
SERİ	CİLT	SAYI	
SERIES	VOLUME	NUMBER	
SERIE	BAND	HEFT	2
SERIE	TOME	FASCICULE	1979

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

**REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL**

**REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL**



ASKILI ÇATI MAKASI HESABI

Türkay DEVRAN¹

1. GİRİŞ

Orman mühendislerinin işletmelerde birbirinden farklı işlerde çalıştığı bilinen bir gerçektir. Çoğu mevsimlik olmak üzere ormancılıkla ilgili nerede ne tür bir iş varsa bugünkü uygulama içinde, o konuda yeterli bilgisi olsun ya da olmasın orman mühendisi orada görevlendirilir. Söz gelimi orman teşkilatından Orkçöy'e, yol - planlamaya, inşaat işlerine vb. gibi değişik bilgi ve beceri isteyen alanlarda çalıştırılmaktadır.

Orman mühendisliğinde karşılaşılan problemlerden birisi de fabrika, atölye, tamirhane, garaj vb. gibi genellikle tek katlı ve geniş açıklıklı yapıların inşaatı işleridir. Konunun önemi nedeniyle bu yazıda, tekniğine uygun ekonomik ve estetik görünümü düzgün çatı makasının nasıl hesaplanacağı, rüzgâr ve stabilite bağlarının yerleşim düzeni ve hangi açıklıklarda ne tür çatıların kullanılacağı ve hesapları incelenecektir.

Yukarıda belirtilen tesislerin çatı makaslarında faydalanılan kafes sistemler aynı zamanda değişik yerlerde değişik maksatlar içinde kullanılır. Bunlar kullanılış yerine göre bazı değişiklikler göstermekle birlikte hesaplama biçimleri aynıdır.

2. ÇATI MAKASI HESABI

İlk iş olarak inşası düşünülen yapının çatı açıklığına göre makas türü seçilir. Aşağıda çeşitli açıklıklar için değişik sistemler görülmektedir. (Şekil 1 a, b, c, d, e, f, g).

Daha sonra söz konusu yapıya uygun bir örtü türü belirlenir. Bilahare aşağıda görüldüğü gibi çatıya gelen yüklerin hesabı yapılır.

Örtü ağırlıkları TS 498 e göre 1/3 meyilli geçmeyen çatılarda :

Marsilya kiremidi (latalarla birlikte) 50 kg/m²

Dalgalı Asbestli çimento levhalarında (latalarla birlikte) 25 kg/m²

Bitümlü karton 15 kg/m²

Hareketli yük (rüzgâr + kar + insan) 200 kg/m²

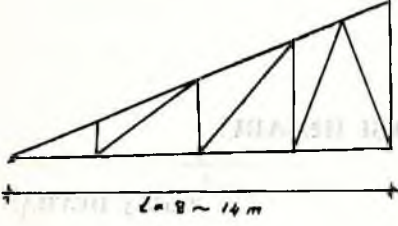
(Bu örnekte örtü malzemesi olarak Marsilya kiremidi seçilmiştir)

Çatı örtüsü (Marsilya tipi kiremit) latalarla birlikte 50 kg/m²

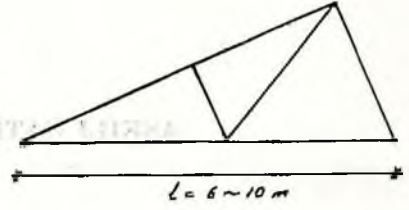
Mertek ağırlığı 10 kg/m²

$g = 60 \text{ kg/m}^2$

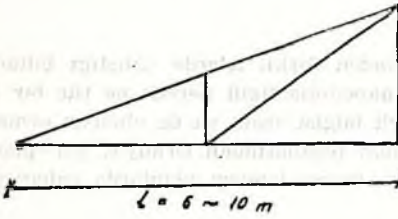
¹ Bahçeköy Ö. Orman İşletme Müdürlüğü.



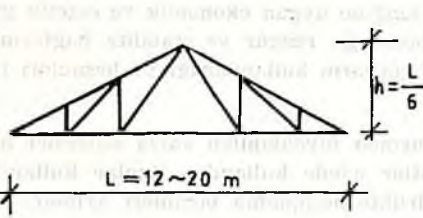
Şekil 1b



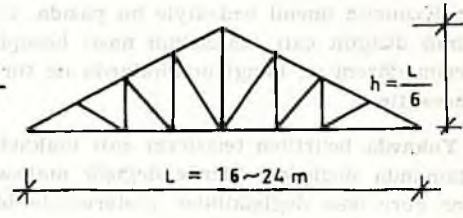
Şekil 1c



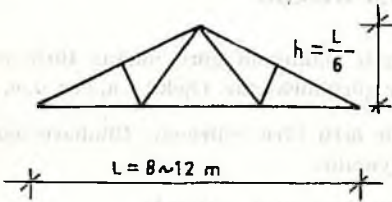
Şekil 1a



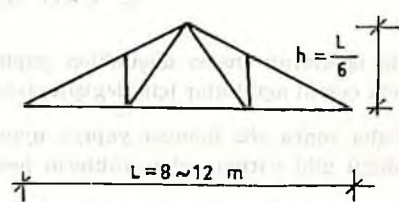
Şekil 1f



Şekil 1g



Şekil 1d



Şekil 1e

Bu ağırlığın yatay düzlem üzerindeki etkisi :

Çatı eğimi $\alpha = 30^\circ$ olsun

$$g_1 = \frac{g}{\cos \alpha} = \frac{60}{\cos 30} = 70 \text{ kg/m}^2 \quad g_1 = 70 \text{ kg/m}^2$$

Aşık ağırlığı 10 kg/m²

Makas ağırlığı 15 kg/m²

$$g_2 = 95 \text{ kg/m}^2$$

Mertek ağırlığı 8 - 10 kg/m² ve mertek aralıkları 0,50 - 1,20 m

Aşıklar 7 - 10 kg/m² ve aşıklar aralıkları 2 - 2,5 m

Makaslar 12 - 20 kg/m² ve makas aralıkları 4 - 5 m olarak alınır.

Tablo 1. Çatı meyillerine göre kar yükü

Çatı meyili (derece)	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	60°
Kar yükü (P _k kg/m ²)	75	70	65	60	55	50	45	40	35	0

Rüzgâr yükü

Rüzgârın yapılara tesiri yapının yerden yüksekliğine, rüzgâr hızına ve yönüne göre değişir.

Rüzgâr tesirinin bulunmasında «dinamik etki» diye bilinen q değeri esas alınır. Bu değer :

$$q = \frac{1}{16} V^2$$

Burada :

V : Rüzgârın hızı M/san.

q : dinamik etki kg/m²

Bu şekilde tarif edilen dinamik etkinin yükseklikle değişimi şöyle olur.

H (M)	0-10	10-20	20-50	50
q (kg/m ²)	80	90	110	150

Yükseklige göre bulunan bu q değeri, basınç ve emme durumuna ve yapının cephelerine göre değişen şu katsayılarla çarpılarak rüzgâr yükü bulunur (Şekil 2).

A cephesi için $k = +0,8$

B » » $k = +0,8$

C » » $k = -0,7$

D » » $k = -0,5$

$$P_R = k \cdot q$$

Rüzgâr yönünde basınç, aksi (karşı yüzde) yönde ise emme meydana geleceğinden bu hususun da hesaplarda gözönünde bulundurulması gerekir.

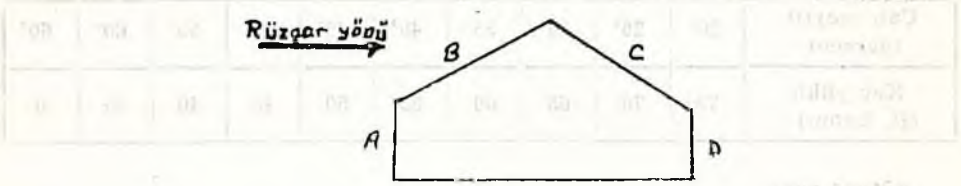
Max. rüzgâr hızı ise inşası düşünülen yapının bulunduğu bölgeye ait meteoroloji bültenlerinden bulunabilir.

Bu duruma göre rüzgâr yükü :

Basing, tarafında,

$$R_B = (0,03 \times \alpha - 0,9) \cdot q$$

$$= (0,03 \times 30 - 0,9) \times 0$$



Şekil 2

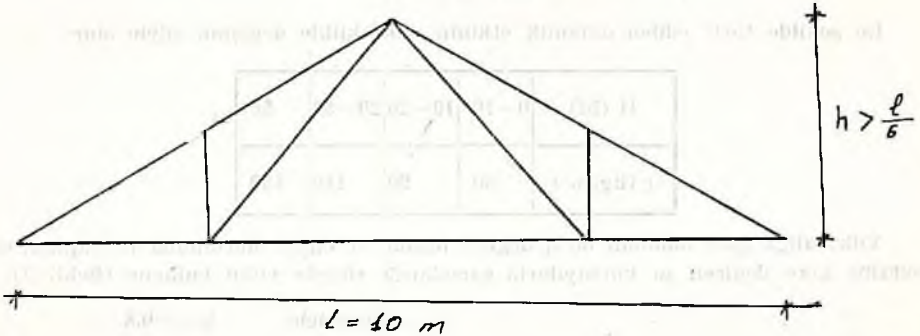
Emme tarafında,

$$R_E = k \cdot q$$

$$= -0,7 \times 80 = -48 \text{ kg/m}^2$$

Burada (-) işareti emmeyi göstermektedir.

Aşağıda örnek olarak 10 m açıklığındaki bir atölyenin çatı projesi incelenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3

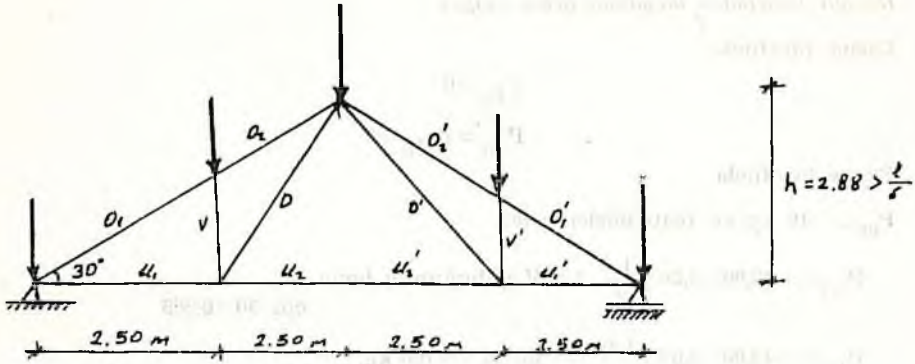
Çözüm için,

Çatıya gelen tüm yüklerin düğüm noktasına geldiği aşık ve merteklerin yük taşımadığı kabul edilir.

Düğüm noktası kuvvetlerinin hesabı :

ölü yükleri (yatay düzlemde) $g_1 = 95 \text{ kg/m}^2$ bulmuştuk.

ve saçak genişliği 0,50 m alındığında, (Şekil 4)



Şekil 4

Çatı yüksekliği (h)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{5}$$

$$h = \operatorname{tg} 30 \cdot 5,0 = 2,88 \text{ m}$$

Çatı çubuklarının uzunluğu :

$$U_1 \text{ çubuğu} \dots \dots \dots 2,50 \text{ m}$$

$$V \text{ çubuğu} \dots \dots \dots \operatorname{tg} \alpha = \frac{V}{U_1} \quad v = \operatorname{tg} 30 \cdot 2,50 = 1,44 \text{ m}$$

$$O_1 \text{ çubuğu} \dots \dots \dots \sqrt{(2,5)^2 + (1,44)^2} = 2,88 \text{ m.}$$

$$D \text{ çubuğu} \dots \dots \dots \sqrt{(2,5)^2 + (2,88)^2} = 3,82 \text{ m.}$$

$$O_2 \text{ çubuğu} \dots \dots \dots [\sqrt{(2,88)^2 + (5,0)^2} - 2,88] = 2,88 \text{ m.}$$

makaslar arası : 4,0 m

aşuklar arası : 2,5 m alınmıştır.

Düğüm noktasına gelen yük o düğümün çevresindeki alanı (taralı alan), birim yük ile çarpılmak suretiyle bulunacağından

Ölü yüklerden gelen kuvvetler :

$$P_{1u} = P_{3u} = G_2 \times 4,00 \times \left(0,50 + \frac{2,50}{2}\right) = 95,00 \times 4,00 \times \left(0,50 + \frac{2,50}{2}\right) = 665 \text{ kg.}$$

$$P_{2u} = P_{4u} = P_{1u} = G_2 \times 4,00 \times 2,40 = 95,00 \times 4,00 \times 2,50 = 950 \text{ kg.}$$

Kardan dolayı gelen yükler :

$$P_k = 65 \text{ kg/m}^2 \text{ (30° çatı eğimi için)}$$

$$P_{1k} = P_{3k} = 65,00 \times 4,00 \times \left(0,50 + \frac{2,50}{2}\right) = 455,0 \text{ kg.}$$

$$P_{2k} = P_{4k} = P_{1k} = 65,00 \times 4,00 \times 2,50 = 650,00 \text{ kg.}$$

Rüzgâr tesirinden meydana gelen yükler :

Basınç tarafında

$$P_{R_b} = 0$$

$$P_{R_b} = P_2 R_b = 0$$

Emme tarafında

$P_{RE} = -48 \text{ kg/m}^2$ (çatı düzleminde)

$$P_{3RE} = -48,00 \times 4,00 \times \frac{1_v}{2} \quad 1_v = V \text{ çubuğunun boyu} \\ \cos 30 = 0,866$$

$$P_{3PE} = -48,00 \times 4,00 \times \frac{1,44}{2} = -138,24 = -140 \text{ kg.}$$

$$P_{2RE} = P_{4RE} = -48,00 \times 4,00 \times 1,44 = -276,48 = -277 \text{ kg.}$$

$$P_{1RE} = P_{5RE} = -48,00 \times 4,00 \times \left(\frac{0,50}{0,866} + \frac{1,44}{2} \right) = -250 \text{ kg.}$$

Çatıya gelen yükler mertek ve aşıklar aracılığı ile düğüm noktalarına iletilir. Hesapları yaparken bu yükler düğüm noktalarına etkiyen münferit yükler olarak kabul edilir.

Düğüm noktası kuvvetlerinin hesabı :

Ölü yüklerden yatay düzlemde $g_1 = 95 \text{ kg/m}^2$

saçak genişliğini 0,50 m

makaslar arası : 4,00 m

aşıklar arası : 2,50 m alırsak (Şekil 5),

Ölü yüklerden gelen kuvvetler,

$$P_{12} = P_{34} = g_2 \times 4,00 \times \left(0,50 + \frac{2,50}{2} \right) = 95,00 \times 4,00 \times \left(0,50 + \frac{2,50}{2} \right) = 665 \text{ kg.}$$

$$P_{23} = P_{45} = P_{46} = g_2 \times 4,00 \times 2,50 = 95,00 \times 4,00 \times 2,50 = 950 \text{ kg.}$$

Kardan dolayı oluşan kuvvetler,

30° çatı eğimi için

$$P_k = 65 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{1k} = P_{3k} = 65,00 \times 4,00 \times \left(0,50 + \frac{2,50}{2} \right) = 455,00 \text{ kg.}$$

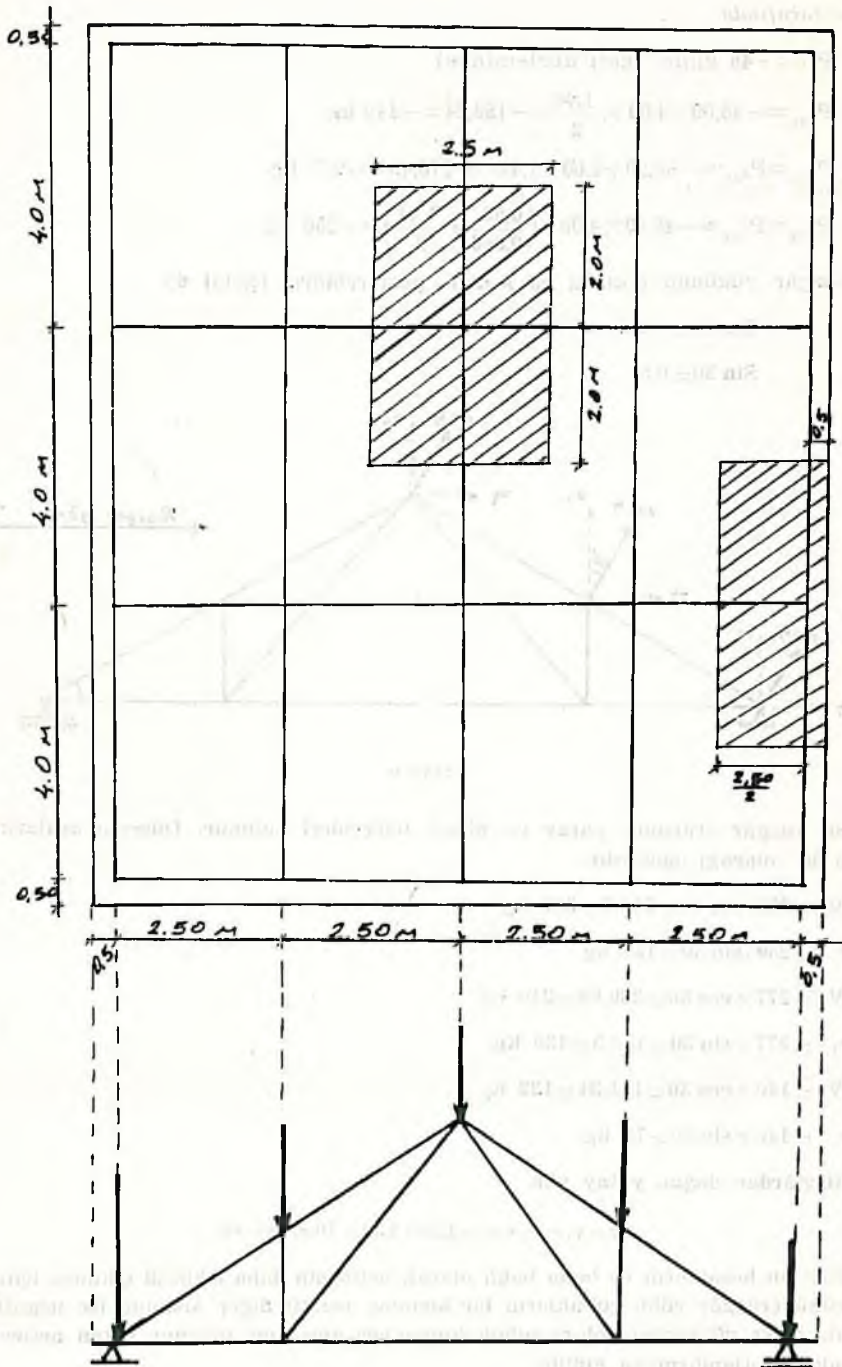
$$P_{2k} = P_{4k} = P_{4k} = 65,00 \times 4,00 \times 2,50 = 650,00 \text{ kg.}$$

Rüzgâr tesirinden meydana gelen kuvvetler,

Basınç tarafında

$$P_{RB} = 0$$

$$P_{1RB} = P_{2RB} = 0$$



Şekil 5

Emme tarafında

$$P_{RE} = -48 \text{ kg/m}^2 \text{ (çatı düzleminde)}$$

$$P_{3RE} = -48,00 \times 4,00 \times \frac{1,44}{2} = -138,24 = -140 \text{ kg.}$$

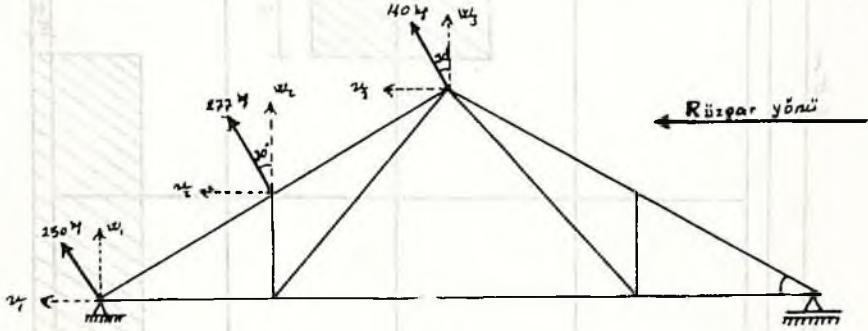
$$P_{2RE} = P_{4RE} = -48,00 + 4,00 \times 1,44 = -276,49 = -277 \text{ kg.}$$

$$P_{1RE} = P_{5RE} = -48,00 \times 4,00 \times \left(\frac{0,50}{0,866} + \frac{1,44}{2} \right) = -250 \text{ kg.}$$

Rüzgâr yükünün etkisini şu şekilde gösterebiliriz (Şekil 6).

$$\cos 30 = 0,866$$

$$\sin 30 = 0,5$$



Şekil 6

Bu rüzgâr etkisinin yatay ve dikey bileşenleri bulunur. Düşeyle aralarındaki açının 30° olacağı aşikardır.

$$W_1 = 250 \cdot \cos 30 = 216,5 = 217 \text{ kg}$$

$$v_1 = 250 \cdot \sin 30 = 125 \text{ kg}$$

$$W_2 = 277 \times \cos 30 = 239,88 = 240 \text{ kg}$$

$$v_2 = 277 \times \sin 30 = 138,5 = 139 \text{ kg}$$

$$W_3 = 140 \times \cos 30 = 121,24 = 122 \text{ kg}$$

$$v_3 = 140 \times \sin 30 = 70 \text{ kg}$$

Rüzgârdan doğan yatay yük

$$v = v_1 + v_2 + v_3 = 125 + 139 + 70 = 334 \text{ kg}$$

Yapılan hesapların ve buna bağlı olarak neticenin daha sıhhatli çıkması için rüzgâr yükü (rüzgâr yükü çubukların bir kısmına pozitif diğer kısmına ise negatif etkir) ile diğer yüklerden dolayı çubuk kuvvetleri ayrı ayrı bulunup çıkan netice toplanarak boyutlandırılmaya gidilir.

Kafes sisteme gelen dış yükler bulunduktan sonra düzlemde 3 denge denklemi yardımı ile mesnet tepkileri bulunup çubukların hesabına geçilir.

Çubuk hesabını yapmak için şu hususların önceden bilinmesi gerekir.

- 1) Bütün çubuklar aynı düzlemededir.
- 2) Dış yükler çubukların düzlemi içinde ve sadece düğüm noktalarını etkiler.
- 3) Çubuk boyutları sabittir.
- 4) Çubuklar düğüm noktalarında, birbirlerine sürtünmesiz mafsalla birleştirilmiştir.

Kabul edilen bu duruma göre kafes sistemin çubukları çekme veya basınç türünde sadece ekstenel kuvvet taşırlar (üst başlık basınç, alt başlık çekme).

Gerek duyuluyorsa çubuk veya düğüm noktası şu şekilde hesaplanabilir :

$$S = 2n - 3$$

S = çubuk sayısı

n = düğüm noktası sayısı.

Kafes sistemlerin çubuk kuvvetleri analitik ve grafik olmak üzere iki yöntemle saptanır.

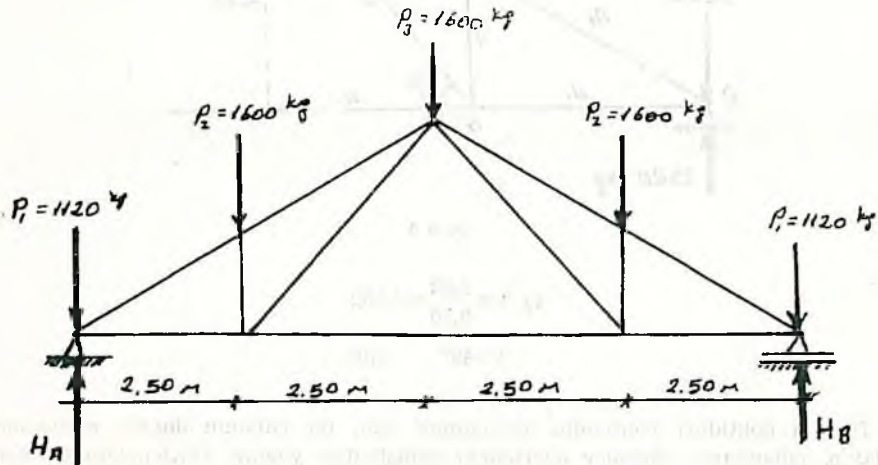
- 1) Analitik yöntem

Bu yöntemde ikiye ayrılır.

- a) düğüm noktaları yöntemi
 - b) ritler kesimi
- 2) Grafik (cremona) yöntem

Kafes kiriş çatı makası hesaplamasında, çoğu zaman cremona yöntemi kullanılmakla beraber, burada daha kolay anlaşılması maksadıyla düğüm noktaları yöntemi kullanılmasında zaruret hasıl olmuştur.

Hesaplamaya ilk önce mesnet tepkilerinin bulunmasıyla başlanır (Şekil 7).



Şekil 7

Ölü yükler ve kar yükü için

$$P_1 = P_{1g} + P_{1k} = P_5 = 665 + 455 = 1120 \text{ kg}$$

$$P_2 = P_3 = P_4 = 950 + 650 = 1600 \text{ kg.}$$

Düzlemdeki üç denge denkleminden

$$(\Sigma v = 0, \quad \Sigma H = 0, \quad \Sigma M = 0)$$

$$H = H_A - 1120 - 1600 - 1600 - 1600 - 1120 + H_B = 0$$

$$H_A + H_B = 7040 \text{ kg. ... (I)}$$

$$M_A = H_B \times 10 - 1120 \times 10 - 1600 (7,5 + 5,0 + 2,5) = 0$$

$$H_B \times 10 = 11200 + 24000 \quad H_B = 3520 \text{ kg}$$

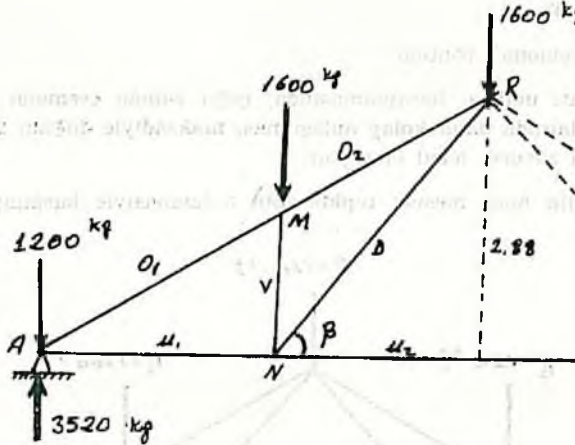
$$H_A + 3520 = 7040 \quad H_A = 3520 \text{ kg}$$

Çatılar genellikle simetrik olacağından I ci denklemden

$$H_A = H_B = \frac{7040}{2} = 3520 \text{ kg}$$

olacağı yazılabilir.

Bu dayanak reaksiyonlarına göre, çatının bir tarafı alınmak suretiyle çubuk kuvvetleri şöyle bulunur.



Şekil 8

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2,88}{2,50} = 1,152$$

$$\beta = 49^\circ \text{ olur}$$

Düğüm noktaları yöntemini uygulamak için, iki çubuklu düğüm noktasından başlayıp, çubukların eksenler üzerindeki izdüşümleri yazılır. Düzlemdeki üç denge denklemi yardımı ile ayrı ayrı çubuk kuvvetleri saptanır.

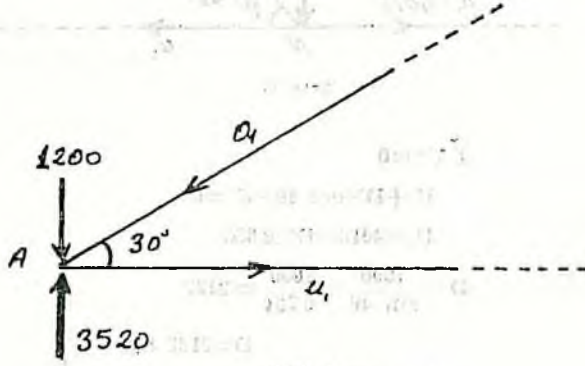
Sistemin tümü dengede olduğu düşüncesinden hareket edilerek düğüm noktalarını etkileyen kuvvetlerinde birbirlerini dengelediği anlaşılacağından (Şekil 9).

A düğüm noktası için denge denklemleri (Şekil 9)

$$\Sigma v = U_1 - 0_1 \cdot \cos 30 = 0$$

$$\cos 30 = 0,866$$

$$U_1 = 0_1 \cdot 0,866$$



Şekil 9

$$\Sigma H \uparrow = 0$$

$$3520 - 1200 - 0_1 \sin 30 = 0 \quad \sin 30 = 0,5$$

$$0_1 \times 0,5 = 2320 \quad 0_1 = 4640 \text{ kg}$$

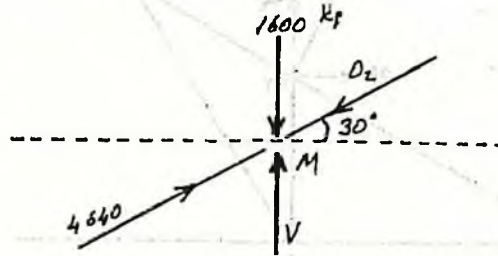
$$U_1 = 4640 + 0,966 \quad U_1 = 4018 \text{ kg}$$

M düğüm noktası için

$$\Sigma V \uparrow = 0$$

$$4640 \times \cos 30 - 0_2 \times \cos 30 = 0$$

$$0_2 = 4640 \text{ kg}$$



Şekil 10

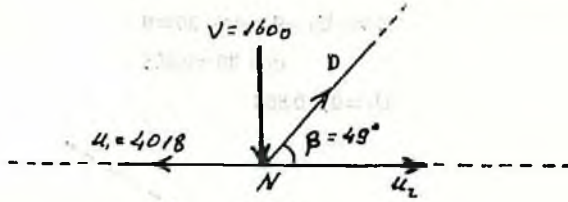
$$\Sigma H \uparrow = 0$$

$$V + 4640 \times \sin 30 - 1600 - 0_2 \times \sin 30 = 0$$

$$V + 4640 \times 0,5 - 1600 - 4640 \times 0,5 = 0 \quad V = 1600 \text{ kg}$$

N düğüm noktası için

$$\sum H \uparrow + = 0 \quad D \cdot \sin 49 - 1600 = 0$$



Şekil 11

$$\sum V + = 0$$

$$U_2 + D \times \cos 49 - U_1 = 0$$

$$U_2 = 4018 - D \times 0,656$$

$$D = \frac{1600}{\sin 49} = \frac{1600}{0,754} = 2122$$

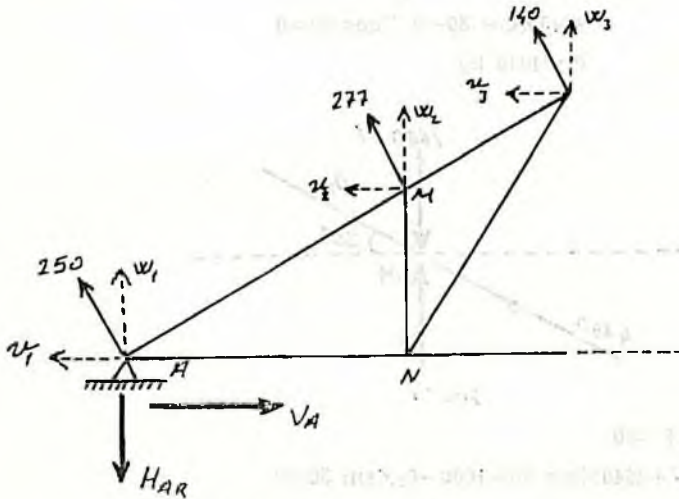
$$D = 2122 \text{ kg}$$

$$U_2 = 4018 - 2122 \times 0,656$$

$$U_2 = 2626 \text{ kg}$$

Olü yük ve kar yükünden dolayı çubuklara gelen eksenel kuvvetler bulunduktan sonra aynı işlemlerle yine çatının yarısı için rüzgâr yükünden dolayı çubuk kuvvetleri bulunur.

Rüzgâr yükünden dolayı mesnet tepkileri



$$W_1 = 217 \text{ kg}$$

$$W_2 = 240 \text{ kg}$$

$$W_3 = 122 \text{ kg}$$

$$v_1 = 125 \text{ kg}$$

$$v_2 = 139 \text{ kg}$$

$$v_3 = 79 \text{ kg}$$

Şekil 12

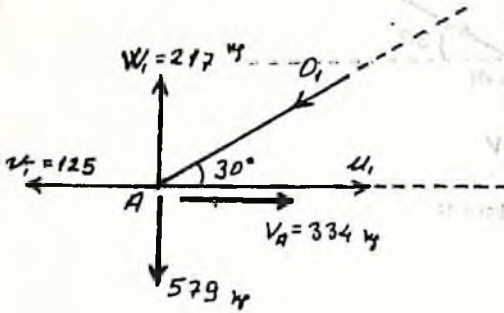
$$H_{A_R} - W_1 - W_2 - W_3 = 0 \quad H_{A_R} = 217 + 240 + 122$$

$$H_{A_R} = 579 \text{ kg}$$

$$\sum \vec{V} = 0$$

$$V_A - v_1 - v_2 - v_3 = 0 \quad V_A = 125 + 139 + 70 = 334 \text{ kg}$$

A düğüm noktası için



A düğüm noktasının dengede olduğu düşüncesinden

$$\sum \vec{V} = 0$$

$$U_1 - v_1 + V_A - O_1 \times \cos 30 = 0$$

$$U_1 = 125 - 334 + O_1 \times 0,866$$

$$U_1 = O_1 \times 0,866 - 209$$

Şekil 13

$$\sum H \uparrow = 0$$

$$-579 + 217 - O_1 \times \sin 30 = 0$$

$$O_1 = \frac{362}{0,5} = -724 \text{ kg}$$

$$O_1 = -724 \text{ kg}$$

Gelişigüzel seçilen O_1 yönü, sonucun (-) çıkmasıyla ilk seçilen yönün tersi alınacağı aşıkardır.

$$U_1 = -724 \times 0,866 - 209 = -835,98 = 836 \text{ kg}$$

O halde A düğüm noktasına, U_1 çubuğu basınç, O_1 çubuğu ise çekme uygular. Başlangıçta O_1 ve U_1 yönlerini şeklidekinin tersi seçilse idi (-) işaret ortadan kalkmış olacaktı.

M düğüm noktası

$$\sum \vec{V} = 0$$

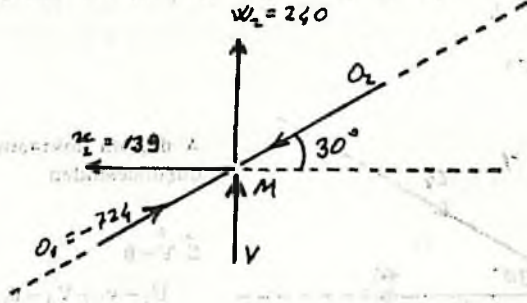
$$O_1 \times \cos 30 - V_2 - O_2 \cdot \cos 30 = 0$$

$$-724 \times 0,866 - 139 - O_2 \times 0,866 = 0$$

$$-D_2 \times 0,866 = 627 + 139 = 766$$

$$O_2 = -885 \text{ kg}$$

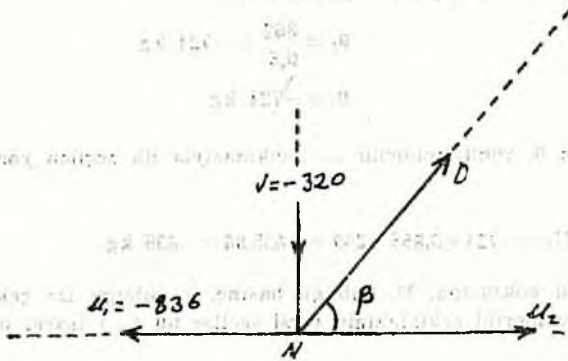
$$\begin{aligned}\Sigma H \uparrow &= 0 \\ V + W_2 + O_1 \times \sin 30 - O_2 \times \sin 30 &= 0 \\ V + 240 + (-724) \times \sin 30 - (-885) \times \sin 30 &= 0 \\ V = 724 \times 0,5 - 240 - 885 \times 0,5 &= -320,5 \\ V &= -320 \text{ kg}\end{aligned}$$



Şekil 14

N düşüm noktası.

$$\begin{aligned}\Sigma H \uparrow &= 0 \\ D \times \sin 49 - V &= 0 \\ D \times 0,75 - (-320) &= 0 \\ D &= -\frac{320}{0,75} = -426,6 \cong -427 \text{ kg} \\ D &= -427 \text{ kg}\end{aligned}$$



Şekil 15

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 0 \\ U_2 + D \times \cos 49 - U_1 &= 0 \\ U_2 + (-427) \times \cos 49 - (-836) &= 0 \\ U_2 = 427 \times 0,656 - 836 &= -555,86 \cong -556 \text{ kg} \\ U_2 &= -556 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Rüzgârın etkisinden doğan çubuk kuvvetleri de bulunduktan sonra ölü yüklerin etkisiyle meydana gelen çubuk kuvvetleriyle cebirsel olarak toplanır ve çubukların taşıdığı hakiki yükler bulunur.

30°'lik eğimle yapılan çatılarda rüzgârın estiği yüzeyde basıncın sıfır olduğu ve diğer yüzeyde emme meydana getirdiği önceden hesaplanmıştı. Bu itibarla rüzgâr yükü burada çubuklara emme etkisi yaptığından kuvvetler (-) işaretli çıkmıştır. Şayet çatı eğimi 30°'den farklı olsaydı rüzgârın basınç etkisi'nde doğacağından çubuk kuvvetlerinin tamamı (-) işaretli değil (+) işaretli de çıkacaktı. Rüzgâr yükünden dolayı çubuk kuvvetlerini ayrıca hesaplanmasının nedeni de buradan kaynaklanmaktadır.

$$O_1 = 4640 + (-724) = 3916 \text{ kg}$$

$$O_2 = 4640 + (-885) = 3755 \text{ kg}$$

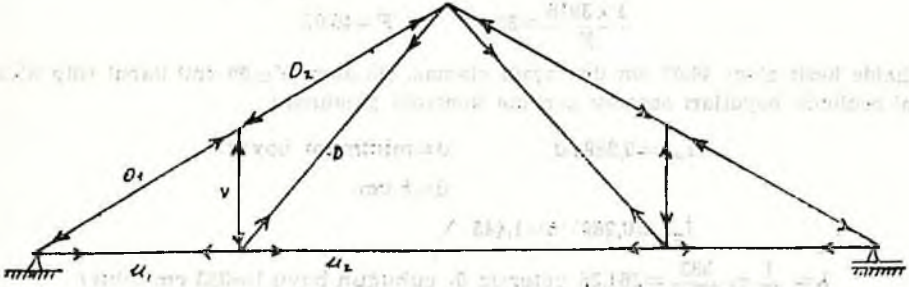
$$U_1 = 4018 + (-836) = 3182 \text{ kg}$$

$$U_2 = 2626 + (-556) = 2070 \text{ kg}$$

$$V = 1600 + (-320) = 1280 \text{ kg}$$

$$D = 2122 + (-427) = 1695 \text{ kg.}$$

Bu tip çatılarda üst başlık basınca, alt başlık ise çekmeye çalışır. Çubukların çekmeye ve basınca çalıştığı aynı çatı üzerinde gösterelim (Şekil 16).



Şekil 16

Basınç ve çekmeyi ayırmak için çekme pozitif (+), basınca negatif (-) işaretlerle gösterdiğimiz takdirde çubuklar aşağıdaki biçimde belirlenir.

$$O_1 = -3916 \text{ kg}$$

$$O_2 = -3755 \text{ kg}$$

$$U_1 = +3182 \text{ kg}$$

$$U_2 = +2070 \text{ kg}$$

$$V = -1280 \text{ kg}$$

$$D = +1695 \text{ kg}$$

Böylece çubuklara gelen eksenel kuvvetler basınç ve çekme durumuna göre belirlendikten sonra boyutlandırmaya geçilir.

3. BOYUTLANDIRMA

Boyutlandırmada takip edilen yol bilinmeyen boyutları tahmin ederek gerilme kontrolü problemine dönüştürmektir. İsaetelli tahmin için veya tahminde fazla yanılmamak için önce rehberlik edecek sayıyı bulmak lâzımdır.

$$\text{Gerilme formülü } \sigma = \frac{\omega \cdot P}{F} \leq \sigma_{em} = 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ (II sınıf çam için)}$$

Başlangıçta $\omega=1$ verilir. p kuvveti de belli olduğundan F alanı hesaplanır. Kesit şekli ise (kare, dikdörtgen, daire v.b.) önceden kararlaştırılır. Bulunan alana göre boyutlar seçilir, ve yeni baştan gerilme kontrolü yapıp boyutlar kontrol edilir. $\sigma \leq \sigma_{em}$ durumuna göre boyutlar küçültülür veya büyütülür. σ 'nın σ_{em} den küçük kalması şartıyla yaklaşık olarak kadar ($\sigma \leq \sigma_{em}$) devam edilir.

Burada dikkat edilecek önemli bir hususta gerek üst başlık gerekse alt başlık takti çubuklara gelen eksenel yükler farklı olduğu halde max. kuvvete göre kendi aralarında aynı boyutta yapmak zorunluluğudur (üst başlık çubuklarını aynı boyutlarda, alt başlık çubuklarını ise kendi aralarında aynı boyutlarda yapılacaktır).

Bu anlatılanlara göre üst başlık için boyutlama yapılırsa :

$$\sigma = \frac{\omega \cdot P}{F} \leq \sigma_{em} = 85 \text{ kg/cm}^2 \quad \omega=1$$

$$p=3916$$

$$\frac{1 \times 3916}{F} = 85 \quad F=46,07$$

o halde kesit alanı 46,07 cm² den aşağı olamaz. Bu alanı $F=50$ cm² kabul edip 5×10 cm² şeklinde boyutları seçerek gerilme kontrolü yapılırsa :

$$i_{min} = 0,289 \cdot d \quad d = \text{minimum boyut}$$

$$d = 5 \text{ cm}$$

$$i_{min} = 0,289 \times 5 = 1,445$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{382}{1,445} = 264,35 \text{ yetersiz } 0_1 \text{ çubuğun boyu } l=382 \text{ cm (olur)}$$

$\lambda > 150$ haline raslandığında hesaba gereksiz yere daha fazla devam etmeden kesidin yetersiz olduğu söylenir ω burkulma katsayısının $\lambda > 150$ olması haline ait değerleri sadece portatif yapılardaki basınç çubuklarında kullanılır.

Boyutları (10×14) seçilsin.

$$i_{min} = 0,289 \times d = 2,89 \quad d = 10 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{282}{2,89} = 97,57 = 98 \quad \omega = 2,88$$

$$\sigma = \frac{2,88 \times 3916}{140} = 80,55 < \sigma_{em} = 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ yeterlidir.}$$

Yürürlükte olan şartnameye göre boyutlama problemi gerilme kontrolü ile sona erer.

Boyutlandırma yayılırken ayrıca şartnamedeki ALT SINIR değerleri de gözönünde bulundurulmalıdır.

a) Çivi, ağaç vidası, tutkallı birleşimde minimum kalınlık 2,4 cm $F \geq 14 \text{ cm}^2$

b) Bulon, çelik çubuk, dülger kamasında ise minimum kalınlık 5 cm $F \geq 50 \text{ cm}^2$ olmalıdır. (T.S. 647).

1. DEFORMASYON

Çekme çubuklarında deformasyon uzamadan ibarettir. Hooke kanunu yardımı ile kolayca bulunur.

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} \quad \epsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \sigma = \frac{P}{F}$$

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{P/F}{E} \quad \Delta l = \frac{P \text{ (kg)} \times l \text{ (cm)}}{E \text{ (kg/cm}^2\text{)} \times F \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Zayıflamış kesidi bulunmayan, emniyet gerilmesinden tam yararlanacak şekilde boyutlandırılmış, II ci sınıf çamdan yapılmış bir çekme çubuğunda uzama

$$\Delta l = \frac{l}{1000.000/85} = \frac{l \text{ (cm)}}{1200}$$

Boyların yetersiz kaldığı hallerde ek yapmak gerekli ise o takdirde birleştirilen parçaların ek yerleri simetrik olması icap eder. Aksi halde çubuklarda dış merkez kuvvetten dolayı bir takım ek gerilmeler oluşur ki, buda çubuk enkesitlerinin büyümesine dolayısıyla gayri ekonomik almasına sebep olur. Bu işlemler sonucu bulunan çubuk kuvvetleri, çubuk boyları ve kesitleri aşağıdaki tablo III de gösterilmiştir.

Tablo III

Çubuk	N (kg)	l (cm)	kesit
O ₁	- 3916	288	10/14
C ₂	- 3755	288	10/14
U ₁	+ 3182	250	10/14
U ₂	+ 2070	250	10/14
V	- 1280	144	10/10
D	+ 1695	382	2 (5/10)

Çatılarda üst başlık basınca çalıştığından gerilme kontrolü yapılır.

Basınca çalışan çubuklarda burkulma etkiside hesaba katmak gerektiğinden çubuk kuvvetinin $\omega > 1$ gibi bir burkulma katsayısı ile çarpılması kesit alanı yerine ise bürüt alanı (zayıflamamış kesit alanı) nın konması lâzımdır.

II ci sınıf çam için $\sigma_{\text{em}} = 85 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma = \frac{\omega \cdot P}{F} \leq \sigma_{\text{em}}$$

P : Eksenel kuvvet (kg)

F : Alan (cm²)

ω : Burkulma katsayısı

Burada bilinmeyen burkulma katsayısı narinlik derecesine bağlı olup şu şekilde bulunur.

$$\lambda = \frac{l_k}{i_{\text{min}}}$$

$$i_{\text{min}} = \sqrt{\frac{I_{\text{min}}}{F}}$$

λ : Narinlik derecesi

I_{min} : Asal eksene göre min. Atalet momenti

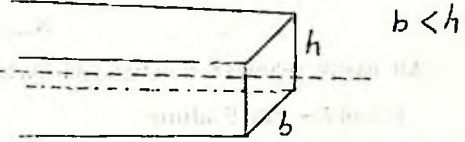
F : Kesit alanı

l_k : burkulma boyu

Atalet momenti

$$I = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$F = b \cdot h$$



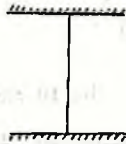
$$i_{\text{min}} = \sqrt{\frac{\frac{hb^3}{12}}{b \cdot h}} = 0,286 \cdot b$$

b : küçük kenar

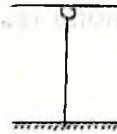
Burkulma boyları ise çubuk uçlarının serbest, mafsallı, ankastre, olmasına göre şu şekilde hesaplanır.



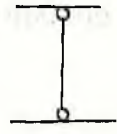
Bir ucu serbest
diğer ucu ankastre
 $l_k = 2l$



iki ucu ankastre
 $l_k = 0,5l$



Bir ucu mafsallı
diğer ucu ankastre
 $l_k = 0,7l$



iki ucu mafsallı
 $l_k = l$

Ahşap çatılarda $l_k = l$ (başlangıçta çubukların birbirine sürtünmesiz mafsalla birleştirildiği kabul edilmiştir).

$$\lambda = \frac{l_k}{0,289 \cdot b} = \frac{l}{0,289} \cdot \frac{l_k}{b}$$

λ narinlik bulunduktan sonra λ ya göre ω tablosundan ω alınıp yerine konarak σ bulunur.

5. ÜST BAŞLIK İÇİN GERİLME KONTROLÜ

$$i_{\min}=0,289 \cdot b \quad b=10 \quad b=\text{kısa kenar}$$

$$i_{\min}=0,289 \times 10=2,89$$

$$\lambda = \frac{1}{i} = \frac{2,88}{2,89} \cong 10 \quad \begin{array}{l} \omega \text{ tablosundan} \\ \omega=30 \end{array}$$

gerilme kontrolü

$$N_{\max}=3916 \text{ kg}$$

$$\sigma = \frac{\omega \cdot N}{F} = \frac{3 \times 3916}{10 \times 14} = \frac{11748}{140} = 83,9 < 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ yeterli.}$$

6. ALT BAŞLIK İÇİN GERİLME KONTROLÜ

$$N_{\max}=3182$$

Alt başlık çekmeye çalıştığı için burkulmadan bahsedilmez. Kesit alanı F yerine

$$F_n=(0,5 \sim 0,8) F \text{ alınır}$$

$$F_n=0,5 F \text{ alınır}$$

$$F_n=0,5 \times 10 \times 14=70 \text{ cm}$$

$$\sigma = \frac{N}{F_n} = \frac{3182}{70} = 45,45 \cong 46 < 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ yeterlidir.}$$

üst başlık ve alt başlık çubukları kendi aralarında ayrı ayrı boyutlarda olacağından max. N kuvveti alınıp gerilme kontrolüne göre yeterli çıkarsa diğer kuvvetler için kontrole gerek duyulmaz.

V ÇUBUĞU KONTROLÜ (Basınç çubuğu)

$$N=1280 \quad b=10 \text{ cm}$$

$$i=0,289 \times b=0,289 \times 10=2,89$$

$$\lambda = \frac{1}{i} = \frac{144}{2,89} = 49,8 \cong 50 \quad (\omega \text{ tablosundan } \omega=1,50)$$

$$\sigma = \frac{\omega \cdot N}{F} = \frac{1,5 \times 1280}{10 \times 10} = \frac{1920}{100} = 19,20 \text{ kg/cm}^2 < 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ yeterlidir.}$$

V dikmesi alt başlığa oturduğu için boyut olarak alt başlığın kısa kenarı kadar seçilmesi yeterlidir.

D ÇUBUĞU KONTROLÜ (çekme çubuğu)

$$N=1695 \text{ kg}$$

Boyutları [2(5/10)] seçilmişti (baştaki rakam çubuğun parça sayısını göstermektedir).

$$F = 2 \times 5 \times 10 = 100 \text{ cm}^2$$

iki parçalı çekme çubuklarında kuvvetin 1,5 katı, alanın ise 0,5 katı alınarak işleme devam edilir.

$$F_n = 0,5 \times F = 0,5 \times 100 = 50 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{1,5 \times N}{F_n} = \frac{1,5 \times 1695}{50} = \frac{2542,5}{50} = 50,85 \approx 51 \text{ kg/cm}^2 < 85 \text{ kg/cm}^2$$

Buraya kadar, önce çatıya gelen yüklere göre makas çubuklarının aksenal kuvvetleri, daha sonra boyutlandırma ve gerilme kontrolleri yapılmıştır.

Boyutları ve taşıdığı yükleri belli olan bu malzeme günümüzde çivi, bulon, perçin, tutkal gibi birleşim elemanları ile geliştirilmektedir. Memleketimizde çiviler herkes tarafından bilinen birleştirici eleman olması, kullanılması ve kolaylıkla temin edilmesi ayrıca diğerlerinden üstün olarak çakıldığı yerlerde kesit zayıflığı vermemesi (bulon ve perçinlere göre) bunların tercih nedenlerinin başında gelmektedir. Bu sebeplerden bu yazıda çivili birleşim için gerekli hesaplar yapılmıştır.

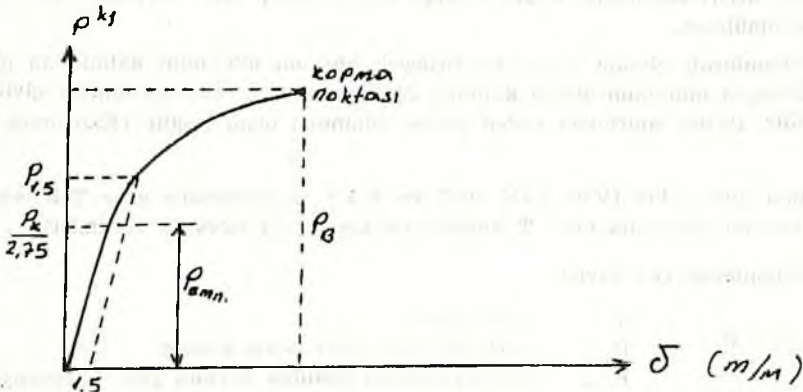
Şekli ve boyutları herkesçe bilinen inşaat çivileri :

Çekme ve kopma gerilmesi (600 - 800 kg/cm²) olan çelikten yapılmıştır. Kullanılacağı yerin rutubet ve önemine göre dış kısımları galvaniz veya kalayla kaplanabilir. Kullanıldığı birleşimin taşıma gücü şu etkenlerle ilgilidir.

- çivinin çapı (d)
- ahşabın kalınlığı (b)
- çivinin boyu (l)
- birleşimdeki çivi sayısı (n)
- çivilerin tek veya çift etkili oluşu

Bunlarda kendi aralarında birbirinden bağımsız değildir.

Ahşabın taşıyacağı yükler çekme ve basınç deneyi ile bulunur (Şekil değiştirme diyagramı Şekil 17).



Şekil 17

1,5 mm şekil değiştirmeye karşı gelen yük değeri $P_{1,5}$, P_{em} ile karşılaştırılır, hangisi küçükse birleşim elemanının güvenle taşıyacağı yük değeri olarak alınır.

Şekil değiştirme diyagramları uymayan iki eleman aynı yerde kullanılamaz. (çelik ve ahşabın diyagramları farklı olduğundan bir arada birleşim elemanı olarak kullanılamaz).

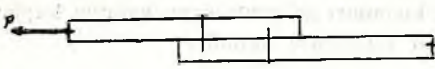
Birleşim elemanı ne olursa olsun (tutkallar haric) şu sorular karşımıza çıkar.

- 1) Birleşim elemanının çapı
- 2) Birleşim elemanının sayısı
- 3) Birleşim elemanının tertibi

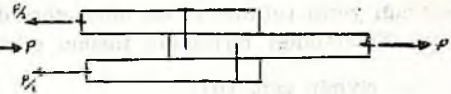
Çivilerin çapını seçerken ahşabın yarılma tehlikesini önlemek için alt sınır, çivinin taşıma gücünden tam istifade içinde üst sınır değerleri gözönünde tutulmalıdır:

Çiviler ahşabın çalışma biçimine göre (Şekil 18 a, b).

- 1 — Tek etkili
- 2 — Çift etkili olmak üzere ikiye ayrılır.



Şekil 18a. Tek etkili birleşme
(Tek kesitleri kesilmeye çalışıyor)



Şekil 18b. Çift etkili birleşme
(Çift kesitleri kesilmeye çalışıyor)

Herbir çivinin taşıyabileceği kuvvet

Tek etkili $T_1 = 3,5 \cdot d^2$ d : çap (mm)

Çift etkili $T_2 = 7 \cdot d^2$ T : kuvvet (kg)

Çivi çapı belli olunca bu bağıntılarla taşıyacağı yük bulunur.

Çivi, lifleri kopararak değil, yanlara iterek ahşap içine ilerlediği için, kesit zayıflatı düşünülmez.

Kullanılacak çivinin çapı, brleştirilecek ahşabın minimum kalınlığına göre seçilir. Örneğin minimum ahşap kalınlığı 30 mm ise 3.8; 4.2; 4.6 mm lik çiviler kullanılabilir. Başka sınırlayıcı neden yoksa minimum olanı seçilir (Ekonomik bakımdan).

Buna göre tablo IV de DIN 1052 ve T.A.İ. şartnamesine göre Tek etkili, çift etkili ve çivi çaplarına göre T (emniyetle taşıyacağı kuvvet) verilmiştir.

Kullanılacak çivi sayısı

$$n = \frac{P}{P_{em}}$$

n : çivi sayısı
 P : birleşim elemanına gelen kuvvet
 P_{em} : çivinin ahşaba çakılma boyuna göre taşıyacağı emniyetli yük

P_{em} şu şekilde bulunur.

Tablo IV. Bir çivinin emniyetle taşıyabileceği yük (P_{em} kg)

Çivi Çapı d (1/10 mm)	Ahşap kalınlığı a (mm)	Çivi Boyu l (mm)	DIN 1052		Türk A.I. şartnamesi	
			Tek etkili	Çift etkili	Tek etkili $T_{1c}=3,5 \cdot d^2$	Çift etkili $T_{2c}=7 \cdot d^2$
31	24	70	37.5	75	33.5	67
34	24	90	45	90	40.5	81
	26					
	28					
38	24	100	52.4	105	50.5	101
	26					
	28					
	30					
	35					
42	26	110	62.5	125	62	124
	28					
	30					
	35					
	40					
46	30	130	72.5	145	74	148
	35					
	40					
	45					
	50					
55	40	140	95	190	106	212
	45			—		—
	50			—		—
	50	160		190		212
	55	140		—		—
	55	160		190		212
	60	140		—		—
60	50	180	110	200	126	252
	60			—		—
	70			—		—
70	60	210	145	290	172	344
	70			—		—
	80			—		—
75	70	230	160	320	197	394
	80					
80	80	260	175	350	224	448

Tablodan T_1 veya T_2 alınır (veya $T_1=3.5 d^2$, $T_2=7 d^2$ ile bulunabilir).

Çivinin saplanma durumuna göre (Birleşim iki parça ile yapılıyorsa)

Tek etkili çivilerde :

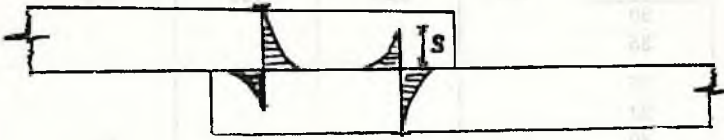
$$S \geq 12 d \text{ ise } P_{1,em} = T_1$$

$$6 d \leq S < 12 d \text{ ise}$$

$$P_{1,em} = \frac{5}{12 \cdot d} \cdot T_1$$

$$S \leq 6 d \text{ ise } P_{1,em} = 0$$

(yani böyle çivi yük aktarmaz çekilince çıkar.)



Şekil 19

Çivinin boyu 2 parçanın toplam kalınlığından fazla olursa (Şekil 20).

$$a_2 > 12 d \text{ ise } P_{1,em} = T_1$$

$$a_2 < 12 d \text{ ise } P_{1,em} = \frac{a_2}{12 \cdot d} \cdot T_1$$

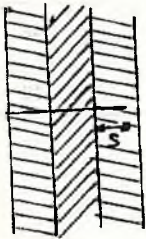
$a_2 < 12 \cdot d$ olmak şartıyla çivi ucu kıvrılırsa $P_{1,em} = T_1$ alınır.



Şekil 20

Birleşim üç parça ile yapılıyorsa

Çift etkili çivilerde



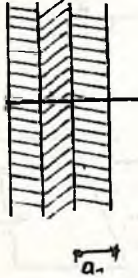
Şekil 21

$$S \geq 8 \cdot d \text{ ise } P_{1,em} = T_2$$

$$4 \cdot d \leq S < 8 \cdot d \text{ ise } P_{1,em} = \left(1 + \frac{S}{8d}\right) T_1$$

$$S < 4 \cdot d \text{ ise } P_{1,em} = T_1 \text{ olur.}$$

Çivinin boyu birleştirilen 3 parçanın toplam kalınlığından büyükse (Şekil 22).



Şekil 22

$a_3 \geq 8 \cdot d$ ise veya $a_3 < 8 \cdot d$ max ucu kıvrık ise

$$P_{iem} = T_2$$

$a_3 < 8 \cdot d$ ise $P_{iem} = \left(1 + \frac{a_3}{8 \cdot d}\right) T_2$ alınır.

Bu belirtilen durumlara uygun olarak P_{iem} bulunup yerine konarak çivi sayısı (n) bulunur.

Yapılan yapıda birleşimin çivi sayısını bulmak için düğüm noktalarının özelliğine uygun dişli, çivili ya da ikisini birlikte kullanarak hesap yapmak gerekir.

Yazının sonunda düğüm noktalarının bulunduğu yere uygun birleşim detay şekilleri verilmiştir.

Burada N düğüm noktası için çivili birleşim A düğüm noktası içinde dişli birleşim hesabı uygun olur.

N düğüm noktası için

Birleşim yerinde minimum ahşap kalınlığı $5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$. Tablodan 50 mm kalınlığa karşı gelen çivi çapları ve boyları

$$b = 50 \text{ mm} \longrightarrow d/l \begin{cases} 46/130 & d : \text{çivi çapı} \\ 55/140 & l : \text{çivi boyu} \\ 55/160 \\ 60/180 \end{cases}$$

Çiviler ahşaba şu düzene göre çakılacağına göre (Şekil 23 a, b, c, d).

Tek etkilli

$$l = b_{min} + 12 d$$

$$b : 50 \text{ mm}$$

$$l : \text{çivi boyu}$$

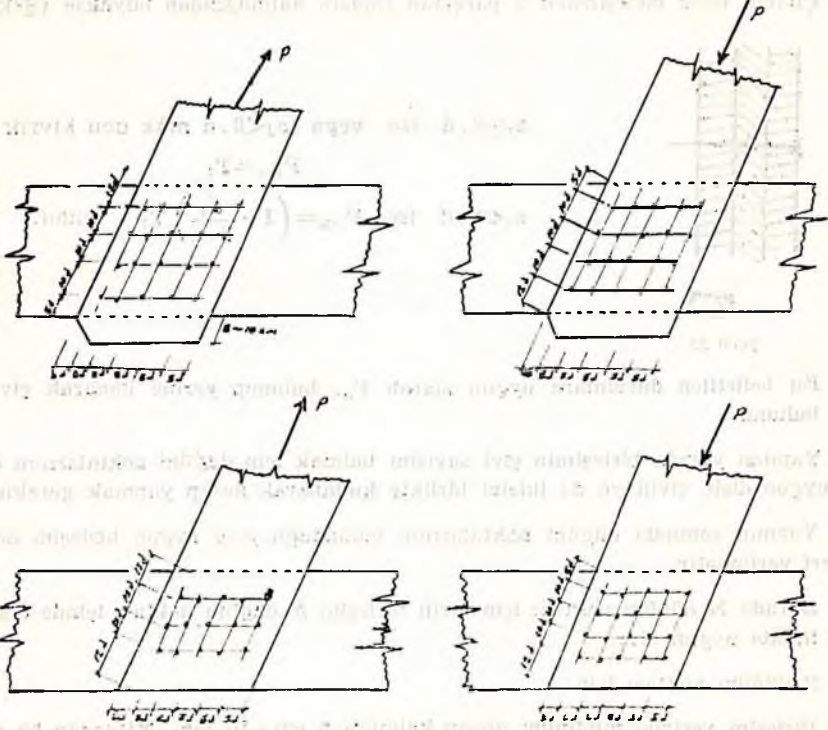
$$\begin{array}{l} d = 4,6 \\ d = 5,5 \\ d = 6,0 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} d = 4,6 \\ d = 5,5 \\ d = 6,0 \end{array}} \right\} 12 \cdot d \rightarrow \begin{cases} 12 \times 4,6 = 55,2 \\ 12 \times 5,5 = 66,0 \\ 12 \times 6,0 = 72,2 \end{cases}$$

$$l = 50 + 55,2 = 105,2 < 130$$

$$l = 50 + 66 = 116,0 < 140$$

$$l = 50 + 72 = 122,0 < 180$$

bu üç çivide istenen şartı sağlıyor burada en ekonomik olanını yani küçük çaplı (ağırlığı daha az) olanı seçilir.



Şekil 23a

Şekil 23c

Şekil 23d

Seçilen çivi 46/130 buna karşı gelen $P_{em}=74$ kg.

$$\text{Çivi adedi}=n=\frac{1695}{75}=22,9\cong 24 \text{ çivi}$$

bunun 12 adedi bir tarafa, kalan 12 adedi ise öbür tarafa çakılır.

Çivilerin yerleşim düzeni ise yukardaki gibi olacaktır.

a =uzun kenar

$$5 \times d = 5 \times 4,6 = 23$$

$$10 \times d = 10 \times 4,6 = 46$$

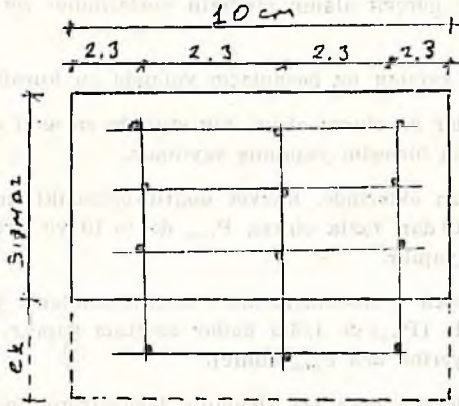
$$12 \times d = 12 \times 4,6 = 55,2$$

çivi sıra sayısı şöyle bulunur. min. çivi aralıkları düşünülürse 10 cm lik kenara ancak 3 sıra çivi yerleşebilir diğer kenarda ise $\frac{12}{3} = 4$ sıra olmalıdır (Şekil 24).

O halde 14 cm lik çubuğun uzun kenarına 4 sıra sığmayacağına göre şekildedeki gibi ek parça yerleştirilir (Şekil 25).

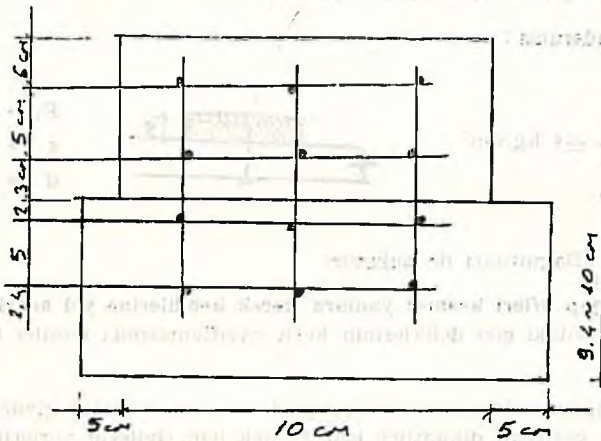
O halde ek parçanın boyutları 10×20 olacaktır 5'er cm ek yapılan yerin sağ ve soluna taşmalıdır.

Çivilerin sayısı, sırası ve aralarındaki mesafe, bu şekilde belirlendikten sonra, ustanın eline verip, bu çatıda şuraya bu mesafelerde çivi çıkacaksınız demek, işin sıhhati yönünden hiç de iyi bir netice vermez. Mühendisin yapacağı en son iş, çivili birleşim yapılacak alanı, şeffaf bir kağıda veya küçük bir aydınlatıcı kağıdına çizerek,



Şekil 24

çivi yerlerini buraya dikkatle işaretleyip; yüzeye itina ile yerleştirilip, çivilerin bu kağıt üzerindeki belirtilen yerlere çakılmasını sağlamaktır. Aksi halde ne kadar titizlikle çatıyı yapan kişiye anlatılırsa anlatılsın, usta yine bildiğini yapıp rastgele çivileri vurarak istenmeyen (yarılma, çivilerin taşıma gücünden yeteri kadar faydalanamama gibi) durumlar ortaya çıkar.



Şekil 25

Mevcut alanın, çivilerin yerleşimine yetip yetmeyeceği önceden de kestirilebilir. Nakledilecek N kuvvetinin kg cinsinden değeri Tek etkili çivilerde 7 ye Çift etkili

çivilerde 14 e bölünürse çıkan cm^2 cinsinden gerekli alanın büyüklüğü bakımından bir fikir verir. Mevcut alan, bu hesapda çıkandan büyük değilse çivilerin buraya sığmayacağı kesinlikle söylenebilir.

Örneğimizi incelersek $\frac{1695}{7} = 242 \text{ cm}^2$ Gerçek alanımız ise $2 \times 5 \times 10 = 100$
 $100 < 242 \text{ cm}^2$ o halde gerçek alanın çivilerin yerleşimine yetmeyeceği buradan da söylenebilirdi.

T.A.I. şartnamesi yapılan bu hesapların yanında şu kuralları koymuştur.

- Kuvvet ne kadar az olursa olsun, tek etkilide en az 4 çift etkilide 7 çivi çakılmadıkça çivili birleşim yapılmış sayılmaz.
- Çekme çubukları eklerinde, kuvvet doğrultusundaki sıra sayısı (dikkat çivi sayısı değil) 10 dan fazla olursa $P_{1, \text{cm}}$ de % 10 ve sıra sayısı 20 yi geçerse % 20 azaltma yapılır.
- Dikdörtgen kesitli elemanların, daire kesitli olanlarla birleştirilmesinde, kullanılan çivilerde ($P_{1, \text{cm}}$) de $1/3$ ü kadar azaltma yapılır. (Yani çivi sayısı bulunurken $P_{1, \text{cm}}$ yerine $2/3 P_{1, \text{cm}}$ alınır).
- İkiside daire kesitli olan iki elemanın birleştirilmesinde kullanılan çivilerin kuvvet naklettiği kabul edilemez. (yani bu iş için çivi kullanılamaz)
- Geçici yapılar hariç olmak üzere pas ve korozyon tehlikesinin fazla olduğu yerlerde kullanılan çivilerin ($P_{1, \text{cm}}$) lerinin aynen kullanılabilmesi için çiviler çinko, kurşun, kadmiyumla kaplanır veya kalaylanır.
- Birleşimleri çivi ile yapılan eğri eksenli elemanlarda R eğrilik yarıçapı $R \geq 400 \cdot a$ olmalıdır. a: En kalın parçaya ait kalınlık

Örneğin 2,5 cm kalınlıkta bir tahtayı $R=400 \times 2,5 = 1000 \text{ cm} = 10 \text{ m}$ lik bir eğri yüzeye çiviler atılmadan çakılabilir.

- Çivilerin adersansı :

$$\tau = \frac{P_i}{ds} \leq 4 \text{ kg/cm}^2$$



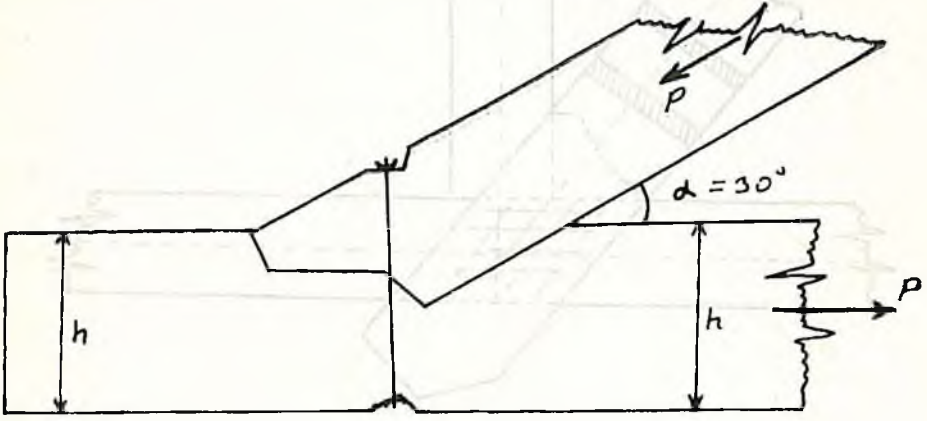
$$\begin{aligned} P_i &\rightarrow \text{kg} \\ s &\rightarrow \text{cm} \\ d &\rightarrow \text{cm} \end{aligned}$$

$P_i = 13 \text{ d.s}$ Bağıntıları ile bulunur.

- Çiviler ahşap lifleri kesmez yanlara iterek kendilerine yol açarlar. Buna rağmen ilk sıradaki çivi deliklerinin kesit zayıflamasında hesaba katılması önerilir.
- Onemli düğüm noktalarının birleşiminde ve seri imalatta çivileri yerine çakmak veya yerlerini dikkatlice işaretlemek için çivilerin yerlerini belirten detay resmine uygun olarak hazırlanmış şablon kullanmak yararlı olur.
- Detay resimlerinde çiviler, Örneğin (8 çivi 38/100) şeklinde yazılır. Bunun anlamı, çivi sayısı $n=8$ çivi çapı $d=3,8 \text{ mm}$ çivi boyu $l=100 \text{ mm}$ demektir. Pratikte ise bu çivinin adı onluktur.

- Çivi yerine öyle çakılmalıdırki baş kısmı ne çıkıntılı kalsın nede ahşaba gömülmüş olsun; elle yoklanınca ancak hissedilecek kadar olmalıdır.
- Önceden açılmış deliklere (delik çapı $0,85 \cdot d$) çakılacak çivilerin sayısının bulunmasında (P_{icem}) yerine ($1,25 P_{icem}$) alınabilir. Böyle kullanılacak çivilerde ahşap kalınlığı ve çivi aralıkları için konan alt sınır değerleri daha düşüktür (Bak. yeni DIN. 1052 - 1969).

Basınç taşıyan köşegen çubuklarında dişli birleşim hesabı yapılır. A düğüm noktası dişli birleşim yapılması gereken düğüm noktalarından biridir. Şu şekilde çözümlenir: (Şekil 26)



Şekil 26

$\alpha = 30^\circ < 50^\circ$ olması halinde

$$t \leq \frac{h}{4} = \frac{12}{4} = 3.75 \text{ cm}$$

$$\omega = \frac{p}{70 \cdot b} = \frac{4198}{70 \times 10} = 5.99 \sim 6$$

$\omega = 6 > t = 3.75$ o halde çift dişli yapılır.

$\omega \leq t$ olsaydı tek dişli birleşim yeterliydi.

Çatılarda mahya yüksekliği

Üçgende (Şekil 28)

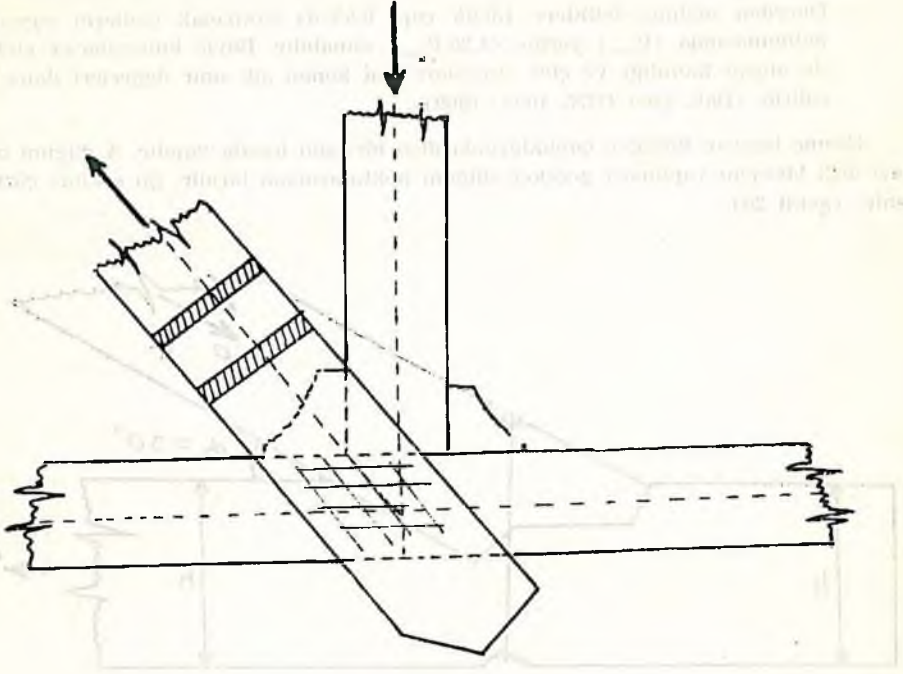
$$H \geq \frac{1}{6 \sim 7}$$

Trapez ve paralel başlıklı için (Şekil 29 a, b)

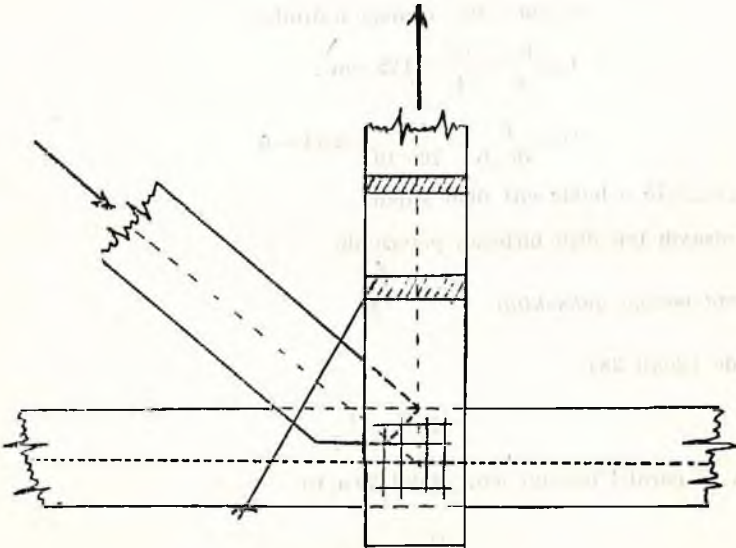
$$H \geq \frac{1}{6 \sim 7}$$

sınırları arasında tutulmalıdır.

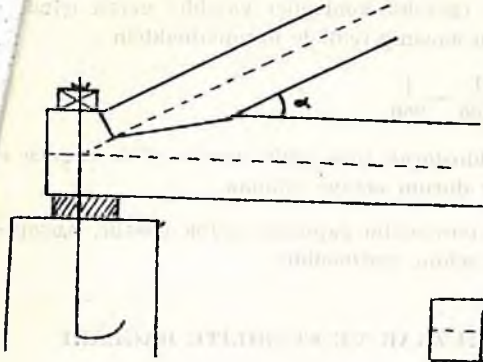
KARŞILAŞILACAK DÜĞÜM NOKTALARI DETAYLARI (Şekil 27 a, b, c, d)



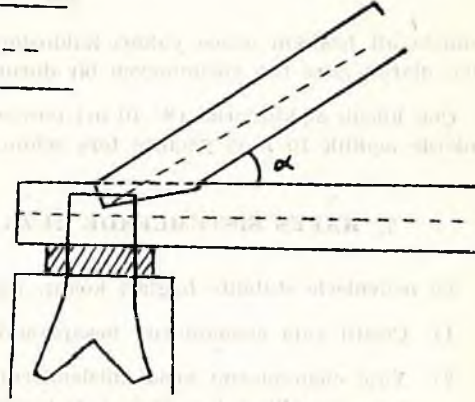
Şekil 27a



Şekil 27b

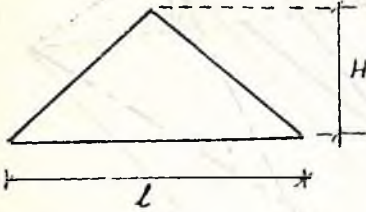


Şekil 27c

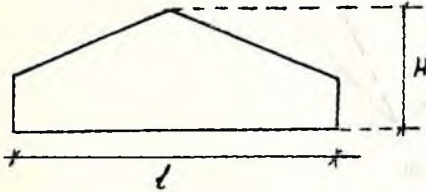


Şekil 27d

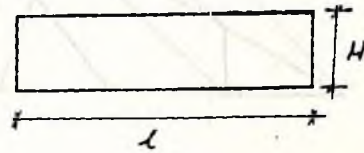
Mahya yüksekliği (H) bu sınırlardan daha küçük tutulursa, manivela kolu küçülür, gelen dış yüklerden dolayı da moment değişmeyeceğinden kuvvetler büyür, dolayısıyla enkesitler büyür, ve ekonomiden uzaklaşılır. Ayrıca bu (H) yüksekliğinin küçük tutulmasıyla eylemsizlik momenti küçülür, bu da sehmi arttırır.



Şekil 28



Şekil 29a



Şekil 29b

Şehim : gelen yüklerden dolayı çubukların kuvvet yönünde eğilmesidir.

Çubuklarda gerilme kontrolü ve birleşim hesabı yapıldıktan sonra ahşabın sehimi (esneme) özelliğini de gözönüne alarak ters sehim verilir. Yapının emniyeti ba-

kımından hiçbir önemi olmadığı halde (gerekli kontroller yapılmış hşanların, gerekse müsterilerin, güvenini kazanıp tenkide uğramam

$$\frac{1}{200} \sim \frac{1}{250}$$

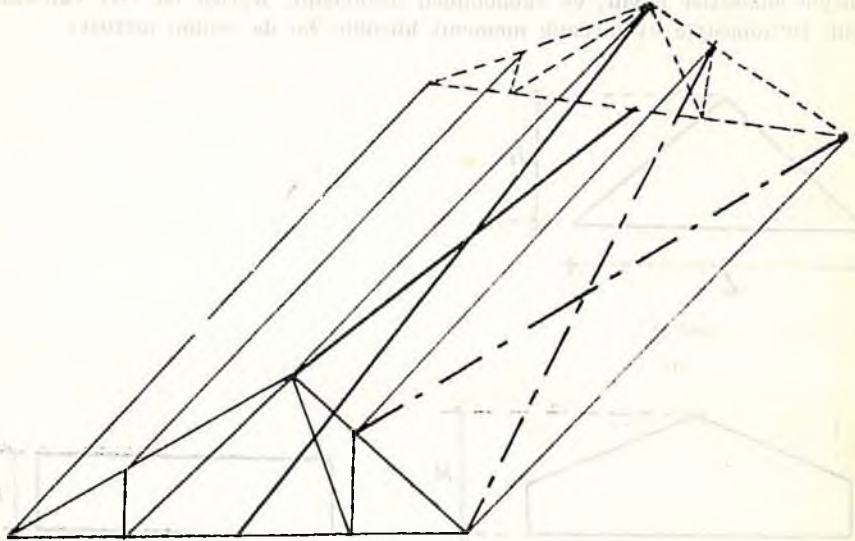
oranında alt başlığın ortası yukarı kaldırılarak ters sehim verilir. Yü halini alarak göze hoş görünmeyen bir durum ortaya çıkmaz.

Çok küçük açıklıklarda (8 - 10 m) ters sehim yapmaya gerek yoktur. temlerde açıklık 10 m yl geçince ters sehim verilmelidir.

7. KAFES SİSTEMLERDE RÜZGAR VE STABİLİTE BAĞLARI

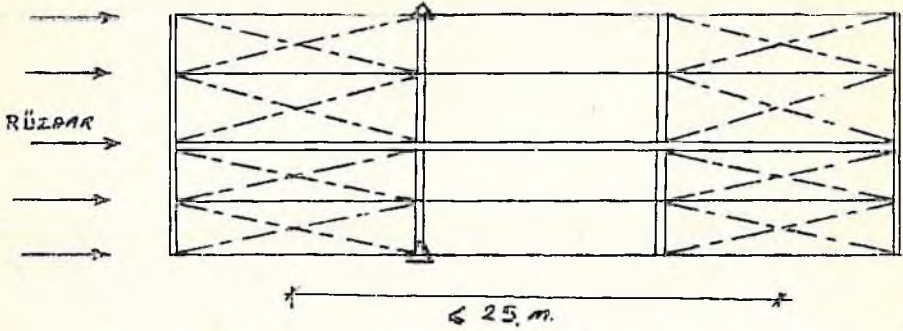
Şu nedenlerle stabilite bağları konur. (Şekil 30, 31)

- 1) Çeşitli yapı elemanlarını hesaplandıkları konum ve düzende tutmak
- 2) Yapı elemanlarını kendi düzlemlerine dik gelen etkiler altında zorlanmasını önlemek (dik gelen etkileri de taşımak)
- 3) Yapı elemanlarının basınç taşıyan parçalarının yanall burkulma boylarını azaltmak



Sekil 30

latalarla yapılan bu bağlar sistemin dikmelerine çakılır. Çatı eğimi dikse düzeye bilite bağından vazgeçilir. Çatı düzlemindeki stabilite bağlarını her aşık arasına k maya gerek duyulmaz. 25 m aralıklarla yapılır. Bu bağlar betonarme demiri ile yapılabilir.



Şekil 31

KAYNAKLAR

SENO, A. T., 1979. Ders Notları (basılmamış).

NIYAZI, D., Ö. KAYA, 1973. Ahşap Yapılar Ders Notu Özetleri. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.

KARATAŞ, H., İŞLER, Ö., 1973. Mühendislik Mekaniğinde Statik Problemleri Çözümlenmiş Örnekler. Basımevi, İstanbul.

OZÇELİK, N., 1975. İnşaat Bilgisi, Matbaa Teknisyenler Basımevi, İstanbul.

TIMOSHENKO, S., 1972. Young D.H. Çeviren İlhan Kayan, İ.T.Ü. İnşaat Fak. Matbaası.

T. S. 500 - T. S. 498. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yükler.

ULUG, T. N., ODABAŞI, Y., 1975. Ahşap ve Çelik İnşaat Hesapları. Matbaa Teknisyenler Basımevi, İstanbul.

UZUNSOY, O., 1979 Mühendislik Mekaniği Ders Notları (basılmamış).