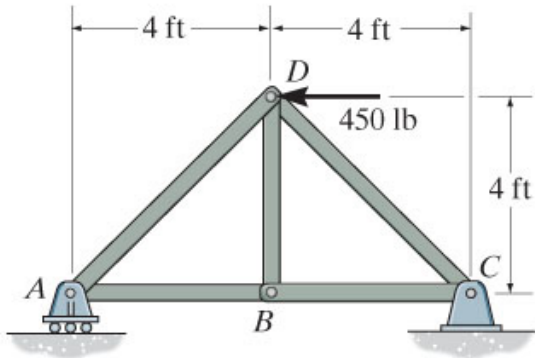
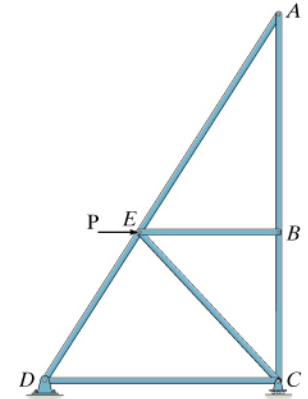


Figure P-410



DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

Kafes Sistem Analizi

Dış kuvvetlerin
Dengesi

Mesnetlerdeki
Tepki
kuvvetleri

İç kuvvetlerin
Dengesi

Her bir çubuktaki
Çubuk kuvveti

Düğüm Noktaları
Yöntemi

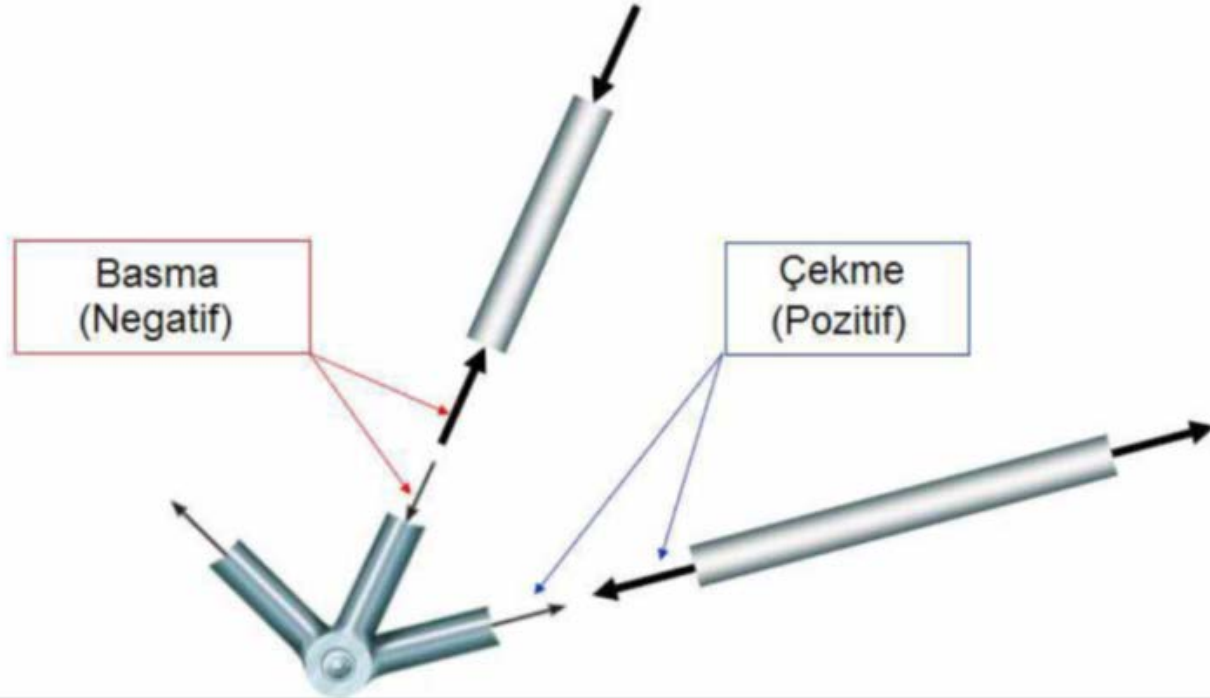
$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

Kesit
Yöntemi

DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

İŞARET KABÜLÜ
KAFES ELEMANLARI VE BAĞLANTILARI İÇİN



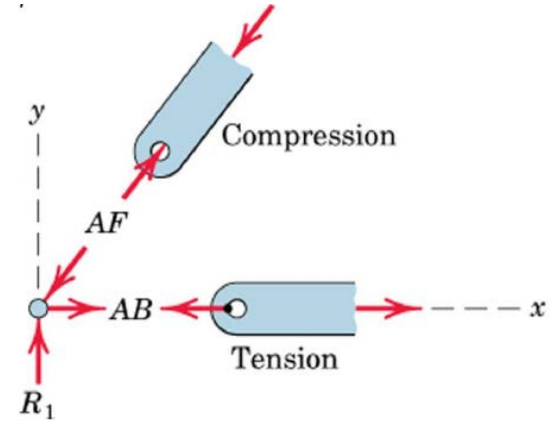
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

Düğüm Noktaları Yöntemi

Eğer göz önüne alınan kafes sisteminin tümü dengede olan bir rijit cisim ise onun her bir parçası da dengede olmalıdır. Düğüm yöntemi her bir düğümü parçacık olarak kabul edip scd' na denge denklemlerini uygulamayı içerir. ($\Sigma F_x=0, \Sigma F_y=0$)

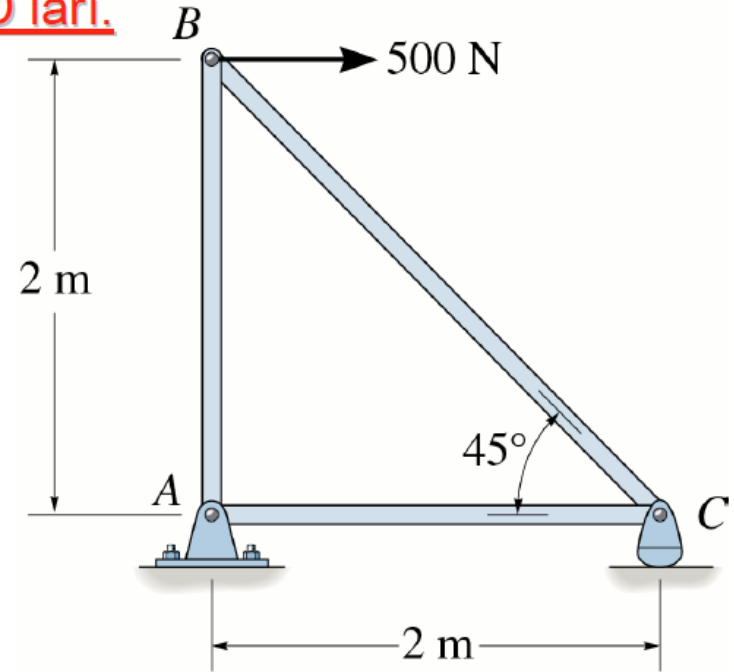
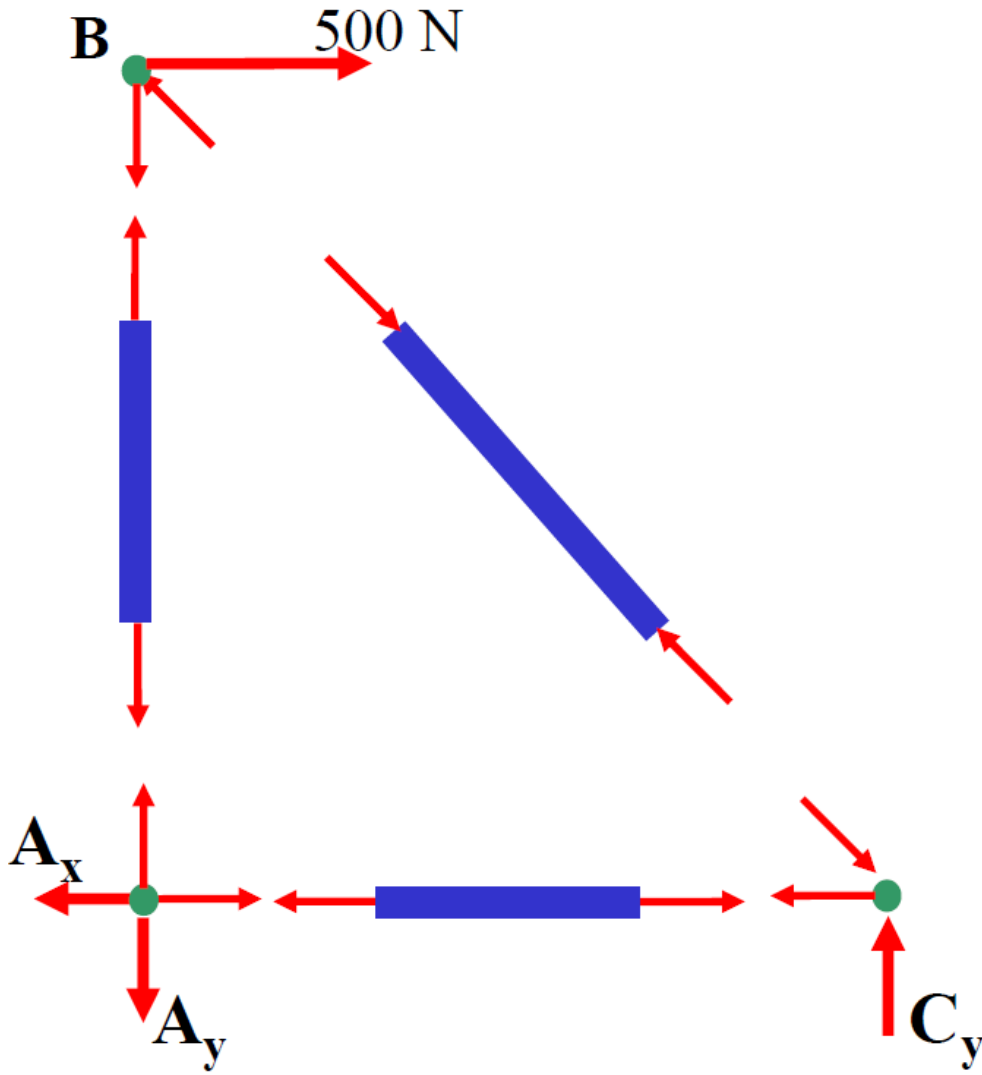
İşaret anlaşması:

Düğümün scd'ları çizilirken çubuklardaki kuvvetler düğümden uzaklaşacak şekilde yazılır. Denge denklemleri uygulandıktan sonra sonuç (+) ise çubuk çekmeye, (-) ise basmaya çalışıyor denir.



DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİ

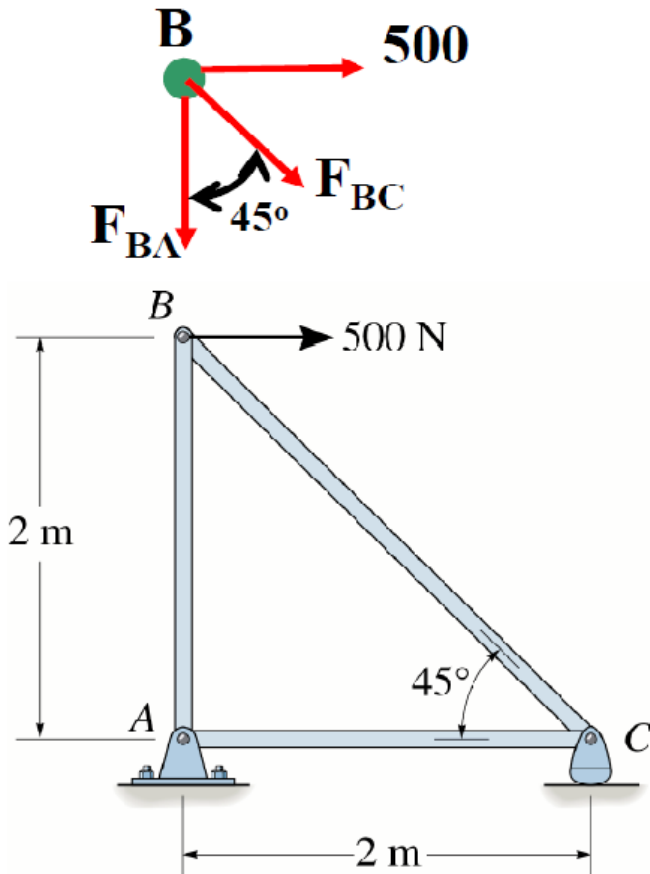
Tüm çubukların ve düğüm noktalarının SCD ları.



DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

↗ Tüm kuvvetlerin çekme olduğu kabul edilir.
Çıkan sonuca göre yorumlanır.

B düğüm noktasının dengesi ;



$$\sum^{+} F_x = 0$$

$$500 + F_{BC} \sin 45^\circ = 0$$

$$F_{BC} = -707.1 \text{ N}$$

$$F_{BC} = 707.1 \text{ N (C)}$$

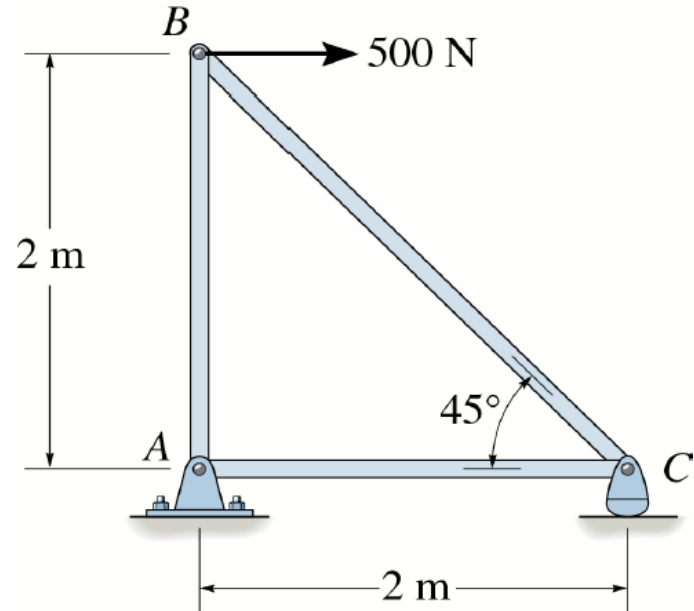
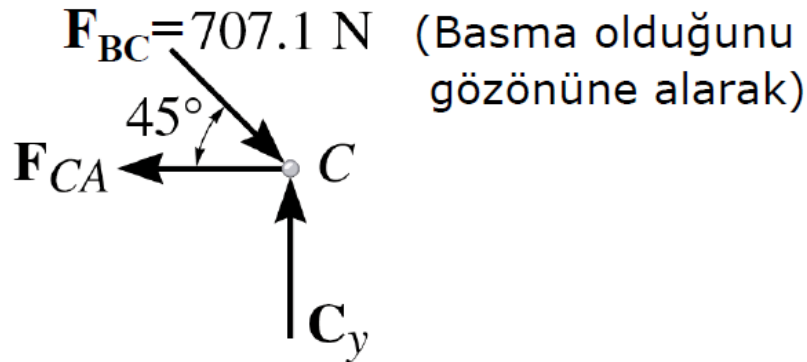
$$\sum^{+} F_y = 0$$

$$-F_{BC} \cos 45^\circ - F_{BA} = 0$$

$$F_{BA} = 500 \text{ N (T)}$$

DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

C düğüm noktasının dengesi ;



$$\overset{+}{\sum} F_x = 0$$

$$-F_{CA} + 707.1 \cos 45^\circ = 0$$

$$F_{CA} = 500 \text{ N (T)}$$

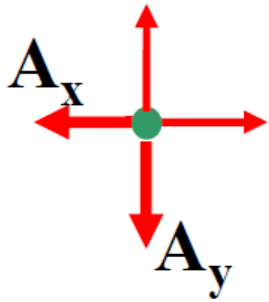
$$\overset{\uparrow}{\sum} F_y = 0$$

$$C_y - 707.1 \sin 45^\circ = 0$$

$$C_y = 500 \text{ N}$$

DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİ

A düğüm noktasının dengesi ;
Elde edilmişti.



\rightarrow

$$\sum F_x = 0$$

$$-A_x + 500 = 0$$

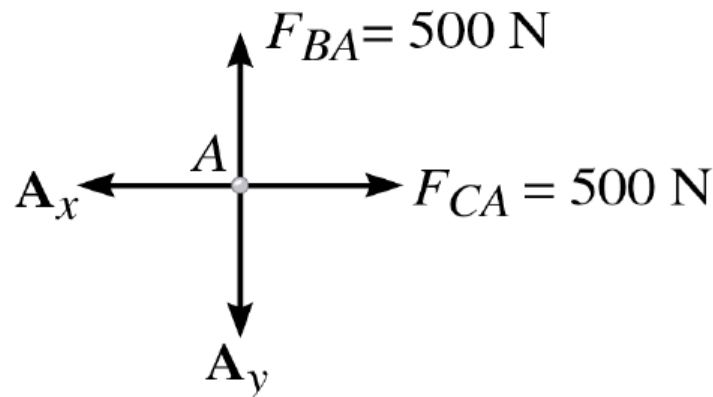
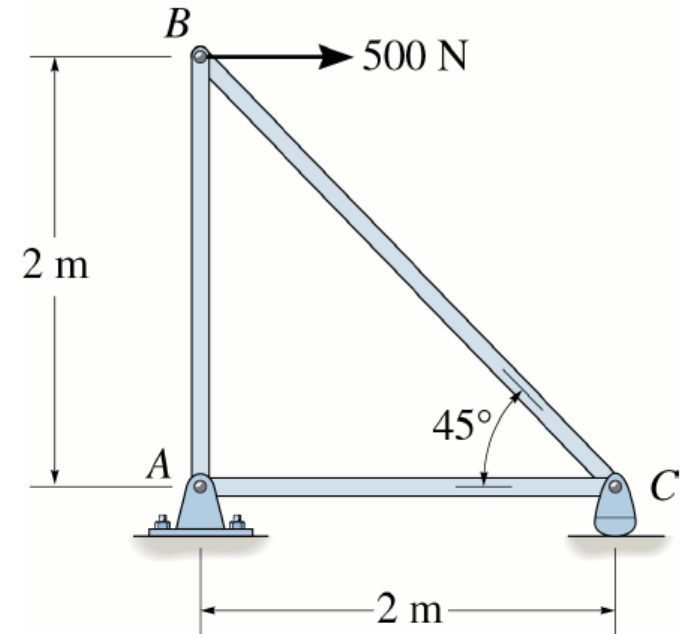
$$A_x = 500 \text{ N}$$

\uparrow

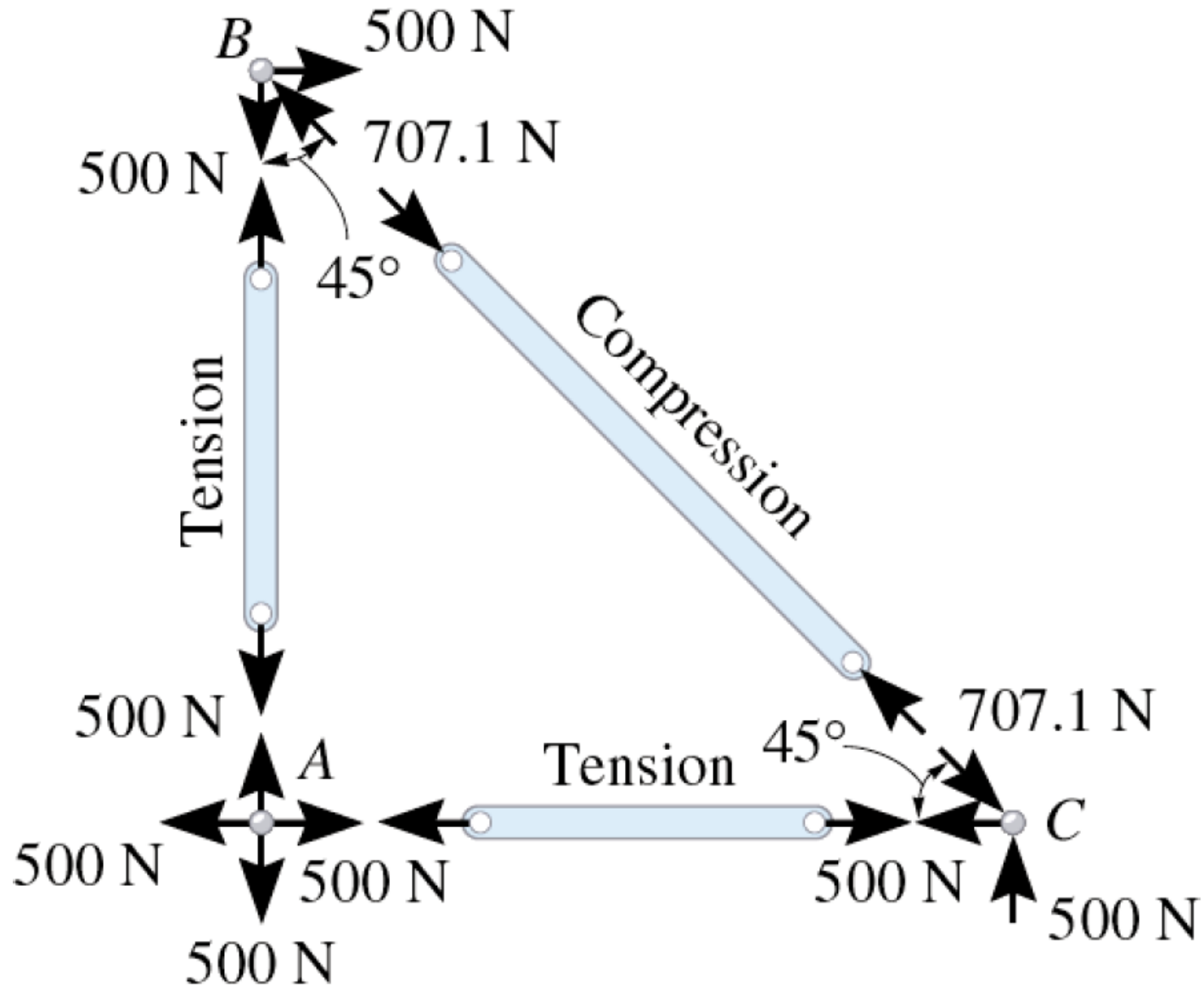
$$\sum F_y = 0$$

$$-A_y + 500 = 0$$

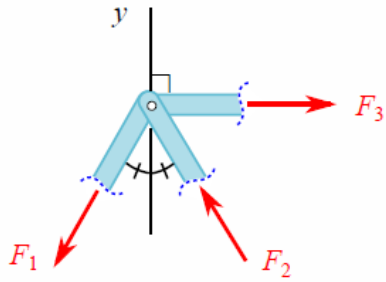
$$A_y = 500 \text{ N}$$



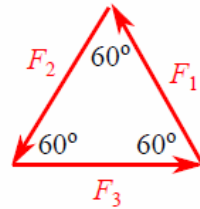
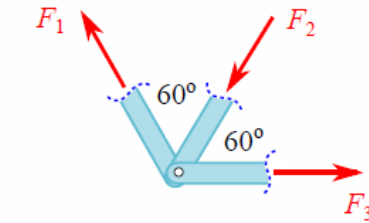
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER



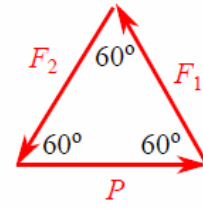
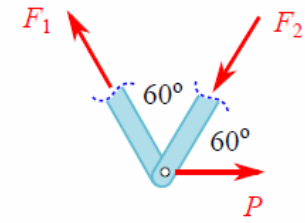
DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİ



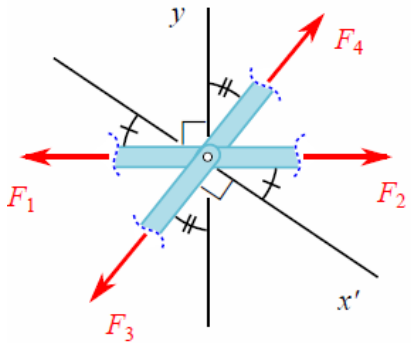
$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_1 = F_2$$



$$F_1 = F_2 = F_3$$

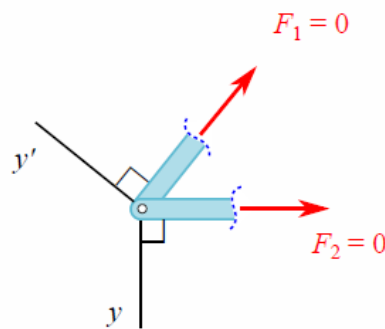


$$F_1 = F_2 = P$$



$$\Sigma F_{x'} = 0 \rightarrow F_1 = F_2$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_3 = F_4$$

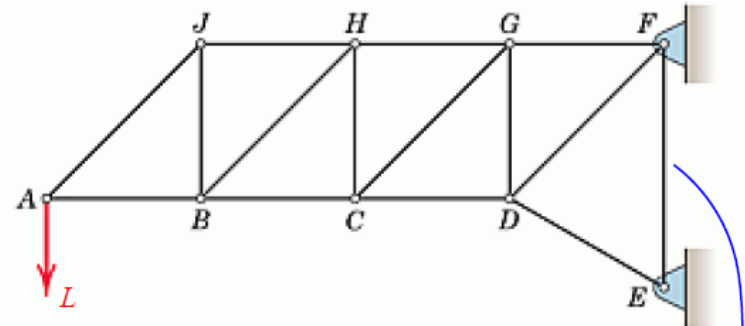


$$F_1 = 0$$

$$F_2 = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_1 = 0$$

$$\Sigma F_{y'} = 0 \rightarrow F_2 = 0$$



$$EF = 0$$

İki sabit mesnet arasındaki çubuk kuvvet taşmaz.

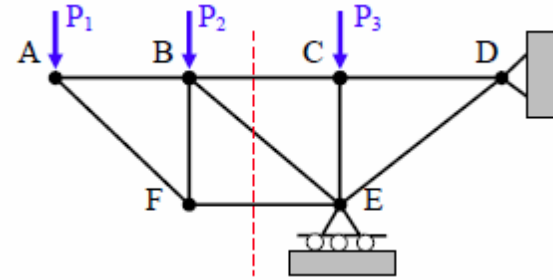
DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

Kesim Yöntemi ile Kafes Sisteminin Analizi

Tüm sistemin analizi yerine çubuklardan bazılarında gelen kuvvetler hesaplanacağı zaman kesim metodu daha pratiktir.

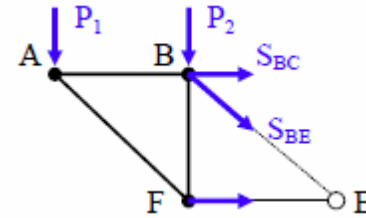
Bu metotta kafes sistemi hesabı istenen çubuktan geçen ve bilinmeyen üç çubuktan fazla çubuk içermeyecek şekilde bir çizgi ile ikiye ayrılır.

$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad \sum M = 0$$



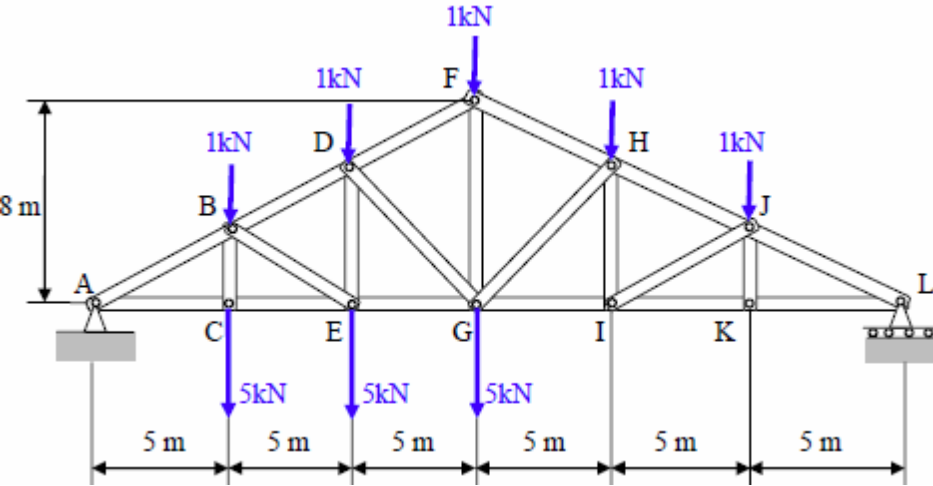
Kesim çizgisi düğümlerden geçmemelidir.

Kafes sistemlerin çözümünde sadece düğüm yöntemini veya sadece kesim yöntemini kullanmak yerine iki yöntem birlikte de kullanılabilir.



DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

Şekilde gösterilen kafes sistemindeki FH , GH ve GI çubuklarındaki kuvvetleri bulunuz.



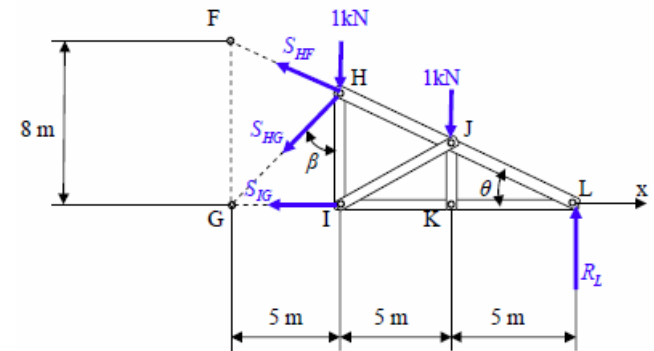
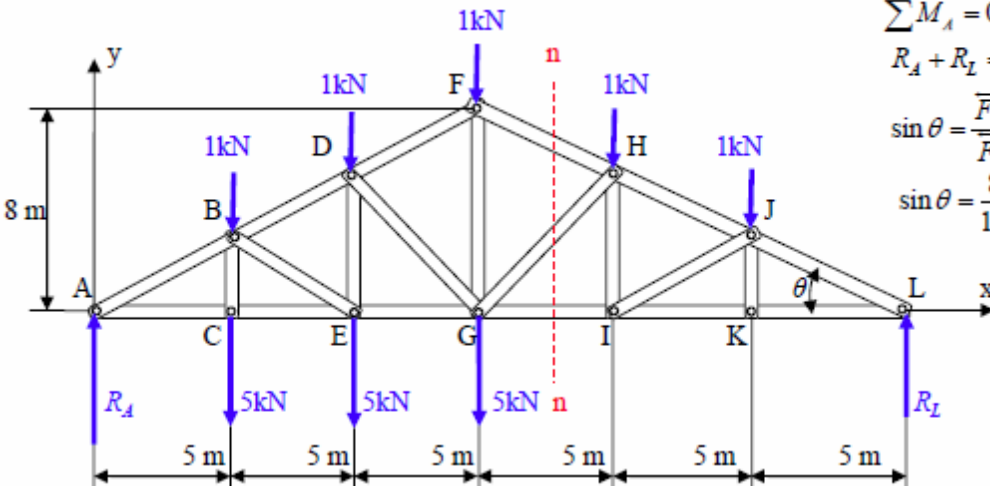
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_A + R_L - 5 \cdot 1 - 3 \cdot 5 = 0 \Rightarrow R_A + R_L = 20 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 30R_L - (5 + 10 + 15 + 20 + 25) \cdot 1 - (5 + 10 + 15) \cdot 5 = 0 \Rightarrow R_L = 7,5 \text{ kN}$$

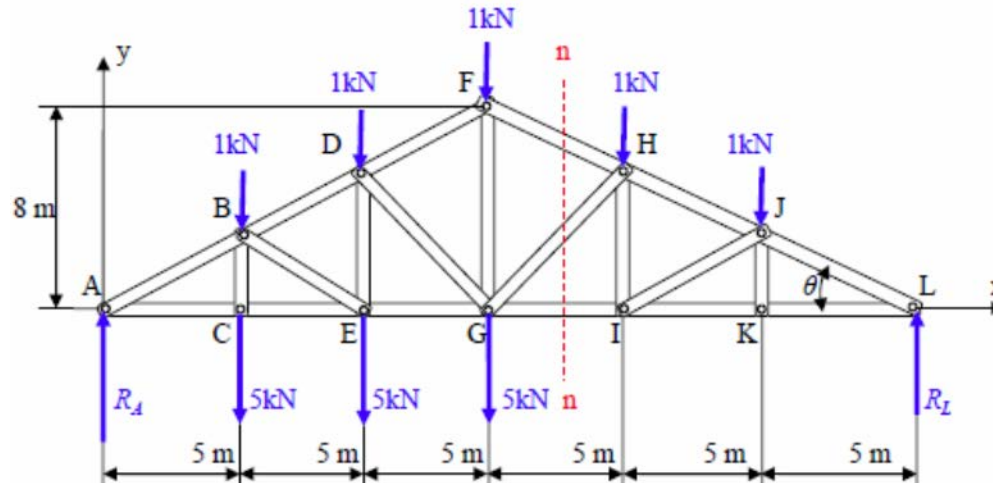
$$R_A + R_L = 20 \text{ kN} \Rightarrow R_A + 7,5 = 20 \text{ kN} \Rightarrow R_A = 12,5 \text{ kN}$$

$$\sin \theta = \frac{FG}{FL}, \cos \theta = \frac{GL}{FL}, FL = \sqrt{GL^2 + FG^2}, FL = \sqrt{15^2 + 8^2}, FL = 17 \text{ m}$$

$$\sin \theta = \frac{8}{17}, \cos \theta = \frac{15}{17}$$



DÜZLEM KAFES SİSTEMLER



$$\sin \beta = \frac{\overline{GI}}{\overline{GH}}, \quad \cos \beta = \frac{\overline{HI}}{\overline{GH}}, \quad \overline{GH} = \sqrt{\overline{GI}^2 + \overline{HI}^2}, \quad \frac{\overline{HI}}{8} = \frac{10}{15} \Rightarrow \overline{HI} = \frac{16}{3} \text{ m}$$

$$\overline{GH} = \sqrt{5^2 + \left(\frac{16}{3}\right)^2}, \quad \overline{GH} = \frac{\sqrt{481}}{3}, \quad \sin \beta = \frac{15}{\sqrt{481}}, \quad \cos \beta = \frac{16}{\sqrt{481}}$$

Kesildikten sonra geri kalan parça için denge denklemleri:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow -S_{HF} \cos \theta - S_{HG} \sin \beta - S_{IG} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow S_{HF} \sin \theta - S_{HG} \cos \beta - 1 - 1 + R_L = 0$$

$$\sum M_G = 0 \Rightarrow \overline{HI} S_{HF} \cos \theta + \overline{GI} S_{HF} \sin \theta - \overline{GI} * 1 - \overline{GK} * 1 + \overline{GL} R_L = 0,$$

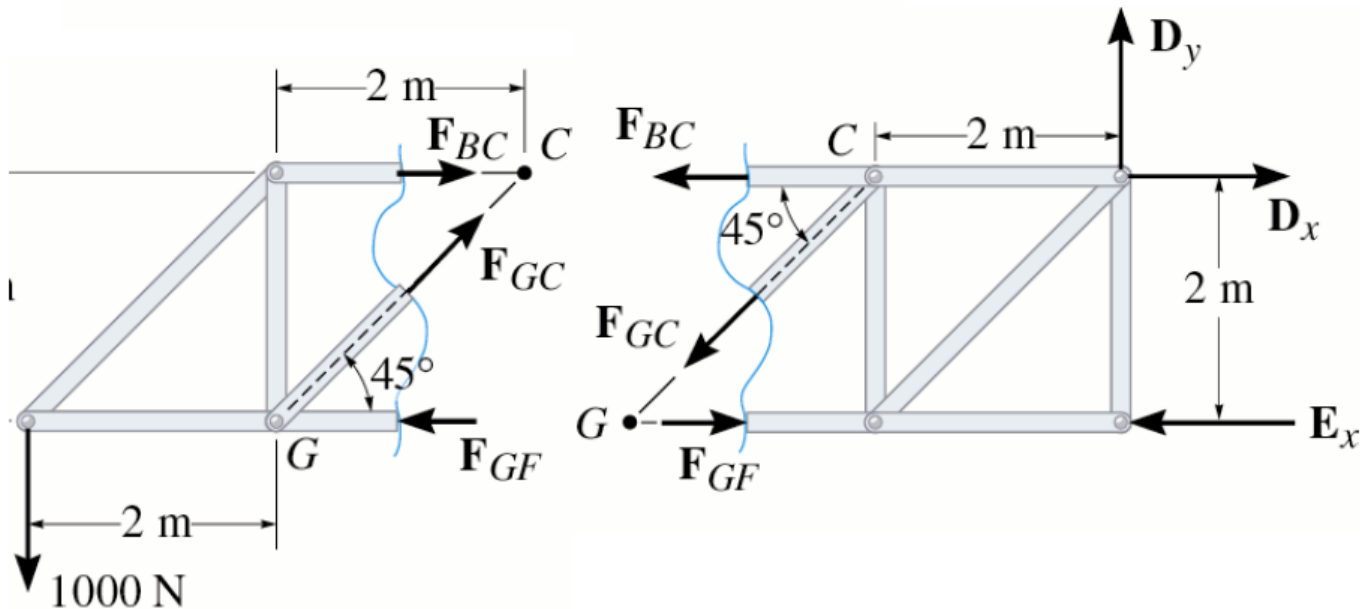
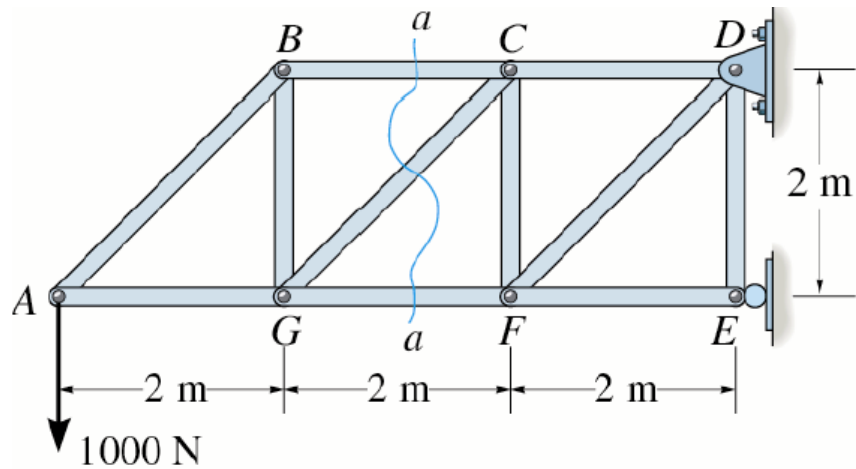
$$\frac{16}{3} S_{HF} \frac{15}{17} + 5 S_{HF} \frac{8}{17} - 5 - 10 + 15 * 7,5 = 0 \Rightarrow \frac{120}{17} S_{HF} = -97,5 \Rightarrow \boxed{S_{HF} = -13,8125 \text{ kN}}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow -13,8125 \frac{8}{17} - S_{HG} \frac{16}{\sqrt{481}} - 1 - 1 + 7,5 = 0 \Rightarrow \boxed{S_{HG} = -\frac{\sqrt{481}}{16} \text{ kN}}$$

$$\boxed{S_{HG} = -1,371 \text{ kN}}$$

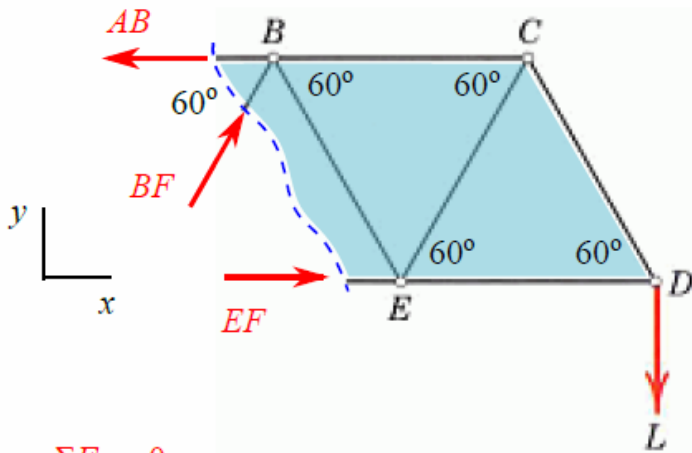
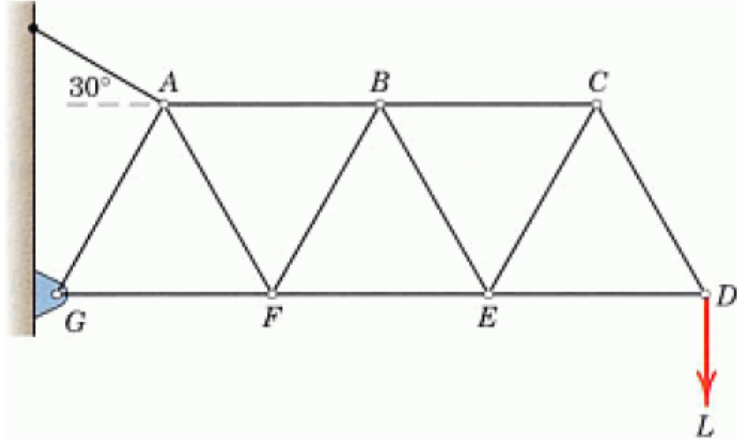
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow -(-13,8125) \frac{15}{17} - \left(-\frac{\sqrt{481}}{16}\right) \frac{15}{\sqrt{481}} - S_{IG} = 0 \Rightarrow \boxed{S_{IG} = 13,125 \text{ kN}}$$

DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİ



DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

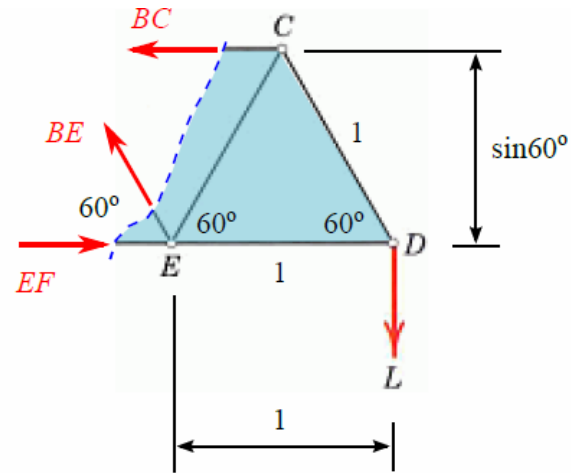
Şekildeki gibi mesnetlenmiş ve yüklenmiş olan kafes sistemin BC , BE ve BF elemanlarındaki kuvvetleri bulunuz. Üçgenler eşkenardır.



$$\Sigma F_y = 0$$

$$BF \sin 60^\circ - L = 0$$

$$BF = L / \sin 60^\circ$$



$$\Sigma M_E = 0$$

$$BC (\sin 60^\circ) - L (1) = 0$$

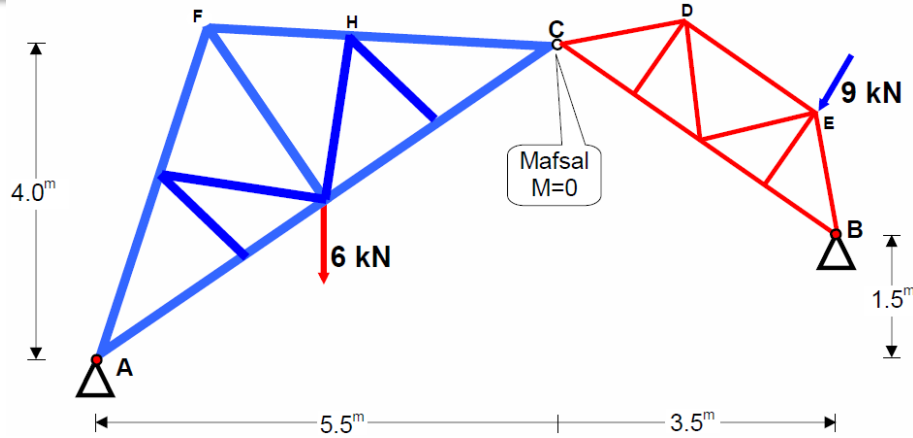
$$BC = L / \sin 60^\circ$$

$$\Sigma M_D = 0$$

$$BC (\sin 60^\circ) - BE \sin 60^\circ (1) = 0$$

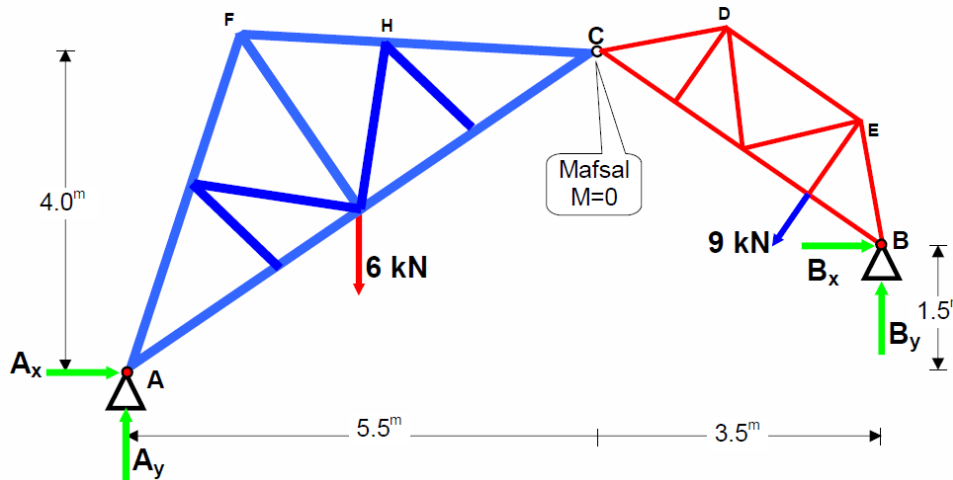
$$BC = BE = L / \sin 60^\circ$$

DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

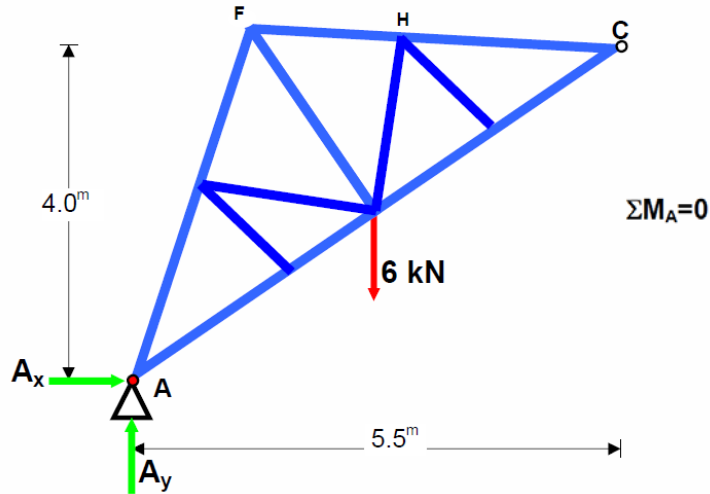


Şekilde verilen üç mafsallı kafes sisteminde F_{FH} ve F_{DE} çubuk kuvvetlerinin hesabı. [Not: 6 kN 5.5m nin ortasından ve 9 kN da BC boyunun düşey ve yatay boyların $\frac{1}{4}$ 'den etkiliyor.]

$$\Sigma M_B = 0 \quad 9 \times 3.81 / 4 + 6 \times [3.5 + 2.75] + 1.5A_x - 9A_y = 0 \quad 1.5A_x - 9A_y = -46.07$$



DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİ



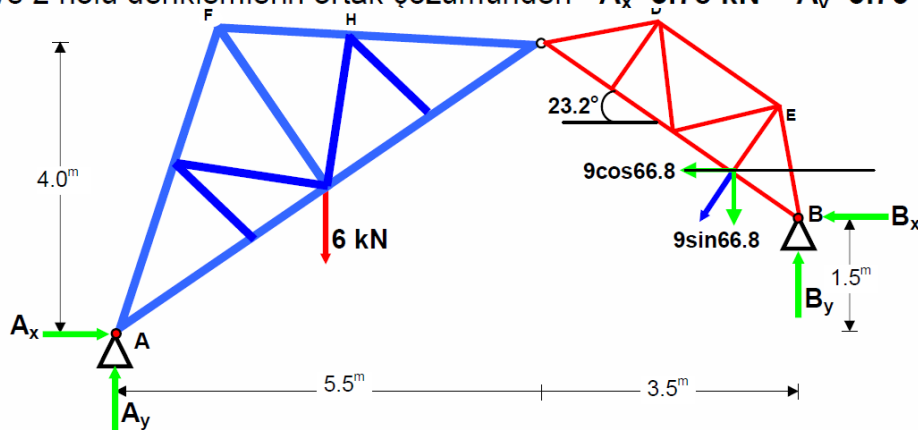
$$\sum M_A = 0$$

$$9 \cos 66.8^\circ \times [1.5 + 2.5 / 4] - 9 \sin 66.8^\circ \times [5.5 + 3 \times 3.5 / 4] - 6 \times 2.75 + 1.5 B_x + 9 B_y = 0$$

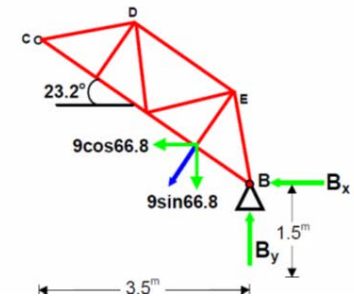
$$1.5 B_x + 9 B_y = 76.18 \quad 1$$

$$\sum M_C = 0 \quad \sum M_C = 0 \quad 6 \times 2.75 + 4 A_x - 5.5 A_y = 0 \quad 4 A_x - 5.5 A_y = -16.50$$

1 ve 2 nolu denklemlerin ortak çözümünden $A_x = 3.78 \text{ kN}$ $A_y = 5.75 \text{ kN}$ olarak bulunur.



denklemlerin ortak çözümünden $B_x = 0.41 \text{ kN}$ $B_y = 8.40 \text{ kN}$ olarak bulunur.



$$-9 \cos 66.8^\circ \times [3 \times 2.5 / 4] - 9 \sin 66.8^\circ \times [3 \times 3.5 / 4] - 2.5 B_x + 3.5 B_y = 0$$

$$\sum M_C = 0$$

$$-2.5 B_x + 3.5 B_y = 28.36 \quad 2$$

DÜZLEM KAFES SİSTEMLER

UZAY KAFES

Uzay kafes sistemlerin çözümünde, düzlem kafes sistemlerin düğüm noktalarında yazılan

$$\Sigma F_x=0 \quad \Sigma F_y=0 \quad \Sigma F_z=0$$

$$\Sigma M_x=0 \quad \Sigma M_y=0 \quad \Sigma M_z=0$$

Uzay kafes sistemler geniş açıklıkların geçilmesi için en uygun sistemdir. Uzay kafes sistemler ile kazanılacak hacim ve tüketilen yapı malzemesi arasındaki oran diğer yapı malzemelerinin tüketim oranına göre oldukça uygundur.

