

I. GHH Vinci Koşum Takımında,
Kuvvet Dağılımı

II. Kurtarma Vinci Koşum Takımında,
Perno Mukavemet Kontrolü

III. Literatürlerden, Gözamlü
Perno Problem Örnekleri

-1-
Kıvanç Kaya

Teşekkür

Yardımlarını esirgemeyen Müh. Arkadaşlarım,
Kadir GELİK, Ramazan KARASLAN ve Serap
ÖZER'e teşekkürü bir borç bilirim. Saygılarımla.

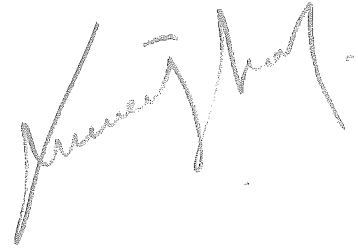
ÖNSÖZ

Bu çalışma, kuyu vinçlerinde kullandığımız "KOŞUM TAKIMI" elemanlarından, yan sac (yan levha veya soket), kol ve özellikle PERNO'nun mukavemet kontrolünü içermektedir.

Çeşitli literatürlerden örnekler, sembollerine sadık kalınarak verilmiş olup bu konuda Almanya'dan; "G.NIEMANN - Maschinen-Elemente" kitabının en son baskısı (2019) dahi petirtilmiştir.

T.T.K'deki deneyimlerimizi de göz önüne alınarak hazırladığımız bu araştırmanın ilgililere faydalı olabileceği düşüncesiyle eleştirilerinizi bütün samimiyetle beklerim.

	Tuncer ÖZKAN Mak. Y. Müh. www.tuncer-ozkan.com tuncer.ozkan@mmo.org.tr tuncerozkan44@hotmail.com Tel : 0 542 525 42 87 Fax: 0 378 315 21 90	
Ev : Kum Mah. Tahir Hoca Sok. Özkan Apt. No: 6/2 Büro: Kaleşah Mah. Cide Yolu Cad. 3 Günbatımı E Blok Daire : 2 74300 AMASRA - BARTIN		



I - Statik ve dinamik yüklerde --- 1
GHH koşum takımındaki perileme dağılımı

1- Soket püvdesi: --- 2

2- Halat yayı (üst taraf) --- 3

3- Halat yayı (alt taraf) --- 5

4- Yürek veya kama --- 8

Örnek 1. --- 14

II - Kurtarma vinci koşum takımında, --- 22
perno mukavemet kontrolü

• Pernodaki eğilme perilmesi ve --- 26
mukavemet şartı

• Pernodaki kesme (maksatama) perile --- 27
mesi ve mukavemet şartı

• Perno ile yan parçaların (soket) ara --- 27
sındaki basınç ve mukavemet şartı

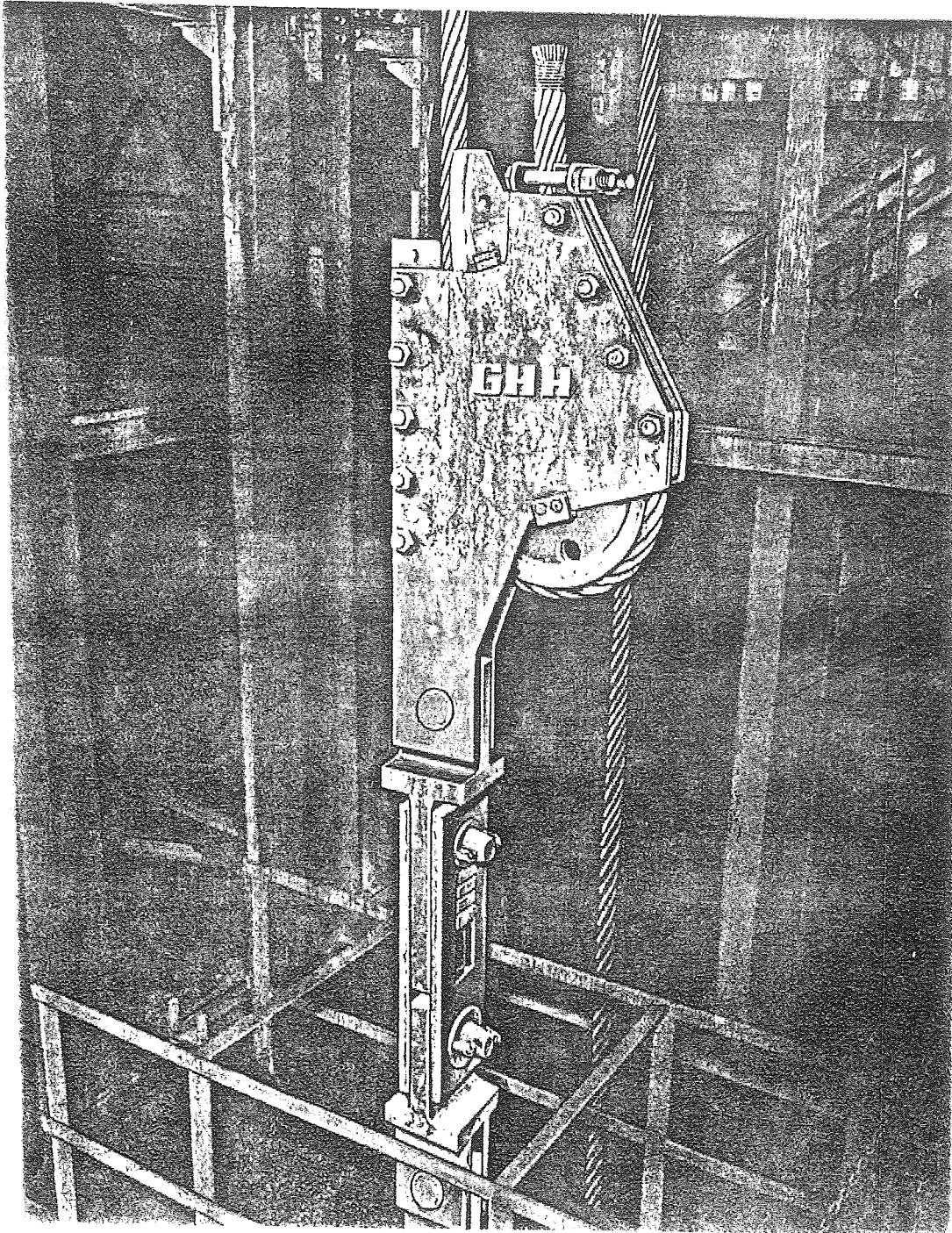
III - Literatürlerden, çözümlü perno --- 48
problem örnekleri

Örnek 2. [L10] --- 48

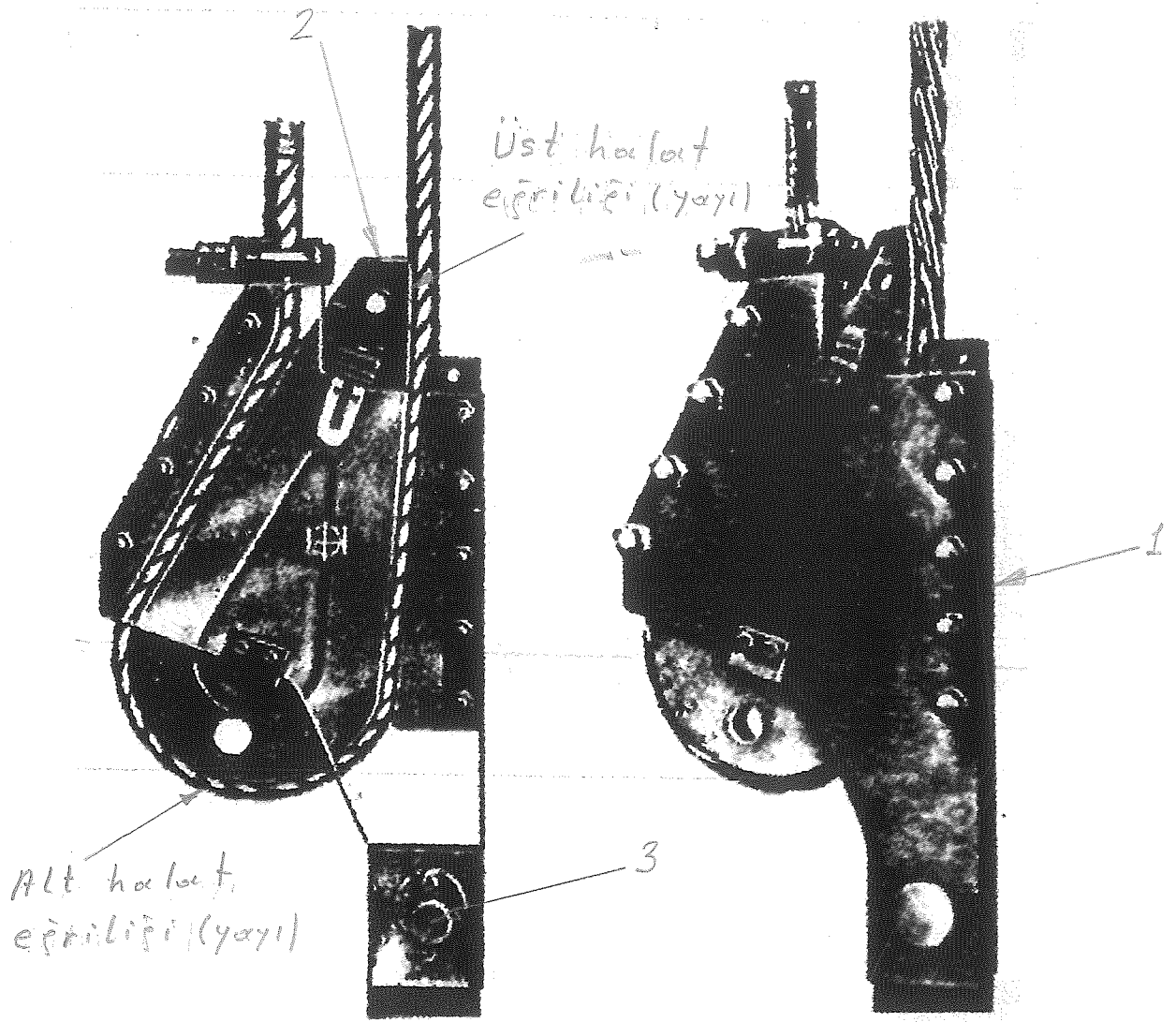
Örnek 3 [L7]	50
Örnek 4 [L4, L8]	54
Örnek 5 [L9]	60
Örnek 6 [L11]	65
Özet bilgi [L12]	69
Örnek 7 [L5]	81
Örnek 8 [L5]	88
Örnek 9 [L17]	105
Örnek 10 [L20]	122
Örnek 11 [L22]	126
<u>IV</u> - Faydalı bilgiler	146
1-) Pernoların boyut ve şekilleri	146
2-) Perno sapının hesabı	152
a) [L4]'e göre	152
b) [L12]'ye göre	152
• Göbek sapı	161
• Gerilme değerleri	161
• Ortalama yüzey basıncı	162
• Konstrüksiyon boyutları	164
Örnek 12 [L12]	168
Örnek 13 [L12]	177
3-) Sertlik Değerleri [L25]	186
4-) Literatür	189

I - Statik ve dinamik yüklerde GHH
koşum takımındaki gerilme dağılımı

GHH koşum takımı Şekil 1 de
ve kesit resmi Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 1 - GHH koşum takımı genel
görünüşü [12]

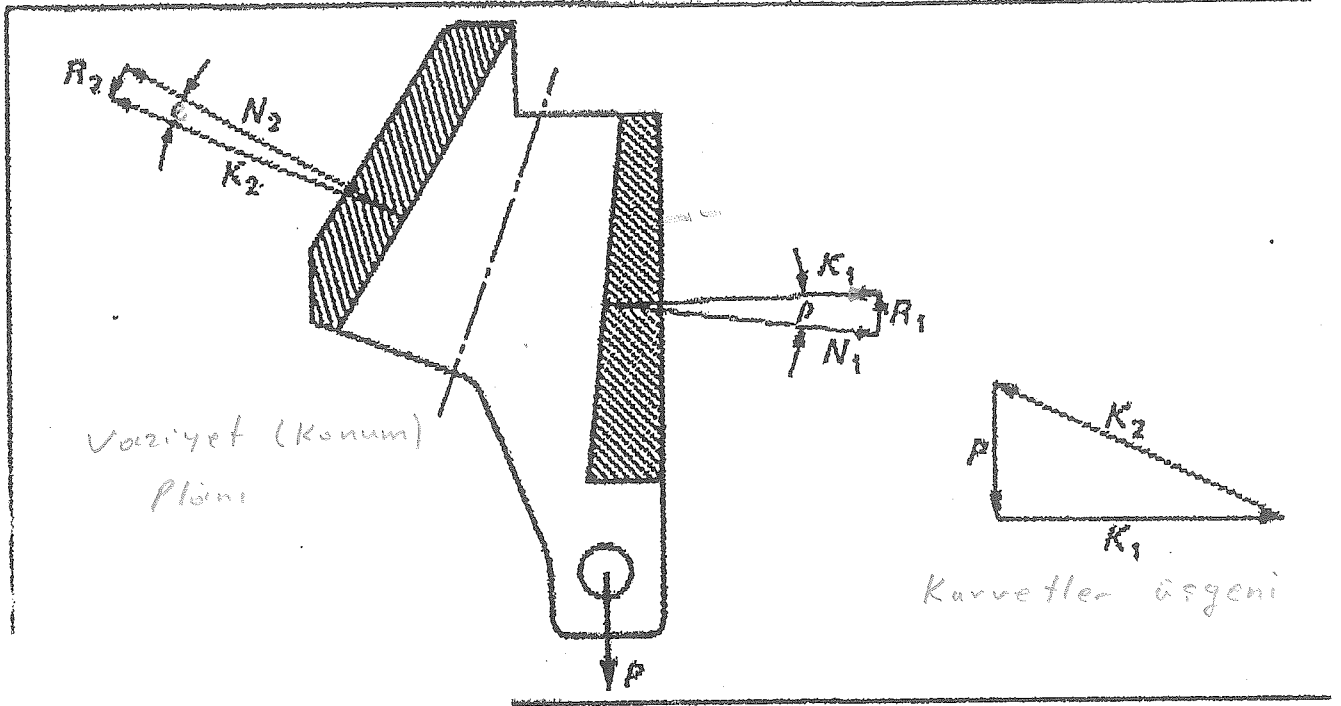


Sekil 2 - GHH koşum takımı kesit
görünüşü [L2].

- 1- Soket (Koşum takımı yan sacı)
- 2- Yürek (Kama veya Tel halat füzü)
- 3- Perno

Şimdi, koşum takımı elemanları üzerindeki
kuvvet dağılımlarını inceleyelim.

1- Soket gövdesi (Şekil 3);



Şekil 3 - Soket füvdesi [L2].

P - Halat çekme kuvveti

N - Normal kuvvet

R - Sürtünme kuvveti

K - Bileşke kuvvet

Üç kuvvet P , K_1 , K_2 dengededir. Bilinen

halat çekme kuvveti P ve sürtünme açısı

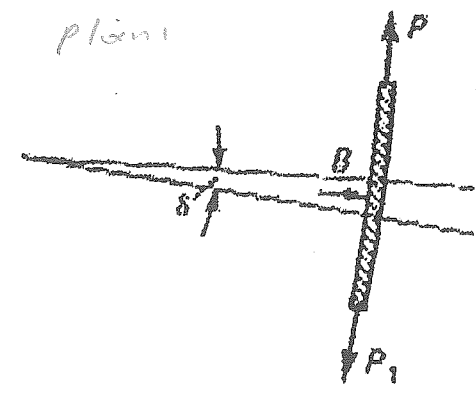
α nedeniyle K_1 yönü şekildaki gibidir.

Statik (adhesif veya tutma) sürtünmeden

dolayı ($e < \mu$) K_2 nin yönü bilinmemektedir.

2 - Halat yarı (üst tarafta). Şekil 4.

Vaziyet (Konum)
planı



Kuvvetler
üçgeni

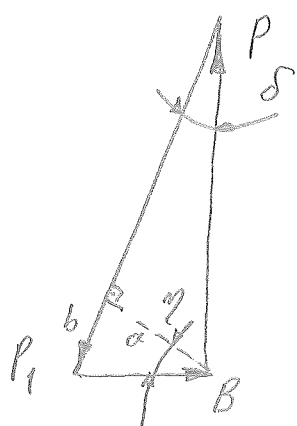


Şekil 4 - Halat yayı (Üst) Şekil 2. [L2].

Halat P çekme kuvveti, kavrama
sürtünmesi ve azaltılan P_1 halat kuvveti
ve dayanma (yaslanma) kuvveti B
denge halinde olur. Germe kuvvetleri P
ve P_1 arasındaki bağıntı, sarılma açısı
 δ ve halat ile halat yuvası (oluşu) arasın-
daki sürtünme katsayısı μ olmak üzere

$$P_1 = P \cdot e^{-\mu \delta}$$

dir. Ayrıca kuvvetler üçgeninden aşağıdaki
eşitlikler yazılabilir.



$$\left. \begin{aligned} \sin \delta &= \frac{\alpha}{P} \\ \cos \gamma &= \frac{\alpha}{B} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{\sin \delta}{\cos \gamma} = \frac{\alpha}{P} \cdot \frac{B}{\alpha}$$

$$\text{II. } B = P \cdot \frac{\sin \delta}{\cos \gamma} \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$\sin \gamma = \frac{b}{B} = \frac{P_1 - P \cos \delta}{B}$$

$$\sin \gamma = \frac{\frac{P_1}{P} - \cos \delta}{\frac{B}{P}} = \frac{e^{-\mu \delta} - \cos \delta}{\frac{\sin \delta}{\cos \gamma}}$$

$$\sin \gamma = \cos \gamma \cdot \frac{e^{-\mu \delta} - \cos \delta}{\sin \delta}$$

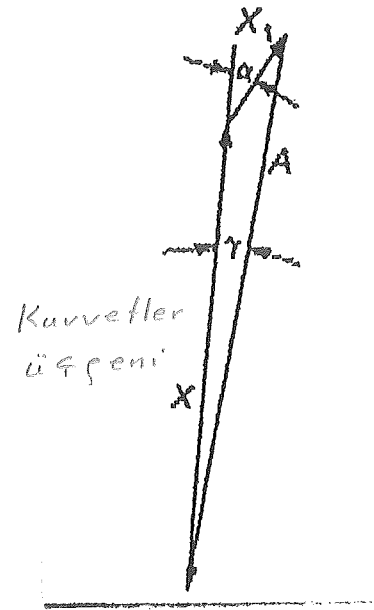
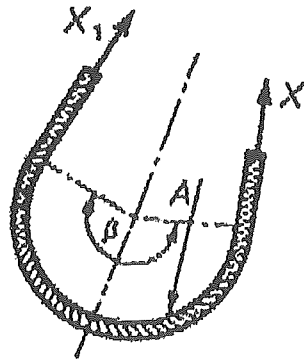
$$\text{II } \tan \gamma = \frac{e^{-\mu \delta} - \cos \delta}{\sin \delta} \quad \text{-----} \quad (2)$$

bulunur.

3- Hareket yayı (aktitariat) Şekil 5.

Hareket ferme kuvvetleri X , X_1 ve dayanma (yaşamama) kuvveti A denge halinde bulunmaktadır.

Vaziyet (Konum) Planı



Şekil 5- Halat yayı (Alt) Şekil 2. [L2]

X halat kuvveti,

P1 (Şekil 4)

R1 (Şekil 3)

R3 (Şekil 6)

föz önüne alınarak

$R_1 = R_3$ ve

$$X = P_1 - R_1 - R_3 \quad \text{--- (13)}$$

$$\parallel X = P_1 - 2R_1 \quad \text{--- (13)}$$

şeklinde yazılabilir.

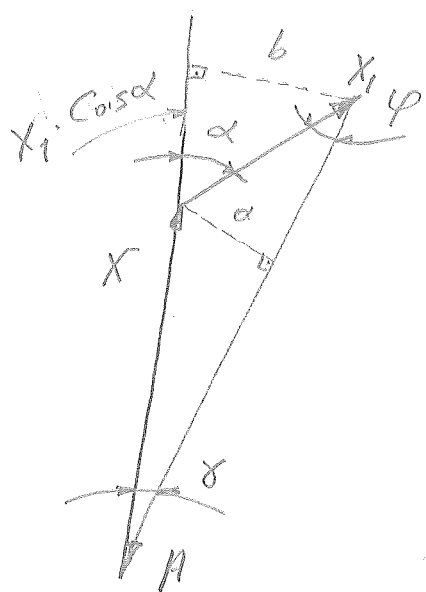
R1 - Halatın yüklü taraftında, halat ile soket arasındaki sürtünme kuvveti.

R3 - Halatın yüklü taraftında, halat ile

yürek (kornea) arasındaki sınıftırma
kuvveti.

P_1 - Hatal perme kuvveti

Kuvvetler işpenini yeniden eizelim,



$$\alpha = \delta + \varphi \quad (\text{Dış açı})$$

$$\varphi = \alpha - \delta$$

$$a = X \sin \delta$$

$$a = X_1 \sin \varphi = X_1 \sin (\alpha - \delta)$$

$$X \sin \delta = X_1 \sin (\alpha - \delta)$$

$$X_1 = X \frac{\sin \delta}{\sin (\alpha - \delta)}$$

$$\left. \begin{array}{l} b = A \sin \delta \\ b = X_1 \sin \alpha \end{array} \right\} A = X_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \delta}$$

$$A = \frac{\sin \alpha}{\sin \delta} \cdot \frac{\sin \delta}{\sin (\alpha - \delta)} \cdot X$$

$$\| A = \frac{\sin \alpha}{\sin (\alpha - \delta)} \cdot X \quad \text{--- (4)}$$

$$\tan \gamma = \frac{b}{X + X_1 \cos \alpha}$$

Dijer taraftan,

$$X_1 = X e^{-\mu \beta} \quad (\text{Şekil 5})$$

$$\tan \gamma = \frac{b}{X + X e^{-\mu \beta} \cos \alpha} = \frac{b}{X (1 + e^{-\mu \beta} \cos \alpha)}$$

$$b = X_1 \sin \alpha = X e^{-\mu \beta} \sin \alpha$$

$$\tan \gamma = \frac{X \cdot e^{-\mu \beta} \sin \alpha}{X (1 + e^{-\mu \beta} \cos \alpha)}$$

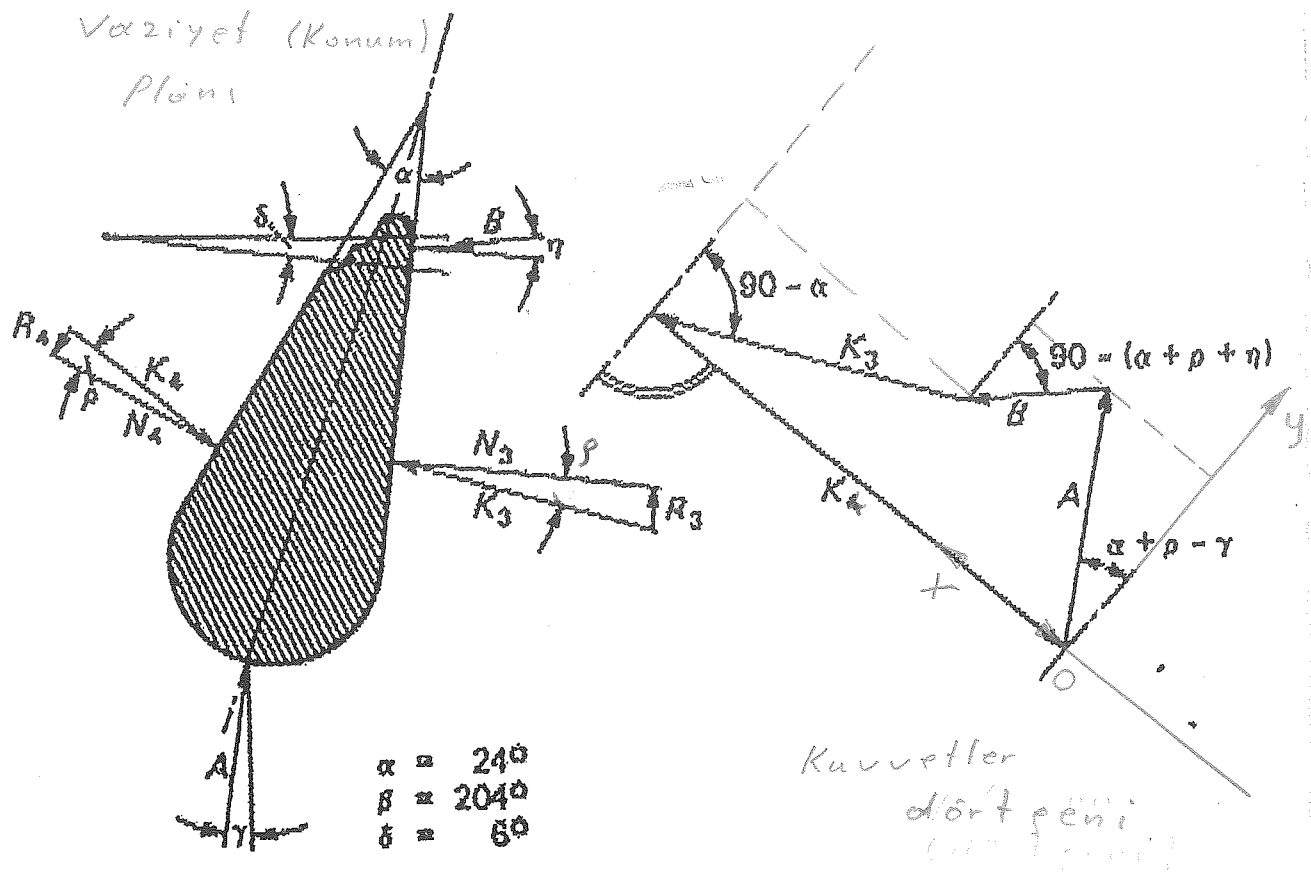
$$\tan \gamma = \frac{e^{-\mu \beta} \sin \alpha}{1 + e^{-\mu \beta} \cos \alpha} \quad (5)$$

olarak bulunur.

4 - Yürek veya kama. Şekil 6.

Dayanma (yastanma) kuvvetleri

A (Şekil 5) ve B (Şekil 4) ile bileşke sıkma kuvvetleri K_3 ve K_4 dengeledir (Şekil 6). K_3 ve K_4 kuvvetlerinin bileşenleri soket püsküsünde (Şekil 3) görülmeye



Sekil 6- Yürek veya kama [L2].

aldınca,

$$N_1 = N_3$$
$$R_1 = R_3$$
$$R_1 = \mu N_1$$
$$N_2 = N_4$$

Yazılabilir.

Yürek (kama) için kuvvetler dörtgeni ve açıları, Şekil 6'da gösterilmiştir olup [L2] den aynı alınmıştır.

Şimdi, K_4 kuvveti ve ona dik doğrultuyu koordinat sistemi olarak alalım (OX, OY) ve kuvvetler dörtgenindeki kuvvetlerin yatay ve düşey bileşenlerini yazalım.

- Düşey düzlemde,

$$A \cdot \cos(\alpha + \beta - \gamma) - B \cos[90 - (\alpha + \beta + \gamma)] \\ - K_3 \cos(90 - \alpha) = 0$$

$$\| \underline{A \cdot \cos(\alpha + \beta - \gamma) - B \sin(\alpha + \beta + \gamma) - K_3 \sin \alpha} = 0$$

- Yatay düzlemde,

$$A \cdot \sin(\alpha + \beta - \gamma) + B \sin[90 - (\alpha + \beta + \gamma)] \\ + K_3 \sin(90 - \alpha) + K_4 = 0$$

$$\| \underline{A \sin(\alpha + \beta - \gamma) + B \cos(\alpha + \beta + \gamma) + K_3 \cos \alpha - K_4} = 0$$

A, B ve X için,

$$B = P \frac{\sin \delta}{\cos \gamma} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$X = P_1 - R_1 - R_3 = P_1 - 2R_1 \quad (\text{Eşitlik 3})$$

$$A = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha - \gamma)} \cdot X \quad (\text{Eşitlik 4})$$

denklemleri kullanılarak,

$$\frac{K_3}{P} \left(1 + \frac{2 \sin \beta \cdot \cos (\alpha + \beta - \gamma)}{\sin (\alpha - \gamma)} \right) = e^{-\mu \delta} \frac{\cos (\alpha + \beta - \gamma)}{\sin (\alpha - \gamma)} - \frac{\sin \delta \cdot \sin (\alpha + \beta + \gamma)}{\cos \gamma \cdot \sin \alpha} \quad (6)$$

ve,

$$\frac{K_4}{P} = e^{-\mu \delta} \frac{\sin \alpha \cdot \sin (\alpha + \beta - \gamma)}{\sin (\alpha - \gamma)} + \frac{\sin \delta \cdot \cos (\alpha + \beta + \gamma)}{\cos \gamma} + \frac{K_3}{P} \left(\cos \alpha - 2 \frac{\sin \beta \cdot \sin \alpha}{\sin (\alpha - \gamma)} \cdot \sin (\alpha + \beta - \gamma) \right) \quad (7)$$

elde edilir.

Burada, α , β ve γ açıları verilmiştir

γ açısı,

$$\frac{1}{\rho} \gamma = \frac{e^{-\mu \delta} - \cos \delta}{\sin \delta} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

δ açısı,

$$\frac{1}{\rho} \delta = \frac{e^{-\mu \beta} \sin \alpha}{1 + e^{-\mu \beta} \cos \alpha} \quad (\text{Eşitlik 5})$$

denklemlerinden hesaplanabilir. Böylece 6 ve 7 eşitlikleri, sayısal değerlendirmeler için kullanılabilir.

Meydana gelen,

- 12 -

$$\left. \begin{aligned} N_3 &= K_3 \cos \beta \\ N_4 &= K_4 \cos \beta \end{aligned} \right\} \text{ (Şekil 6)}$$

sürtünme kuvvetleri ile, gerekli sıkıştırma kuvvetlerinin mukavemet hesabı için "sıkıştırma kabiliyeti" k faktörü tarif edilmiştir.

$$k = \frac{R_{\max.}}{P} = \frac{1}{P} (P - P_1 + X - X_1 + 2R_3 + 2R_4) \dots (8)$$

k faktörü aşağıdaki şekilde de yazılabilir.

$$k = 1 - e^{-\mu \delta} \cdot e^{-\mu \beta} + 2 \sin \beta \frac{K_3 e^{-\mu \beta} + K_4}{P} \dots (9)$$

Ayrıca,

$$k = \frac{\text{Mevcut normal kuvvet}}{\text{Gerekli normal kuvvet}} = \frac{\mu N_G}{P} \dots (10)$$

şeklinde tanımlanabilir. Burada,

μ - Halat ile halat yuvası arasındaki sürtünme katsayısı

N_G - Tel halat gövdesi (yürekte) belirlenmiş normal kuvvet.

olmak üzere

$$k = \frac{\mu N_G}{P} = \frac{R_{\max.}}{P}$$

dir.

R_{max} - Maksimum sirtünme kuvveti

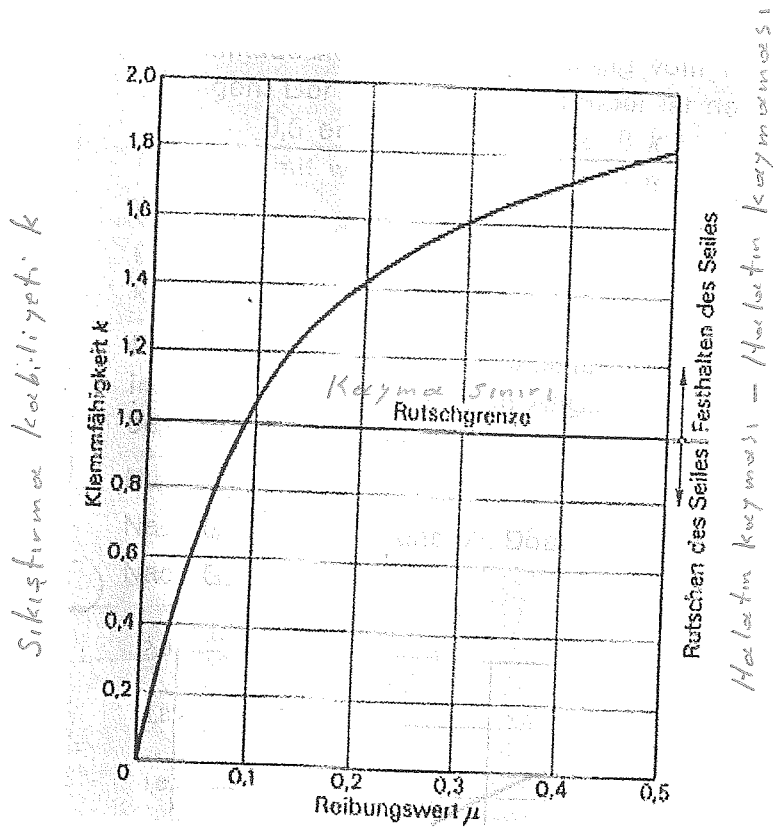
Burada,

$k < 1$ Halat kayar

$k = 1$ Halatın kayma sınırı

$k > 1$ Halat kaymaz

dir. Ayrıca, sirtünme katsayısına bağlı olarak k değeri bir diyagramda da gösterilebilir.



Sirtünme katsayısı

Sekil 7- Sirtünme katsayısına bağlı olarak k değeri [L2]

Örnek 1. Bir koşum farkımında,

$$\alpha = 24^\circ \quad (\text{Şekil 6})$$

$$\beta = 204^\circ \quad (\text{Şekil 5})$$

$$\delta = 6^\circ \quad (\text{Şekil 6})$$

açıları verilsin. $\mu = 0,25$ olarak diğer büyüklüklerin hesaplanması istenmektedir.

$$\cdot \quad \tan \gamma = \frac{e^{-\mu \delta} - \cos \delta}{\sin \delta} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

$$\tan \gamma = \frac{e^{-0,25 \cdot \frac{6^\circ}{180^\circ} \cdot \pi} - \cos 6^\circ}{\sin 6^\circ} = -0,1948$$

$$\| \underline{\gamma} = -11^\circ$$

$$\cdot \quad \tan \chi = \frac{e^{-\mu \beta} \cdot \sin \alpha}{1 + e^{-\mu \beta} \cdot \cos \alpha} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$\tan \chi = \frac{e^{-0,25 \cdot \frac{204^\circ}{180^\circ} \cdot \pi} \cdot \sin 24^\circ}{1 + e^{-0,25 \cdot \frac{204^\circ}{180^\circ} \cdot \pi} \cdot \cos 24^\circ} = 0,12145$$

$$\| \underline{\chi} = 6,925^\circ \approx 7^\circ$$

$$A = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha - \gamma)} \cdot X \quad (\text{Satz 4})$$

$$A = \frac{\sin 24^\circ}{\sin(24 - 7)} \cdot X$$

$$\parallel A = 1,39 \cdot X$$

$$B = P \cdot \frac{\sin \delta}{\cos \eta} \quad (\text{Satz 1})$$

$$B = P \cdot \frac{\sin 6}{\cos(-11^\circ)}$$

$\underbrace{\hspace{2cm}}_{= \cos 11^\circ}$

$$\parallel B = 0,1065 P$$

$$X_1 = X \cdot e^{-\mu \beta} \quad (\text{Satz 5})$$

$$X_1 = X \cdot e^{-0,25 \cdot \frac{209}{180} \cdot \pi}$$

$$\parallel X_1 = 0,4106 \cdot X$$

$$\bullet P_1 = P \cdot e^{-\mu \delta} \quad (\text{Şekil 4})$$

$$P_1 = P \cdot e^{-0,25 \cdot \frac{6^\circ}{180} \cdot \pi}$$

$$\parallel \underline{P_1 = 0,974 \cdot P}$$

$$\bullet \frac{1}{\rho} S = \frac{R_1}{N_1} \quad (\text{Şekil 3})$$

$$R_1 = \mu N_1 \quad (\text{Sayfa 9})$$

$$\frac{1}{\rho} S = \mu = 0,25$$

$$\parallel \underline{S \approx 14^\circ}$$

S - Süratünme $\alpha \approx 15$

$$\bullet A \cdot \cos(\alpha + S - \gamma) - B \sin(\alpha + S + \gamma) - K_3 \sin \alpha = 0$$

(Sayfa 10)

$$A \cdot \cos(24 + 14 - 7) - B \sin(24 + 14 - 11) - K_3 \sin 24 = 0$$

$$\bullet \parallel \underline{0,857 \cdot A - 0,454 B - 0,4067 \cdot K_3 = 0}$$

$$\bullet A \sin(\alpha + S - \gamma) + B \cos(\alpha + S + \gamma) + K_3 \cos \alpha - K_4 = 0$$

(Sayfa 10)

$$A \sin(24+14-7) + B \cos(24+14-11) + K_3 \cos 24 - K_4 = 0$$

$$\| 0,515 \cdot A + 0,891 \cdot B + 0,9135 K_3 - K_4 = 0$$

$$\bullet \frac{K_3}{P} \left(1 + \frac{2 \sin \beta \cdot \cos(\alpha + \beta - \gamma)}{\sin(\alpha - \gamma)} \right) =$$

$$\frac{-\mu \delta \cos(\alpha + \beta - \gamma)}{e \sin(\alpha - \gamma)} - \frac{\sin \delta \cdot \sin(\alpha + \beta + \gamma)}{\cos \gamma \cdot \sin \alpha}$$

(Ersitzlik 6)

$$\frac{K_3}{P} \left(1 + \frac{2 \sin 14 \cdot \cos(24+14-7)}{\sin(24-7)} \right) =$$

$$\frac{-0,25 \cdot \frac{6}{180} \cdot \pi \cos(24+14-7)}{e \sin(24-7)} - \frac{2 \sin 6 \cdot \sin(24+14-11)}{\cos(-11) \cdot \sin 24}$$

$$\frac{K_3}{P} \cdot 2,4185 = 2,856 - 0,1188$$

$$\| \underline{K_3 = 1,1317 \cdot P}$$

$$\bullet \frac{K_4}{P} = \frac{-\mu \delta \sin \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta - \gamma)}{e \sin(\alpha - \gamma)} + \frac{\sin \delta \cdot \cos(\alpha + \beta + \gamma)}{\cos \gamma}$$

$$+ \frac{K_3}{P} \left(\cos \alpha - 2 \frac{\sin \beta \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha - \gamma)} \sin(\alpha + \beta - \gamma) \right)$$

(Ersitzlik 7)

$$\frac{K_4}{P} = e^{-0,25 \frac{6}{180} \cdot \pi} \frac{\sin 24 \sin (24+14-7)}{\sin (24-7)}$$

$$+ \frac{\sin 6 \cos (24+14-11)}{\cos (-11)}$$

$$+ \frac{K_3}{P} \left(\cos 24 - 2 \frac{\sin 14 \cdot \sin 24}{\sin (24+14-7)} \sin (24-7) \right)$$

$$\frac{K_4}{P} = 0,698 + 0,09488 + 1,1317 \cdot 0,566$$

$$\frac{K_4}{P} = 1,4344$$

$$\| \underline{K_4 = 1,4344 P}$$

Diğer kuvvetleri de, artık hesaplayabiliriz.

$$0,857 \cdot A - 0,454 B - 0,4067 \cdot K_3 = 0 \quad (\text{Sayfa 16})$$

$$0,515 \cdot A + 0,891 \cdot B + 0,9135 K_3 - K_4 = 0 \quad (\text{Sayfa 17})$$

$$0,857 A - 0,454 B = 0,4067 \cdot 1,1317 \cdot P$$

$$0,515 A + 0,891 B = 1,4344 P - 0,9135 \cdot 1,1317 \cdot P$$

$$0,857 A - 0,454 B = 0,46 P$$

$$0,515 A + 0,891 B = 0,40 P$$

$$1,8877 A - B = 1,013 P$$

$$0,578 A + B = 0,449 P$$

$$2,4657 A = 1,462 P$$

- $\| \underline{A \approx 0,593 P}$

$$B = 0,449 P - 0,578 A = 0,449 P - 0,578 \cdot 0,593 P$$

- $\| \underline{B = 0,1063 P}$

B kuvveti daha önce $B = 0,1065 P$ (Sayfa 15) olarak bulunmuştu. (Aynı değer)

- $A = 1,39 X$ (Sayfa 15)

$$0,593 P = 1,39 X$$

- $\| \underline{X = 0,4266 P}$

- $X_1 = 0,4106 X$ (Sayfa 15)

$$X_1 = 0,4106 \cdot 0,4266 P$$

- $\| \underline{X_1 = 0,175 P}$

• R faktörünü hesaplıyalım.

$$k = 1 - e^{-\mu\delta} \cdot e^{-\mu\beta} + 2 \sin \beta \frac{K_3 e^{-\mu\beta} + K_4}{P}$$

(Eşitlik 9)

$$k = 1 - e^{-0,25 \cdot \frac{6 \cdot \pi}{180}} \cdot e^{-0,25 \cdot \frac{204 \cdot \pi}{180}} + 2 \sin 14^\circ \frac{1,1317 P \cdot e^{-0,25 \cdot \frac{204 \cdot \pi}{180}} + 1,4344 P}{P}$$

$$k = 1 - 0,40 + 0,92$$

$$\underline{\underline{k = 1,52}}$$

veya,

$$k = \frac{1}{P} (P - P_1 + X - X_1 + 2R_3 + 2R_4) \quad (\text{Eşitlik 8})$$

R₃ ve R₄ sürtünme kuvvetlerini bulalım,

$$\left. \begin{aligned} \sin \beta &= \frac{R_3}{K_3} \\ \sin \beta &= \frac{R_4}{K_4} \end{aligned} \right\} \quad (\text{Şekil 6})$$

$$R_3 = 1,1317 P \cdot \sin 14^\circ = 0,2738 \cdot P$$

$$R_4 = 1,4344 P \cdot \sin 14^\circ = 0,347 \cdot P$$

I - GHH Vinci Koşum Takımında,
Kuvvet Dağılımı

II - Kurtarma Vinci Koşum Takımında,
Perno Mukavemet Kontrolü

III - Literatürlerden, Çözümü
Perno Problem Örnekleri

-2-

Karim J. Khalil

$$k = \frac{1}{P} (P - 0,974P + 0,4266P - 0,175 \cdot P + 2 \cdot 0,2738 \cdot P + 2 \cdot 0,347 \cdot P)$$

$$\| \underline{k = 1,5192 = 1,52}$$

Aynı değer çıkar.

Sonuç olarak, sıkıştırma kabiliyeti fark

tır, $k = 1,52 > 1$

dolayısıyla halatın yürekta kırılma riski yoktur.

Görüldüğü gibi, statik ve dinamik yüklerde, verilen aşılma değerlere uygun koşum takımı konstrüksiyonundaki perileme değerlerine karşılık gelen Şekil 3, 4, 5 ve 6 daki kuvvetlerin tümü hesaplanmış oldu.

Şekil 6 daki kuvvetler dörtgeninde

$$A = 0,593 \cdot P$$

$$B = 0,1063 \cdot P$$

$$K_3 = 1,1317 \cdot P$$

$$K_4 = 1,4344 \cdot P$$

dir.

Soket (Koşum takımı yan sacı) ve yürek üzerindeki kuvvetler ile ilgili ilave bilgi [L1 - Sayfa: 253... 264] Literatüründe vardır.

II - Kurtarma vinçli koşum takımında, perno mukavemet kontrolü

Kurtarma vinçinde, pernolu koşum takımı parçaları Şekil 8 ve 9 da, boyutlu montaj parçalarında Şekil 10 da verilmiştir.

Şekil 10 da ki kurtarma vinçli perno bağlantısı, 0 ile 12000 N arasında değişen bir kuvvetle zorlanmaktadır. Bu kuvvet (Perno yükü),

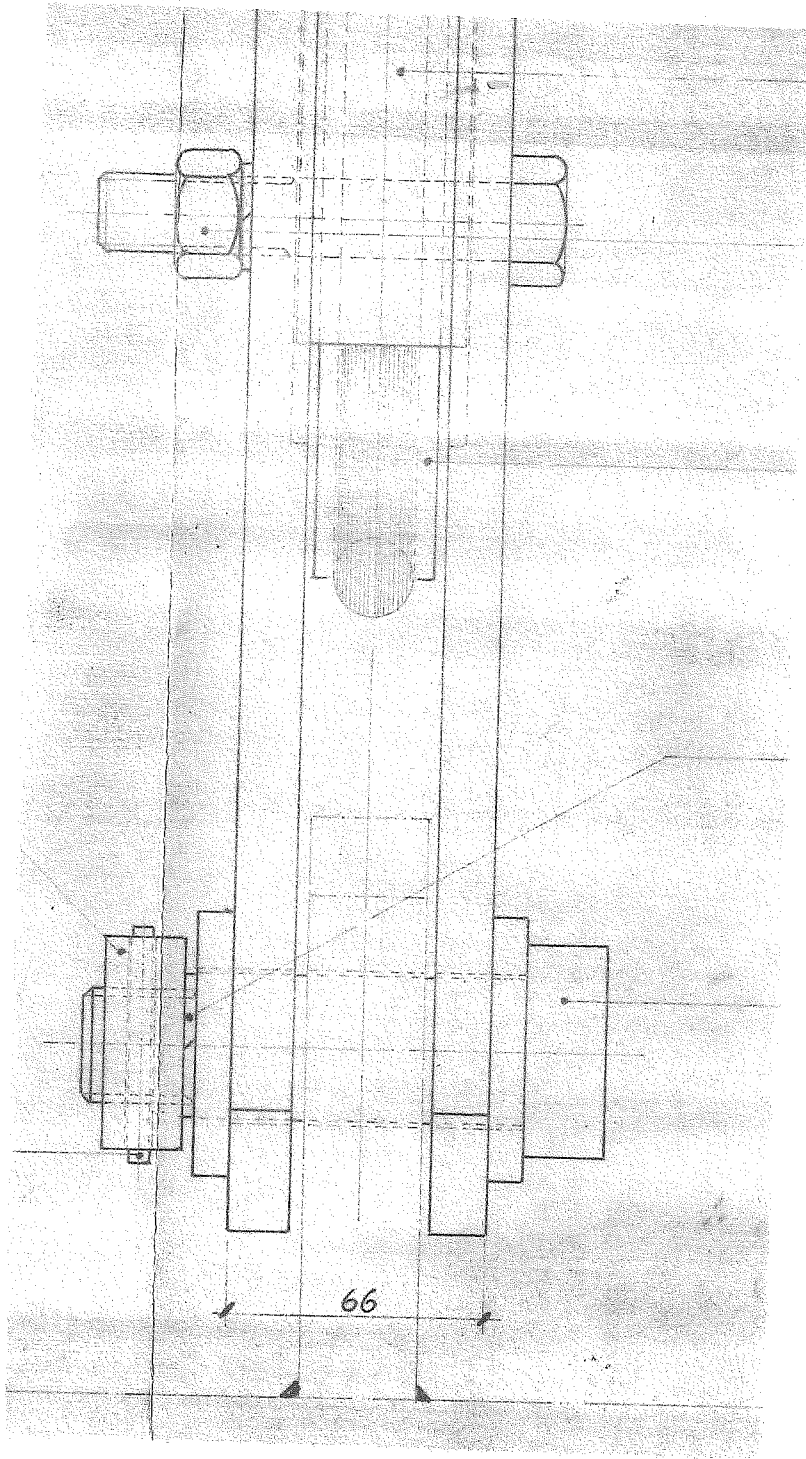
$$F = \text{Kafes, halat, v.s} + 4 \text{ insan}$$

$$F = 900 \text{ kp} + 4 \cdot 75 \text{ kp} = 1200 \text{ kp}$$

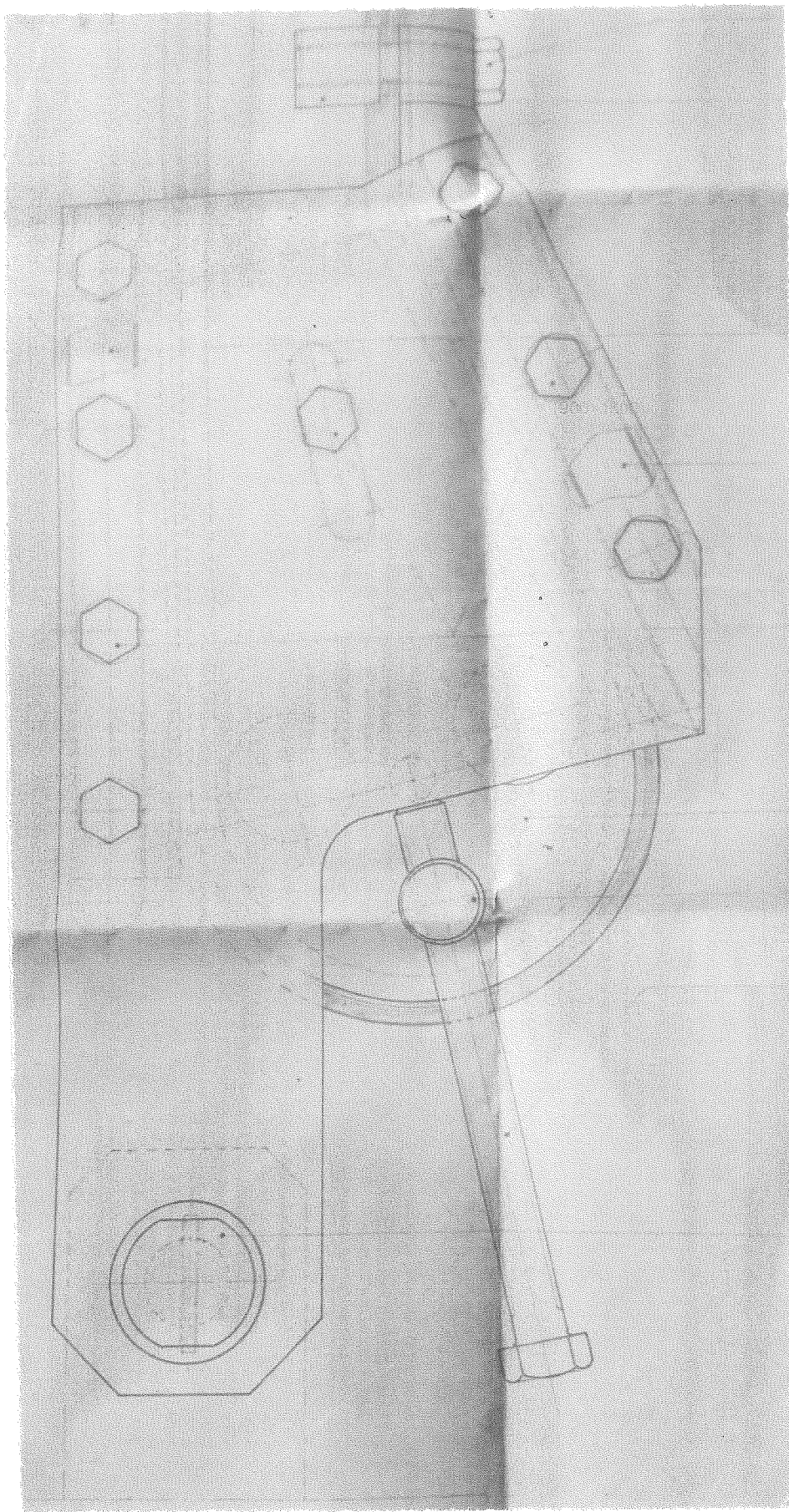
$$\| \underline{F = 12000 \text{ N}}$$

dir.

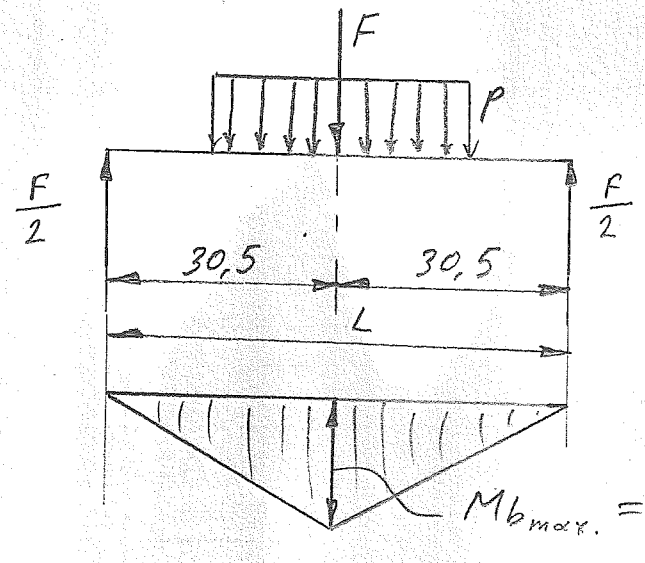
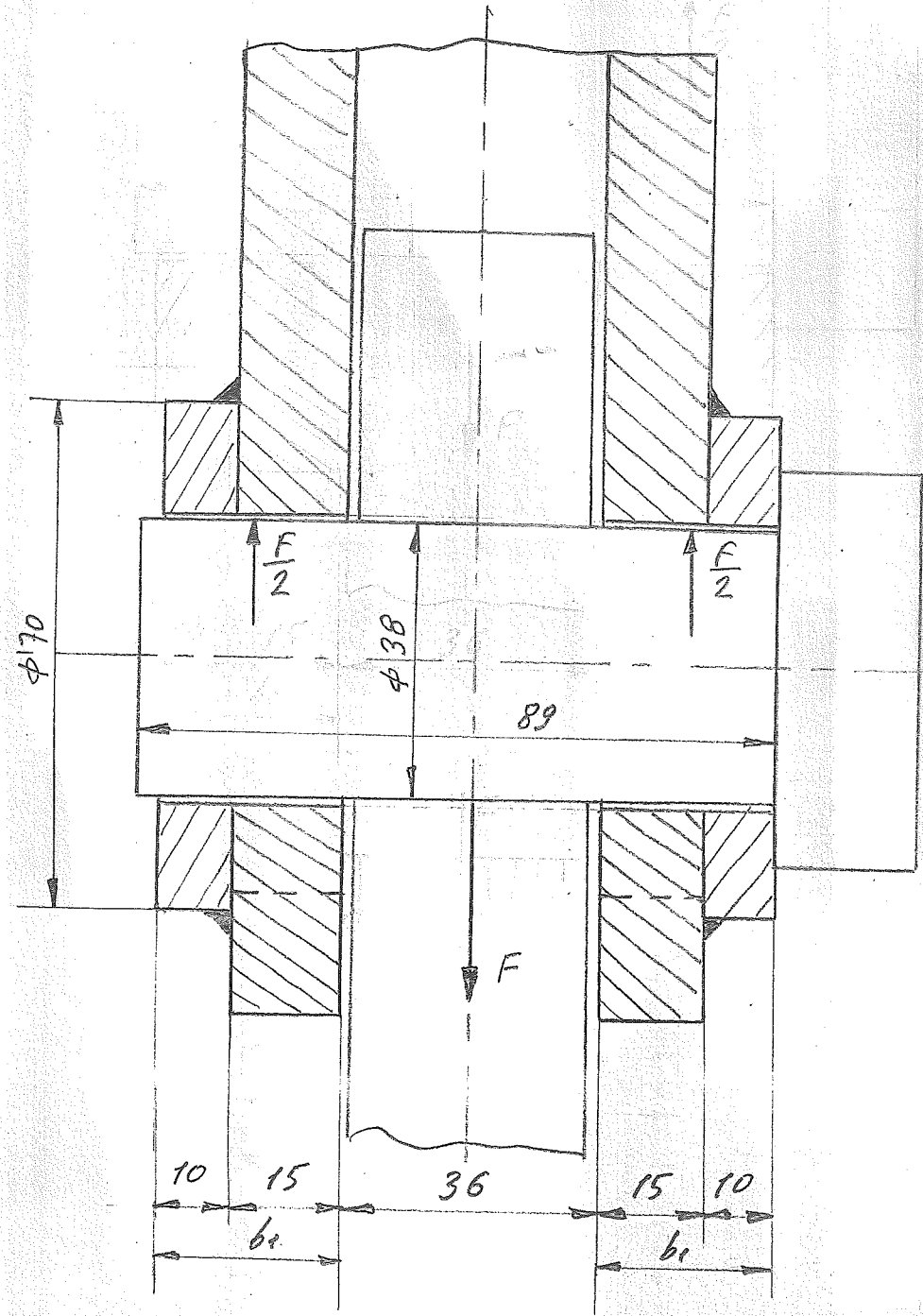
Perno çapı $d = 38 \text{ mm}$, perno malzemesi S 4440 (42CrMo4) ve yan sac (soket)



Sekil 8 - Pernolu koşum tucımı
(Önden görünüş)



Şekil 9 - Pernolu koşum takımı
(Soldan görünüş)



Sekil 10. Kurva momen pada perno su

malzemesi St52-3 dır. Perno bağlan-
tısının mukavemet kontrolunu yapalım.

- Pernodaki eğilme gerilmesi ve mukave-
met şartı ;

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{M_b}{(\pi d^3/32)} \approx \frac{M_b}{0,1 \cdot d^3} \leq \sigma_{bem.} \quad (19)$$

Burada,

σ_b - Eğilme gerilmesi

M_b - Eğilme momenti

W_b - Eğilme mukavemet momenti

d - Perno eğipi

σ_{bem} - Eğilme emniyet gerilmesi (Tablo 2; 5; 12)

dir.

Perno sabit olduğundan, titreşimli
eğilmeye zorlanmaktadır (Titreşimli zorlanma
genel değişken zorlanmanın özel bir hali
kabul edilebilir.)

Max. eğilme momenti,

$$M_{bmax.} = \frac{F \cdot L}{4} = \frac{12000 \cdot 61}{4} \quad (\text{Şekil 10})$$

$$\| \underline{M_{bmax.}} = 183000 \text{ Nmm.}$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{183000}{0,1 \cdot (38)^3} = 33,35 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \bar{\sigma}_b \approx 33,4 \text{ N/mm}^2$$

- Pernodaki kesme (Makaslama) gerilmesi ve mukavemet şartı,

$$\tau_{ab} = \frac{F}{2 \pi d^2 / 4} \leq \tau_{abem} \quad (12)$$

dir. Ancak, kesme gerilmesi diğer gerilmeler yanında çok küçük olduğundan genellikle ihmal edilir. [L6].

$$\tau_{ab} = \frac{120000}{2 \cdot \pi \cdot 38^2 / 4}$$

$$\| \tau_{ab} = 5,3 \text{ N/mm}^2$$

τ_{abem} - Kesme (makaslama) emniyet gerilmesi (Tablo 2, 5, 12)

- Perno ile yan parçalar (soket) arasındaki basınç ve mukavemet şartı,

$$p = \frac{F}{2 \cdot b_1 \cdot d} \leq p_{em} \quad (13)$$

dir. Burada p_{em} , perno ile yan parçalar (soket) malzemelerinden zayıf olanın mukavemet değerlerinden, aşağıda verilen

Tablolardan alınır. Titreşimli zorlanma, genel değişken zorlanmanın özel bir hali kabul edilebilir.

Malzeme ¹⁾	Sıkı geçme			Serbest geçme (mafsal)	
	P_{em} (N/mm ²)			Malzeme çifti	$P_{em}^{2)}$ (N/mm ²)
	Statik	Genel değişken	Tam değişken		
Rg, Bz	30	20	15	St/GG	5
GG	70	50	30	St/GS	7
GS	80	60	40	St/Rg, Bz	8
St 37 (S 235 JR)	85	65	50	St (sertl.)/Rg, Bz	10
St 50 (E 295)	120	90	60	St (sertl.)/St (sertl.)	15
St 60 (E 335)	150	105	65	-	-
St 70 (E 360)	180	120	70	-	-

¹⁾ Farklı malzemelerin eş çalışması durumunda küçük olan değer kullanılır.

²⁾ Kısa süreli yük tepeleri halinde daha büyük değerlere müsaade edilir.

Tablo 1 - Pim ve perno bağlantılarında
 P_{em} emniyet yüzey basınçları (Çentikli
pimler için yaklaşık %70 alınır)
[L6, L7].

Malzeme	σ_{em} (N/mm ²)			τ_{em} (N/mm ²)		
	Statik	Genel değişken	Tam değişken	Statik	Genel değişken	Tam değişken
St 37 (S 235 JR)	80	55	35	50	35	25
St 50 (E 295)	110	80	50	70	50	35
St 60 (E 335)	130	95	60	85	60	42
St 70 (E 360)	150	100	68	100	68	48

Tablo 2 - Pimler ve pernolar için müsaade edilen
gerilme değerleri. (Çentikli pimler için
yaklaşık %70 alınır.) [L6, L7].

**III. Zulässige Flächenpressungen bei Bolzen- und Stiftverbindungen
(Kerbstifte etwa 70%)**

Werkstoff*	Festsitze			Gleitsitze (Gelenke)	
	p _{zul} [kp/cm ²]			Werkstoffpaarung	p _{zul} ** [kp/cm ²]
	ruhend	schwellend	wechselnd		
Rg, Bz	300	200	150	St/GG	50
GG	700	500	300	St/GS	70
GS	800	600	400	St/Rg, Bz	80
St 37	850	650	500	St geh./Rg, Bz	100
St 50	1200	900	600	St geh./St geh.	150
St 60	1500	1050	650		
St 70; geh. St	1800	1200	700		

* Bei Paarung verschiedener Werkstoffe ist jeweils der kleinere Wert zu nehmen.

** Bei kurzfristigen Lastspitzen sind höhere Werte zulässig.

Tablo 3 - Tablo 1'in aslı [L8]
Rg - Kızıl doküm
Bz - Bronz

Zulässige Spannungen für Bolzen und Stifte (Kerbstifte etwa 70%)

Werkstoff	σ _{b zul} [kp/cm ²]			τ _{a zul} [kp/cm ²]		
	ruhend	schwellend	wechselnd	ruhend	schwellend	wechselnd
St 37, 9S 20, 4.6 (40)	800	550	350	500	350	250
St 50, 6-B (65)	1100	800	500	700	500	350
St 60, C35, C45, 8.8 (85)	1300	950	600	850	600	420
St 70	1500	1100	680	1000	680	480

Tablo 4 - Tablo 2'in aslı [L8]

İmalat malzemesi:

	GG	GS	St 37	St 50
p_{em}	50	60	65	90
Pim veya perno malzemesi (σ_B 'ye göre)				
$\sigma_B =$	400	500	600	700
σ_b	55	80	95	105
τ_{ab}	40	50	60	70

Tablo 5 - Perno ve pim bağlantıları için müsaade edilen p , σ_b ve τ_{ab} [N/mm^2] değerleri [L5].

- Değerler, titreşimli zorlanma için geçerlidir.
- Değerler: Alternatif zorlanma için 0,7 }
Statik zorlanma için 1,4 }
ile carpılmalıdır.
- Çentikli pimlerde:
 p değerleri: 0,7 } ile carpılmalıdır.
 σ_b ve τ değerleri: 0,8 }

σ_B - Statik çekme (kopma) mukavemeti.

Tafel 11/2. Zulässige Werte von p , σ_b und τ_{ab} in N/mm^2 für Bolzen und Stiftverbindungen nach Tafel 11/1

	Bauteilwerkstoff			
	GG	GS	St 37	St 50
p_{zul}	50	60	65	90
	Stift- oder Bolzenwerkstoff mit $\sigma_B =$			
	400	500	600	700
σ_b	55	80	95	105
τ_{ab}	40	50	60	70

Gültig für ‚Schwellast‘;
für ‚Wechselast‘ mal 0,7,
für ruhende ‚Last‘ mal 1,4 nehmen.
Für Kerbstifte p -Werte mal 0,7; σ_b und τ -Werte
mal 0,8 nehmen.
Zulässige Werte von p bei Verwendung von Lager-
buchsen s. Kapitel 15.

Tablo 6 - Tablo 5'in aslı [L5]

	Statik Malzeme Değerleri (N/mm ²)				Dinamik Malzeme Değerleri (N/mm ²)		
	Çekme/Basma		Eğilme	Burulma	σ _{çD}	σ _{eD}	τ _{bD}
	σ _{çK} (R _M)	σ _{çAk} (R _{p0,2})	σ _{eAk}	τ _{bAk}			
St 37	370	240	340	140	170	190	110
St 42	420	270	380	150	190	220	120
St 50	500	320	450	180	220	250	150
St 60	600	380	540	220	260	320	180
St 70	700	450	620	260	320	370	200

Tablo 7. - Karbonlu çelikler için kopma mukavemeti ve sürekli mukavemet değerleri [L1]

σ_{çK} - Çekme de kopma mukavemeti

σ_{çAk} - Çekmede akma sınırı

σ_{eAk} - Eğilmede akma sınırı

τ_{bAk} - Burulmada akma sınırı

σ_{çD} - Çekme için tam değişken zorlanma sınırı

σ_{eD} - Eğilmede tam değişken zorlanma sınırı

τ_{bD} - Burulmada tam değişken zorlanma sınırı

veya,
σ_{çD} - σ_{eD} - Çekme ve eğilme için tam değişken zorlanmada taşınabilecek gerilme seviyesi.

τ_{bD} - Burulma için tam değişken zorlanmada taşınabilecek gerilme seviyesi.

	Statik Malzeme Değerleri (N/mm ²)				Dinamik Malzeme Değerleri (N/mm ²)		
	Çekme/Basma		Eğilme	Burulma	$\sigma_{\zeta D}$	σ_{eD}	τ_{bD}
	$\sigma_{\zeta K}$ (R_M)	$\sigma_{\zeta Ak}$ ($R_{p0,2}$)	σ_{eAk}	τ_{bAk}			
Ck 45	600	360	500	220	300	320	180
30Mn5	700	450	620	270	360	400	230
34CrMo4	800	550	770	320	400	450	260
42CrMo4	900	700	980	400	450	500	290
50CrMo4	1000	900	1060	460	500	540	350

Tablo 8: - Islah çelikleri için sürekli mukavemet değerleri [L 1]

$d = 40 \dots 100$ mm lik deney çubukları için çıkarılmıştır.

Sürekli mukavemet değerleri:

- $d = 16 \dots 40$ mm çapları için daha büyüktür.
- $d > 100$ mm lik çapları için daha küçüktür.

(Semboller için Tablo 7'ye bakınız)

Mukavemet hali	Genel imalat çeliği DIN 17 100		İslah çel. DIN 17 200 ve islah çelik dökümü		Sementasyon çeliği DIN 17 210		Lamel grafitli dökme demir DIN 1691		Küresel grafitli dökme demir DIN 1693		Temper döküm DIN 1692		Dökme çelik DIN 1681		Al-dövme-alaşım DIN 1725		Al-döküm-alaşım DIN 1725	
	σ_{AK}	σ_D	σ_{AK}	σ_K	σ_{AK}	σ_K	σ_{AK}	σ_K	σ_{AK}	σ_K	σ_{AK}	σ_K	σ_{AK}	σ_K	σ_{AK}	σ_{eD}	σ_{AK}	σ_{eD}
Çekme-basma	σ_{AK}		σ_{AK}		σ_{AK}		σ_{AK}		σ_{AK}		σ_{AK}		σ_{AK}		σ_{AK}		σ_{AK}	
	σ_D		0,45 σ_K		0,45 σ_K		0,26 σ_K		0,35 σ_K		0,28 σ_K		0,4 σ_K		0,6 σ_{AK}		0,6 σ_{AK}	
Eğilme	σ_{eAK}		1,2 σ_{AK}		1,2 σ_{AK}		-		1,4 σ_{AK}		1,2 σ_{AK}		1,2 σ_{AK}		σ_{AK}		σ_{AK}	
	σ_{eD}		0,5 σ_K		0,5 σ_K		0,5 σ_K		0,5 σ_K		0,4 σ_K		0,5 σ_K		0,6 σ_{AK}		0,6 σ_{AK}	
Burulma	τ_{AK}		0,58 σ_{AK}		0,58 σ_{AK}		-		0,85 σ_{AK}		0,6 σ_{AK}		0,6 σ_{AK}		0,45 σ_{AK}		0,45 σ_{AK}	
	τ_D		0,29 σ_K		0,29 σ_K		0,42 σ_K		0,29 σ_K		0,2 σ_K		0,23 σ_K		0,27 σ_{AK}		0,27 σ_{AK}	
Kesme (Makaslama)	Yaklaşık olarak burulmadaki değerler alınabilir																	

1) Not: Mukavemet hali belli ise, metinde sadelik bakımından bazen indis kullanılmamıştır (Kesme için de τ_{AK} , τ_D ; eğilme için de σ_{AK} , σ_D denmesi gibi).

Tablo 9 - Sürekli mukavemet değerlerinin "yaklaşık" hesabı - Çekmedeki σ_K ve σ_{AK} değerleri ilgili tablolardan alınmıştır (Tablo 7; 8, 10; 11). [L77].

Sembol	Malzeme No.	Eski sembol	C miktarı max. %	σ_K min. N/mm^2	σ_{AK} min. N/mm^2	σ_{ed} N/mm^2	ϵ_5 %		HB ¹⁾ N/mm^2	E N/mm^2	G N/mm^2	K_f Fiyat faktörü	Kullanma örnekleri
							Uzunluk	Kesit					
S185	1.0035	St 33	-	310	185	160	18	16	-	210 000	80 000	1,0	Özel istek olmayan parçalar.
S235JR S235JRG1 S235JRG2 S235JRG3	1.0037 1.0036 1.0038 1.0116	St 37-2 USt 37 RSt 37 St 37-3N	0,25 0,25 0,19 0,19	360	235	180	26	24	105...125	210 000	80 000	1,1	Makina inşası için müdat dövme çelik, depo kazan vs. kaplar için sağ, kaynak kabiliyeti.
S275JR S275J2G3	1.0044 1.0144	S144-2 S144-3N	0,24 0,21	430	275	215	22	20	-	210 000	80 000	1,15	Pres ve kalıpta imal edilecek parçalar.
S355J2G3	1.0570	St 52-3N	0,23	510	355	270	22	20	145...175	210 000	80 000	1,3	Çelik konstrüksiyonlar, iyi kaynak kabiliyeti.
E295	1.0050	St 60-2	0,3	490	295	240	20	18	140...170	210 000	80 000	1,2	Nispeten yüksek zorlanmalı miller, iyi talaş kaldırma kabiliyeti, düşük sertleştirme kabiliyeti.
E335	1.0060	St 60-2	0,4	590	335	280	16	14	170...195	210 000	80 000	1,25	Yüksek zorlanmalı ve/veya aşınmaya mukavim parçalar, uygun karnas, pimler, dişli çarlar, sonsuz vida, sertleştirilebilir, tavlanabilir.
E360	1.0070	St 70-2	0,5	690	360	330	11	10	195...240	210 000	80 000	1,3	Yüksek zorlanmalı sertleştirilmiş parçalar, kam, sertleştirilebilir, tavlanabilir.

R: Sakın dökülmüş, U: Kaynar dökülmüş
¹⁾ 5/250/30

• S - Genel çelik
 Yapılar için
 önpörlen çelikler (S185)

• N - Normalize edilmiş (S275N)

• JR - Çentikler için be tesline işleme metali mukavemet dayanımı

• G - Diğer özellikler için fiyat koru (S350GD)

• D - Daldırma metal kaplamalı ya da 45 mm

Tablo 10 - Genel imalat çeliklerinin mukavemet değerleri (DIN EN 10025'e göre). [L7]

Sembol	σ_x min. N/mm ²	σ_{AK} min. N/mm ²	σ_{ED} N/mm ²	ϵ_5 % Uzunluk	HB ¹⁾ tavlanmış N/mm ²	E N/mm ²	G N/mm ²	K_v Fiyat faktörü	Kullanma örnekleri
C22R C22E	500	340	270	20	155	210 000	80 000	1,0 1,14	
C35R C35E	630	430	320	17	172	210 000	80 000	1,0 1,14	
C45R C45E	700	490	370	14	206	210 000	80 000	1,0 1,14	Mil, aks, göbek, perno, manivela.
C55R C55E	800	550	390	12	-	210 000	80 000	1,0 1,14	
C60R C60E	850	580	410	11	243	210 000	80 000	1,0 1,14	
28 Mn 6	800	590	390	13	-	210 000	80 000	1,18	C45 den yüksek çekirdek mukavemeti.
38 Cr 2 46 Cr 2 34 Cr 4 37 Cr 4 41 Cr 4	800 900 900 950 1000	550 650 700 750 800	390 450 490 490 490	14 12 12 11 11	217	210 000	80 000	1,25	Mn li çeliklerden daha yüksek tavlanma kabiliyeti
25 CrMo 4 34 CrMo 4 42 CrMo 4 50 CrMo 4	900 1000 1100 1100	700 800 900 900	440 490 530 570	12 11 10 9	217	210 000	80 000	1,33	Dişli çarklar gibi yüksek zorlanmalar maruz parçalar. -50 C°'ye kadar geçme kabiliyeti.
36 CrNiMo 4 34 CrNiMo 6 30 CrNiMo 8	1100 1200 1250	900 1000 1050	530 580 600	10 9 9	217 235 248	210 000	80 000	1,53 1,53 1,8	Cr-Mo- çelikten daha yüksek tavlanma kabiliyeti.
51 CrV 4	1100	900	560	9	-	210 000	80 000	1,33	Özellikle daha yüksek zorlanmalara maruz parçalar.

1) 6/28/30

R - Kükürt oranı ayarlı soy çelik
E - En çuk S oranı belirlemiş olan soy çelik
[LL18]

Tablo 11 - İslah çeliklerinin mukavemet değerleri [L7].
(İslah işleminden sonra) (DIN 10083'e göre)

		Statik				Zorlanma şekli Titreşimli				Değişken				
Geçme şekli		Gövde ve mil malzemesi												
Geçme şekli		Ge- rilme	St 37	St 50	GS	GG	St 37	St 50	GS	GG	St 37	St 50	GS	GG
Düz pim sıkı geçme		p	9,8	10,4	8,3	6,8	7,2	10	6,2	5,2	3,6	5	3,1	2,6
Yarık pim			6,9	7,3	5,8	4,8	5,2	7	4,2	3,4	2,6	3,5	2,1	1,7
Düz perno kayma geçme			3	3	3	4	2,4	2,4	2,4	3,2	1,2	1,2	1,2	1,6
Geçme şekli		Ge- rilme	Perno ve pim malzemesi											
Geçme şekli		Ge- rilme	4.6 4 D	5.8 5 S	6.8 6 S	8.8 8 G	4.6 4 D	5.8 5 S	6.8 6 S	8.8 8 G	4.6 4 D	5.8 5 S	6.8 6 S	8.8 8 G
Düz pim sıkı geçme		σ_{em} τ_{em}	8,3 5,4	10,5 7,2	12,8 8,7	15 10,2	5,6 4	8 5,2	9,6 6,4	11,2 7,4	2,8 2	4 2,6	4,8 3,2	5,6 3,7
Yarık pim		σ_{em} τ_{em}	7 4,5	8,7 6	10,5 7,2	12,5 8,5	4,8 3,4	6,8 4,4	8 5,2	9,2 6	2,4 1,7	3,4 2,2	4 2,6	4,6 3
Düz perno kayma geçme		σ_{em} τ_{em}	10 5,4	12,5 7,2	15,5 8,7	18 10,2	6,6 4	9,6 5,2	11,4 6,4	13,4 7,4	3,3 2	4,8 2,6	5,7 3,2	6,7 3,7

Tablo 12- Perno ve pimler için P_{em} , σ_{em} ,
 τ_{em} değerleri (kp/mm^2) [L4]
 P_{em} değerleri sabit ve az bir hareket
gösteren bağlantılar içindir.

Probleme devam edelim.

$$p = \frac{F}{2 \cdot b \cdot d} \leq P_{em} \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$p = \frac{12000}{2 \cdot 25 \cdot 38}$$

$$\underline{\underline{p = 6,3 \text{ N/mm}^2}}$$

Hesapladığımız perilme değerlerini,

$$\sigma_b = 33,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{orb}} = 5,3 \text{ N/mm}^2$$

$$p = 6,3 \text{ N/mm}^2$$

olarak bulduk. Şimdi, emniyet gerilmelerini bulmaya çalışalım.

Kullanılan malzemeler ;

Perno malzemesi : 4140 (42CrMo4)

Yan sac (saket) malzemesi : S152.3

Malzeme kalitesi olarak, [L1] ;

8.8 → C35, C45, 34Cr4 $\sigma_{AK} = 80 \dots 100$

10.9 → 41Cr4

12.9 → 42CrMo4

8.8 → $\sigma_K = 80 \dots 100 \text{ kgf/mm}^2$, $\sigma_{AK} = 64 \text{ kgf/mm}^2$

10.9 → $\sigma_K = 100 \dots 120$ " , $\sigma_{AK} = 90$ "

12.9 → $\sigma_K = 120 \dots 140$ " , $\sigma_{AK} = 108$ "

değerlerini bilmekteyiz.

Elimizdeki tablolarında, perno malzemesi 42CrMo4'e karşılık gelen eğilme emniyet gerilmesi: (σ_{bem}) değerleri yok ise şöyle düşünebiliriz ;

42 Cr Mo 4 malzemesi için,

$$\sigma_{eAK} = 980 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 8)}$$

S , emniyet katsayısı olmak üzere,

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{eAK}}{S} \quad (19)$$

şeklinde yazılırsa [L3],

$$S_{min.} = 12 \text{ için}$$

$$\sigma_{bem} = \frac{980}{12}$$

$$\| \underline{\sigma_{bem}} \approx 81 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{\sigma_b} (= 33,4 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{bem} (= 81 \text{ N/mm}^2)$$

olduğundan sistem min. 12 kat emniyetlidir.

Not. Hesabımızı, kesme gerilmesi diğer gerilmeler yanında ihmal edilebilir varsayımına göre yaptık. Dolayısıyla eğilme gerilmesi σ_b aynı zamanda esdeğer gerilme σ_v dir.

Şimdi, pernodaki kesme (makaslama) emniyet gerilmesi σ_{bem} değerini bulalım.

42CrMo4 malzemesi için,

Statik çekmede akma sınırı

$$\sigma_{FAK} = 700 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 8)}$$

Burulmada akma sınırı,

$$\tau_{bAK} = 400 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 8)}$$

veya,

$$\tau_{bAK} = 0,58 \sigma_{FAK} \text{ (Tablo 9)}$$

$$\tau_{bAK} = 0,58 \cdot 700$$

$$\tau_{bAK} = 406 \text{ N/mm}^2$$

dir.

Kesme (maksimum değerleri için, yaklaşık olarak burulmadaki değerler alınabilir (Tablo 9)

Bu halde S emniyet katsayısı olmak üzere

$$\tau_{\text{obem}} = \frac{\tau_{bAK}}{S}$$

şeklinde yazılırsa,

$$S_{\text{min}} = 12 \text{ için, } \tau_{bAK} = 400 \text{ N/mm}^2 \text{ ile}$$

$$\tau_{\text{obem}} = \frac{400}{12}$$

$$\tau_{\text{obem}} = 33 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{ob}} (= 5,3 \text{ N/mm}^2) < \tau_{\text{obem}} (= 33 \text{ N/mm}^2)$$

olduğundan sistem min. 12 kat emniyetlidir.

- 40 -

Perno ile yan parçalar (soket) arasındaki
yüzey emniyet basıncı p_{em} değerini bulalım.

Yan sac (soket) malzemesi St52.3 olduğuna
göre,

St50 için

$$p_{em} = 90 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 1)}$$

$$p_{em} = 90 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 5)}$$

Dolayısıyla,

$$\| \underline{p (= 6,3 \text{ N/mm}^2)} < p_{em} (= 90 \text{ N/mm}^2)$$

uygundur.

Yan sac da (soket) kopma (yırtilma)
kontrolünü de yapalım.

Kesit alanı,

$$A = (121 - 40) \cdot 15 + (70 - 40) \cdot 10$$

$$\| \underline{A = 1515 \text{ mm}^2}$$

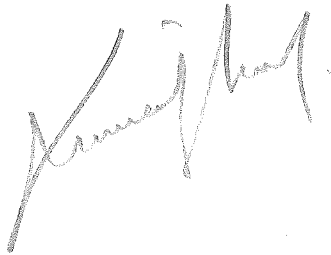
$$\sigma_g = \frac{F/2}{A} = \frac{6000}{1515}$$

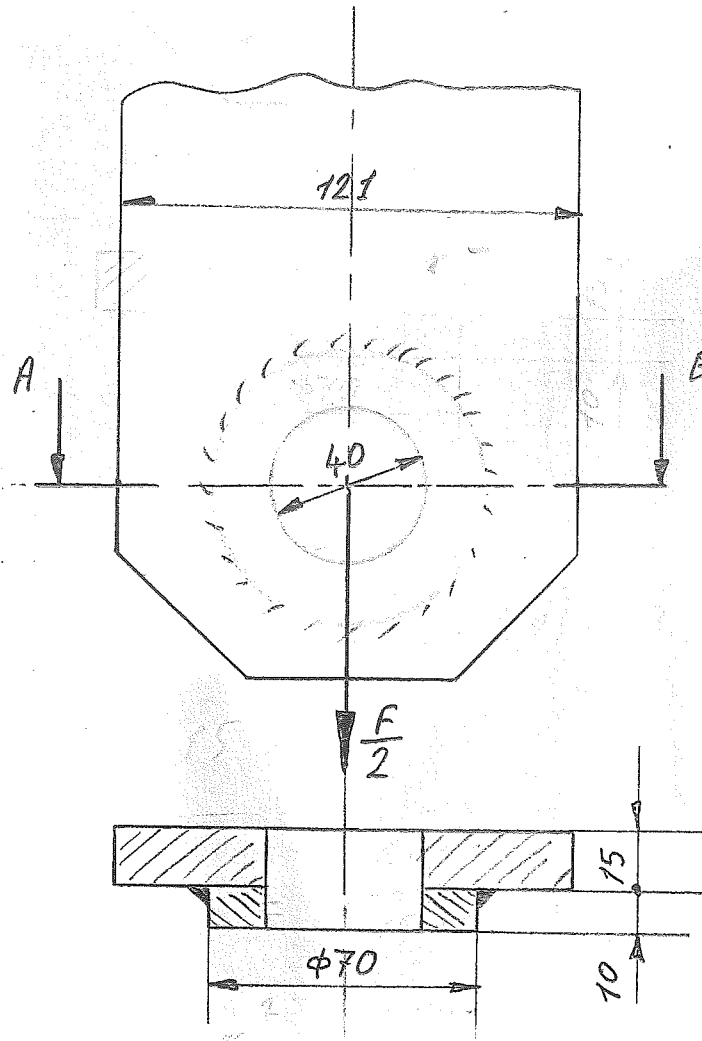
$$\| \underline{\sigma_g \approx 4 \text{ N/mm}^2}$$

I - GHH Vinci Koşum Takımında,
Kuvvet Dağılımı

II - Kurtarma Vinci Koşum Takımında,
Perno Mukavemet Kontrolü

III - Literatürlerden, Çözümlü
Perno Problem Örnekleri

- 3 -




Sekil 11 - Kozum takımı yan sacı (soket)

St 50 malzeme için,

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{GK} &= 500 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{GAK} &= 320 \text{ " } \end{aligned} \right\} \text{ (Tablo 7)}$$

St 52.3 malzeme için,

$$\left. \begin{aligned} \sigma_K &= 510 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{AK} &= 355 \text{ " } \end{aligned} \right\} \text{ (Tablo 10)}$$

$\sigma_G = 4 \text{ N/mm}^2$ olduğuna göre, yan sacın yani soketin kopması veya yırtılması

mümkün değildir.

-42-

Not. Faydalı olur düşüncesiyle, malzemelerin mukavemet değerleri ile ilgili tablolar ek bilgi olarak aşağıda verilmiştir.

Çeliğin cinsi ¹⁾			Mukavemet değerleri kg/mm ²								
1	2	3	σ_K	$\sigma_{Ak}^{2)}$	$\sigma_{\phi D}$	$\sigma_{\phi T}$	σ_{eD}	σ_{eT}	τ_{bD}	τ_{bT}	HB
St 33-1	St 33-2		33...50	18							—
St 34-1	St 34-2		34...42	20			17		9		95...120
St 37-1	St 37-2	St 37-3	37...45	23	12	22	17	26	10	14	105...125
St 42-1	St 42-2	St 42-3	42...50	25	13,5	24	19	30	11	16	120...140
St 50-1	St 50-2		50...60	29	18	31	24	37	14	19	140...170
		St 52-3	52...62	35	18	32	21	40	13	19	140...170
St 60-1	St 60-2		60...72	33	20	35	28	43	16	22	170...195
	St 70-2		70...85	36	23	41	32	50	19	26	195...240

Not: 1) 1. Grup-genel istekler için
2. Grup-yüksek istekler için
3. Grup-özel istekler için

2) Bu değerler; 16 ... 40 mm kalınlıktaki parçalar içindir. 16 mm den küçük kalınlıklar için, değerlere 1 kg/mm² eklenir. 40 ... 100 mm kalınlıklar için 1 kg/mm² indirilir.

Semboller: $\sigma_{\phi D}$ çekme için tam değişken zorlanma sınırı; $\sigma_{\phi T}$ çekme için titreşimli zorlanma sınırı; σ_{eD} -eğilmede tam değişken zorlanma sınırı; σ_{eT} -eğilmede titreşimli zorlanma sınırı; τ_{bD} burulmada tam değişken zorlanma sınırı; τ_{bT} burulmada titreşimli zorlanma sınırı

Tablo 13 - Malzemelerin mukavemet değerleri. [L4, L6]

Genel inşaat çelikleri (Min 17100 efüze)

Çeliğin cinsi DIN 17006 ya göre	Mukavemet değerleri (kg/mm ²) (İslah işleminden sonra)							
	σ_K	σ_{Ak}	σ_{eD}	σ_{eT}	σ_{eD}	σ_{eT}	τ_{bD}	τ_{bT}
C 22 , Ck 22	50... 60	30			23	42	16	22
C 35 , Ck 35	60... 72	37	20	32	27	40	15	21
C 45 , Ck 45	65... 80	40	22	32	30	42	17	22
C 60 , Ck 60	75... 90	49			33		20	
30 Mn 5	80... 95	55			39	70	26	36
37 Mn Si 5	90... 105	65			45	80	29	42
42 Mn V 7	100... 120	80						
34 Cr 4	90... 105	65			36		20	
41 Cr 4	90... 105	65			50			
25 Cr Mo 4	80... 95	55	25	39	35	52	20	27
34 Cr Mo 4	90... 105	65	27	46	40	58	22	35
42 Cr Mo 4	100... 120	80	40	70	53	91	31	55
30 Cr Mo V 9	125... 145	105			50		30	
34 Cr Ni Mo 6	110... 130	90			55	98	34	57
30 Cr Ni Mo 8	125... 145	105	38	62	55	82	32	54

Tablo 14- Malzemelerin mukavemet değerleri [L4].
İslah çelikleri

*

Çeliğin cinsi	Mukavemet değerleri (kg/mm ²) (İslah işleminden sonra)					
	σ_K	σ_{Ak}	σ_{eD}	σ_{eT}	τ_{bD}	τ_{bT}
C 10, Ck 10	42... 52	25	22		12	
C 15, Ck 15	50... 65	30	27	42	17	20
15 Cr 3	60... 85	40	32	56	20	25
16 Mn Cr 5	80... 110	60	44	80	26	37
20 Mn Cr 5	100... 130	70	44	70	27	43
15 Cr Ni 6	90... 120	65	44		29	
18 Cr Ni 8	120... 145	80	64	108	37	51

Tablo 15- Malzemelerin mukavemet değerleri [L4, L6].

Semantasyon çelikleri.

* im Kern nach Einsatzhärtung (Fekirdek te, semantasyon işleminden sonra)

Tabelle 1.11. Vergütungsstähle nach DIN 17200 (Dez. 1951); Auszug

Stahlsorte*	Festigkeitswerte in kp/mm ² , vergütet (Stahl ist in den Normen)							
	σ_B^{**}	$\sigma_{0.2}^{**}$	$\sigma_{0.1}^{**}$	$\sigma_{0.01}^{**}$	$\sigma_{0.001}^{**}$	$\sigma_{0.0001}^{**}$	$\sigma_{0.00001}^{**}$	$\sigma_{0.000001}^{**}$
C 22 und Ck 22	50 ... 60	30	20	32	23	42	16	22
C 35 und Ck 35	60 ... 72	37	20	32	27	40	15	21
C 45 und Ck 45	65 ... 80	40	22	32	30	42	17	22
C 60 und Ck 60	75 ... 90	49			33		20	
30 Mn 5	80 ... 95	55			39	70	26	36
37 Mn Si 5	90 ... 105	65			45	80	29	42
42 Mn V 7	100 ... 120	80						
34 Cr 4	90 ... 105	65			36		20	
41 Cr 4	90 ... 105	65			50			
25 Cr Mo 4	80 ... 95	55	25	39	35	52	20	27
34 Cr Mo 4	90 ... 105	65	27	46	40	58	22	35
42 Cr Mo 4	100 ... 120	80	40	70	53	91	31	55
30 Cr Mo V 9	125 ... 145	105			50		30	
34 Cr Ni Mo 6	110 ... 130	90	38	62	55	98	34	57
30 Cr Ni Mo 8	125 ... 145	105			55	82	32	54

* Das Normblatt enthält außer diesen noch folgende Sorten: 40 Mn 4, 50 Cr Mo 4, 36 Cr Ni Mo 4. Standard tabloya istiva e'ders bunlar di sinda 40Mn4, 50CrMo4, 36CrNiMo4 islah ** Für Durchmesser über 16 bis 40 mm. 16 ile 40 mm arca) indakt. 36CrNiMo4 islah

Tablo 16 - Tablo 14' in as/1 [28]

Gelik e'insi Stahlisorte* *Erster früher Gosteriligi* *Makroelement defektleri (kp/mm²)* *islah isleminden sonra*

islah isleminden sonra

Tabelle 1.12. Einsatzstähle nach DIN 17210 (Jan. 1959)

Stahlsorte Kurzname nach DIN 17006	Festigkeitswerte in kp/mm ² im Kern nach Einsatzhärtung					
	σ_B	σ_{S^*}	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.1}$	$\tau_{1.2}$	$\tau_{1.0}$
C10 und Ck10	42... 52	25	22		12	
C15 und Ck15	50... 65	30	27	42	17	20
15Cr3	60... 85	40	32	56	20	25
16MnCr5	80... 110	60	44	80	26	37
20MnCr5	100... 130	70	44	70	27	43
15CrNi6	90... 120	65	44		29	
18CrNi8	120... 145	80	64	108	37	51

* Mindestwerte

Tablo 17 - Tablo 15 in esh [L8].

Tafel 5/8. Gebräuchliche Vergütungsstähle nach DIN 17200 (Dez. 1951)

Bezeichnung	Werkstoff-Nr.	Gehalt in %				Festigkeitswerte ¹			
		Mittelwerte				geglüht		vergütet	
		C	Si	Mn	Sonst.	N/mm ²	σ_B^* HB _{max}	$\sigma_{s\text{mind}}^*$ N/mm ²	δ_5 %
C22, Ck22	1.0611 1.1151	0,22	0,25	0,45	—	155	490...590	290	22
C35, Ck35	1.0651 1.1181	0,35	0,25	0,55	—	172	590...710	360	18
C45, Ck45	1.0721 1.1191	0,45	0,25	0,65	—	206	640...780	390	16
C60, Ck60	1.0751 1.1221	0,60	0,25	0,65	—	243	740...880	480	14
40Mn4	1.5038	0,40	0,40	0,95	—	217	780...930	540	14
30Mn5	1.5066	0,31	0,25	1,35	—	217	780...930	540	14
37MnSi5	1.5122	0,37	1,25	1,25	—	217	780...1050	640	12
42MnV7	1.5223	0,42	0,25	1,75	0,1 V	217	980...1180	780	11
34Cr4	1.7033	0,34	0,25	0,65	1,1Cr	217	880...1030	640	12
25CrMo4	1.7218	0,25	0,25	0,65	1,1Cr; 0,2Mo	217	780...930	540	14
34CrMo4	1.7220	0,34	0,25	0,65	—	217	880...1050	640	12
42CrMo4	1.7225	0,42	0,25	0,65	—	217	980...1180	780	11
50CrMo4	1.7228	0,50	0,25	0,65	—	235	1080...1280	880	10
30CrMoV9	1.7707	0,30	0,25	0,55	2,5Cr; 0,15V	248	1230...1420	1050	9
36CrNiMo4	1.6511	0,36	0,25	0,65	1,1Cr; 1,1Ni	217	980...1180	780	11
34CrNiMo6	1.6582	0,34	0,25	0,55	1,6Cr; 1,6Ni	235	1080...1280	880	10
30CrNiMo8	1.6590	0,30	0,25	0,45	2,0Cr; 0,3Mo; 2,0Ni	248	1230...1420	1050	9
100Cr6 ²		1,0	0,35	0,3		207		HB = 650 ³	

- ** {
¹ Gilt für Stangen; Fertigteile häufig erheblich höher vergütet.
² Wälzlagerstahl W3, hinzugefügt.
³ Ölgehärtet bei 820° und angelassen auf 200 °C.

Tablo 18 - Pratikte kullanılan istlah çelikleri. DIN 17200'e göre (Aralık 1951) [L 5].

Göstericisi No.	Malzeme No.	Alaşımlar % olarak (ortalama)	Mukavemet değerleri ¹			
			Tavllanmış HB _{max} N/mm ²	İstlah edilmiş σ_B^* N/mm ²	İstlah edilmiş $\sigma_{s\text{mind}}^*$ N/mm ²	16...40 δ_5 %
		C Si Mn Gerisi				
			155	490...590	290	22

- ** :
 1 - Yuvarlak malzemeler için geçerlidir. Tamamlanmış parçaya ekseriyen, oldukça yüksek istlah işlemi yapılmış.
 2 - Rulman çeliği W3, dahil edilmiş (eklenmiş)
 3 - 820° de yağda sertleştirilmiş ve 200°C ta menevişlenmiş.

F. ALMANYA DIN		ABD SAE	İNGİLTERE BS	FRANSA AFNOR	JAPONYA JIS	TURKİYE TS	MKE
Ck 22	1.1151	1020	050 A 20	XC 25	S 20 CK	C 22	Ç 1020
Ck 35	1.1181	1035	060 A 35	XC 32	S 35 C	Ck 35	Ç 1030
Ck 40	1.1186	1040	080 A 40		S 40 C		Ç 1040
Ck 45	1.1191	1045	080 M 46	XC 45	S 45 C	Ck 45	Ç 1050
Cf 53	1.1213	1050	060 A 52	X C 48 TS	S 50 C		
Ck 60	1.1221	1060	080 A 62	XC 60	S 58 C	Ck 60	Ç 1060
35 S 20	1.0726	1140	212 M 36	35 MF 4		35 S 20	Ç 1137
13 NiCr 6	1.5713	3115		10 NC 6			Ç 1155
14 NiCr 14	1.5752	3415	655 M 13	12 NC 15	SNC 815(H)		Ç 3315
25 CrMo 4	1.7218	4130	1717CD110	25 CD 4	SCM 420	25 CrMo 4	
34 CrMo 4	1.7220	4135	708 A 37	35 CD 4	SCM 432	34 CrMo 4	Ç 4130
42 CrMo 4	1.7225	4140	708 M 40	42 CD 4	SCM 440(H)	42 CrMo 4	Ç 4140
40 NiCrMo 73	1.6562	4340	817 M 40	35 NCD 6	SNB 24-1-5		Ç 4340
16 MnCr 5	1.7131	5115	527 M 20	16 MC 5		16 MnCr 5	
41 Cr 4	1.7035	5140	530 M 40	42 C 4	S Cr440 (H)	41 Cr 4	Ç 5140
100 Cr 6	2.2067	L 3	B13	Y 100 C 6		100 Cr 6	
50 CrV4	1.8159	6150	735 A 50	50 VC 4	SUP 10	50 CrV 4	Ç 6150
21 NiCrMo 2	1.6523	8620	805 M 20	20 NDC 2	SNCM220 (H)	21 NiCrMo 2	Ç 8620
40 NiCrMo 22	1.6546	8640	311-Type 7		SNCM 240		Ç 8640
60 Si 7	1.0904	9260	250 A 58	60 S 7		60 Si 7	
C 105 W1	1.1546	W 110		Y 1 105		C 105 T1	Ç 10110
90 MnCrV 8	1.2842	02		90 MV 8		90 MnCrV8	
X 210 Cr 12	1.2080	D 3	BD 3	Z 200 C 12	SKD 1	X 210Cr 12	Ç 512200
X 32CrMoV33	1.2365	H 10	BH 10	32 DCV 28		X32Cr3Mo3V	Ç 5330
X 40CrMoV 51	1.2344	H 13	BH 13	Z 40CDV 5	SKD 61	X40Cr5MoV	

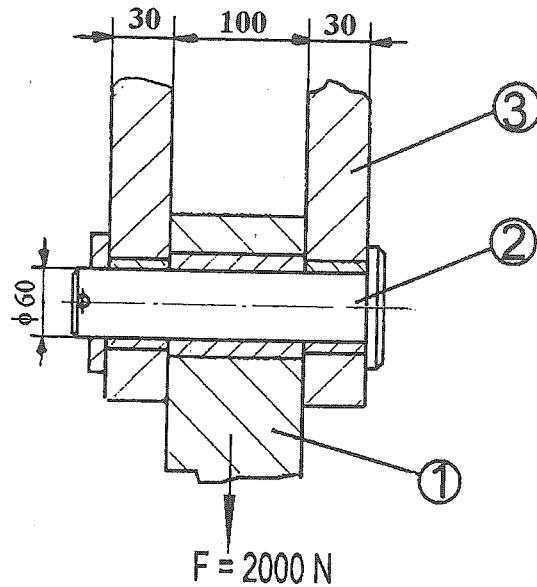
Tablo 19 - Dünya standartlarında çelik sembolleri (Gösterilişleri)
[L 9].

III - Literatürlerden, çözümlü perno problem örnekleri

Örneklere kullanılan semboller, örneğin alındığı literatüre ait olacaktır.

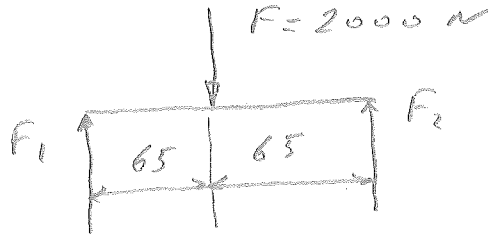
Örnek 2. [L10] :

Aşağıda Şekil 12 de verilen 1 nolu kanca bloğu 2 nolu perno (duran aks) ile 3 nolu gövdeye bağlanmıştır. St 50 'den yapılmış olan pernonun çapı $d = 60 \text{ mm}$ olup bronz bir burç içinde yatmaktadır. Pernonun emniyet kontrolünü yapınız.



Şekil 12 - Kanca bloğu
pernosu [L10]

Kanca bloğunun perneye uyguladığı yük yayılı yük olmakla birlikte daha emniyetli bir boyutlandırma için minimum yük (tekel kuvvet) kabul edilecektir. -49-



F kuvveti etkisi altındaki perno, eğilme ve kesilme zorlanmalarına maruz kalmaktadır.

• Statik eğilme gerilmesi;

$$\bar{\sigma}_e = \frac{M_e}{W_e} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

$$\bar{\sigma}_e = \frac{F_1 \cdot 65}{\pi d^3 / 32} = \frac{(2000/2) \cdot 65}{\pi \cdot 60^3 / 32}$$

$$\| \bar{\sigma}_e = 3,06 \text{ N/mm}^2$$

• Statik kesme gerilmesi;

$$\bar{\tau} = \frac{F_1}{A} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

$$\bar{\tau} = \frac{1000}{\pi \cdot 60^2 / 4}$$

$$\| \bar{\tau} = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

• Eşdeğer gerilme,

$$\bar{\sigma}_{es} = \sqrt{\bar{\sigma}_e^2 + 3 \bar{\tau}^2} \quad (14)$$

$$\bar{\sigma}_{es} = \sqrt{3,06^2 + 3 \cdot 0,35^2}$$

$$\| \bar{\sigma}_{es} = 3,12 \text{ N/mm}^2$$

St 50 malzeme için,

$$\sigma_{eak} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 7})$$

Emniyet katsayısı $S = 10$ alınırsa,

$$\sigma_{em} = \sigma_{eak} / S = 450 / 10$$

$$\| \sigma_{em} = 45 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \bar{\sigma}_{es} (= 3,12 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{em} (= 45 \text{ N/mm}^2)$$

olduğundan sistem emniyetlidir.

Örnek 3. [L 7] :

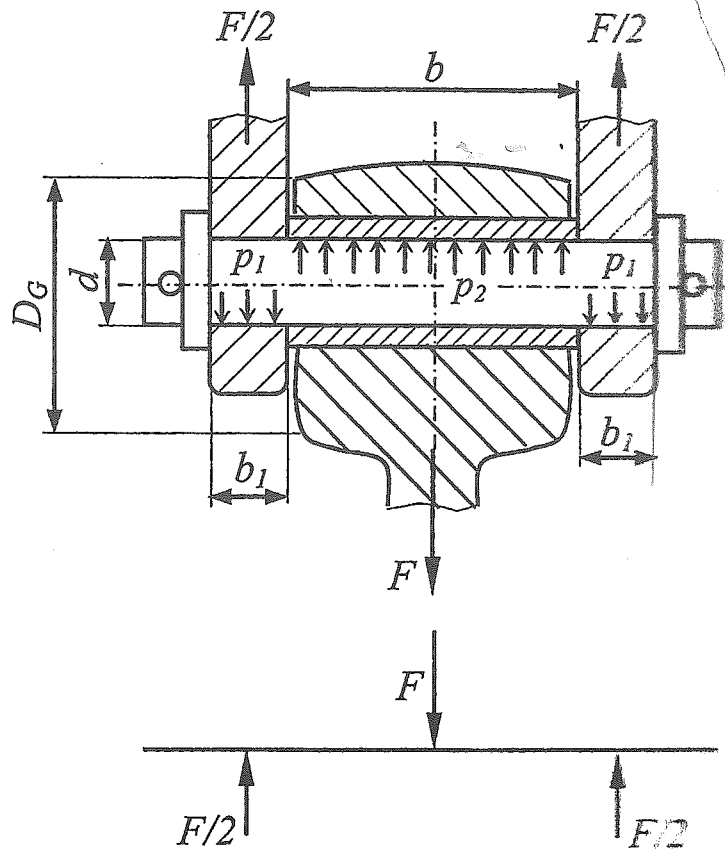
Şekil 13'teki perno bağlantısı 0 ile 9000 N arasında değişen bir kuvvetle zorlanmaktadır.

Perno çapı $d = 20 \text{ mm}$, perno malzemesi St 70,

$b = 25 \text{ mm}$, $b_1 = 10 \text{ mm}$, burç malzemesi GG 25,

şataf (yan parça) malzemesi St 50 dir.

Bağlantının mukavemet kontrolünü yapınız



Şekil 13. Perno malzemesinde zorlanmalar [L7].

Problemi basitleştirilmiş yöntem ile, yani emniyet değerleri için tablolardan yararlanarak çözelim.

Titreşimli zorlanma, genel değişken zorlanmanın özel bir hali kabul edilebilir.

- Perno ile yan parça arasındaki basınç için, Tablo I'den daha zayıf olan yan parça malzemesi St 50 için $K_{an} = 90 \text{ N/mm}^2$ değeri

ile,

$$p_1 = \frac{F}{2 \cdot b \cdot d} \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$p_1 = \frac{9000}{2 \cdot 10 \cdot 20} = 22,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{p_1 (= 22,5 \text{ N/mm}^2) < p_{em1 (= 90 \text{ N/mm}^2)} \|$$

uygundur.

- Perno ile burç arasındaki basınç için, Tablo 1'den daha zayıf olan burç malzemesi GG 25 için $p_{em} = 50 \text{ N/mm}^2$ değeri ile,

$$p_2 = \frac{F}{b \cdot d} \leq p_{2em} \quad (15)$$

$$p_2 = \frac{9000}{25 \cdot 20} = 18 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{p_2 (= 18 \text{ N/mm}^2) < p_{2em} (= 50 \text{ N/mm}^2)} \|$$

uygundur.

- Pernodaki eğilme gerilmesi ve mukavemet şartı, Tablo 2'den St 70 malzeme için

$$\sigma_{em} = 100 \text{ N/mm}^2 \text{ ile}$$

$$\sigma_e = \frac{M_e}{(\pi d^3 / 32)} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

$$M_{e_{max}} = \frac{F}{2} \left(\frac{b+b_1}{2} \right)$$

$$\bar{\sigma}_e = \frac{F(b+b_1)/4}{\pi d^3/32}$$

$$\bar{\sigma}_e = \frac{9000(25+10)/4}{\pi \cdot 20^3/32} = 100,27 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \bar{\sigma}_e (= 100,27 \text{ N/mm}^2) \approx \bar{\sigma}_{em} (= 100 \text{ N/mm}^2)$$

uygundur.

• Pernodaki kesme gerilmesi ve mukavemet şartı, Tablo 2 den St70 malzeme için

$$\zeta_{em} = 68 \text{ N/mm}^2 \text{ ile}$$

$$\zeta = \frac{F}{2 \cdot \frac{\pi d^2}{4}} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

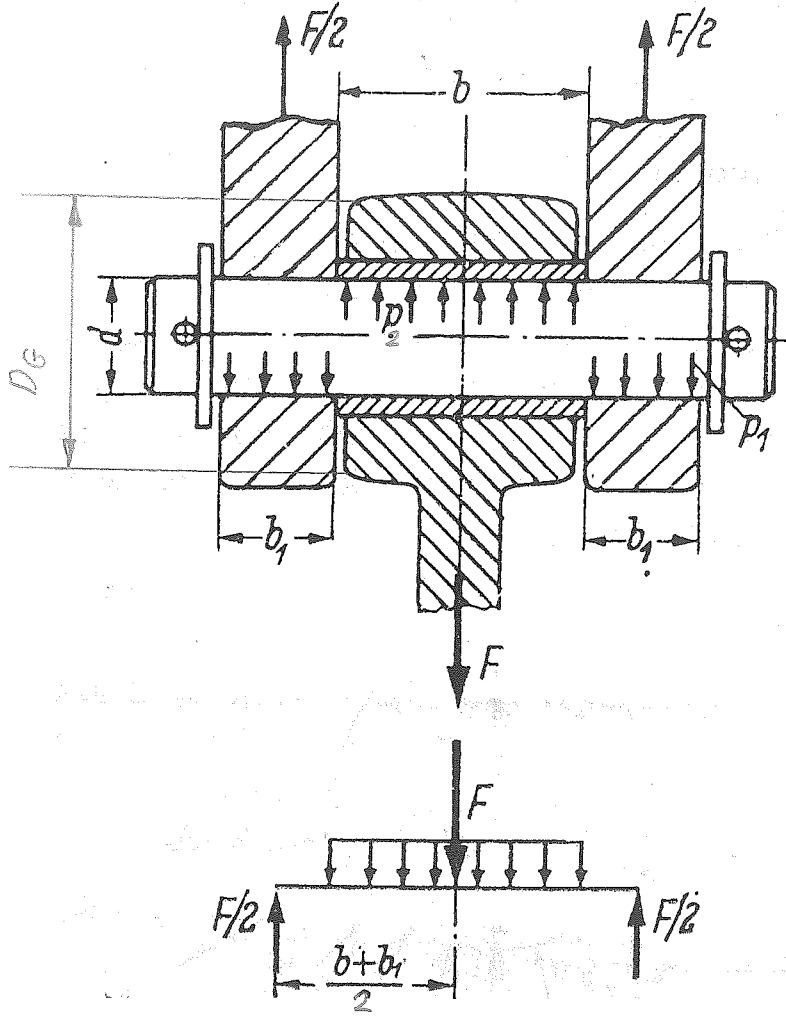
$$\zeta = \frac{9000}{2 \cdot \frac{\pi \cdot 20^2}{4}} = 14,32 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \zeta (= 14,32 \text{ N/mm}^2) < \zeta_{em} (= 68 \text{ N/mm}^2)$$

uygundur.

Örnek 4. [L4, L8] :

Şekil 14 de gösterilen perno bağlantısının hesabı isteniyor.



Şekil 14 - Perno lu oynak (malzemesalli) bağlantı. [L4, L8]

Verilen değerler : $F = 1200 \text{ kp}$. Bağlantı hareketlidir.

Çözüm :

1- Malzeme seçimi ;

Perno : St 60

Kol yatağı burç : Bronz

Yan parsa (çatıl) : St 37

2- Şekillendirme:

Perno ile burç arasındaki basınç,

$$p_2 = \frac{F}{b \cdot d} \leq p_{2em.} \quad (\text{Eşitlik 15})$$

Perno ile yan parsa (çatıl) arasındaki basınç,

$$p_1 = \frac{F}{2 b_1 \cdot d} \leq p_{1em.} \quad (\text{Eşitlik 13})$$

F - Nominal kuvvet

d - Perno çapı

b, b₁ - Bağlantı boyutları

Konstrüksiyon değerleri :

$$\left. \begin{aligned} b/d &= 1,5 \dots 1,7 \\ b_1/b &= 0,3 \dots 0,5 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (16)$$

$$\alpha) \left. \begin{aligned} p_2 = \frac{F}{b \cdot d} &\leq p_{2em.} \\ \frac{b}{d} &= \varepsilon \end{aligned} \right\} \text{ile}$$

$$\frac{F}{\varepsilon \cdot d^2} \leq p_{2em.}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{F}{\varepsilon \cdot p_{2em.}}}$$

(17)

elde edilir.

b) Bağlantı, hareketli (maksal şekilde)

olduğundan,

St 60/Rp, BZ için,

$$\parallel \underline{p_{zem.} = 80 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ kp/cm}^2 \text{ (Tablo 1)}}$$

c) $\varepsilon = b/d = 1,7$ seçilirse

$$d \geq \sqrt{\frac{F}{\varepsilon \cdot p_{zem}}} \quad (\text{Eşitlik 17})$$

$$d \geq \sqrt{\frac{1200}{1,7 \cdot 80}} = 2,97 \text{ cm.}$$

$$\parallel \underline{d = 3 \text{ cm}}$$

$$b = \varepsilon \cdot d = 1,7 \cdot 3 = 5,1 \text{ cm}$$

$$b = 5 \text{ cm.}$$

$$\parallel \underline{\begin{array}{l} d = 30 \text{ mm} \\ b = 50 \text{ mm} \end{array}}$$

bulunur.

d) Konstrüksiyon değerlerine göre

$$\frac{b_1}{b} = 0,4 \quad (\text{Eşitlik 16})$$

alınırsa

$$b_1 \approx 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 50$$

$$\parallel \underline{b_1 = 20 \text{ mm}}$$

a) Yüzey basıncı

$$p_1 = \frac{F}{2b \cdot d} \leq p_{1em} \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$p_1 = \frac{1200}{2 \cdot 2 \cdot 3}$$

$$\| \underline{p_1 = 100 \text{ kp/cm}^2}$$

St 37 için,

$$p_{1em} = 50 \text{ N/mm}^2 = 500 \text{ kp/cm}^2 \quad (\text{Tablo 1})$$

$$\| \underline{p_1 (= 100 \text{ kp/cm}^2) < p_{1em} (= 500 \text{ kp/cm}^2)}$$

Uygundur.

b) Eğilme,

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{F(b+b_1)/4}{\pi \cdot d^3/32} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

veya,

$$\sigma_e = \frac{F(b+2b_1)/8}{\pi \cdot d^3/32} \quad (18)$$

ifadesi [L4 ve L8] tarafından verilmiştir.

Mustafa Gülüktaş hocamdan [L6] bir

not verelim.

" Pernonun eğilme durumu geçme toleransı

ile ilişilidir. Genellikle, Şekil 14 de - 58-
pösterildiği gibi orta kısımda eşit yaylı
yük, yan kısımlarda ise bunların ortalarında
etkiyen $F/2$ teptki kuvvetleri alınarak yapılan
hesaplar pratik uygulamalarla sağlanmış iyi
sonuçlar vermektedir. Bu kabule göre eğilme
perilmelerinin max. değeri perno ortasında
olup

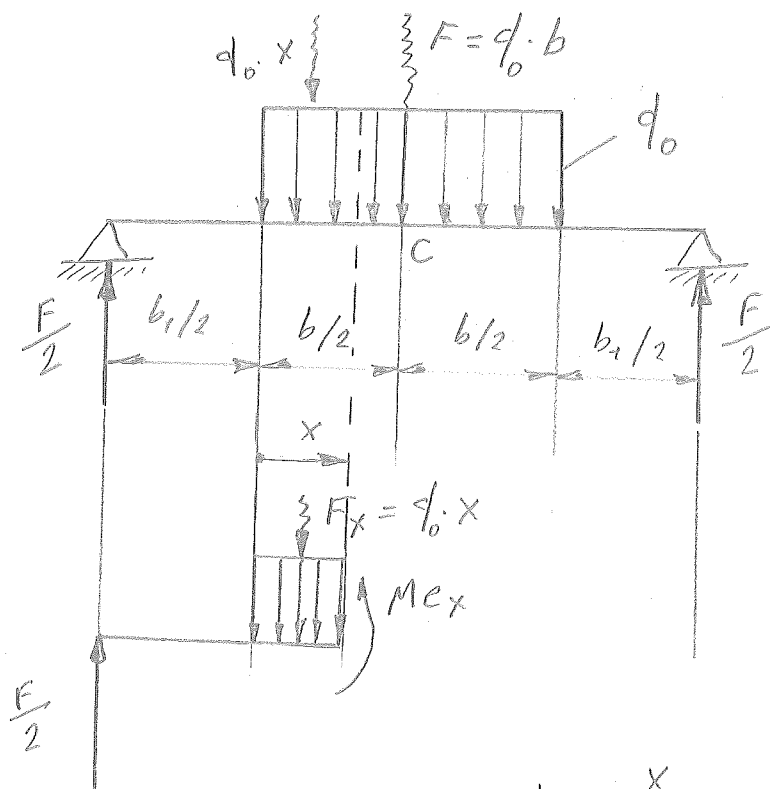
$$\sigma_{emax} = \frac{M_e}{W_e} = \frac{\frac{F}{8} (b+2b_1)}{\pi d^3/32} \quad (\text{Eşitlik 18})$$

dir. ³⁾

Örnek 2 ve 3 deği pernoya uygulanan yükü
yaylı yük olmakla birlikte daha emniyetli
bir boyutlandırma için münferit yükü, yük
tektik kuvvet olarak kabul etmiştik.

Şimdi, pernoya şelen yükü yaylı yük
(Şekil 14) olarak alalım ve σ_{emax} değerini
hesaplayalım.

Önce, aşağıdaki kesit tesirleri
diyagramından M_{emax} değerini bulalım.



$$M_{ex} = \frac{F}{2} \left(\frac{b_1}{2} + x \right) - q_0 \cdot x \cdot \frac{x}{2}$$

$$M_{ex} = \frac{F}{2} \left(\frac{b_1}{2} + x \right) - q_0 \frac{x^2}{2}$$

C noktasında eğilme momenti max.

$$M_{e_{max}} = \frac{F}{2} \left(\frac{b_1}{2} + \frac{b}{2} \right) - \frac{F}{b} \frac{1}{2} \frac{b^2}{4}$$

$$M_{e_{max}} = \frac{F}{4} (b_1 + b) - \frac{F \cdot b}{8} = \frac{F}{8} (2b_1 + 2b - b)$$

$$M_{e_{max}} = \frac{F}{8} (b + 2b_1)$$

$$\sigma_{e_{max}} = \frac{M_e}{W_e} = \frac{F(b + 2b_1)/8}{A \cdot d^3/32}$$

Eşitlik 18 elde edilir.

$$\sigma_{e_{max}} = \frac{F (b + 2b_1) / 8}{\pi \cdot d^3 / 32} \quad (\text{Eşitlik 18})$$

$$\sigma_{e_{max}} = \frac{1200 (5 + 2 \cdot 2) / 8}{\pi \cdot 3^3 / 32}$$

$$\| \sigma_{e_{max}} = 510 \text{ kp/cm}^2$$

Perno malzemesi St 60 için,

$$\| \sigma_{em} = 600 \text{ kp/cm}^2 = 600 \text{ kp/cm}^2 \quad (\text{Taklı 2, hareketli bağlantı})$$

$$\| \sigma_{e_{max}} (= 510 \text{ kp/cm}^2) < \sigma_{em} (= 600 \text{ kp/cm}^2)$$

uygundur.

Örnek 5. [L 9]:

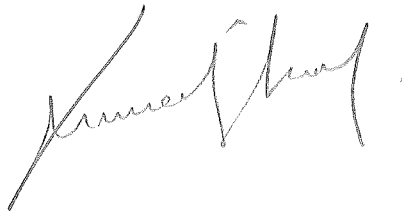
Şekil 15 de bir halat makarası gösterilmektedir. Verilenleri değerlendirerek;

- Perno çapını bulunuz,
- Yan saçların kalınlıklarını belirleyiniz
- Yan saçların eşit olan genişlikleri nedir?
- Perno da kesme ve eğilme perilmelerini bulunuz.

I- GHH Vinci Koşum Takımında
Kuvvet Dağılımı

II- Kurtarma Vinci Koşum Takımında
Perno Mukavemet Kontrolü

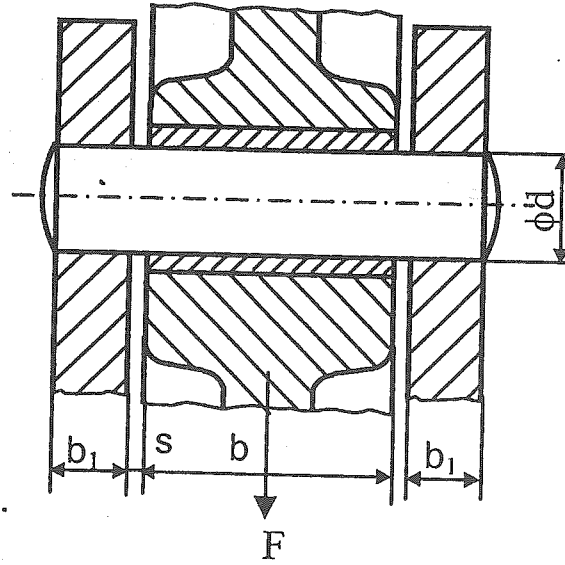
III- Literatürlerden, Fözümlü
Perno Problem Örnekleri

-4- 

e) Pernoda kesme ve eğilme gerilmesi birlikte etki ettiğine göre eşdeğer gerilmeyi bulup emniyet kontrolü yapınız.

Verilenler :

- $F = 15000 \text{ N}$, $d = 10 \text{ mm}$, $l = 100 \text{ mm}$
- Perno malzemesi St 50 için $\sigma_{em} = 800 \text{ N/cm}^2$
- $b = 1,8 \cdot d$, $s = 2 \text{ mm}$
- Saclar için, $\sigma_{em} = 600 \text{ N/cm}^2$, $\tau_{em} = 1200 \text{ N/cm}^2$



Şekil 15 - Pernolu bağlantı makarası [L 9]

a) Perno yüzey basıncı,

$$p = \frac{F}{b \cdot d} \leq \sigma_{em} \quad (\text{Eşitlik 15})$$

$$p = \frac{F}{1,8 d \cdot d} = \frac{F}{1,8 \cdot d^2} \leq 800 \text{ N/cm}^2$$

$$\frac{15000}{1,8 \cdot d^2} = 800 \rightarrow d = \sqrt{\frac{15000}{1,8 \cdot 800}}$$

$$\| \underline{d = 3,22 \text{ cm} \approx 3,2 \text{ cm.}}$$

b) Yan sacların perno ile temastan olan yüzeydeki yüzey basıncı,

$$p = \frac{F}{2 \cdot b_1 \cdot d} \leq p_{em} \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$\frac{15000}{2 \cdot b_1 \cdot 3,2} = 600$$

$$\| \underline{b_1 = 3,9 \text{ cm}} \quad (\text{Yan sacların kalınlığı})$$

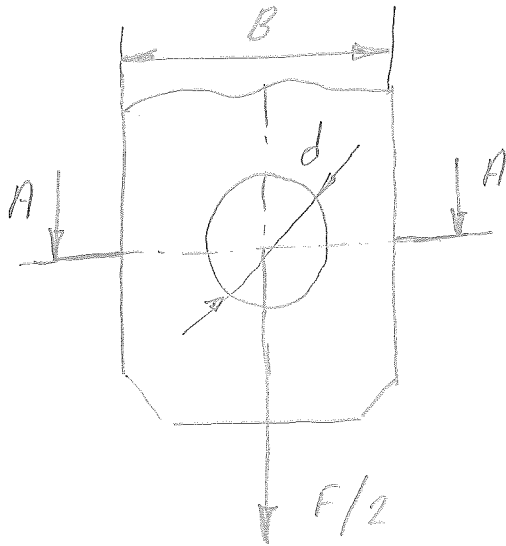
$$b = 1,8 \cdot d \quad (\text{Verilmiştir})$$

$$b = 1,8 \cdot 3,2$$

$$\| \underline{b = 5,76 \text{ cm.}}$$

c) Yan sacların genişlikleri B olmak üzere, saclarındaki çekme gerilmesi:

$$\sigma_c = \frac{F}{2 \cdot b_1 \cdot (B-d)} \leq \sigma_{em}$$



$$\frac{15000}{2 \cdot 3,9 (B - 3,2)} = 1200$$

$$9360 B - 29952 = 15000$$

$$\| B = 4,8 \text{ cm.}$$

d) Kesme gerilmesi,

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot \pi d^2 / 4} \leq \tau_{em} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

$$\tau = \frac{15000}{2 \cdot \pi \cdot 3,2^2 / 4}$$

$$\| \tau = 932,5 \text{ N/cm}^2$$

Eğilme gerilmesi,

$$\sigma_e = \frac{M e \bar{\tau}}{W_{e \bar{\tau}}} = \frac{F (b + 2s + b_1) / 4}{\pi d^3 / 32} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

$$\sigma_e = \frac{15000(5,76 + 2 \cdot 2 + 3,9)/4}{\pi \cdot 3,2^3/32}$$

$$\parallel \underline{\sigma_e = 15923 \text{ N/cm}^2}$$

e) Pernoda kayma gerilmesi,

$$\tau = 932,5 \text{ N/cm}^2$$

Eğilme gerilmesi,

$$\sigma_e = 15923 \text{ N/cm}^2$$

olduğuna göre, eşdeğer gerilme, maksimum kayma gerilmesi hipotezine göre,

$$\sigma_{es} = \sqrt{\sigma_e^2 + 4\tau^2} \quad (\text{Eşitlik 19)}$$

$$\sigma_{es} = \sqrt{15923^2 + 4 \cdot 932,5^2}$$

$$\parallel \underline{\sigma_{es} = 16032 \text{ N/cm}^2}$$

$$St50 \text{ için } \sigma_{AK} = 320 \text{ N/mm}^2$$

S = 2 alınarak

$$\sigma_{em} = \sigma_{AK} / 2 = 320 / 2 = 160 \text{ N/mm}^2$$

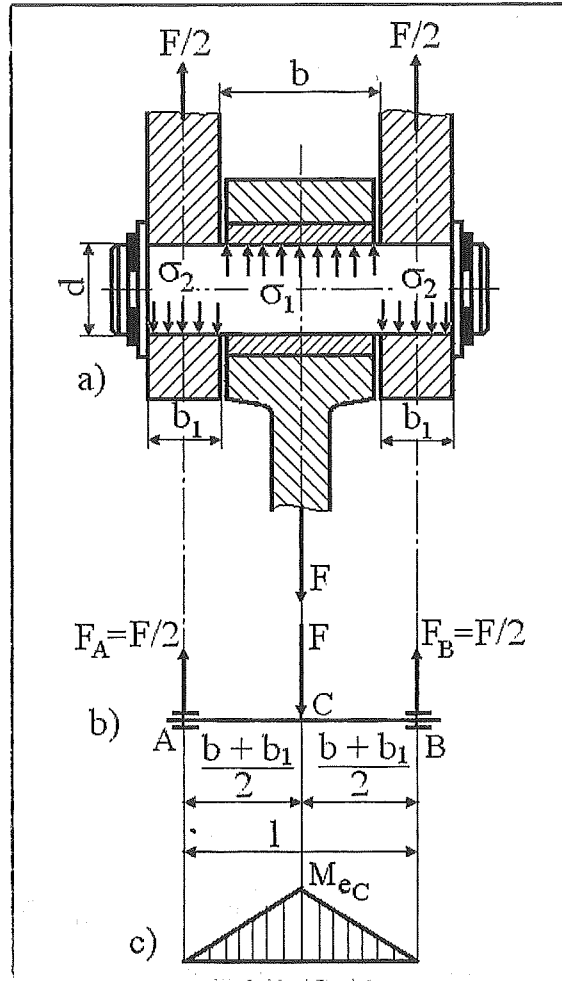
$$\parallel \underline{\sigma_{em} = 16000 \text{ N/cm}^2}$$

$$\sigma_{es} (= 16032 \text{ N/cm}^2) > \sigma_{em} (= 16000 \text{ N/cm}^2)$$

65.

olduğundan perno emniyetli değildir.

Örnek 6. [L 11] :



Şekil 16- Perno lu bağlantı
[L 11]

$F = 12 \cdot 10^3 \text{ N}$ bir kuvvetle tam değişken yüklemeye maruz kalan perno bağlantısının boyutlandırılması istenmektedir. (Şekil 16). Perno malzemesi: St70, şaft ve kol malzemesi: St50,

$$\frac{b}{d} = 1,5 ; \frac{b_1}{b} = 0,4 \text{ olarak verilmiştir.}$$

- a) Perno malzemesi St 70 'e göre Tablo 2 den tüm değişken zorlanma halinde emniyetli eğilme gerilmesi: $\sigma_{em} = 68 \text{ N/mm}^2$; zatal ve kul malzemesi St 50 ye göre Tablo 1 den tüm değişken zorlanma halinde sıkı peşme ile monte edilen perno bağlantılarının eğilme emniyet gerilmeleri:

$$\sigma_{em1} = \sigma_{2ez.em.} = 60 \text{ N/mm}^2 \text{ değeri alınır.}$$

- b) Boyutlandırma esasen en kritik olan eğilmeye göre yapılması gerekir. Verilen değerlere göre

$$b = 1,5d \text{ ve } b_1 = 0,4b = 0,4 \cdot 1,5d = 0,6d$$

bağlantıları bulunur.

- c) Eğilme gerilmesine göre

• Tepki kuvvetleri:

$$F_A = F_B = \frac{F}{2}$$

• C noktasındaki max. eğilme momenti;

$$M_{ec} = F_A \cdot \frac{b+b_1}{2}$$

$$M_{ec} = \frac{F(b+b_1)}{4}$$

bulunur. Eğilme gerilmesi ise

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{M_e}{\pi d^3/32} \leq \sigma_{em} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

$$\sigma_e = \frac{F(b+b_1)/4}{\pi d^3/32} = \frac{8 \cdot F(b+b_1)}{\pi d^3} \leq \sigma_{em}$$

$$\sigma_e = \frac{8 \cdot F(1,5 \cdot d + 0,6 \cdot d)}{\pi \cdot d^3} \leq \sigma_{em}$$

$$\sigma_e = \frac{8F \cdot 2,1 \cdot d}{\pi d^3} = \frac{8 \cdot 2,1 \cdot F}{\pi d^2} \leq \sigma_{em}$$

şeklinde yazılır,

• Perno çapı

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot 2,1 \cdot 12 \cdot 10^3}{\pi \cdot 68}}$$

$$d = 30,72 \text{ mm}$$

olarak bulunur, ve

$$\| \underline{d = 32 \text{ mm}}$$

seçilir.

d) Bağlantının diğer boyutları,

$$b = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 32 \rightarrow \| b = 48 \text{ mm}$$

$$b_1 = 0,6 \cdot d = 0,6 \cdot 32 \rightarrow \| \underline{b_1 = 20 \text{ mm}}$$

e) Bu durumda ezilme perilmesi:

$$p_2 = \sigma_1 = \frac{F}{b \cdot d} \quad (\text{Eşitlik 15})$$

$$p_2 = \sigma_1 = \frac{12 \cdot 10^3}{48 \cdot 32} = 7,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\| p_2 (= 7,8 \text{ N/mm}^2) < p_{2em} (= 60 \text{ N/mm}^2)$$

$$p_1 = \sigma_2 = \frac{F}{2 b_1 \cdot d} \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$p_1 = \sigma_2 = \frac{12 \cdot 10^3}{2 \cdot 20 \cdot 32} = 9,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\| p_1 (= 9,38 \text{ N/mm}^2) < p_{1em} (= 60 \text{ N/mm}^2)$$

bulunur. Bu sonuçlara göre bağlantı emniyetlidir.

Özetle, şimdi, örneklere devam etmek kaydıyla

perno bağlantıları ile ilgili [L12] (den)

ÖZET bir bilgi verelim. Özet bilginin aslı

Sayfa : 69 ve 70 te dir.

Makina imalatında, perno bağlantılarının tasarımı ve şekillendirilmesi (Şekil 17) :

9.2.2 Gestalten und Entwerfen der Bolzenverbindungen im Maschinenbau

Bolzenverbindungen sind im Prinzip etwa nach Bild 9-2a gestaltet. Die Bolzen werden dabei auf Biegung, Schub und Flächenpressung beansprucht.

Bei den üblichen Ausführungen (proportional festgelegt) ist erfahrungsgemäß bei nicht gleitenden Flächen (ruhende Gelenke) die *Biegung* und bei gleitenden Flächen (einfache Gleitlager) die *Flächenpressung* für die Bemessung der Verbindung maßgebend.

1. Einbaufälle und Biegemomente

Der freigemachte Bolzen (Bild 9-2a) stellt einen geraden Biegestab (Träger) dar, der mit der Stangenkraft F belastet wird. Je nach der Passung zwischen dem Bolzen und der Stangen- bzw. Gabelbohrung unterliegt der Bolzen dort verschiedenen *Einspannbedingungen*, die von erheblichem Einfluss auf die Größe der im Bolzen auftretenden Biegemomente sind. Vereinfachend wird eine gleichmäßige Pressungsverteilung über die Bolzenlänge und ein nicht vorhandenes seitliches Spiel des Stangenkopfes angenommen. Der tatsächlich vorliegende Beanspruchungszustand ist nur näherungsweise darstellbar.

Von praktischer Bedeutung sind folgende *Einbaufälle*:

Einbaufall 1: Der Bolzen sitzt in der Gabel und in der Stange mit einer Spielpassung (Bild 9-2b).

- 1: Bolzen als frei aufliegender Träger
- 2: Querkraftfläche
- 3: Momentenfläche

Der Bolzen kann sich ungehindert verformen. Die Belastung (Stange) und die Stützung (Gabelwangen) erfolgen durch Streckenlasten (vgl. Bild 9-2a).

Das größte Biegemoment wirkt im Bolzenquerschnitt

$$M_{b \max} = \frac{F \cdot (t_s + 2t_g)}{8}$$

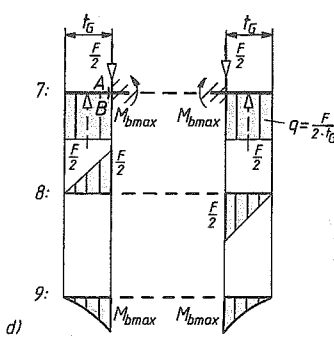
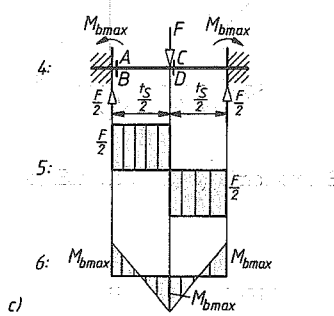
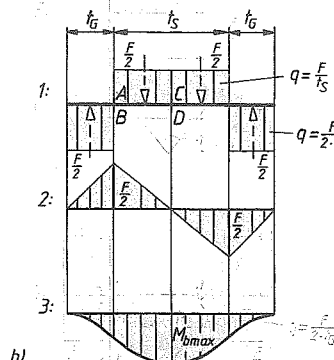
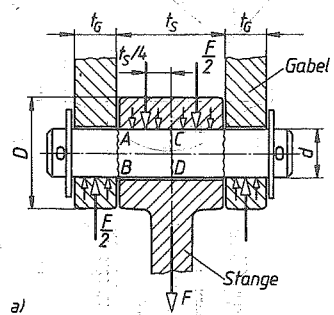


Bild 9-2 Bolzenverbindung
a) Prinzipielle Gestaltung, b) Einbaufall 1, c) Einbaufall 2, d) Einbaufall 3

Şekil 17- Pernolu bağlantılar [L12].

- a) Genel konstrüksiyon (tasarım)
- b) Montaj şekli 1
- c) Montaj şekli 2
- d) Montaj şekli 3

Einbaufall 2: Der Bolzen sitzt in der Gabel mit einer Übermaßpassung und in der Stange mit einer Spielpassung (Bild 9-2c).

4: Bolzen als beidseitig eingespannter Träger

5: Querkraftfläche im Bereich der Stange

6: Momentenfläche im Bereich der Stange

Das Biegemoment ist in den Bolzenquerschnitten A-B und C-D gleich groß:

$$M_{b \max} = \frac{F \cdot t_s}{8}$$

Die Nachgiebigkeit der Gabelwangen führt statt zu einer starren nur zu einer teilweisen Einspannung. Dies wird bei der Berechnung des Biegemomentes näherungsweise dadurch berücksichtigt, dass die Stangenkraft F als ungünstige mittige Einzellast angesetzt wird.

Einbaufall 3: Der Bolzen sitzt in der Stange mit einer Übermaß- und in der Gabel mit einer Spielpassung (Bild 9-2d).

7: Bolzen als mittig eingespannter Träger

8: Querkraftfläche im Bereich der Gabel

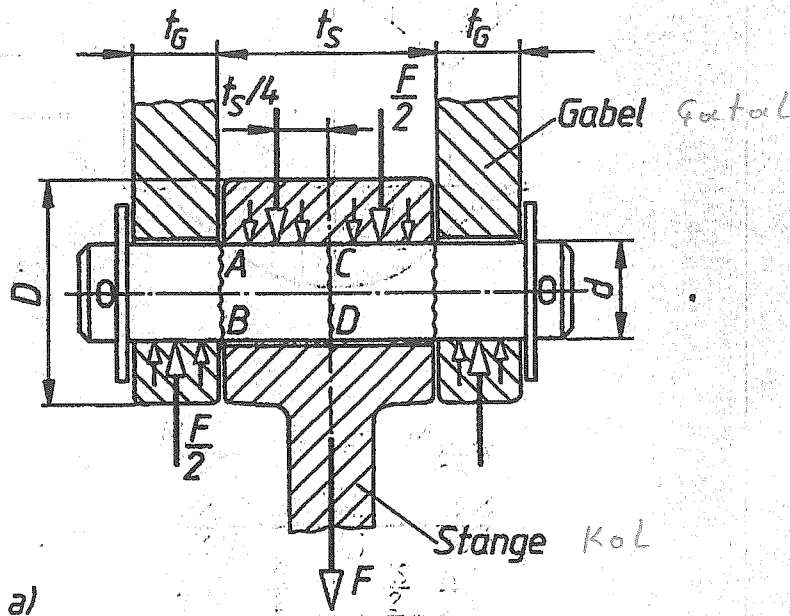
9: Momentenfläche im Bereich der Gabel

Die aus der Stange ragenden Enden bilden Kragträger. Das größte Biegemoment wirkt im Einspannquerschnitt A-B:

$$M_{b \max} = \frac{F \cdot t_G}{4}$$

Ein Vergleich der Einbaufälle zeigt, dass sich durch Einspannen des Bolzens in der Gabel oder in der Stange die Biegebeanspruchung stark herabsetzen lässt. Dies setzt allerdings starre Bauteile und sehr feste Bolzensitze voraus.

Prensip olarak, perno bağlantıları Şekil 17 a da gösterildiği gibi tasarlanmıştır. Perno lar eğilme esnasında kesme ve yüze y basınca maruz kalır (Şekil 17 a)

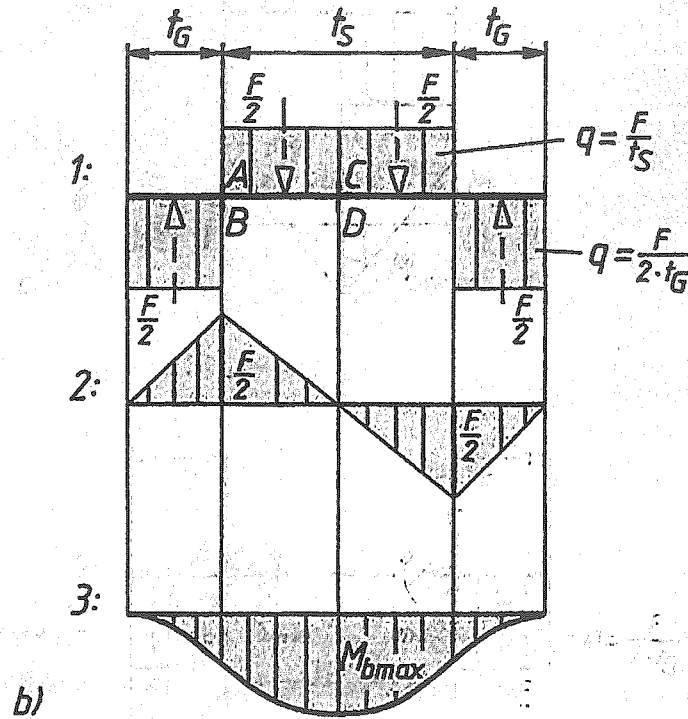


Şekil 17.a - Genel tasarım [L12]

İncelemeye devam edelim.

Montaj şekli 1:

Perno, şatal ve kol içinde boşlukla çeme-
li olarak çalışmaktadır (Pernolu oynak
mafsul) (Şekil 17 b). Yani perno serbestçe



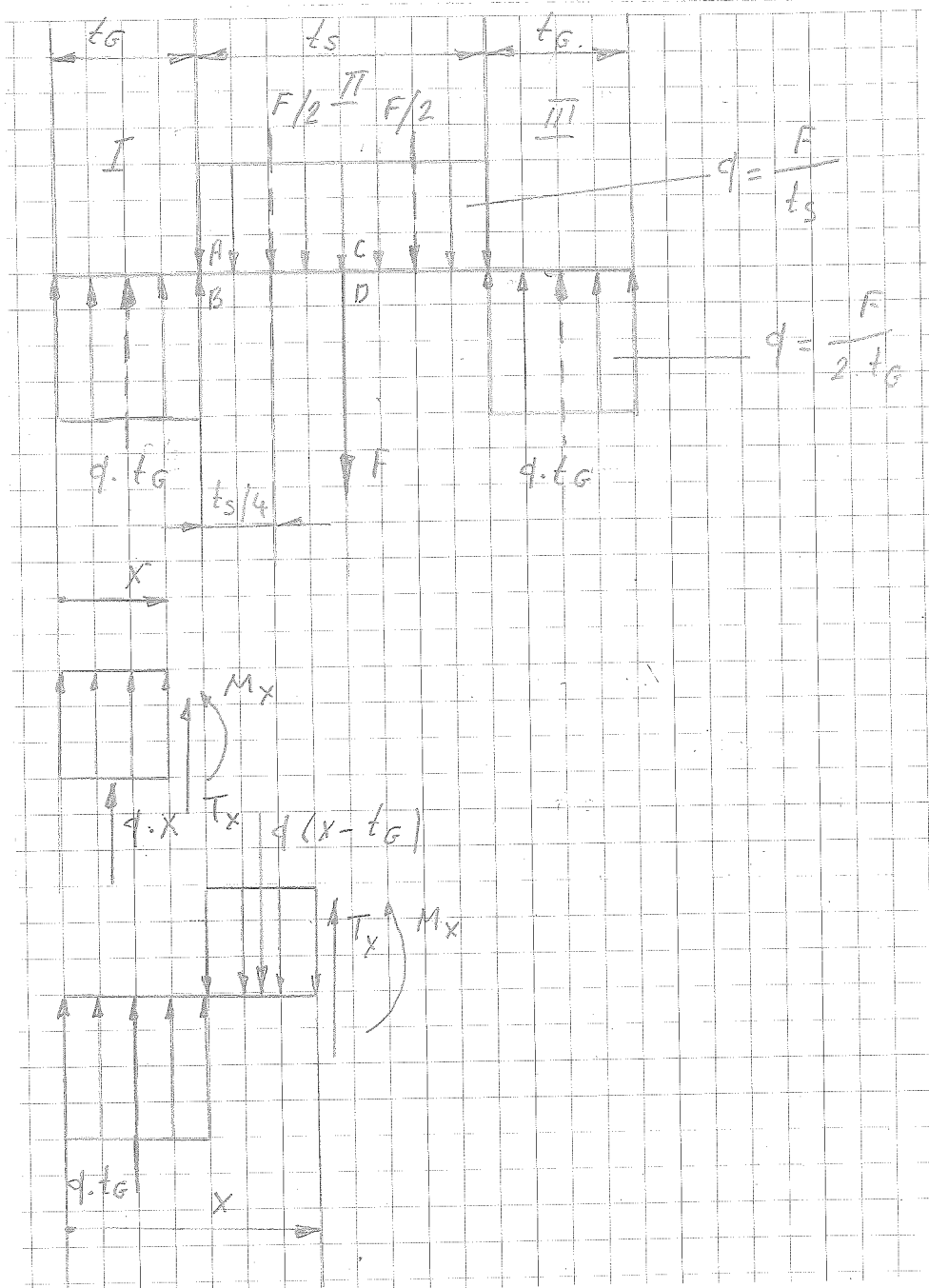
Sekil 17 b - Montaj şekli 1.
[L12]

hareket edebilir.

Yükleme şekli:

Kolda, yayılı yük } (Şekil 17 b-1)
Şatalda, yayılı yük }

Şimdi, kesit tesirleri diyagramlarını çizelim.



I. bölgede :

$$T_x = -q \cdot x$$

$$x=0 \rightarrow T_x = 0$$

$$x = t_G \rightarrow T_x = -q \cdot t_G = -\frac{F}{2}$$

$$M_x = q \cdot x \cdot \frac{x}{2} = q \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$x=0 \rightarrow M_x = 0$$

$$x = t_G \rightarrow M_x = q \cdot \frac{t_G^2}{2} = \frac{F \cdot t_G}{4}$$

II. bölge de :

$$T_x = (x - t_G) q - q \cdot t_G$$

$$x = t_G \rightarrow T_x = -q \cdot t_G = -\frac{F}{2}$$

$$x = t_G + \frac{t_s}{2} \rightarrow T_x = (t_G + \frac{t_s}{2} - t_G) q - q \cdot t_G$$

$$T_x = q \cdot \frac{t_s}{2} - q \cdot t_G = \frac{F}{2} - \frac{F}{2}$$

$$T_x = 0$$

$$M_x = q \cdot t_G (x - \frac{t_G}{2}) - q(x - t_G) (\frac{x - t_G}{2})$$

$$x = t_G \rightarrow M_x = q \cdot t_G (t_G - \frac{t_G}{2})$$

$$M_x = q \cdot \frac{t_G^2}{2} = \frac{F \cdot t_G}{4}$$

$$x = t_G + \frac{t_s}{2} \rightarrow M_x = q \cdot t_G (t_G + \frac{t_s}{2} - \frac{t_G}{2})$$

$$- q (t_G + \frac{t_s}{2} + t_G) (\frac{t_G + \frac{t_s}{2} - t_G}{2})$$

$$M_x = q \cdot t_G (\frac{t_G + t_s}{2}) - q \frac{t_s}{2} \cdot \frac{t_s}{4}$$

$$M_x = \frac{F}{2} (\frac{t_G + t_s}{2}) - q \cdot t_s \cdot \frac{t_s}{8}$$

$$M_x = \frac{F}{2} (\frac{t_G + t_s}{2}) - F \cdot \frac{t_s}{8}$$

$$M_x = \frac{F}{8} [2t_G + 2t_s - t_s]$$

$$M_x = \frac{F (t_s + 2t_G)}{8}$$

Bu değer max. eğilme momenti olup

-74-

$$M_{bmax} = \frac{F(t_s + 2t_g)}{8}$$

Eşitlik 18 ile aynıdır. (Sayfa: 57-58'e bakınız)

Kesit tesirleri diyagramları;

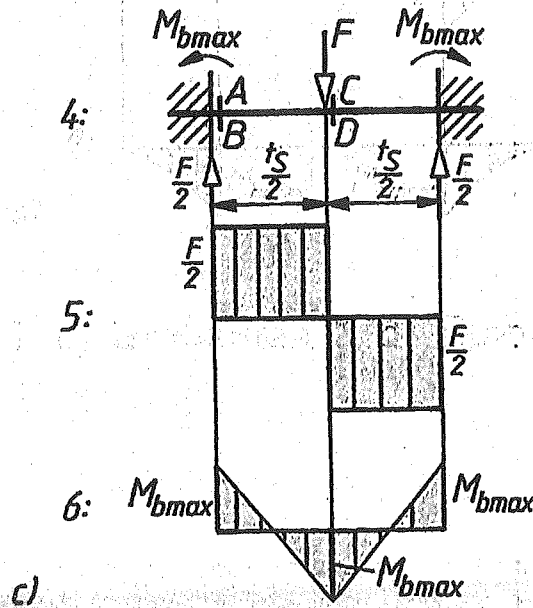
Şekil 17 b-2 : Kesme kuvveti diyagramı

Şekil 17 b-3 : Eğilme momenti diyagramı

olarak verilmiştir.

Montaj şekli 2 :

Perno, factual içinde sıkı veya pres peşme, kal içinde ise boşluklu peşmeli olarak çalışmaktadır. (Şekil 17 c). Yani perno, her iki



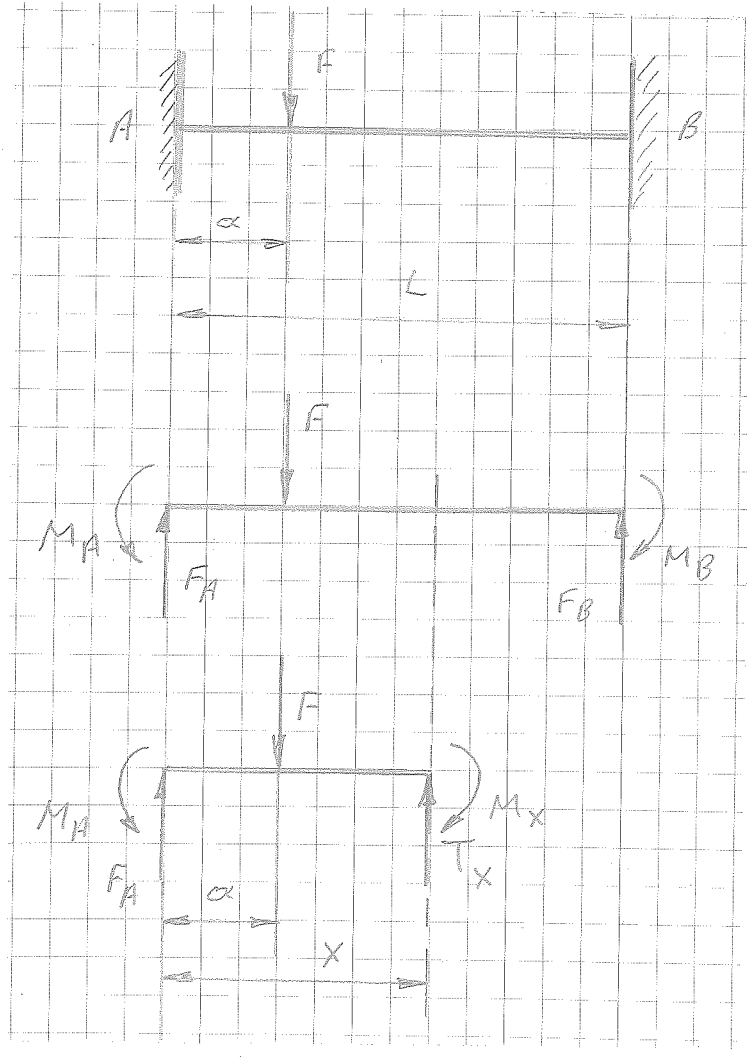
Şekil 17 c - Montaj şekli 2
[L12]

tarafından ankastre (peşme) mesnet olarak yataklanmış ve ortadan F tekil (münferit) yükü ile yüklenmiştir.

Şimdi, kesit tesir diyagramlarını çizelim.

Ancak sistem hiperstatiktir yani, reaksiyon kuvvetleri denge denklemlerinden bulunamıyor iç demektir. ilave ten şekil değişimi denklemlerine ihtiyas vardır. Öyleyse, önce genel bir hiperstatik sistem çözümünü verelim sonra özel hale geçeriz.

Şekildeki gibi iki uçundan ankastre edilmiş



$F_A = F_B = \frac{F}{2}$
 $M_A = M_B = \frac{FL}{4}$
 $T_X = F - \frac{Fx}{L}$
 $M_X = \frac{Fx}{L} \left(\frac{L-x}{2} \right) - \frac{Fx^2}{2L}$

ve üzerinde F tekil yükü bulunan kirişi göz önüne alalım [L73].

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_A + F_B - F = 0$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow -F_A \cdot L + F(L - \alpha) + M_A - M_B = 0$$

$$M_B = -F_A \cdot L + F(L - \alpha) + M_A$$

Kiriş ve elastik eğriye ait bazı fiziksel özellikler (sınırlar)

$$\text{Sehim} = y$$

$$\text{Eğim} = \frac{dy}{dx}$$

$$\text{Moment} = -M_x = EI \frac{d^2y}{dx^2}$$

$$\text{Kesme kuvveti} = -T_x = -\frac{dM_x}{dx} = EI \frac{d^3y}{dx^3}$$

$$\text{Yük} = q_x = -\frac{dT_x}{dx} = EI \frac{d^4y}{dx^4}$$

olduğuna göre,

$$\sum M_x = 0 \rightarrow -F_A \cdot x + M_A + F(x - \alpha) - M_x = 0$$

$$-M_x = F_A \cdot x - F(x - \alpha) - M_A$$

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = -M_x = F_A \cdot x - F(x - \alpha) - M_A$$

$$EI \frac{dy}{dx} = F_A \frac{x^2}{2} - F \frac{(x - \alpha)^2}{2} - M_A \cdot x + C_1$$

$$EI y = F_A \frac{x^3}{6} - F \frac{(x - \alpha)^3}{6} - M_A \frac{x^2}{2} + C_1 x + C_2$$

Simir şartlarından,

$$x=0 \rightarrow \frac{dy}{dx} = 0 \rightarrow C_1 = 0$$

$$x=0 \rightarrow y = 0 \rightarrow C_2 = 0$$

$$x=L \rightarrow \frac{dy}{dx} = 0$$

$$F_A \cdot \frac{L^2}{2} - F \frac{(L-a)^2}{2} - M_A \cdot L = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$x=L \rightarrow y = 0$$

$$F_A \cdot \frac{L^3}{6} - \frac{F(L-a)^3}{6} - M_A \frac{L^2}{2} = 0 \quad \text{--- (2)}$$

① denklemlerden,

$$F_A = M_A \cdot L \cdot \frac{2}{L^2} + \frac{F}{2} (L-a)^2 \cdot \frac{2}{L^2}$$

② denklemlerden,

$$F_A = M_A \frac{L^2}{2} \cdot \frac{6}{L^3} + \frac{F}{6} (L-a)^3 \cdot \frac{6}{L^3}$$

$$\frac{2M_A}{L} + \frac{F(L-a)^2}{L^2} = \frac{3M_A}{L} + \frac{F(L-a)^3}{L^3}$$

$$\frac{M_A}{L} = \frac{F(L-a)^2}{L^2} - \frac{F(L-a)^3}{L^3}$$

$$M_A = \frac{F(L-a)^2}{L} \left(1 - \frac{(L-a)}{L} \right)$$

$$\parallel \underline{M_A = \frac{F \cdot a (L-a)^2}{L^2}}$$

$$F_A = \frac{2 M_A}{L} + \frac{F (L-\alpha)^2}{L^2}$$

$$F_A = \frac{F \cdot \alpha (L-\alpha)^2}{L^2} \cdot \frac{2}{L} + \frac{F (L-\alpha)^2}{L^2}$$

$$\parallel F_A = \frac{F}{L^3} (L-\alpha)^2 [2\alpha + L]$$

Kuvvetin ortadan etkimesi halinde,

$$\alpha = x = \frac{L}{2} \quad \text{ve} \quad 2L$$

$$F_A = \frac{F}{L^3} \cdot \frac{L^2}{4} \left(2 \cdot \frac{L}{2} + L \right)$$

$$\parallel F_A = \frac{F}{2}$$

$$M_A = \frac{F \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{L^2}{4}}{L^2}$$

$$\parallel M_A = \frac{F \cdot L}{8} \rightarrow M_{b_{max}} = \frac{F \cdot L}{8} \quad (\text{Şekil 77})$$

bulunmaktadır.

Simetriden dolayı,

$$\left. \begin{aligned} M_A &= M_B \\ F_A &= F_B \end{aligned} \right\}$$

dir.

Kesit tesir diyagramları,

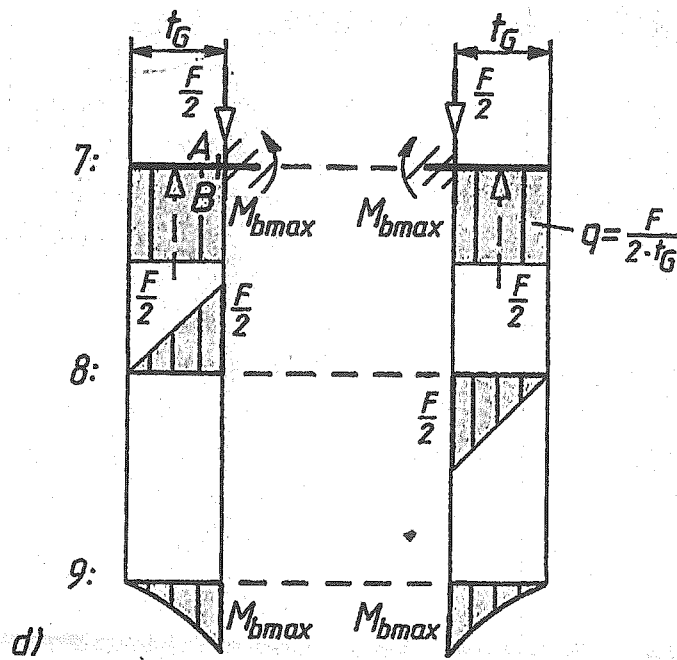
Şekil 17 c - 5 : Kesme kuvveti diyagramı

Şekil 17 c - 6 : Eğilme momenti diyagramı

Not. Sayfa 76 da $F(x-a)$ teriminin integralini, Hilmi İLERİ hocamda [L14] $F(x-a)^2/2$ şeklinde almıştır.

Montaj şekli 3 :

Perno kul içinde pres veya sıkı peşme şartları içinde ise boşluklu peşmeli olarak çalışmaktadır (Şekil 17 d).

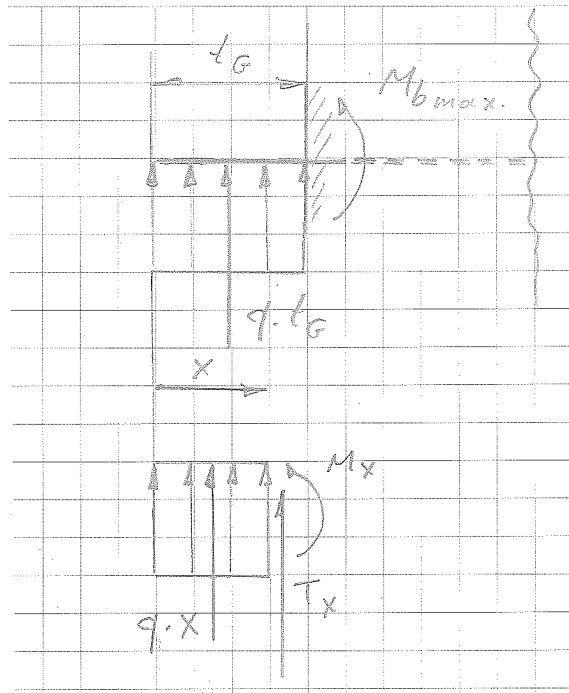


Şekil 17 d - Montaj şekli 3. [L12]

Yükleme şekli :

Kol da, ankastre mesnetli yük } (Şekil 17 d-7)
 Çatal da, yayılı yük

Şimdi, kesit tesiri diyagramlarını çizelim.



$$T_x = -q \cdot x$$

$$x=0 \rightarrow T_x = 0$$

$$x=t_G \rightarrow T_x = -q \cdot t_G = -\frac{F}{2}$$

$$M_x = q \cdot x \cdot \frac{x}{2} = q \frac{x^2}{2}$$

$$x=0 \rightarrow M_x = 0$$

$$x=t_G \rightarrow M_x = q \frac{t_G^2}{2} = \frac{F \cdot t_G}{4}$$

$$\| M_{b_{max}} = \frac{F \cdot t_G}{4} \quad (\text{Şekil 17})$$

bulunur.

I- GHH Vinci Koşum Takımında,
Kuvvet Dağılımı

-II- Kurtarma Vinci Koşum Takımında,
Perno Mukavemet Kontrolü

-III- Literatürlerden, Çözümlü
Perno Problem Örnekleri

-5-

Kemal Kaya

Şekil 17 d- 8 : Kesme kuvveti diyagramı

Şekil 17 d- 9 : Eğilme momenti diyagramı

olarak verilmiştir.

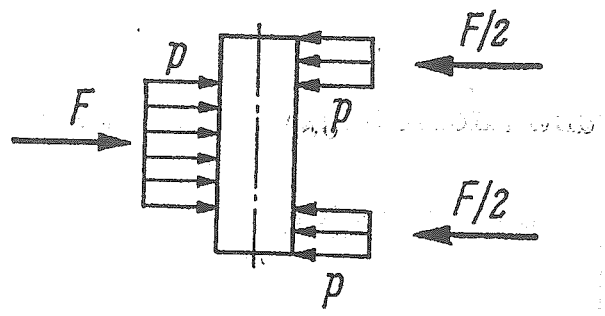
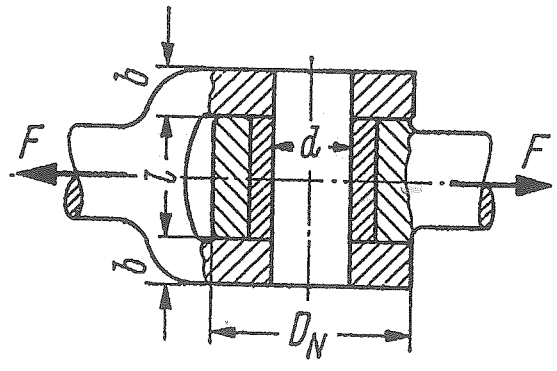
Bu üç montaj şekli incelenecek olursa, pernonun çatal veya kol'a geçme durumu (boşluklu veya pres) bize eğilme perilmesinin büyük ölçüde azaltılabileceğini gösterir.

Ancak, boşluklu veya pres geçme toleranslarına dikkat etmek gerekir.

Bu "ÖZET" başlığından sonra örneklerle devam edelim.

Örnek 7 [L5] :

Çekme subuğunda (kolunda) enine pernonun (Şekil 18) mukavemet kontrolü istenmektedir.



Şekil 18 - Çeki şubüğünde (kolunda) perno [L5].

Verilen değerler :

Perno malzemesi : St70

$d = 20 \text{ mm}$

Kol ve şaft malzemesi : St50

Yatacak burcu malzemesi : BZ (Bronz)

$b = 12 \text{ mm}$, $L = 32 \text{ mm}$

Çekme kuvveti : $F = 5200 \text{ N}$ (Titreşimli)

• Pernodaki kesme (maksimum) gerilmesi;

$$\tau_{ab} = \frac{F}{2 \cdot \pi d^2 / 4} \leq \tau_{abem} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

$$\sigma_{ab} = \frac{5200}{2 \cdot \pi \cdot \frac{20^2}{4}} = 8,27 \text{ N/mm}^2$$

St 70 için ($\sigma_B = 700 \text{ N/mm}^2$),

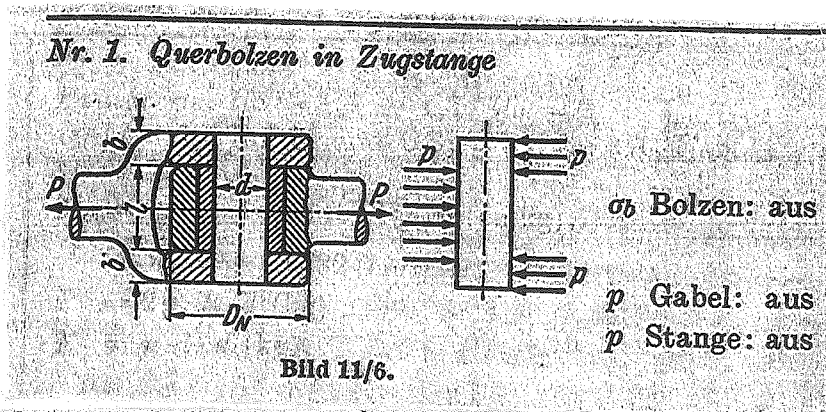
$$\sigma_{ab_{em}} = 70 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 5)}$$

$$\sigma_{ab} (= 8,27 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{ab_{em}} (= 70 \text{ N/mm}^2)$$

uygundur.

• Pernoda ki eğilme perçilmesi,

- Niemann hocamın [L5] 'teki eserinin 1961 baskısı (Tablo 20) :



Çeki şubasında enine perno

σ_b Perno

p Çatal
 P Çubuk (kol)

Faustwerte: $l/d = 1,5 \dots 1,7$; $l/b = 2 \dots 3,5$
 $D_N/d \approx 2,5$ für St und GS; $\approx 3,5$ für GG-Nabe

$M_b = \frac{P}{8} \cdot (l + 2b) = W_b \cdot \sigma_b \text{ (cmkg)}$
 $W_b = \pi \cdot d^3/32 \text{ (cm}^3\text{)}$
 $P = 2p \cdot b \cdot d \text{ (kg)}$
 $P = p \cdot l \cdot d \text{ (kg)}$

Yaklaşık değerler:
 • St ve GS göbek için;
 $\frac{D_N}{d} \approx 2,5$, GG göbek için;
 • GG göbek için;
 $\frac{D_N}{d} \approx 3,5$

Tablo 20 - Çeki şubasında (kolunda) perno [L5], 1961 baskısı

Tablo 20 incelendiğinde, pernoya gelen yük yayılı yük olarak alınmış ve bu kabule göre eğilme momentinin max. değeri perno ortasında olup,

$$M_b = \frac{P}{8} (L + 2b)$$

Eşitlik 18 ile aynıdır.

- Niemann hocanın [L5] 'teki eserinin 1981 baskısı (Tablo 21):

• Perno da kırılmaya uğramaması için σ_b değeri önce

hesaplanmalıdır. σ_b değeri σ_{bem} değeriyle karşılaştırılmalıdır.

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{M_b}{\frac{\pi d^3}{32}} \leq \sigma_{bem} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

M_b : Eğilme momenti,

Pratik hesaplamaya değeri

$$M_b = \frac{F \cdot L}{8} \quad (\text{Tablo 21})$$

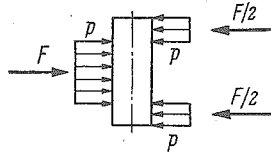
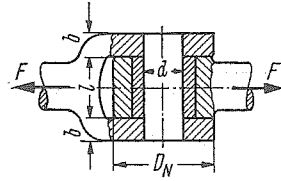
$$\sigma_b = \frac{F \cdot L \cdot 32}{8 \pi \cdot d^3} = \frac{5200 \cdot 32 \cdot 32}{8 \cdot \pi \cdot 20^3}$$

$$\sigma_b = 26,48 \text{ N/mm}^2$$

St 70 ($\sigma_B = 700 \text{ N/mm}^2$) perno malzemesi.

Nr. 1. Querbolzen in Zugstange

Çeki çubuğunda enine perno



Faustwerte: $l/d = 1,5 \dots 1,7$; $l/b = 2 \dots 3,5$
 $D_N/d \approx 2,5$ für St und GS; $\approx 3,5$ für GG-Nabe

Yak klasik değerler :

$$l/d = 1,5 \dots 1,7; l/b = 2 \dots 3,5$$

St ve GS göbek için $D_N/d \approx 2,5$ GG-göbek için $\approx 3,5$

Perno
 σ_b Bolzen: aus $M_b = \frac{F(l+b)}{4}$ bis $M_b = \frac{F \cdot l}{12}$

$$M_b = \frac{F(l+b)}{4} \text{ den } M_b = \frac{F \cdot l}{12} \text{ ye kadar}$$

** (je nach Passungen: Fall a bis Fall b)

Praktischer Rechenwert: $M_b = \frac{F \cdot l}{8}$

(a konumundan b konumuna kadar)

Pratik hesaplama değeri

$$M_b = W_b \cdot \sigma_b$$

Perno

τ_{ab} Bolzen: aus $F = 2\pi d^2 \cdot \tau_{ab}/4$

p Gabel: aus $F = 2p \cdot b \cdot d$ bis

Gabel $F = 2 \cdot p_{\max} \cdot d \cdot b/(4 + l/b)$ *

Kolt

p Stange: aus $F = p \cdot l \cdot d$

Tablo 21 - Çeki çubuğunda perno

[L5]. 1981 baskısı

** : Her parçanın toleransına göre:

Konum a ve konum b için Tablo 22'ye bakınız

* : [L5]'in 1961 baskısına göre, şerhlerde

pernonun sıkış yerlerinde elastik deformasyonundan dolayı daha büyük bir yüzey basıncı (basınç tepe noktaları) mevcuttur.

ifin,

$$\sigma_{bem} = 105 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 5)}$$

$$\| \underline{\sigma_b (= 26,48 \text{ N/mm}^2)} < (\sigma_{bem} = 105 \text{ N/mm}^2)$$

uygundur.

• Koldaki yüzey basıncı p :

$$p = \frac{F}{L.d} \leq p_{em} \text{ (Eşitlik 15)}$$

$$p = \frac{5200}{32.20}$$

$$\| \underline{p = 8,12 \text{ N/mm}^2}$$

Yatak burcu (veya perno burcu) malzemesi:

BZ için,

$$p_{em} = 12...15 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 1'e bakınız)}$$

$$\| \underline{p (= 8,12 \text{ N/mm}^2)} < p_{em} (= 12...15 \text{ N/mm}^2)$$

uygundur.

• Eataldaki yüzey basıncı p :

$$p = \frac{F}{2b.d} \leq p_{em} \text{ (Eşitlik 13)}$$

$$p = \frac{5200}{2 \cdot 12 \cdot 20}$$

$$\| \underline{p = 10,83 \text{ N/mm}^2}$$

St 50 ($\sigma_B = 500 \text{ N/mm}^2$) çatal malzemesi için,

$$p_{em} = 90 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 5)}$$

$$\| \underline{p (= 10,83 \text{ N/mm}^2) < p_{em} (= 90 \text{ N/mm}^2)}$$

uygundur.

• Max. yüzey basıncı (çatal da) p_{max} :

$$p_{max} = \frac{F(4+L/b)}{2 \cdot b \cdot d} \text{ (Tablo 21)}$$

$$p_{max} = \frac{5200(4+32/12)}{2 \cdot 12 \cdot 20}$$

$$\| \underline{p_{max} = 72,22 \text{ N/mm}^2}$$

$$\| \underline{p_{max} (= 72,22 \text{ N/mm}^2) < p_{em} (= 90 \text{ N/mm}^2)}$$

Uygundur.

Örnek 8 [L5] :

Çeki kolunda enine kuvvetlere çalıştırılan perno için, mukavemet kontrolü istenmektedir. (Tablo 22; 23)

Not. Bu örnek, Niemann hocanın [L5]'in 3. Baskısından (2001) alınmıştır.

Verilen değerler :

Perno malzemesi : E360 (Tablo 24; 25)

Nominal perno çapı : $d = 20 \text{ mm}$

Kol ve çatal malzemesi : E295 (Tablo 24; 25)

Yatacak burcu malzemesi : Bronz

Genişlik : $b = 32 \text{ mm}$

Yan yüz kalınlığı : $t = 12 \text{ mm}$

Çekme kuvveti : $F = 5200 \text{ N}$ (Titreşimli)

Konstrüksiyon :
(Geçme durumu)

Çatal / perno : Pres veya sıkı geçme

Kol / Perno : Boşluklu geçme

Perno ile perno (mükemmelen) geçmesi:

Gözleme geçmeden önce [L5]'den, kullanacağımız bazı bilgileri verelim.

Dolu pimler, çentikli pimler ve pernolar için, müsaade edilen ferrimler / yüzey basınçları ; $[N/mm^2]$ olarak :

1- Enine kuvvetler ile zorlanan pernodan (iki kesit)	Pernodun feshme durumu		idealize edilmiş (mükemmel) epişme momenti diyagramı. Tehlikeli (kritik) kesit: I-I	Zorlanma	Yüzey basıncı	
	Şaftta da	Kol'da				
Boşluklu feshme	Boşluklu feshme	Boşluklu feshme	$M_{b_{max}} = \frac{F \cdot b}{4} (t+b)$ $W_b = \frac{\pi d^3}{32}$	$F_s = \frac{F}{2}$ $A_s = \frac{\pi d^2}{4}$	$F_p = F$ Şaftta da: $A_p = 2 \cdot d \cdot t$ Kol'da: $A_p = d \cdot b$	
	Pres ve ya sıkı feshme	Boşluklu feshme				$M_{b_{max}} = \frac{F \cdot b}{12}$
	Boşluklu feshme	Pres ve ya sıkı feshme				
			$\sigma_b = \frac{M_{b_{max}}}{W_b} \leq \sigma_{bem}$	Kesme (maksimum) epişmesi: $\tau_s = \frac{F_s}{A_s} \leq \tau_{sem}$	Yüzey basıncı: $p = \frac{F_p}{A_p} \leq p_{em}$	

Tablo 23 - Tablo 22'in türkesi

- Eğilme emniyet (perilmesi);

$$\sigma_{bem} = \sigma_{bem.r} \cdot C_d \cdot C_k \quad \text{--- (19)}$$

- Kesme (Makaslama) emniyet (perilmesi);

$$\tau_{sem} = \tau_{sem.r} \cdot C_d \cdot C_k \quad \text{--- (20)}$$

- Yüzey emniyet basıncı;

$$p_{em} = p_{em.r} \cdot C_d \cdot C_{kp} \quad \text{--- (21)}$$

denklemleri ile ifade edilir.

Burada (Tablo 24, 25);

$\sigma_{bem.r}$ - İmalat malzemesine göre, müsaade edilen referans eğilme perilmesi

$\tau_{sem.r}$ - İmalat malzemesine göre, müsaade edilen referans kesme (makaslama) perilmesi;

$p_{em.r}$ - İmalat malzemesine göre, müsaade edilen referans yüzey basıncı

C_d - Dinamik zorlanma için, düzeltme faktörü (1.0)

C_k - Çentikli pimlerde eğilme ve kesme (makaslama) perilmesi için, düzeltme faktörü (1.0)

C_{kp} - Çentikli pimlerde yüzey basıncı için düzeltme faktörü (1.0)

dir.

		İmalat malzemesi.					
		GİL	GS	S 235	E 295	E 335	E 360
$P_{em,r}$ ¹⁾		70	84	91	126	140	154
		Pim veya perno malzemesi (R_m 'ye göre)					
		$R_m =$	400	490	590	690	
		Örneğin:	S 20	E 295	E 335	E 360	
$\sigma_{bem,r}$ ¹⁾			77	112	133	147	
$\Sigma_{sem,r}$ ¹⁾			56	70	84	98	
		Çelikten yapılmış serbest peşme (mafsallı) pim ve perno bağlantıları. İmalat malzemesi					
		GİL	GS	Bronz	Çelik ²⁾		
P_{em}		5	8	10	15		

Tablo 24- Dolu pim ve perno bağlantıları için, malzemelere göre N/mm^2 olarak müsaade edilen zorlanma değerleri [LS].

1) Dolu pimler için:

- Statik zorlanmada, $C_d = 1$
- Tam değişken (Alternatif) zorlanmada, $C_d = 0,5$
- Titreşimli (Genel değişken) zorlanmada, $C_d = 0,7$
- Çentikli pimlerde:
- Eğilme ve kesme (makaslama) zorlanması için $C_k = 0,7$

- Yüzey basıncı için $C_{kp} = 0,8$

Düzeltilme faktörleri kullanılır.

2) Malzeme sınıfı: Çelik (sertl.) / Çelik (sertl.)

	Bauteilwerkstoff					
	GJL	GS	S235	E295	E335	E360
$p_{zul,r}^{1)}$	70	84	91	126	140	154
	Stift- oder Bolzenwerkstoff mit $R_m =$ 400 490 590 690 z.B. 9520 E295 E335 E360					
$\sigma_{bzul,r}^{1)}$	77	112	133	147		
$\tau_{szul,r}^{1)}$	56	70	84	98		
	Geschmierte Gleitsitze (Gelenke), Bolzen/Stifte aus Stahl Bauteilwerkstoff					
	GJL	GS	Bronze	Stahl ²⁾		
p_{zul}	5	8	10	15		

¹⁾ Für Vollstifte bei ruhender Last und Größtwert eines Lastkollektivs: Dynamikfaktor $C_d = 1$; für Wechsellast: $C_d = 0,5$; für Schwellast: $C_d = 0,7$.

Minderungsfaktoren für Vollstifte, Biegung und Schub; Flächenpressung bei Kerbstiften: $C_k = 0,7$; $C_{kp} = 0,8$.

Werte von p_{zul} bei Verwendung von Lagerbuchsen s. Kap. 15.

²⁾ Werkstoffpaarung Stahl gehärtet/Stahl gehärtet.

Abb. 11.17. Werkstoffe und zulässige Beanspruchungen in N/mm^2 für Stiftverbindungen mit Vollstiften und Bolzenverbindungen, Beanspruchungen s. Abb. 11.15, 11.16

Tablo 25 - Tablo 24'ün aslı [L5]

Tablo 24 veya Tablo 25 deki malzeme sembollerinin karşılıkları :

GJL - Lamel profilli dökme demir.

Örneğin :

Sembol : EN-GJL-100 (DIN EN 1561)

Eski sembol : GG 10 (DIN 1694)

GS - Genel kullanım amaçları için alaflımsız dökme çelik (DIN 1681)

Genel imalat çelikleri (Tablo 10) :

Sembol (DIN EN 10025) : Eski sembol (DIN 17100)

S 235 JR

St 37-2

E 295

St 50-2

E 335

St 60-2

ve

9S20 : Otomat işelişi için kullanılan çelik
(Malzeme numarası: 1.0711)

Örneğin :

MKE	DIN	Malzeme No.	AISI
C1113	9S20	1.0711	C1113
C1117	15S20	1.0723	C1117

fibi. Burada,

AISI - Amerikan Demir-Çelik enstitüsü
dir.

Otomat çelikleri kolay işlenebilir çelikler olarak ta adlandırılır. Bu çeliklerin en önemli özelliği talaş kaldırma özelliğinin iyi olmasıdır. (Tablo 26 ve Tablo 27 de "AISI 1117" görülmüştür.)

AISI C1117 örnekleri bilgi olarak verilmiştir.

Bu bilgilerden sonra, örnek 8'e geri dönebiliriz. Kesme (makaslama) pernodaki kesme (makaslama) pernilmesi;

$$\tau_s = \frac{F}{2 \pi d^2 / 4} \leq \tau_{s \text{ em.}} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

C: 0.14-0.2 Mn:1-1.3 P: 0.04 S:0.08-0.13				
ÇELİK SINIFI (25 mm)	ÇEKME DAYANIMI (kg/mm ²)	AKMA DAYANIMI (kg/mm ²)	%UZAMA (50.8mm)	%KESİT DARALMASI
HADDELENDİĞİ GİBİ	49 HRb:78	31	33	63
SACAK HADDE	40 HRb:66	22	25	50
SOĞUK ÇEKME	48 HRb:78	40	15	40
NORMALLEME (900 °C)	47	30	34	54
SOĞUTMA(HAVA)	HRb:75			
TAVLAMA (855 °C)	43 HRb:68	29	33	58
SOĞUK ÇEKME+ GERİLİM BİDERME (DÜŞÜK ISI)	52 HRb:80	45	15	40
SOĞUK ÇEKME+ GERİLİM BİDERME (YÜKSEK ISI)	45 HRb: 73	35	16	45
KARBÜRLEME (925 °C-8 SAAT) + TEKRAR ISITMA (790 °C) + SUVERME(SU) + MENEVİŞ (175 °C)	62 HRb:89	35	22	49
TALAŞLI İMALAT DERECESİ	%85 (AISI 1112 ÇELİĞİNE GÖRE-TALAŞLI İMALAT DERECESİ %100)			
DARBE DAYANIMI (J)	81 (IZOD-HADDELENDİĞİ GİBİ) 85 (IZOD-NORMALLEME) 94 (IZOD-TAVLAMA)			

Tablo 26 - AISI 1117 otomat çeliği özellikleri [L15]

$$\sigma_s = \frac{5200}{2 \cdot \pi \cdot 20^2 / 4} = 8,28 \text{ N/mm}^2$$

Makaslılama emniyet perilmesi,

$$\sigma_{sem} = \sigma_{sem,r} \cdot C_d \cdot C_k \quad (\text{Eşitlik 20})$$

E360 perno malzemesi için, müsaade edilen meferrons makaslılama perilmesi:

$$\sigma_{sem,r} = 98 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 24})$$

Titresimli zorlanma için, düzeltim emniyet faktörü,

$$C_d = 0,7 \quad (\text{Tablo 24})$$

STEELS, AISI

C1117

Technological Properties

Machinability Rating (On basis of B1112 = 100)

Cold drawn to 143-179 BHN = 85% (Source-ASM, Metals Handbook)
 Hot rolled at 137 BHN = 85%
 Cold drawn at 170 BHN = 91% (Source- Ryerson.)

As Quenched Rockwell Hardness

Treatment - 1700F for 8 hr., furnace cooled, reheated to 1450F, water quenched, no temper.

Diam.	Center	Midway	Surface
1/2 in.	29 1/2 Rc	34 1/2 Rc	42 Rb
1 in.	93 Rb	96 Rb	37 Rb
2 in.	86 Rb	90 Rb	33 Rb
4 in.	81 Rb	83 Rb	32 Rb

Chemical Composition (AISI)

C %	Mn %	P %	S %
.14-.20	1.00-1.30	.040 max	.05-

Characteristics. Same as C1115¹ but with good case hardening characteristics. Is more ductile than the lower manganese grades and will stand somewhat severe cold deformation.

Uses. Is used where good machinability and case hardening are required. Can be satisfactorily hardened superficially in activated baths and subsequently heat treated. Typical uses are distributor cams, cam shafts, universal joints.

¹ Characteristics. Free machining open-hearth steel, less ductile than C1015 but freer machining. It has better mechanical properties than Bessemer steel but is not as machinable. Satisfactory for small amounts of cold forming, and can be used for more important parts than Bessemer steel. It is satisfactory for forging and brazing but is only fair for case hardening.

Critical Points¹

Ac ₁	1345	Ar	1450
Ac ₃	1540	Ar ₃	1340

¹Bethlehem Steel Co.

Treatment Temperatures

Annealing	1575-1625
Normalizing	1650-1700
Carburizing	1650-1700
Quenching	1450-1650

¹Industry values

Mechanical Properties

Form or Condition	Draw Temp	Tensile Strength M psi	Yield Strength M psi	Elong 2 in. %	Yield Point M psi	Red Area %	Hard BHN	Shear Stress		Degr of Twist	
								Elastic M psi	Max M psi	Elastic	Max
Hot rolled turned	Aver	64.79	-	37.5	44	66	132	24.5	67.69	3.4	165
Bars: Cold drawn	1 in rds ¹⁰	79.5	-	16.9	75	60.3	156	36.5	68.4	5.4	145
	2 in.	62 min	-	-	31 min	-	-	-	-	-	-
Cold drawn ²	-	70/85	60/75	15/25	-	40/50	149/183	-	-	-	-
Cold drawn ³ typ, 5/8-2 in.	-	80	68	19	51	163	-	-	-	-	-
Hot rolled ⁴	-	73	-	33	47	63	149	-	-	47	-
Cold drawn ⁴	-	80	60	20	47	160	-	-	-	45	-
Hot rolled ⁵	-	70.6	-	33	44.3	63	134	-	-	73	-
Normalized	1700F ⁴	72	-	33	50	67	146	-	-	47	-
	1650F ⁵	70	-	33	41.6	63	137	-	-	66	-
Annealed	1600F ⁴	68	-	44	44	66	139	-	-	48	-
	1575F ⁵	66	-	32	41.3	58	121	-	-	65	-
Case Hardened Properties⁴								Case Hard RC			
Carburized 8 hr. at 1700F cooled in box Drawn as shown	1 in. rd. water quenched	140	-	6	104	27	300	64	-	38	-
	1 in. rd. double quenched oil, 1600F	139	-	8	102	30	293	62	-	40	-
	1 in. rd. double quenched water, 1450F and tempered	137	-	10	100	31	285	61	-	42	-
	1 in. rd. double quenched water, 1450F and tempered	136	-	12	99	32	277	59	-	43	-
	1 in. rd. double quenched water, 1450F and tempered	131	-	15	97	36	269	57	-	44	-
	1 in. rd. double quenched water, 1450F and tempered	110	-	22	82	54	223	62	-	46	-
	1 in. rd. double quenched water, 1450F and tempered	102	-	23	74	57	212	60	-	49	-
	1 in. rd. double quenched water, 1450F and tempered	101	-	24	72	59	207	58	-	51	-
	1 in. rd. double quenched water, 1450F and tempered	101	-	25	71	62	201	57	-	53	-
	1 in. rd. double quenched water, 1450F and tempered	97	-	26	69	63	195	55	-	55	-
Core properties ⁶ Aver	-	96.5	-	23	59.3	52.7	192	65	-	33	-
Effect of Mass⁷											
As rolled	1 in. ctr.	69.75	-	33.5	49.5	61.1	149	-	-	60	-
	2 in. 1/2 r.	65.5	-	33.5	39	65.6	137	-	-	78	-
	4 in. 1/2 r.	65.25	-	33.5	37.25	63.8	131	-	-	80	-
	1 in. diam. ctr.	62.25	-	32.8	40.5	58	121	-	-	69	-
Normalized 1650F air cooled	1/2 in. ⁹ ctr.	69.75	-	34.3	45	61	143	-	-	76	-
	1 in. ctr.	67.75	-	33.5	44	63.8	137	-	-	63	-
	2 in. 1/2 r.	67	-	33.5	41.5	64.7	137	-	-	83	-
	4 in. 1/2 r.	63.75	-	34.3	35	64.7	126	-	-	85	-
Mock Carburized Properties											
1700F, 8 hr furnace cooled reheated to 1450F water quenched drawn at 350F air cooled	1/2 in. ⁹ ctr.	124.75	-	9.7	66.5	18.4	235	-	-	13	-
	1 in. ctr.	89.5	-	22.3	50.5	48.8	183	-	-	37	-
	2 in. 1/2 r.	78	-	26.3	47.75	65.7	156	-	-	62	-
	4 in. 1/2 r.	77	-	27.3	45	62.6	156	-	-	86	-

¹Izod test.

²ASTM, Bulletin

³ASM, Metals Handbook.

⁴ASM, Metals Handbook.

⁵Ryerson, Aver.

⁶Bethlehem Steel Co. Average values for coarse grained.

⁷Bethlehem Steel Co. for coarse grained steel. Carburized as 1 in. rds 8 hr at 1700 F, pot cooled, reheat to 1450 F, water quenched, drawn at 350 F. Case 0.045 in. deep.

⁸Source: Bethlehem Steel Co. Single heat results. Composition: Ladle .19% C, 1.12% Mn, .018% P, .099% S, .09% Si; Check .19% C, 1.10% Mn, .015% P, .084% S, .11% Si. McQuaid-Ehn grain Size = 100% 2-4. Test specimens: Tensile bars 0.505 in. diam, Izod 0.450 in. diam. Values are average of two tests.
⁹1575 F, furnace cooled at 30 F/hr to 1290 F, air cooled.
¹⁰The tensile test bar was 0.357 in. diam.
¹¹La Salle Steel Co.

Tablo 27 - AISI C1117 çelîpi özellikleri
 [L16]

pim (perno) çentiksiz olduğuna göre
maksimum emniyet gerilmesi,

$$\sigma_{sem} = 98 \cdot 0,7 \cdot 1 = 68,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \sigma_s (= 8,28 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{sem} (= 68,6 \text{ N/mm}^2) \|$$

Uyumdur.

• Pernodaki eğilme gerilmesi;

Konstrüksiyon (Geçme durumu);

Çatal/perno : Pres veya sıkı geçme

Kol/perno : Boşluklu geçme

olduğuna göre, Tablo 23 ten :

Max. eğilme momenti:

$$M_{b \max} = \frac{F \cdot b}{12}$$

Eğilme gerilmesi,

$$\sigma_b = \frac{M_{b \max}}{W_b} \leq \sigma_{bem}$$

Eğilme mukavemet momenti,

$$W_b = \frac{\pi d^3}{32}$$

dolayısıyla,

$$\sigma_b = \frac{F \cdot b / 12}{\pi d^3 / 32}$$

1200

$$\bar{\sigma}_b = \frac{32 F \cdot b}{12 \pi d^3}$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{32 \cdot 5200 \cdot 32}{12 \cdot \pi \cdot 20^3}$$

$$\bar{\sigma}_b = 17,66 \text{ N/mm}^2$$

Eğilme emniyet gerilmesi,

$$\bar{\sigma}_{bem.} = \bar{\sigma}_{bem.r} \cdot C_d \cdot C_k \quad (\text{Eşitlik 19})$$

E360 perno malzemesi için, referans eğilme emniyet gerilmesi,

$$\bar{\sigma}_{bem.r} = 147 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 24})$$

Çentiksiz moment (kestirilmiş) çalışan perno

$$C_k = 1, C_d = 0,7 \quad (\text{Tablo 24})$$

olduğuna göre,

$$\bar{\sigma}_{bem} = 147 \cdot 0,7 \cdot 1 = 102,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\sigma}_b (= 17,66 \text{ N/mm}^2) < \bar{\sigma}_{bem} (= 102,9 \text{ N/mm}^2)$$

Uyğundur.

• Koldaki yüzey basıncı;

$$p = \frac{F}{d \cdot b} \leq p_{em.} \quad (\text{Tablo 22})$$

$$p = \frac{5200}{20.32}$$

$$\| \underline{p = 8,125 \text{ N/mm}^2}$$

Perno burcu malzemesi Bronz (B2) için
yüzey emniyet basıncı (Malzeme çifti:
Çelik/Bronz) 10 N/mm^2 (Tablo 24)

$$p_{em} = 10 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 24)}$$

$$\| \underline{p (= 8,125 \text{ N/mm}^2) < p_{em} (= 10 \text{ N/mm}^2)}$$

Uygundur.

- Çataldaki yüzey basıncı,

$$p = F / (2.d.t) \text{ (Tablo 22)}$$

$$p = \frac{5200}{2.20.12}$$

$$\| \underline{p = 10,8 \text{ N/mm}^2}$$

Çatal da yüzey emniyet basıncı,

$$p_{em} = p_{em,r} \cdot C_d \cdot C_{kp} \text{ (Eşitlik 21)}$$

E295 çatal malzemesi için referans
yüzey emniyet basıncı

$$p_{em,r} = 126 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 24)}$$

Çentiksiz ve titreşimli çalışan per- -100-
no da ,

$$C_d = 0,7, C_{kp} = 1 \quad (\text{Tablo 24})$$

olduğuna göre

$$p_{em} = 126 \cdot 0,7 \cdot 1 = 88,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{p (= 10,8 \text{ N/mm}^2)} < p_{em} (= 88,2 \text{ N/mm}^2)$$

Uygundur.

Not 1 - G. Niemann'a ait "Maschinenelemente"

kitabının [L5] elinde, 1969-1981-2001 ve 2005 baskıları var. En yenisi olan 5. baskı-
sı da yakında elinde olacak. 2001 ve 2005 baskılarında bir değişiklik yok. Bu bağlamda, Niemann'dan alınan Örnek 7 ve Örnek 8'in irdelenmesinde (özellikle, Tablolar: 5-21-22-24) büyük yarar görüyorum. Çalışan kazanıyor.

Not 2 - [L5] literatürünün 5. baskısında

aynı problem (örnek 8) verilmiş olup bazı tablolardeki değerler aynı kalmak şartıyla daha anlaşılabilir hale getirilmiştir.

Şimdi bu tabloları verelim:

I - GHH Vinci Koşum Takımında,
Kuvvet Dağılımı

II - Kurtarma Vinci Koşum Takımında,
Perno Mukavemet Kontrolü

III - Literatürlerden, Gözümlü
Perno Problem Örnekleri

- 6 -

Kenneth M. J.

Dinamik zorlanmada dolu pimler için düzeltme faktörleri (Erik, teler)	$C_d = 1$	Statik yükte ve yük kolektifinin* daha büyük değeri için
	$C_d = 0,7$	Titreşimli (Genel değişken) zorlanma için
	$C_d = 0,5$	Tam değişken (Alternatif) zorlanma için
Genetik pimlerde, maks. loma (kesme) ve eğilme zorlanması için düzeltme faktörleri (Erik, teler)	$C_k = 0,8$	
Genetik pimlerde, yüzey basınç için düzeltme faktörü (Erik, teler)	$C_{kp} = 0,7$	

Tablo 28- Düzeltme faktörleri (Erik)

[L575.Baskı]

* : Yük kolektifi; Tahrik sistemi veya

bir elemanın, farklı zorlanmalara

ne derece maruz kaldığını belirtmek

tedir. Üs ana yük kolektifi mevcut

olup bulunur, hafif, orta ve ağır

şeklinde dir.

Tab. 11.5 - Minderungsfaktoren

Minderungsfaktor für dynamische Beanspruchung für Vollstifte	$C_d = 1$ bei ruhender Last und Größtwert eines Lastkollektivs
	$C_d = 0,7$ für Schwelllast
	$C_d = 0,5$ für Wechsellast
Minderungsfaktor für Biege- und Schubspannung bei Kerbstiften	$C_k = 0,8$
Minderungsfaktor für Flächenpressung bei Kerbstiften	$C_{kp} = 0,7$

Tablo 29 - Tablo 28' in asle [L5-5. Baski]

Zulässige Beanspruchungen in N/mm ²	Bauteilwerkstoff					
	GJL	GS	S235	E295	E335	E360 E260
$p_{zul,r}$	70	84	91	126	140	154
	Stift- oder Bolzenwerkstoff mit					
	$R_m = 400 \text{ N/mm}^2$ z. B. 9S20	$R_m = 490 \text{ N/mm}^2$ E295	$R_m = 590 \text{ N/mm}^2$ E335	$R_m = 690 \text{ N/mm}^2$ E360		$R_m = 690 \text{ N/mm}^2$
$\sigma_{h,zul,r}$	77	112		133		147
$\tau_{s,zul,r}$	56	70		84		98
	Geschmierte Gleitsitze (Gelenke), Bolzen/Stifte aus Stahl					
	Bauteilwerkstoff					
	GJL	GS		Bronze		Stahl ^b
p_{zul}^a	5	8		10		15

^a Werte von p_{zul} bei Verwendung von Lagerbuchsen siehe Kap. 15.

^b Werkstoffpaarung Stahl gehärtet/Stahl gehärtet.

Tab. 11.6 - Werkstoffe und zulässige Beanspruchungen für Stiftverbindungen mit Vollstiften und Bolzenverbindungen

Tablo 30 - Tablo 31' in asle [L5-5. Baski]

Müşavere edilen zorlanma N/mm^2 olarak	İmalat malzemesi:					
	GİL	GS	S235	E295	E335	E260
$P_{em,r}$	70	84	91	126	140	154
Pim veya Perno malzemesi:						
	$R_m = 400 - 460 N/mm^2$ Örneğin: 9520			490	590	690
				E295	E335	E360
$\sigma_{bem,r}$	77			112	133	147
$\lambda_{sem,r}$	56			70	84	98
Çelikten imal edilmiş perno veya pim ile serbest pesme (maksul) çalışan malzeme sifli:						
	GİL	GS	Bronz	Stahl*		
P_{em}	5	8	10	15		

Tablo 39 - Malzemelerine göre, dolu

pimler ve perno bağlantıları

ile pim bağlantıları için, mü-

şavere edilen zorlanma değerleri:

[L52.5; Baskı] $\sigma_{em} = 110 N/mm^2$ $\lambda_{em} = 110 N/mm^2$

* Malzeme sembolleri Çelik (sertli) / Çelik (sertli)

* - Malzeme sifli: Çelik (sertli) / Çelik (sertli)

Tab. 11.8 - Biegemomentenverlauf von querbelasteten Bolzenverbindungen [L5-5. Baski]

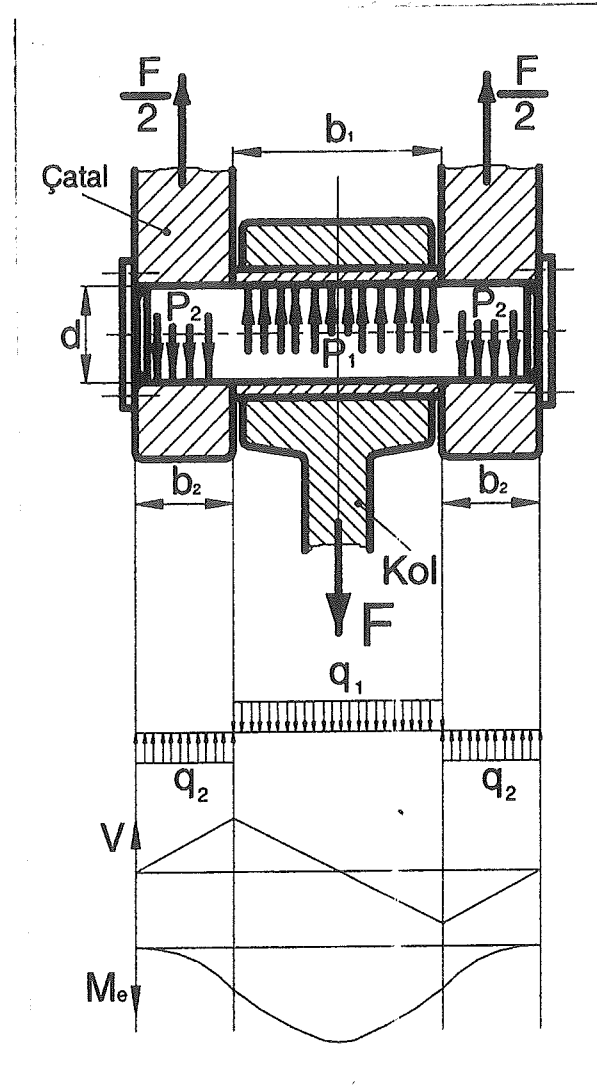
Fall	Passung	Stange/Bolzen	Spielpassung	Idealisierter Biegemomentenverlauf, gefährdeter Querschnitt I-I	Biegemoment
a	Spielpassung	Gabel/Bolzen	Spielpassung		$M_{b \max} = \frac{F}{8} (2 \cdot t + b)$
b	Presspassung		Spielpassung		$M_{b \max} = \frac{F \cdot b}{12}$
c	Spielpassung	Presspassung			$M_{b \max} = \frac{F \cdot t}{4}$

Tablo 32 - Türkçe için Tablo 23'e bakınız [L5-5. Baski]

Not: Tablo 22, 23 → [L5 - 3. ve 4. baskı] için değerlendirilmiştir;
 Tablo 32 → [L5 - 5. baskı]

Başlıkta ifade / Başlıkta ifade : Tablo 22, 23 → $M_{b \max} = \frac{F}{4} (t+b)$
 Tablo 32 → $M_{b \max} = \frac{F}{8} (2 \cdot t + b)$

İkinci verim için



Şekil 19 - Perno bağlantısı [L17]

V- Kesme kuvveti

Me- Eğilme momenti

Şekil 19'deki pernoya dalgalı ve darbeli
 ($K_f = 2$) olarak 80000 N luk kuvvet etki
 etmektedir. $b_1 = 300 \text{ mm}$, $b_2 = 120 \text{ mm}$, $d = 60 \text{ mm}$,
 çatal malzemesi: E355 (St52-3), perno
 malzemesi: 42CrMo4 (SAE 4140), burç malze-
 mesi: 21NiCrMo2 (SAE 8620) sementasyon

şeliği olduğuna göre bağlantının zorlanma durumlarına göre emniyet katsayısını bulunur.

- Perno ile kol yüzeyi arasındaki yüzey basıncı :

$$p_1 = K_1 \cdot \frac{F}{b_1 \cdot d} \quad (\text{Eşitlik 15})$$

$$p_1 = 2 \cdot \frac{80000}{300 \cdot 60} = 8,89 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{p_1} \approx 9 \text{ N/mm}^2$$

Perno ile şaft arasında dönme olduğu için aşınma meydana gelir. Mukavemet değeri olarak Tablo 33'deki değerler alınabilir.

Civata malzemesi	Somun malzemesi	$P_{\text{müsed}}$, MPa
Çelik (C15, 9SMn28, Fe50 gibi)	Dökme demir	3-7
	Dökme çelik, Beyaz temper döküm	5-10
	CuSn, CuAl	10-20
	Çelik (C35 gibi)	10-15
	Çelik (C35 gibi)	10-20
CuSn, CuAl	Çelik (C35 gibi)	10-20

Tablo 33 - Transmisyon civatalarında müsaade edilen yüzey basıncı değerleri [L17]

$$(1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2)$$

Çelik / çelik çalışması durumunda

$$p_{\text{müsaade edilen}} = 10-15 \text{ N/mm}^2 \text{ önerilmekte}$$

$$p_{\text{müsade}} = 15 \text{ N/mm}^2$$

alınırsa emniyet katsayısı

$$S = \frac{p_{\text{müsade}}}{P_1} = \frac{15}{9}$$

$$\| \underline{S = 1,67}$$

olarak bulunur.

veya,

Perno malzemesi: 42CrMo4 (SAE 4140) Çelik

Burç .. : 21NiCrMo2 (SAE 8620) Çelik

malzeme şartında, serbest peeme (maksal)

konstrüksiyonunda,

$$p_{\text{em}} = 15 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 1})$$

dir.

- Çatal ile perno arasındaki ezilme:

$$p_2 = K_1 \cdot \frac{F}{2 \cdot b_2 \cdot d} \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$p_2 = 2 \cdot \frac{80000}{2 \cdot 120 \cdot 60} = 11,11 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{p_2 \approx 11 \text{ N/mm}^2}$$

Çatal malzemesi : E355 (St52-3)

Perno malzemesi : 42CrMo4 (SAE4140)

Beraber çalısın perno ve çataldan, hangi sinin malzemesi daha zayıf ise o malzeme ezilir. Çatal için emniyet katsayısını hesaplayalım.

Sünek malzemeler için ezilme mukavemeti değeri olarak akma sınırı alınabilir.

St52-3 Malzemesi için,

$$\sigma_{Ak} = 355 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 10)}$$

$$\sigma_{HK} = 35 \text{ kJ/mm}^2 \text{ (Tablo 13)}$$

$$S = \frac{p_{ezilme} (= \sigma_{Ak})}{p_2} = \frac{355}{11}$$

$$|| S = 32$$

olarak bulunur.

• Perno nun eğilmesi :

En büyük eğilme momenti perno nun tam ortasında meydana gelir. Bu noktada kesme momenti sıfırdır. (Şekil 19).

$$M_e = \frac{F(2b_2 + b_1)}{8} \text{ (Eşitlik 78. Hesapı Sayfa: 59 da dir.)}$$

$$M_e = \frac{80000(2 \cdot 120 + 300)}{8}$$

$$\parallel M_e = 5400000 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

Bu eşitliği biraz irdeleyelim. Motor ve iş makinesinin düzgülü veya darbeli çalışması güç ve hareket mekanizmalarını etkiler. Bu itibarla, bu mekanizmaların ilettiği moment düzgülü veya darbeli olur. Bu durum, çalışma faktörü denilen bir faktörde dikkate alınır ve

$$\sigma_e = K_i \frac{M_e}{W_e} \quad (22)$$

şeklinde perilme denklemi yazılır,

K_i - Çalışma (işletme) faktörü (Tablo 34 ve 35)

Tahrik eden motor çalışma şekli:	Tahrik edilen makinenin çalışma şekli:		
	Darbesiz	Orta darbeli	Şiddetli darbeli
Darbesiz	1	1,25	1,75
Orta darbeli	1,25	1,50	2
Şiddetli darbeli	1,50	1,75	2,25

Tablo 34 - Dişli çarklar için işletme faktörü değerleri [L 17].

Tablo 34'ün daha açıklayıcı şekli de
Tablo 35'te verilmiştir.

İş makinası (tahrik edilen) çalışma tarzı ve misaller	Kuvvet makinası (tahrik makinası) Çalışma tarzı ve misaller			
	Düzgün (üniform): Elektrik motoru	Hafif darbeli: Buhar ve gaz türbini	Orta darbeli: Çok silindirli içten yanmalı motor	Şiddetli darbeli: Tek silindirli içten yanmalı motor
Düzgün (üniform): Jeneratör, insan asansörü ve vinç, türbo kompresör, aynı yoğunluktaki malzemeler için karıştırıcı, bantlı ve vidalı konveyör.	1,00	1,10	1,25	1,50
Mutedil darbeli: Takım tezgâhlarının ana mekanizmaları, yük asansörü, kren döndürme mekanizması, maden ocağı vantilatörü, aynı yoğunlukta olmayan malzemeler için karıştırıcı, çok silindirli pistonlu pompa, kademeli pompa.	1,25	1,35	1,50	1,75
Orta darbeli: Ağaç işleme makinaları, kaldırma düzenleri, tek silindirli pistonlu pompa, fasılalı çalışan karma makinaları, öğütücüler,	1,50	1,60	1,75	2,00
Ağır darbeli: Zimbalar, makaslar, hadde ve maden izabe makinaları, kepçe, ağır santrifüjler, ağır kademeli pompalar, presler.	1,75	1,85	2,00	2,25 veya daha yüksek

Tablo 35 - Çalışma (işletme) faktörü (DIN 3990)
[L7].

$$\sigma_e = 2 \cdot \frac{5400000}{\pi \cdot 60^3 / 32}$$

$$\sigma_e = 509 \text{ N/mm}^2$$

Tam değişken zorlanmada eğilme hali için emniyet perilmesi,

$$\sigma_{em} = \frac{K_y \cdot K_b \cdot \sigma_{ed}}{K_\xi \cdot S} \quad (23)$$

olarak yazılır. Burada,

σ_{ed} - Eğilmede tam değişken zorlanma sınırı

42CrMo4 ıslah edilmiş için,

$$\left. \begin{aligned} \sigma_K &= 1100 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{AK} &= 900 \text{ " } \\ \sigma_{ed} &= 530 \text{ " } \end{aligned} \right\} \text{ (Tablo 11)}$$

veya,

$$\sigma_{ed} = 0,5 \sigma_K \quad \text{(Tablo 9)}$$

$$\sigma_{ed} = 53 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{(Tablo 14)}$$

$$\sigma_{ed} = 500 \text{ N/mm}^2 \quad \text{(Tablo 8)}$$

$$\parallel \underline{\sigma_{ed} = 530 \text{ N/mm}^2} \quad \text{(alınabilir)}$$

K_y - Yüzey düzensizlik (pürüzlülük) katsayısı

$$K_y = 0,7 \quad \text{(Verilmiştir)}$$

K_b - Büyüklük (boyut) katsayısı

$$K_b = 0,8 \quad \text{(Verilmiştir)}$$

K_ξ - Çentik katsayısı

Perno çentiksiz olduğundan

$K_{\xi} = 1$ alınmıştır.

(Çentik faktörü veya katsayısı ile ilgili uygulamalı örneklere [L 19] 'den bakılabilir)

Bu konuda, bilgi bakımından

Boyut faktörü; Tablo 36,

Yüzey düzgülük faktörü; Tablo 37

Yüzey pürüzlülükleri; Tablo 38 de verilmiştir.

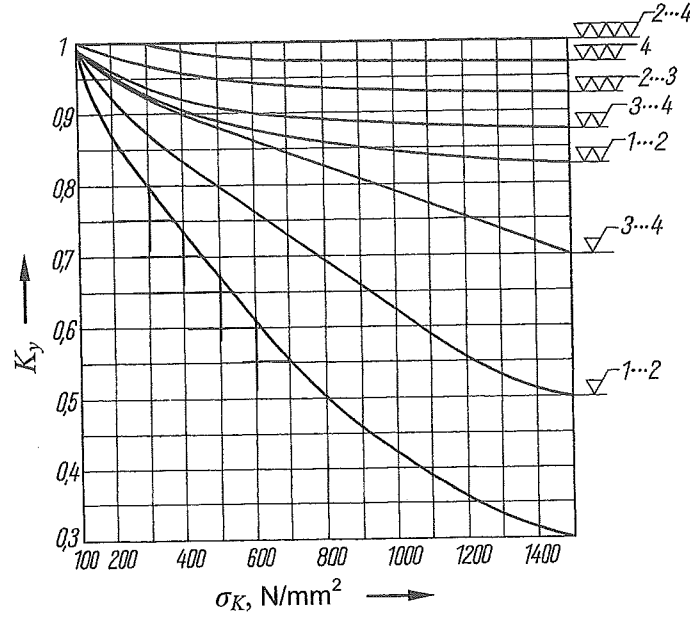
d (mm)	≤ 10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110 - 130
K_b	1	0,95	0,90	0,86	0,82	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75

Tablo 36- Boyut faktörü K_b . [L 7]

Örnek 9; Prof. Dr. Ahmet Çetin CAN hocadan alındığına [L 17] göre, sembollere ve alınmış tablo değerlerine riayet etelim ve Çetin hocanın önemli açıklamasını da verelim.

ÖNEMLİ AÇIKLAMA

Yorulma dayanımı değerleri, kaynaklarda farklı semboller ile gösterilmektedir. Kaynakların çoğu σ ve τ sembollerine indis ilave ederek yorulma dayanım değerlerini vermektedir. Zorlama gerilmeleri için kullanılan σ ve τ sembollerinin dayanım için de kullanılması, zorlama ve dayanım mantığı kurulmasını zorlaştırmaktadır. Bazı yabancı kaynaklarda dayanım değerleri S harfi (S_y : Akma sınırı, S_e : Yorulma dayanımı, S_u : çekme dayanımı vs) ile gösterilmiştir. Dayanım ve zorlama gerilmelerinin ayırt edilmesi için dayanım değerleri belirtirken σ ve τ sembolleri kullanılmamış, akma sınırı R_e , çekme dayanımı R_m , yorulma dayanımı R_f sembolleri ile gösterilmiştir. Gerilme çeşitlerini belirtmek için indislere ilaveler yapılmıştır.



Simge	Pürüz derinliği serisi	Pürüz derinliği R_t (μm)	Yüzey işlemleri
	2 ... 4	0,4 ... 1	Parlatılmış
	4	2,5	İnce taşlanmış
	2 ve 3	4 ... 6,3	Taşlanmış
	3 ve 4	16 ... 10	Çok ince talaş
	1 ve 2	25 ... 40	İnce talaş
	3 ve 4	25 ... 63	Kaba talaş
	1 ve 2	100 ... 160 Gerektiğinde 250 μm 'a kadar çıkılabilir	Çok kalın talaş

Tablo 37 - Yüzey pürüzlülük faktörü [L7]

Ana grup	Erişilebilecek ortalama pürüzlülük R_a μm	0,006	0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	
	İmal yöntemi															
Ön şekil verme	Kuma döküm															50
	Kabuk kalıp döküm															25
	Kokil döküm															12,5
	Basınçlı döküm															6,3
	Hassas döküm															3,2
Kalıcı şekil verme	Dövme															1,6
	Düz haddeleme															0,8
	Derin çekme															0,4
	Presleme															0,2
	Kalıpta şekil verme															0,1
	Şekilli haddeleme															0,05
Talaşlı şekil verme	Kesme															1,6
	Boyuna tornalama															0,8
	Alın tornalama															0,4
	Tornada kesme															0,2
	Planyalama															0,1
	Dik planyalama															0,05
	Raspalama															0,025
	Delme (Matkapla)															0,012
	Delik işlemek (Kalemle)															0,006
	Havşalamak															0,05
	Raybalamak															0,1
	Çevresel frezeleme															0,2
	Alın frezeleme															0,4
	Boşaltma (Broşlama)															0,8
	Eğeleme															1,6
	Silindirik boylam taşlama															0,05
	Silindirik alın taşlama															0,1
	Silindirik dalma taşlama															0,2
	Çevresel düzlem taşlama															0,4
	Alın düzlem taşlama															0,8
	Polisaj															0,1
	Uzun kurslu honlama															0,2
	Kısa kurslu honlama															0,4
	Silindirik lepleme															0,05
	Yüzey lepleme															0,1
	Titreşimle lepleme															0,2
	Parlatma leplemesi															0,05
	Püskürtme ile kumlama															0,012
	Dolapta kumlama															0,025
	Yakarak kesme															0,006

Tablo 38 - İmal yöntemine göre erişilebilecek yüzey pürüzlülükleri (DIN 4766). [17].

Tablo 38 - İmal yöntemine göre erişilebilecek yüzey pürüzlülükleri (DIN 4766). [17].

Sayfa 112 deki önemli açıklamaya göre,
çince, Emniyetli dayanım değeri R_{em} ;

$$R_{em} = \frac{K_y \cdot K_b}{K_f} \cdot R_{fed} \cdot \frac{1}{S} \quad (24)$$

şeklinde yazılır. Burada,

K_f - Yorulma dayanımı düşüş faktörü.

$$K_f = 1 + q (K_t - 1) \quad (25)$$

bağıntısı ile hesaplanır

q - Sentrik duralıklık faktörü

K_t - Gerilim yığılma faktörü

R_{fed} - Eğilme dalgalı değişken yorulma dayanımı (Tablo 39)

Tablo 39 daki semboller :

R_{fct} - Çeki-bası tam değişken yorulma dayanımı

R_{fcd} - Çeki dalgalı değişken yorulma dayanımı

R_{fet} - Eğilme tam değişken yorulma dayanımı

R_{fbt} - Kayma gerilmesi ile (Burma ve kesme) zorlamada tam değişken yorulma dayanımı

R_{fbd} - Kayma gerilmesi ile (Burma ve kesme) zorlamada dalgalı değişken yorulma dayanımı

SAE 4140 çeliğinin ıslah edilmiş durumundadır. - 116 -

ki çekme dayanımı, $R_m = 1075 \text{ N/mm}^2$ (Tablo 40) olduğuna göre

$$R_{fed} = 0,75 R_m \text{ (Tablo 39)}$$

ile,

$$R_{em} = \frac{0,8 \cdot 0,7}{1} \cdot 0,75 \cdot 1075 \cdot \frac{1}{S}$$

$$R_{em} = \frac{451}{S}$$

$$\sigma_e = 509 \text{ N/mm}^2 \text{ (Sayfa 110)}$$

$$\parallel S = \frac{451}{509} = 0,88$$

Eğilme durumuna göre perno yetersizdir.

Bu amaçla bir bilgi daha verelim;

Tablo 34'ü destek olmak üzere [L5 - 1981 2. baskı] 'dan alınan bilgiler, Tablo 41'de verilmiştir.

Malzeme	Çekme		Eğme		Burma	
	Tam değişken R_{ft}	Dalgali Değişken R_{fcd}	Tam değişken R_{fet}	Dalgali Değişken R_{fed}	Tam değişken R_{fbd}	Dalgali Değişken R_{fbd}
<i>Demir esaslı metaller</i>						
<i>Genel yapı çeliği</i>	$0,45R_m$	$0,58 R_m$	$0,49R_m$	$0,73 R_m$	$0,35R_m$	$0,38 R_m$
<i>İstah çeliği</i>	$0,41R_m$	$0,7 R_m$	$0,44R_m$	$0,75 R_m$	$0,3R_m$	$0,48 R_m$
<i>Sementasyon çelikleri</i>	$0,40R_m$	$0,64 R_m$	$0,41R_m$	$0,7 R_m$	$0,3R_m$	$0,42 R_m$
<i>Dökme çelikler</i>	$0,34R_m$	$0,54R_m$	$0,4R_m$	$0,64 R_m$	$0,29R_m$	$0,46 R_m$
<i>Genel profilli dökme demirler</i>	$0,25R_m$	$0,4 R_m$	$0,37R_m$	$0,67 R_m$	$0,36R_m$	$0,58 R_m$
<i>Küresel profilli dökme demirler</i>	$0,3R_m$	$0,5 R_m$	$0,42R_m$	$0,63 R_m$	$0,24R_m$	$0,38 R_m$
<i>Demir olmayan metaller</i>						
<i>Magnezyum hadde alaşımları</i>					$R_{fet} = (0,25...0,4)R_m$	$(N=10^8)$
<i>Magnezyum döküm alaşımları</i>					$R_{fet} = (0,2...0,3)R_m$	$(N=10^8)$
<i>Nikel esaslı ve bakır esaslı alaşımlar</i>					$R_{fet} = (0,35...0,45)R_m$	$(N=10^8)$
<i>Soğuk çekilmiş bakır alaşımları</i>					$R_{fet} = (0,25...0,35)R_m$	$(N=10^8)$
<i>Alüminyum hadde alaşımları $R_m \leq 280 N/mm^2$</i>					$R_{fet} = (0,35...0,40)R_m$	$(N=10^8)$
<i>Alüminyum döküm alaşımları $R_m \leq 350 N/mm^2$</i>					$R_{fet} = (0,25...0,35) R_m$	$(N=10^8)$
<i>Bakır</i>					$R_{fbd} = 0,22R_m$	
<i>Demir olmayan metallerin tümü için</i>					$R_{fed} = 1,6R_{fet}$	
					$R_{fcd} = 1,6R_{fct}$	
					$R_{fbd} = 1,6R_{fbd}$	
					$R_{fct} = R_{fet}$	

Açıklama:
1) Çelikler için bu bağıntılar, $R_m < 1400MPa$ için geçerlidir. Daha yüksek dayanımlı çeliklerde 1400MPa karşılık gelen değer için katsayılar istatistik ortalamaya değerleridir. Çekme dayanımı aynı olan çeliklerin yorulma dayanımları da aynı olmaz.
2) Verilen üretim kalitesi iyi olan çelikler için katsayılar daha fazla, iyi olmayanlar için daha küçük olur.

Tablo 39. Makina tasarım malzemelerinin, çekme dayanımı sınırından form değişken ve dalgali değişken yorulma dayanımı değerleri için katsayılar [L17].

Gelik, SAE, AISI (DIN karşılığı)	Üretim şekli	Çekme Dayanımı (MPa)	Akma Sınırı (MPa)	Kopma Uza. (%)	Kesit Dar. (%)	Sertlik (HB)
1015 (CK15)	Sıcak haddelenmiş	345	190	28	50	101
	Soğuk çekilmiş	385	325	18	40	111
1020 (CK20)	Sıcak haddelenmiş	380	205	25	50	111
	Soğuk çekilmiş	420	350	15	40	121
1030 (CK30)	Sıcak haddelenmiş	470	260	20	42	137
	Soğuk çekilmiş	525	440	12	35	149
1040 (CK40)	Sıcak haddelenmiş	525	290	18	40	149
	Soğuk çekilmiş	585	490	12	35	170
1045 (CK45)	Sıcak haddelenmiş	565	310	16	40	163
	Soğuk çekilmiş	625	530	12	35	179
	Tavllanmış, soğuk çekilmiş	585	505	12	45	170
1050	Sıcak haddelenmiş	620	340	15	35	179
	Soğuk çekilmiş	690	580	10	30	197
	Tavllanmış, soğuk çekilmiş	655	550	10	40	189
1212 (9S20)	Sıcak haddelenmiş	385	230	25	45	121
	Soğuk çekilmiş	540	415	10	35	167
4140 (42CrMo4)	870 °C'de normalleştirilmiş	1020	655	17,7	46,8	302
	815 °C'de tavllanmış	655	415	25,7	56,9	197
	845 °C'den suda sertleştirilmiş ve 540 °C'de temperlenmiş	1075	986	15,5	56,9	311
	870 °C'de normalleştirilmiş	938	615	21,8	61	269
6150 (50CrV4)	815 °C'de tavllanmış	670	415	23	48,4	197
	845 °C'den yağda sertleştirilmiş ve 540 °C'de temperlenmiş	1200	1160	14,5	48,2	352
	915 °C'de normalleştirilmiş	635	360	26,3	59,7	183
8620 (21NiCrMo2)	870 °C'de tavllanmış	540	385	31,3	62,1	149
	Kör sertleştirilmiş	900-1200	630	9	35	-
	900 °C'de normalleştirilmiş	931	580	19,7	43,4	269
9255 (55Si7)	845 °C'de tavllanmış	779	485	21,7	41,2	229
	885 °C'den yağda sertleştirilmiş ve 540 °C'de temperlenmiş	1130	924	16,7	38,3	325
	980 °C'den yağda sertleştirilmiş 650 °C'de temperlenmiş	831	738	20	64	...
	980 °C'den yağda sertleştirilmiş 40 °C'de temperlenmiş	1435	1140	17	59	45 HRC
	Tavllanmış çubuk	585	235	60	70	149
304 (X5CrNi18-10)	Tavllanmış ve soğuk çekilmiş	690	415	45	...	212
	Yüksek gerilmeli soğuk çekilmiş	860	655	25	...	275
	Tavllanmış levha	580	290	50	...	79 HRB
316 (X5CrNiMo17-12-2)	Tavllanmış çubuk	550	240	60	70	149
	Tavllanmış ve soğuk çekilmiş çubuk	620	415	45	65	190

*Tavllanmış: Çelik ostenitlendikten sonra fırında yavaş soğutulmuş

**Normalleştirilmiş: Çelik ostenitlendikten sonra havada soğutulmuş

- (E) Verilen değerler minimum değerlerdir. 1100 serisi çeliklerde Si oranı en çok %0,1'dir. Verilen mekanik özellikler 19...31,8mm kalınlığındaki malzemeler için geçerlidir.
- (E) Değerlerin çoğu 25mm çapındaki numuneler ile elde edilmiştir.

Tablo 40- Makina tasarımında kullanılan bazı çeliklerin SAE veya AISI standartlarına göre statik çekme şartlarında mekanik özellikleri [L17].

MALZEME	Çekme ⁽³⁾		Eğilme ⁽¹⁾			Burulma ⁽¹⁾		
	σ_W	σ_{Sch}	σ_{bW}	σ_{bSch}	σ_{bF}	τ_{tW}	τ_{tSch}	τ_{tF}
İmalat Çeliği	$0,45 \cdot \sigma_B$	$1,3 \cdot \sigma_W$	$0,49 \cdot \sigma_B$	$1,5 \cdot \sigma_{bW}$	$1,5 \cdot \sigma_S$	$0,35 \cdot \sigma_B$	$1,1 \cdot \tau_{tW}$	$0,7 \cdot \sigma_S$
İslah Çeliği	$0,41 \cdot \sigma_B$	$1,7 \cdot \sigma_W$	$0,44 \cdot \sigma_B$	$1,7 \cdot \sigma_{bW}$	$1,4 \cdot \sigma_S$	$0,30 \cdot \sigma_B$	$1,6 \cdot \tau_{tW}$	$0,7 \cdot \sigma_S$
Sementasyon Çeliği ⁽²⁾	$0,40 \cdot \sigma_B$	$1,6 \cdot \sigma_W$	$0,41 \cdot \sigma_B$	$1,7 \cdot \sigma_{bW}$	$1,4 \cdot \sigma_S$	$0,30 \cdot \sigma_B$	$1,4 \cdot \tau_{tW}$	$0,7 \cdot \sigma_S$
Kır dökme demir	$0,25 \cdot \sigma_B$	$1,6 \cdot \sigma_W$	$0,37 \cdot \sigma_B$	$1,8 \cdot \sigma_{bW}$	-	$0,36 \cdot \sigma_B$	$1,6 \cdot \tau_{tW}$	-
Hafif metal	$0,30 \cdot \sigma_B$	-	$0,4 \cdot \sigma_B$	-	-	$0,25 \cdot \sigma_B$	-	-

Tablo 41. Çelik, kır dökme demir ve hafif metaller için ortalama sürekli mukavemet değerleri [L5]

(1) ~ 10mm çaplı parlatılmış deney çubukları içindir. 10mm den daha büyük çaplar için σ_{bW} , Tablo 36'daki büyüklük (boyut) faktörü ile çarpılır.

(2) Sementasyonla sertleştirilmiş olup ~ 30mm çaplı deney çubuklarından elde edilmiştir. σ_B ve σ_S çekirdek malzemesine aittir.

(3) Basma için σ_{Sch} daha büyüktür, örneğin yay çeliğinde $\sigma_{dSch} \approx 1,3 \cdot \sigma_{Sch}$, kır dökme demirde $\sigma_{dSch} \approx 3 \cdot \sigma_{Sch}$ dir.

σ_W - Çekme için tam değişken zorlanma sınırı

σ_{Sch} - Çekme için titreşimli zorlanma sınırı

σ_{bW} - Eğilmeye tam değişken zorlanma sınırı

σ_{bSch} - Eğilmeye titreşimli zorlanma sınırı

σ_{bF} - Eğilmeye akma sınırı

τ_{tW} - Burulmada tam değişken zorlanma sınırı

τ_{tSch} - Burulmada titreşimli zorlanma sınırı

τ_{tF} - Burulmada akma sınırı

σ_B - Çekme (kopma) mukavemeti

σ_S - Uzama sınırı (Akma sınırı)

Tablo 41'in kullanılmasına bir örnekle
verelim.

İslah seçici; Etilmede titreşimli 20-100 mm
Sınırları

$$\sigma_{bSch} = 1,7 \sigma_{bw}$$

$$\sigma_{bw} = 0,44 \sigma_B$$

$$\sigma_{bSch} = 1,7 \cdot 0,44 \cdot \sigma_B = 0,748 \sigma_B$$

$$\parallel \underline{\sigma_{bSch} \approx 0,75 \sigma_B}$$

(Tablo 39'da, $R_{fed} = 0,75 \cdot R_m$ değerini okumuştuk)

Kol ile çatal arasındaki bölgede
etilme gerilmesi ile beraber kesme gerilmesi de
vardır. Bu noktanın hesabı bileşik gerilme
teorilerine göre yapılmalıdır. Kesme gerilmesi,
maksimum şekilde olduğu için kesitin her
tarafında eşit olarak bulunur.

$$\tau = K_i \frac{F}{2} \frac{1}{A_0} \quad \dots \dots \dots (26)$$

$$\tau = 2 \cdot \frac{80000/2}{\pi \cdot 60^2/4}$$

$$\parallel \underline{\tau = 28 \text{ N/mm}^2}$$

I - GHH Vinci Koşum Takımında,
Kuvvet Dağılımı

II - Kurtarma Vinci Koşum Takımında,
Perno Mukavemet Kontrolü

III - Literatürlerden, Çözümlü
Perno Problem Örnekleri

-7-

[Handwritten signature]

Bu noktada ki eğilme momenti:

7217

$$M_e = \frac{F \cdot b_2}{4} = \frac{80000 \cdot 120}{4}$$

$$M_e = 2400000 \text{ Nmm}$$

Eğilme gerilmesi:

$$\sigma_e = K_i \cdot \frac{M_e}{W_e} \quad (\text{Eşitlik 11 ve 22})$$

$$\sigma_e = 2 \cdot \frac{2400000}{\lambda \cdot \frac{60^3}{32}}$$

$$\sigma_e = 226 \text{ N/mm}^2$$

En büyük kayma gerilmesi: teorisi uygulanır

ise;

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 4\tau^2} \leq R_{em} \quad (27)$$

R_{em} - Emniyetli dayanım değeri (Eşitlik 24)

ve

$$R_{em} = \frac{451}{5} \quad (\text{Sayfa: 116})$$

olduğuna göre (Emniyetli dayanım değeri eğme durumundaki değer alınabilir),

$$\sqrt{226^2 + 4 \cdot 28^2} = 232 \text{ N/mm}^2 \leq R_{em}$$

$$232 \leq \frac{451}{S}$$

$$\| \underline{S = 1,94}$$

Not. Pernonun tam ortasındaki eğilme zorlanması ile yapılan hesapta emniyet katsayısı küçük çıkmıştır. Pernolar genellikle, indüksiyon ile yüzey sertleştirme işlemine tabii tutulurlar. Bu durumda yorulma dayanımları %50 artış gösterir. Bu artış değeri sağlama faktörü olarak alınması durumunda emniyet katsayısı 1,5 kat artar. Sonuç olarak pernonun boyutları yeterlidir denilebilir [L17].

Örnek 10 [L20] :

Şekil 20 de gösterilen bir mafsal için aşağıdaki veriler geçerlidir.

$$b = 20 \text{ mm}$$

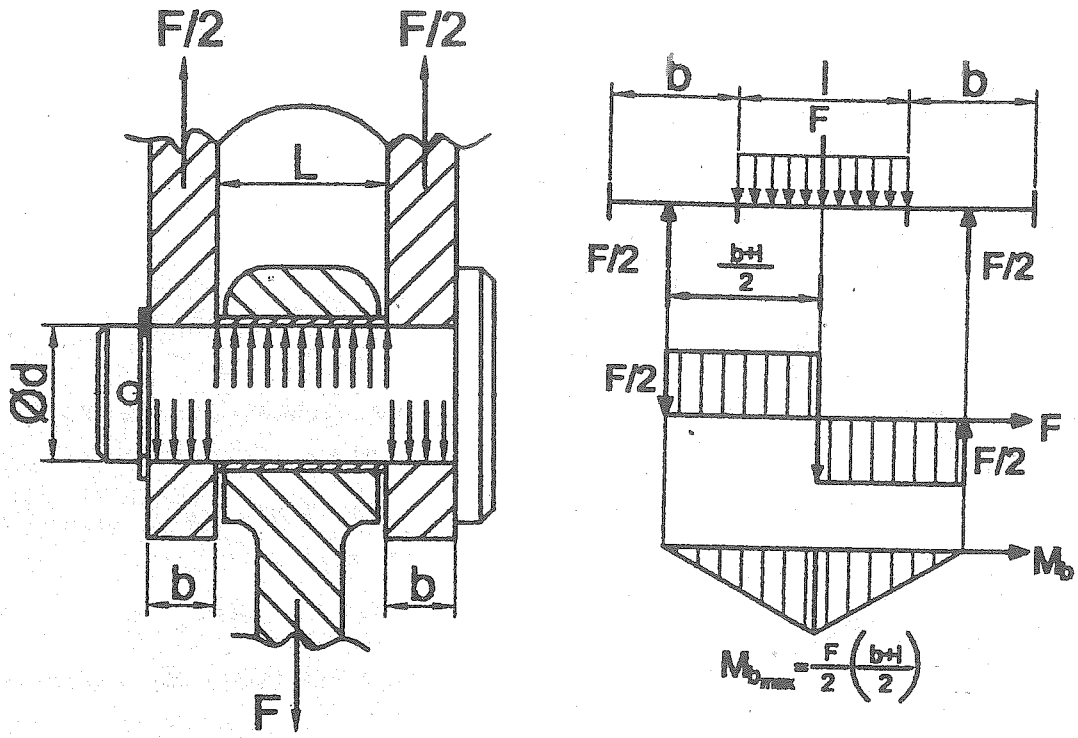
$$L = 45 \text{ mm}$$

$$d = 30 \text{ mm}$$

$$F = 25 \text{ kN}$$

Kol ve mafsal malzemesi : St37

Perno malzemesi : St70



Şekil 20 - Pernolu oynak mafsalı bağlantı ve kesit tesir diyagramları [L20]

- a) Kol ve şataldaki yüzey basıncını,
 b) Eğilme gerilmesini,
 c) Kesme gerilmesini

hesaplayınız.

- a) Koldaki yüzey basıncı,

$$p = \frac{F}{L \cdot d} \quad (\text{Eşitlik 15})$$

$$p = \frac{25 \cdot 10^3}{45 \cdot 30}$$

$$p = 18,5 \text{ N/mm}^2$$

St 37 için, titreşimli zorlanma, perel değişken zorlanma veya yarı değişken zorlanmada, yüzey emniyet basıncı

$$p_{em} = 65 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 1 veya Tablo 3)}$$

$$\| \underline{p (= 18,5 \text{ N/mm}^2)} < p_{em} (= 65 \text{ N/mm}^2) \|$$

olup uygundur.

Çatal deliklerindeki yüzey basıncı,

$$p_f = \frac{F}{2b \cdot d} \text{ (Eşitlik 13)}$$

$$p_f = \frac{25 \cdot 10^3}{2 \cdot 20 \cdot 30}$$

$$\| \underline{p_f = 20,83 \text{ N/mm}^2} \|$$

$$\| \underline{p_f (= 20,83 \text{ N/mm}^2)} < p_{em} (= 65 \text{ N/mm}^2) \|$$

olup uygundur.

b) Eğilme fecilmesi,

Önce max. eğilme momentini hesaplıyalım,

$$M_{e \max.} = \frac{F}{8} (L + 2b)$$

Bu ifade, eşitlik 18 de verildiği gibi
Sayfa: 59 da da formülümüzden elde edilmiştir.

$$M_{e_{max}} = \frac{25 \cdot 10^3}{8} (45 + 2 \cdot 20)$$

$$\| M_{e_{max}} = 2,66 \cdot 10^5 \text{ N.m}$$

Eğilme gerilmesi,

$$\sigma_e = \frac{M_{e_{max}}}{W_e} = \frac{M_{e_{max}}}{(\pi d^3/32)} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

$$\sigma_e = \frac{2,66 \cdot 10^5}{\pi \cdot 30^3/32}$$

$$\| \sigma_e = 100,2 \text{ N/mm}^2$$

St 70 için, titreşimli zorlanma, penel
değişken zorlanma veya yarı değişken
zorlanmadır, müsaade edilen eğilme
gerilmesi

$$\sigma_{em} = 110 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 2 veya Tablo 4})$$

$$\| \sigma_e (= 100,2 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{em} (= 110 \text{ N/mm}^2)$$

uygundur.

c) Kesme perilmesi,

$$\tau = \frac{F/2}{\pi d^2/4} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

$$\tau = \frac{25 \cdot 10^3 / 2}{\pi \cdot 30^2 / 4}$$

$$\parallel \underline{\tau = 17,7 \text{ N/mm}^2}$$

St 70 için yarım değişken (Titreşimli veya genel değişken) zorlanmada, kesme emniyet perilmesi:

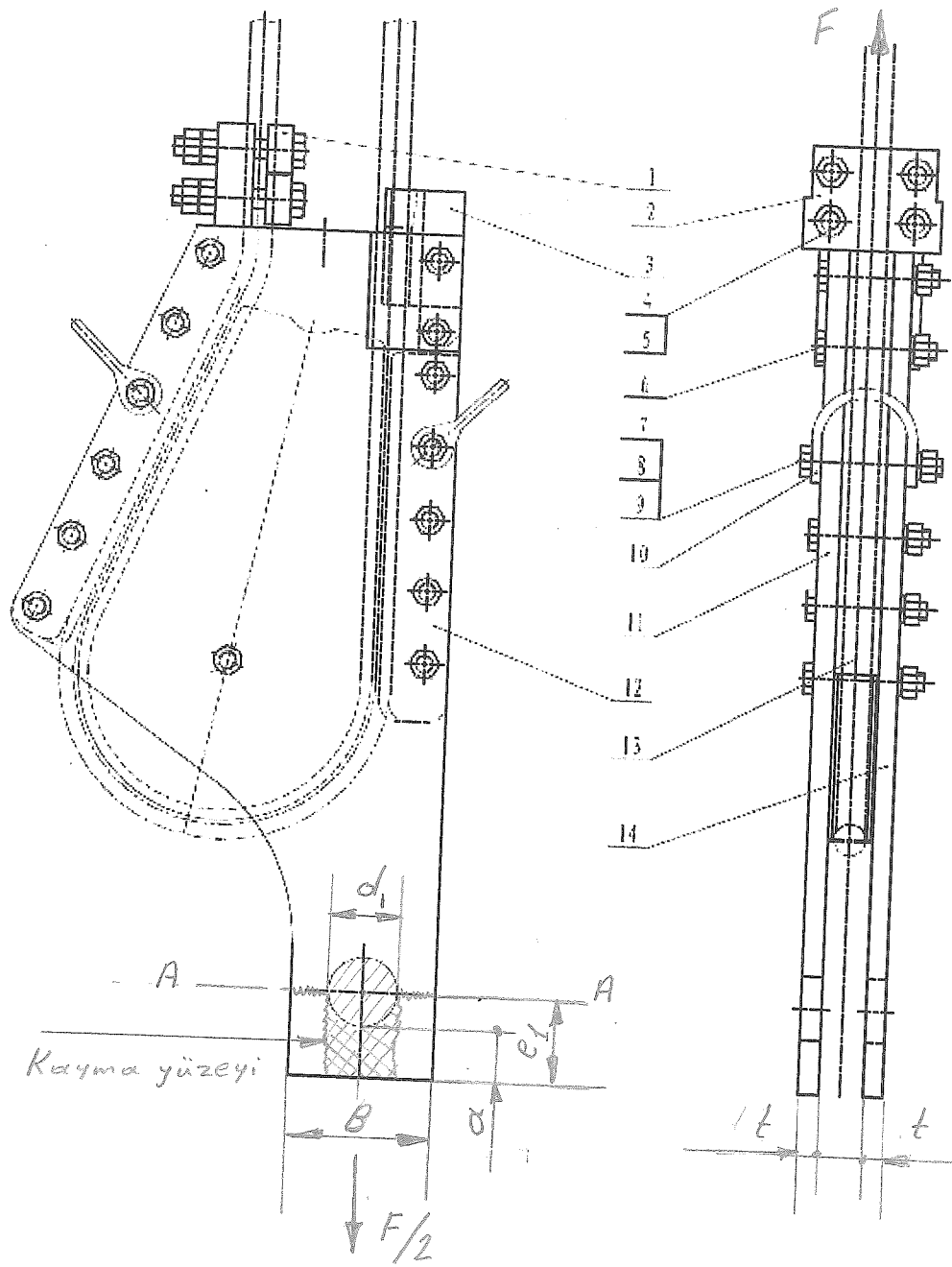
$$\tau_{em} = 68 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 2 veya Tablo 4})$$

$$\parallel \underline{\tau (= 17,7 \text{ N/mm}^2) < \tau_{em} (= 68 \text{ N/mm}^2)}$$

Uygundur.

Örnek 11 [L22] :

Şekil 21 ve 22 de, gösterilen $\frac{1}{4}$ kesme perisini oluşturan yan levhalar (soketler) ile perinin, verilen değerlere göre mukavemet kontrolünü yapınız.



Sekil 21- Koşum takımı [L22].

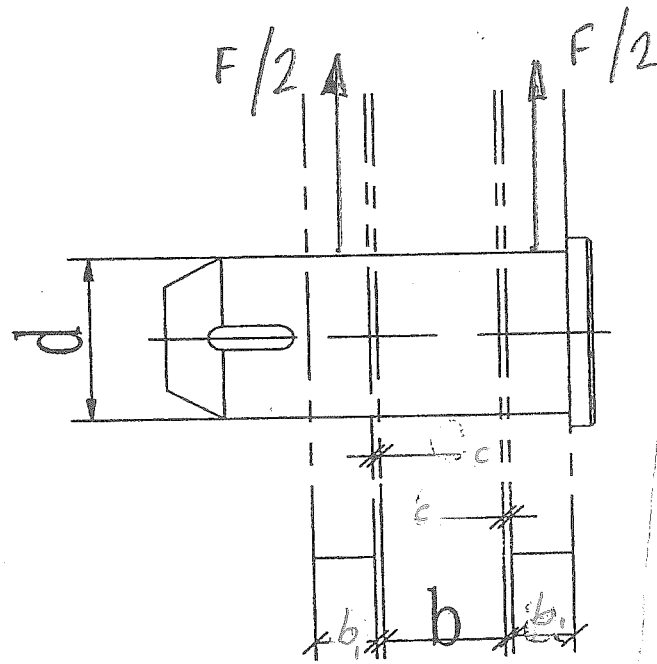
Verilenler: (Kısa)

Çekme kuvveti $F = 214599 \text{ N}$

Yan levha (soket) malzemesi: C45 (İstah çeliği)

$a = 82,5 \text{ mm}$ $B = 220 \text{ mm}$ $t = 30 \text{ mm}$

Delik çapı: $d_1 = 95 \text{ mm}$



Şekil 22 - Koşum takımı pernosu
[L 22]

Perno malzemesi : 41Cr 4 (İstah çeliği)

$b_1 = 30 \text{ mm}$, $b = 65 \text{ mm}$, $c = 1,5 \text{ mm}$, $d = 94,5 \text{ mm}$

Konstrüksiyon (Geşme durumu) :

Yan sac (Soket) / Perno : Boşluklu (Oynak)
Geşme

Kol / Perno : Boşluklu (Oynak)
Geşme

Çekme durumu için

(Geşme durumu için, Tablo 32 veya)

Şekil 17b'ye bakınız |

- Yan levhalar (soketler) mukavemet kontrolü (Şekil 21) ;

Yan levhanın (soket) A-A kesiti, perno deliğinden dolayı en zayıf (kritik) kesittir. Bu kesitteki çekme gerilmesi veya levhanın kuvvet doğrultusuna dik doğrultuda kopması (yıkılması) dolayısıyla meydana gelen gerilme ve mukavemet şartı

$$\sigma_{\xi} = \frac{F/2}{(B-d_1).t} \leq \sigma_{\xi em} \quad (28)$$

dir. Hesaplıyalım,

$$\sigma_{\xi} = \frac{214599/2}{(220-95).30}$$

$$\sigma_{\xi} = 28,6 \text{ N/mm}^2$$

Çekme (kopma) emniyet gerilmesi, S emniyet katsayısı olmak üzere,

$$\sigma_{\xi em} = \frac{\sigma_{\xi AK}}{S} \quad (\text{Eşitlik 14})$$

C 45 Islah çeliği için ;

(Malzeme numarası : 1.0503)

Çekmede kopma mukavemeti : $\sigma_{FK} = 600 \text{ N/mm}^2$ } (Tablo 8)
 Çekmede akma sınırı : $\sigma_{AK} = 360 \text{ N/mm}^2$ }

σ_{FK} ---- $\sim 16 \text{ mm}$ 17-40 mm 41-100 mm } (Tablo 42; 43)
 490 N/mm² 430 N/mm² 370 N/mm²
 σ_{AK} ---- 700-850 " 650-800 " 630-780 "

$\sigma_K = 700 \text{ N/mm}^2$ } (Tablo 11)
 $\sigma_{AK} = 490 \text{ "}$ }

$\sigma_{FK} = 600 \text{ N/mm}^2$ (Verilmiş)

$\sigma_{AK} = 360 \text{ N/mm}^2$ alınır (Yukarıdaki değerlere bakarak)

$$\sigma_{\xi} \leq \sigma_{\xi em} \left(= \frac{\sigma_{FAK}}{S} \right)$$

$$28,6 = \frac{360}{S}$$

$$\| S = 12,59 > 12$$

Uygundur.

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY											
Vergütungsstähle			2 Aciers d'amélioration					2 Heat-treatable steels			
W.Nr. No. du mat. Mat. no.	Kurzname Symbole - Symbol DIN	Analyse					Analyse				Composition
		C %	Si %	Mn %	P ≤ %	S ≤ %	Cr %	Mo %	Ni %	Sonstige Autres - Others %	
1.0402	C22	0,17-0,24	≤ 0,40	0,40-0,70	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.0406	C25	0,22-0,29	≤ 0,40	0,40-0,70	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.0501	C35	0,32-0,39	≤ 0,40	0,50-0,80	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.0503	C45	0,42-0,50	≤ 0,40	0,50-0,80	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.0511	C40	0,37-0,44	≤ 0,40	0,50-0,80	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.0528	C30	0,27-0,34	≤ 0,40	0,50-0,80	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.0535	C55	0,52-0,60	≤ 0,40	0,60-0,90	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.0540	C50	0,47-0,55	≤ 0,40	0,60-0,90	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.0601	C60	0,57-0,65	≤ 0,40	0,60-0,90	0,045	0,045	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1133	20Mn5	0,17-0,23	≤ 0,60	1,00-1,50	0,035	0,030	≤ 0,30	-	-	Al 0,015-0,020	
1.1151 ¹⁾	C22E / Ck 22 (1.1149) ¹⁾	0,17-0,24	≤ 0,40	0,40-0,70	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1157	40Mn4	0,36-0,44	0,25-0,50	0,80-1,10	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.1158 ¹⁾	C25E / Ck 25 (1.1163) ¹⁾	0,22-0,29	≤ 0,40	0,40-0,70	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1167	36Mn5	0,32-0,40	≤ 0,40	1,20-1,50	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.1170	28Mn6	0,25-0,32	≤ 0,40	1,30-1,65	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1173	30Mn5	0,27-0,34	0,15-0,40	1,20-1,50	0,035	0,035	≤ 0,30	-	-	-	
1.1178 ¹⁾	C30E / Ck 30 (1.1179) ¹⁾	0,27-0,34	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1181 ¹⁾	C35E / Ck 35 (1.1180) ¹⁾	0,32-0,39	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1186 ¹⁾	C40E / Ck 40 (1.1189) ¹⁾	0,37-0,44	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1191 ¹⁾	C45E / Ck 45 (1.1201) ¹⁾	0,42-0,50	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1203 ¹⁾	C55E / Ck 55 (1.1209) ¹⁾	0,52-0,60	≤ 0,40	0,60-0,90	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1206 ¹⁾	C50E / Ck 50 (1.1241) ¹⁾	0,47-0,55	≤ 0,40	0,60-0,90	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1221 ¹⁾	C60E / Ck 60 (1.1223) ¹⁾	0,57-0,65	≤ 0,40	0,60-0,90	0,035	0,035	≤ 0,40	≤ 0,10	≤ 0,40	Cr : Mo : Ni ≤ 0,03	
1.1273	90Mn4	0,85-0,95	0,25-0,50	0,90-1,10	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.3401	X120Mn12	1,10-1,30	0,30-0,50	12,0-13,0	0,100	0,040	≤ 1,50	-	-	-	
1.3561	44Cr2	0,42-0,48	≤ 0,40	0,50-0,80	0,025 ^{*)}	0,035 ^{*)}	0,40-0,60	-	-	Co 0,30	
1.3563	43CrMo4	0,40-0,46	≤ 0,40	0,60-0,90	0,025 ^{*)}	0,035 ^{*)}	0,90-1,20	0,15-0,30	-	Co 0,30	
1.3565	48CrMo4	0,46-0,52	≤ 0,40	0,50-0,80	0,025 ^{*)}	0,035 ^{*)}	0,90-1,20	0,15-0,30	-	Co 0,30	
1.5120	38MnSi4	0,34-0,42	0,70-0,90	0,90-1,20	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.5121	46MnSi4	0,42-0,50	0,70-0,90	0,90-1,20	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.5122	37MnSi5	0,33-0,41	1,10-1,40	1,10-1,40	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.5131	50MnSi4	0,45-0,53	0,70-1,00	0,90-1,20	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.5141	53MnSi4	0,50-0,57	0,80-1,00	0,80-1,20	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.5223	42MnV7	0,38-0,45	0,15-0,35	1,60-1,90	0,035	0,035	-	-	-	-	
1.5710	36NiCr6	0,32-0,40	0,15-0,35	0,40-0,80	0,035	0,035	0,30-0,70	-	1,25 1,75	V 0,07 0,12	
1.5736	36NiCr10	0,32-0,40	0,15-0,35	0,40-0,80	0,035	0,035	0,55-0,95	-	2,25 2,75	-	
1.5755	31NiCr14	0,27-0,35	0,15-0,35	0,40-0,80	0,035	0,035	0,55-0,95	-	3,25 3,75	-	
1.5864	35NiCr18	0,30-0,40	0,15-0,35	0,40-0,80	0,035	0,035	1,10-1,50	-	4,25 4,75	-	
1.6511	36CrNiMo4	0,32-0,40	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	-	-	
1.6513	28CrNiMo4	0,24-0,34	0,15-0,40	0,30-0,60	0,035	0,035	1,00-1,30	0,20-0,30	1,00 1,30	-	
1.6580	30CrNiMo8	0,26-0,34	≤ 0,40	0,30-0,60	0,035	0,035	1,80-2,20	0,30-0,50	1,80 2,20	-	
1.6582	34CrNiMo6	0,30-0,38	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	1,30-1,70	0,15-0,30	1,30 1,70	-	
1.6755	22NiMoCr4-7	0,17-0,27	≤ 0,40	0,50-1,00	0,035	0,035	0,30-0,50	0,50-0,80	0,60 1,20	-	
1.6932	28NiCrMoV8-5	0,24-0,32	≤ 0,40	0,15-0,40	0,035	0,035	1,00-1,50	0,35-0,55	1,80 2,10	V 0,05 0,15	
1.6956	33NiCrMo14-5(33NiCrMoV14-5)	0,28-0,38	≤ 0,40	0,15-0,40	0,035	0,035	1,00-1,70	0,30-0,60	2,90 3,80	V 0,05 0,15	
1.7003	38Cr2 (1.7023) ¹⁾	0,35-0,42	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	0,40-0,60	-	-	-	
1.7006	46Cr2 (1.7025) ¹⁾	0,42-0,50	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	0,40-0,60	-	-	-	
1.7020	32Cr2 (1.7021) ¹⁾	0,28-0,35	≤ 0,40	0,50-0,80	0,035	0,035	0,40-0,60	-	-	-	
1.7030	26Cr4 (1.7036) ¹⁾	0,24-0,31	≤ 0,40	0,60-0,90	0,035	0,035	0,90-1,20	-	-	-	
1.7033	34Cr4 (1.7037) ¹⁾	0,30-0,37	≤ 0,40	0,60-0,90	0,035	0,035	0,90-1,20	-	-	-	
1.7034	37Cr4 (1.7038) ¹⁾	0,34-0,41	≤ 0,40	0,60-0,90	0,035	0,035	0,90-1,20	-	-	-	
1.7035	41Cr4 (1.7039) ¹⁾	0,38-0,45	≤ 0,40	0,60-0,90	0,035	0,035	0,90-1,20	-	-	-	
1.7218	25CrMo4 (1.7213) ¹⁾	0,22-0,29	≤ 0,40	0,60-0,90	0,035	0,035	0,90 1,20	0,15 0,30	-	-	
1.7220	34CrMo4 (1.7226) ¹⁾	0,30-0,37	≤ 0,40	0,60 0,90	0,035	0,035	0,90 1,20	0,15 0,30	-	-	
1.7225	42CrMo4 (1.7227) ¹⁾	0,38 0,45	≤ 0,40	0,60 0,90	0,035	0,035	0,90 1,20	0,15 0,30	-	-	
1.7228	50CrMo4	0,46 0,54	≤ 0,40	0,50 0,80	0,035	0,035	0,90 1,20	0,15 0,30	-	-	
1.7361	32CrMo12	0,30 0,38	≤ 0,40	0,50 0,80	0,035	0,035	0,90 1,20	0,15 0,30	-	-	

Tablo 42 - İstah özellikleri, Kimyasal analiz değerleri [L 23].

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND				REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE				FEDERAL REPUBLIC OF GERM										
Vergütungsstähle				Aciers d'amélioration				Heat-treatable steels										
Werkstoffnummer Numéro du matériau Material number	Mechanische Eigenschaften, vergütet								Caractéristiques mécaniques, traité				Mechanical properties, quenched and tempered					
	Streckgrenze R ₀ Limite d'élasticité Yield stress				Zugfestigkeit R _m Résistance à la traction Tensile strength				Bruchdehnung A Allongement après rupture Elongation after fracture L ₀ = 5 d ₀				Einschnürung Z Striction à la rupture Reduction of area				Kerbschlag Resilience Impact ISO-V	
	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	101-160 mm	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	101-160 mm	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	101-160 mm	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	101-160 mm		
≥ N/mm ²				N/mm ²				≥ %				≥ %						
1.0402	340	290	-	-	500-650	470-620	-	-	20	22	-	-	50	50	-	-	-	-
1.0406	370	320	-	-	550-700	500-650	-	-	19	21	-	-	45	50	-	-	-	-
1.0501	430	380	320	-	630-780	600-750	550-700	-	17	19	20	-	40	45	50	-	-	-
1.0503	490	430	370	-	700-850	650-800	630-780	-	14	16	17	-	35	40	45	-	-	-
1.0511	460	400	350	-	650-800	630-780	600-750	-	16	18	19	-	35	40	45	-	-	-
1.0528	400	350	300 ⁴⁾	-	600-750	550-700	500-650 ⁴⁾	-	18	20	21 ⁴⁾	-	40	45	50 ⁴⁾	-	-	-
1.0535	550	490	420	-	800-950	750-900	700-850	-	12	14	15	-	30	35	40	-	-	-
1.0540	520	460	400	-	750-900	700-850	650-800	-	13	15	16	-	30	35	40	-	-	-
1.0601	580	520	450	-	850-1000	800-950	750-900	-	11	13	14	-	25	30	35	-	-	-
1.1133	390	345	295	-	540-690	490-640	490-590	-	22	20	18	-	50	55	60	-	-	-
1.1151	340	290	-	-	550-650	470-620	-	-	20	22	-	-	50	50	-	-	-	-
1.1157	635	540	440	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	-	-
1.1158	370	320	-	-	550-700	500-650	-	-	19	21	-	-	45	50	-	-	-	-
1.1167	685	590	540	440	930-1080	830-980	740-880	640-780	9	10	12	15	35	40	45	50	-	-
1.1170	590	490	440	-	800-950	700-850	650-800	-	13	15	16	-	40	45	50	-	-	-
1.1173	540	440	440	440	780-930	690-830	690-830	640-780	14	15	15	16	45	50	50	55	-	-
1.1178	400	350	300 ⁴⁾	-	600-750	550-700	500-650 ⁴⁾	-	18	20	21 ⁴⁾	-	40	45	50 ⁴⁾	-	-	-
1.1181	430	380	320	-	630-780	600-750	550-700	-	17	19	20	-	40	45	50	-	-	-
1.1186	460	400	350	-	650-800	630-780	600-750	-	16	18	19	-	35	40	45	-	-	-
1.1191	490	430	370	-	700-850	650-800	630-780	-	14	16	17	-	35	40	45	-	-	-
1.1203	550	490	420	-	800-950	750-900	700-850	-	12	14	15	-	30	35	40	-	-	-
1.1206	520	460	400	-	750-900	700-850	650-800	-	13	15	16	-	30	35	40	-	-	-
1.1221	580	520	450	-	850-1000	800-950	750-900	-	11	13	14	-	25	30	35	-	-	-
1.1273	1375	1325	1275	-	~ 1670	~ 1670	~ 1670	-	~ 5	~ 5	~ 5	-	-	-	-	-	-	-
1.3401	410	390	345	-	880-1130	830-1080	780-1080	-	40	42	45	-	40	40	45	-	-	-
1.3561	640	540	440	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	-	-
1.3563	880	760	640	560	1080-1270	980-1180	880-1080	780-930	10	11	12	13	40	45	50	55	-	-
1.3565	880	780	690	640	1080-1270	980-1180	880-1080	830-980	9	10	12	13	40	45	50	50	-	-
1.5120	785	635	560	440	930-1130	830-1030	740-980	640-780	11	12	13	14	35	40	45	50	-	-
1.5121	835	735	635	490	1030-1230	930-1130	830-930	640-780	11	12	14	15	35	40	45	50	-	-
1.5122	785	635	540	-	980-1180	880-1030	780-930	-	11	12	14	-	35	40	45	-	-	-
1.5131	-	620	520	-	-	830-980	740-880	-	-	11	13	-	-	40	45	-	-	-
1.5141	-	635	540	440	-	880-1030	780-980	690-830	-	12	14	15	-	35	40	45	-	-
1.5223	885	785	685	-	980-1270	980-1180	880-1030	-	10	11	12	-	30	35	40	-	-	-
1.5710	785	685	590	490	980-1180	880-1030	780-930	690-830	11	13	14	15	45	50	55	60	-	-
1.5736	-	785	685	590	-	1030-1180	880-1030	740-880	-	10	12	14	-	45	50	55	60	-
1.5755	-	735	635	590	-	930-1080	830-980	780-930	-	11	12	13	-	45	50	55	60	-
1.5864	-	-	1030	885	-	-	1270-1470	1080-1270	-	-	7	9	-	-	-	-	-	-
1.6511	900	800	700	600	1100-1300	1100-1200	900-1100	800-950	10	11	12	13	45	50	55	60	65	-
1.6513	-	-	-	590	-	-	740-930	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-
1.6580	1050	1050	900	800	1250-1450	1250-1450	1100-1300	1000-1200	9	9	10	11	40	40	45	50	55	-
1.6582	1000	900	800	700	1200-1400	1100-1300	1000-1200	900-1100	9	10	11	12	40	45	50	55	60	-
1.6755	-	-	-	400 ⁵⁾	-	-	560-710 ⁵⁾	-	-	-	-	19 ⁵⁾	-	-	-	-	-	-
1.6932	-	-	-	630	-	-	800-950	-	-	-	-	14 ⁶⁾	-	-	-	-	-	-
1.6956	-	-	1030	885 ¹⁾	-	-	1270-1470	1130-1320 ¹⁾	-	-	7	8 ¹⁾	-	-	40	45	-	-
1.7003	550	450	350	-	800-950	700-850	600-750	-	14	15	17	-	35	40	45	-	-	-
1.7006	650	550	400	-	900-1100	800-950	650-800	-	12	14	15	-	35	40	45	-	-	-
1.7020	450	350	300	-	700-850	600-750	500-650	-	15	15	17	-	40	45	50	-	-	-
1.7030	650	550	410	-	850-1000	750-900	650-800	-	12	14	15	-	40	45	50	-	-	-
1.7033	700	590	460	-	900-1100	800-950	700-850	-	12	14	15	-	35	40	45	-	-	-
1.7034	750	630	510	-	950-1150	850-1000	750-900	-	11	13	14	-	35	40	40	-	-	-
1.7035	800	660	560	-	1100-1200	900-1100	800-950	-	11	12	14	-	30	35	40	-	-	-
1.7218	700	600	450	400	900-1100	800-950	700-850	650-800	12	14	15	16	50	55	60	60	65	-
1.7220	800	650	550	500	1000-1200	900-1100	800-950	750-900	11	12	14	15	45	50	55	55	60	-
1.7225	900	750	650	550	1100-1300	1000-1200	900-1100	800-950	10	11	12	13	40	45	50	50	55	-
1.7228	900	780	700	650	1100-1300	1000-1200	900-1100	850-1000	9	10	12	13	40	45	50	50	55	-
1.7361	1030	1030	885	785	1230-1420	1230-1420	1080-1270	980-1180	9	9	10	11	35	35	40	45	50	-
1.7561	885	785	685	540	1080-1270	980-1180	880-1030	740-880	10	11	12	14	40	45	50	55	60	-
1.7707	1050	1020	900	800	1250-1450	1200-1450	1100-1300	1000-1200	9	9	10	11	35	35	40	45	50	-
1.7735	-	850 ¹⁾	700 ²⁾	550 ³⁾	-	1000-1300 ¹⁾	850-1000 ²⁾	700-850 ³⁾	-	10 ¹⁾	11 ²⁾	12 ³⁾	-	45 ¹⁾	50 ²⁾	55 ³⁾	-	-
1.8159	900	800	700	650	1100-1300	1000-1200	900-1100	850-1000	9	10	12	13	40	45	50	50	55	-
1.8161	1080	980	885	735	1320-1570	1180-1370	1080-1270	980-1180	7	8	10	12	40	45	50	55	60	-

¹⁾ Ø ≤ 250 mm ²⁾ Ø ≤ 300 mm ³⁾ Ø ≤ 350 mm ⁴⁾ Ø 41 - 63 mm ⁵⁾ Ø ≤ 500 mm ⁶⁾ längs - en long - longitudinal

Tablo 43- İstah çelikleri için (İstah işlemi yapılmış) mukavemet değerleri [L 23]

Yan levhanın (soket) kuvvet doğrultu-
sunda yırtılması veya kopması perno
başına dik doğrultuda olur. Burada yırtıl-
maya yol açan gerilme kayma gerilmesidir.
Yırtılmaya salışan alan, perno başının
iki yanında $2 \cdot t \cdot a$ olup pernonun sacı
maksimum olarak yırtmaması için kayma
gerilmesi,

$$\tau_k = \frac{F/2}{2 \cdot t \cdot a} \leq \tau_{kem} \quad (29)$$

olmalıdır. Burada a , mesafesi

$$a = e_1 - \frac{d_1}{2} \quad (\text{Şekil 21}) \quad (30)$$

olup,

t - Sac (levha) kalınlığı

e_1 - Perno deliğinin levha alan kenarına
olan uzaklığı

d_1 - Perno delik çapı

dir. Hesaplayalım. $a = 82,5$ mm ile

$$\tau_k = \frac{214599/2}{2 \cdot 30 \cdot 82,5}$$

$$\| \underline{\underline{\zeta_K = 21,67 \text{ N/mm}^2}}$$

ζ_{kem} - Sac levhanın makaslama (kayma) emniyet gerilmesi.

İstah feliği için,

$$\zeta_{IF} = 0,7 \cdot \sigma_S \quad (\text{Tablo 41})$$

ζ_{IF} - Burulmada akma sınırı

σ_S - Uzama sınırı (Akma sınırı)

Tablo 9'a göre, kesme (makaslama) mukavemet hali için yaklaşık olarak burulmadaki değerler alınabilir. Yani,

$$\zeta_{KAK} = \zeta_{IF} = 0,7 \cdot \sigma_{AK} \text{ şeklinde yazılırsa,}$$

$$\zeta_K \leq \zeta_{kem} \left(= \frac{0,7 \cdot \sigma_{AK}}{S} \right) \rightarrow 21,67 = \frac{0,7 \cdot 360}{S}$$

$$\| S \approx 11,63 < \underline{12} \quad \frac{0,7 \cdot \sigma_{AK}}{S}$$

Uygun değil.

$\zeta_{AK} = 0,58 \cdot \sigma_{AK}$ (Tablo 9) eşitliği kullanılırsa,

$$\zeta_K \leq \zeta_{kem} \left(= \frac{0,58 \cdot \sigma_{AK}}{S} \right)$$

$$21,67 = \frac{0,58 \cdot 360}{S}$$

$$\| \underline{S} \approx 9,63 < 12$$

Uygun değer.

Not. [L22] de, C45 ıslah ęelięi için ęekme mukavemeti olarak $\sigma_b = 60 \text{ kgf/mm}^2$ değeri verilmiğ ve hesaplarda bu değer kullanılmığtır. Tablo 11, 42 ve 43 incelenecek olursa C45 için ıkma sınırı değerlerinin $490 \text{ N/mm}^2 - 430 \text{ N/mm}^2 - 370 \text{ N/mm}^2$ olduğu pörülür. Problem incelenmeli.

- Pernodaki eğilme ęerilmesi ve mukavemet ęartı (ęekil 22);

En büyük eğilme ęerilmesi pernodun tam ortasında meydana ęelir. Bu noktada kesme ęerilmesi sıfırdır. (ęekil 17b; ęekil 19 ve Tablo 32 a ya bakınız)

$$\sigma_{\text{ef. max.}} = \frac{M_{\text{max}}}{(\pi d^3/32)} \leq \sigma_{\text{eę. em}} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

$$M_{emax.} = \frac{F}{8} (b + 2b_1) \quad (\text{Tablo 32.02})$$

Bu değer ayrıca Sayfa 59 da hesaplanmıştır.

$$M_{emax.} = \frac{F}{2} \left(\frac{b_1}{2} + c + \frac{b}{4} \right)$$

$$M_{emax.} = \frac{214599}{2} \left(\frac{30}{2} + 1,5 + \frac{65}{4} \right)$$

$$\underline{\underline{M_{emax.} = 3514058,6 \text{ (N}\cdot\text{mm)}}}$$

41Cr4 İstah ęelięi için ;

(Malzeme numarası : 1.7035)

	17...40 mm	41...100 mm	} (Tablo 42,43)
σ_{AK}	800 N/mm ²	560 N/mm ²	
σ_{FK}	1100-1200 "	900-1100 "	800-950 "

$$\sigma_K = 1000 \text{ N/mm}^2 \quad \left. \vphantom{\sigma_K} \right\} (\text{Tablo 11})$$

$$\sigma_{AK} = 800 \text{ "}$$

Not. [L22] de, 41Cr4 İstah ęelięi için

ęekme mukavemeti olarak $\sigma_b = 70 \text{ kgf/mm}^2$

değeri verilmiş ve hesaplarda bu değer

kullanılmıştır. Tablo 11, 42 ve 43 incelenecek

olursa 41Cr4 için bu değer'in akma sınırı olduğu görülmüştür.

$$\sigma_{AK} = 700 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{e\bar{s}.max.} = \frac{3514058,6}{\pi \cdot \frac{94,53}{32}}$$

$$\| \sigma_{e\bar{s}.max.} = 42,41 \text{ N/mm}^2$$

İstediğimiz için,

$$\sigma_{e\bar{s}.AK} = 1,2 \sigma_{AK} \quad (\text{Tablo 9})$$

$$\sigma_{e\bar{s}.max.} \leq \sigma_{e\bar{s}.em} \left(= \frac{\sigma_{e\bar{s}.AK}}{S} \right)$$

$$\sigma_{e\bar{s}.max.} \leq \frac{1,2 \sigma_{AK}}{S}$$

$$42,41 = \frac{1,2 \cdot 700}{S}$$

$$\| S = 19,8 > 12$$

Uygundur.

Not. [L22] de gösterilen koşum

fonksiyonu (Şekil 21, Şekil 22) için,

Yan levha (soket) ve kol malzemesi;

C45 (SAE 1045)

Perno malzemesi;

41Cr4 (SAE 5140)

Çekme mukavemeti değerleri de,

$$(\sigma_b)_{C45} = 600 \text{ N/mm}^2$$

$$(\sigma_b)_{41Cr4} = 700 \text{ N/mm}^2$$

olarak verilmiştir.

Şimdi, bu çekme mukavemeti değerlerini kabul edelim ve bu değerlere karşılık gelen malzemeleri seçerek Örnek 11'i "Niemann" yöntemine göre [L5-2019] yeniden hesaplıyalım.

Çekme mukavemeti

$$R_m = 590 (=600) \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = 690 (=700) \text{ N/mm}^2$$

Malzeme

E335 } (Tablo 31)
E360 }

Ayrıca,

DIN EN 10025DIN 17100

E 335

St 60-2

E 360

St 70-2

(Tablo 10)

olduğuna göre;

Yan levha (soket) ve kol malzemesi

E 335 (St 60)

Perno malzemesi,

E 360 (St 70)

seçilebilir.

• Pernodaki kesme (maksimumal gerilme);

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot \pi \cdot d^2 / 4} \leq \tau_{sem} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

$$\tau_s = \frac{214599}{2 \cdot \pi \cdot 94,5^2 / 4} = 15,3 \text{ N/mm}^2$$

Maksimumal emniyet gerilmesi,

$$\tau_{sem} = \tau_{sem,r} \cdot C_d \cdot C_k \quad (\text{Eşitlik 20})$$

E360 perno malzemesi için, misalinde
 edilen referans mukavemet perilmesi;

$$\sigma_{sem.r} = 98 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tablo 24 veya Tablo 31)}$$

Titresimli zorlanma için, düzeltme
 faktörü,

$$C_d = 0,7 \text{ (Tablo 24 veya Tablo 28)}$$

Perno çentiksiz olduğuna göre ($C_k = 1$)
 mukavemet emniyet perilmesi;

$$\sigma_{sem.} = 98 \cdot 0,7 \cdot 1$$

$$\sigma_{sem.} = 68,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \sigma_s (= 15,3 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{sem.} (= 68,6 \text{ N/mm}^2)$$

Uygundur.

• Pernoadaki eğilme perilmesi;

$$\sigma_b (= \sigma_{e\ddot{s}}) = \frac{M_b (= M_{e\ddot{s}})}{\pi d^3 / 32} \leq \sigma_{bem} \text{ (Eşitlik 19)}$$

$$\| \sigma_b = 42,41 \text{ N/mm}^2 \text{ Hesaplandı (Sayfa: 137)}$$

-I- GHH Vinci Koşum Takımında,

Kuvvet Dağılımı

-II- Kurtarma Vinci Koşum Takımında,

Perno Mukavemet Kontrolü

-III- Literatürlerden, Gözümli

Perno Problem Örnekleri

- 8 -

Yunus İsmail

Eğilme emniyet perilmesii,

$$\sigma_{bem} = \sigma_{bem.r} \cdot C_d \cdot C_k \quad (\text{Eşitlik 19})$$

E360 (St70) perno malzemesi için,
referans eğilme emniyet perilmesi;

$$\sigma_{bem.r} = 147 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 24 veya Tablo 31})$$

Gen tiksiz ve titreşimli çalışın perno da,

$$\left. \begin{array}{l} C_k = 1 \\ C_d = 0,7 \end{array} \right\} \quad (\text{Tablo 24 veya Tablo 28})$$

düzel tme faktör leri ile,

$$\sigma_{bem} = 147 \cdot 0,7 \cdot 1 = 102,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \sigma_b (= 42,41 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{bem} (= 102,9 \text{ N/mm}^2)$$

Uygun dur.

• Koldaki yüzey basıncı,

$$p = \frac{F}{d \cdot b} \leq p_{em} \quad (\text{Tablo 22})$$

$$p = \frac{214599}{94,5 \cdot 65} \approx 35 \text{ N/mm}^2$$

Yüzey emniyet basıncı,

$$p_{em} = p_{em.r} \cdot C_d \cdot C_{kp} \quad (\text{Eşitlik 21})$$

E 335 (St 60) kol malzemesi için,
referans yüzey emniyet basıncı,

$$p_{em.r} = 140 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 24 veya Tablo 31})$$

Geniksiz ve titreşimli çalışan kol düz,

$$\left. \begin{array}{l} C_{kp} = 1 \\ C_d = 0,7 \end{array} \right\} \quad (\text{Tablo 24 veya Tablo 28})$$

düzeltilme faktörleri ile

$$p_{em} = 140 \cdot 0,7 \cdot 1 = 98 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{p (= 35 \text{ N/mm}^2)} < p_{em} (= 98 \text{ N/mm}^2)$$

Uygundur.

• Yan levhadaki yüzey basıncı,

$$p = \frac{F}{2 \cdot d \cdot t} \leq p_{em} \quad (\text{Tablo 22})$$

$$p = \frac{214599}{2 \cdot 94,5 \cdot 30} \approx 38 \text{ N/mm}^2$$

E335 (St60) yan levha malzemesi kol malzemesi ile aynı özellikleri taşıdığından

$$(p_{em})_{kol} = (p_{em})_{yan\ levha} = 98 \text{ N/mm}^2$$

dolayısıyla

$$\| \underline{p} (= 38 \text{ N/mm}^2) < p_{em} (= 98 \text{ N/mm}^2)$$

Uygundur.

Özetlersek :

- Yan levha (soket) ve kol malzemesi,
E335 (St60)

- Perne malzemesi:
E360 (St70)

ile ;

• Pernoda ki kesme (maksimal) gerilmesi ;

$$\tau_s (= 15,3 \text{ N/mm}^2) < \tau_{sem} (= 68,6 \text{ N/mm}^2)$$

• Pernoda ki eğieme gerilmesi ;

$$\sigma_b (= 42,41 \text{ N/mm}^2) < \sigma_{bem} (= 102,9 \text{ N/mm}^2)$$

- Koladaki yüzey basıncı ;

$$p (= 35 \text{ N/mm}^2) < p_{em} (= 98 \text{ N/mm}^2)$$

- Yan Levhadaki yüzey basıncı ,

$$p (= 38 \text{ N/mm}^2) < p_{em} (= 98 \text{ N/mm}^2)$$

Görüldüğü gibi sonuçlar uygun, yani kabul edilebilir. Ancak mukavemet hesabını yaptığımız "Koşum Takımı"nın bir özelliği var; her bir elemanında emniyet katsayısı

$$S_{min.} = 12$$

olmak zorunda, tehlike ne yapılabilir?

Öneri :

Koşum takımı elemanlarından; yan levha, kol ve perno malzemeleri öyle seçilmelidir ki (Tablo 8, 11, 14 veya 16, 18 ve 43 'ten faydalanılabilir) malzemelerin akma sınırı değerleri (çekme, eğilme, kesme veya makaslama) ile her bir elemanda min. emniyet katsayısı

$$S_{min.} = 12$$

olacak şekilde elde edilebilir.

- 145 -

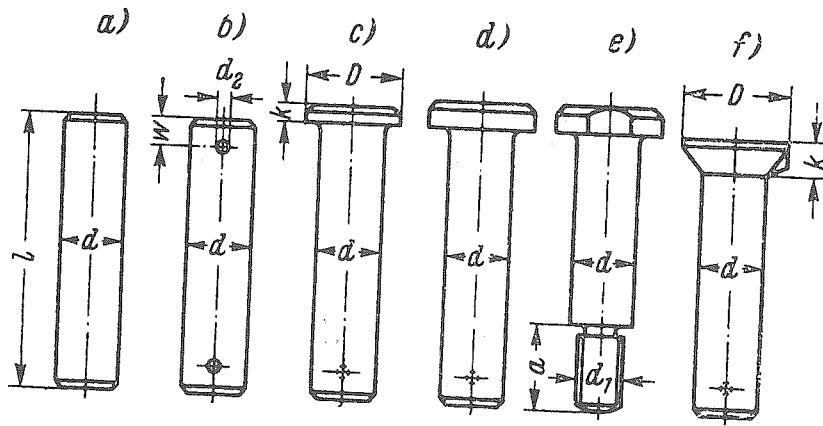
Örneğin; perno malzemesi olarak
akma sınırı değeri yüksek olan ıslah
sınıfı 42Cr Mo4 (Ç 4140) ile hesaba
geçirilebilir.

IV - Faydalı Bilgiler

1.) Pernoların boyut ve şekilleri;

• [L6] ' dan :

Pernoların boyut ve şekilleri standartlaştırılmış olup Şekil 23 de en fazla kullanılan tipler gösterilmiştir. Tablo 44 de ise standart pernoların ana boyutları verilmiştir.



Şekil 23 - Pernoların şekilleri [L6]

d	DIN 1433 parlak			DIN 1434 parlak			DIN 1435 yarı parlak		
	d ₂	w	l	D	k	l	D	k	l
3	0,8	1,5	8...50	5	1	10...50			
4	1	1,8	8...50	6	1	6...40			
5	1,5	2	12...65	8	1,5	6...40	10	3	10...50
6	1,5	2,5	12...65	9	1,5	10...60	11	3	10...50
8	2	3	16...80	12	2	10...60	14	4	14...65
10	3	4	20...100	14	2	14...65	16	4	18...80
12	4	5	30...120	17	3	18...80	20	5	22...100
14	4	5	30...120	19	3	22...100	22	5	22...100
16	4	5	30...120	21	3	22...100	24	5	22...100
18	5	6,5	40...150	23	3	22...100	26	5	35...100
20	5	6,5	40...150	26	4	35...100	30	6	35...100
22	5	6,5	40...150	28	4	35...100	32	6	35...100
25	6	8	50...150	32	5	35...100	35	7	40...120
28	6	3	50...150	34	5	40...140	38	7	55...170
30	6	8	50...150	36	5	50...140	40	7	55...170
32	8	10	60...170	40	6	50...150	44	8	50...150
35	8	10	60...170	44	6	50...150	48	8	50...150
40	8	10	70...210	48	6	60...180	52	8	60...180
45	8	12	70...210	52	7	60...180	57	9	60...180
50	10	12	80...250	58	7	70...220	62	9	70...220
55	10	12	80...250	65	8	70...220	70	10	70...220
60	10	12	90...290	70	9	80...220	74	11	80...250
65	10	12	90...290	75	9	90...250	79	11	90...250
70	10	12	100...320	80	10	90...250	84	12	90...250
75	10	12	100...320	85	10	100...250	89	12	100...250
80	13	15	120...320	90	10	100...250	94	12	100...250
90	13	15	130...320	102	12	110...250	106	14	100...250
100	13	15	140...320	112	12	130...250	116	14	100...250

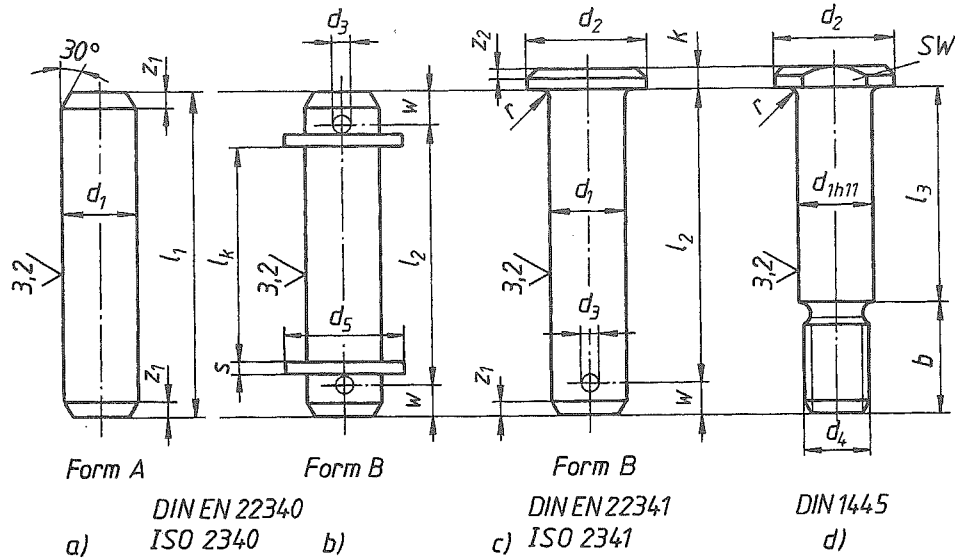
d	DIN 1436 yarı parlak			DIN 1438 yarı parlak			
	D	k	l	d ₁	a	D	k
6	12	3	10...50				
8	16	4	14...65	M 6	9	14	4
10	20	4	18...80	M 8	12	16	4
12	25	5	22...100	M 10	15	20	5
14	28	5	22...100	M 12	20	22	5
16	28	5	22...100	M 12	20	24	5
18	30	5	35...100	M 12	20	26	5
20	32	6	35...100	M 16	23	30	6
22	34	6	35...100	M 16	23	32	6
25	40	7	40...120	M 20	28	35	7
28	42	7	55...140	M 20	28	38	7
30	45	7	50...150	M 24	30	40	7
32	50	8	50...150				
35	52	8	50...150	M 27	35	48	8
40	58	8	60...180	M 30	38	52	8
45	62	9	60...180	M 33	42	57	9
50	68	9	70...220	M 36	45	62	9
55	75	10	70...220	M 39	48	70	10
60	80	11	80...250	M 42	52	74	11
65	90	11	90...250	M 45	56	79	11
70	95	12	90...250	M 45	56	84	12
75	100	12	100...250	M 52	63	89	12
80	110	12	100...250	M 52	63	94	12
90	115	14	110...250	M 56	65	106	14
100	125	14	130...250	M 68	80	116	14

Tablo 44 - Standart pernelerin
ana boyutları [L6]

[L12] den :

-148-

Çok kullanılan perno şekilleri ve standartları Şekil 24 de, boyutları ise Tablo 45 de verilmiştir.



Şekil 24 - Perno şekilleri ve standartları [L12]

a) Başsız perno

b) Pim delikleri (kopilya veya şatallı pim fişi) ile başsız perno

c) Pim delikli (kopilya veya şatallı pim fişi) başlı perno

d) Başlı ve vidalı perno

d_1	h11	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	40	50	60
d_2	h14	8	10	14	18	20	25	30	36	44	50	55	66	78
d_3	H13	1,2	1,6	2	3,2	3,2	4	5	6,3	8	8	8	10	10
d_4		-	-	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M36	M42
b min.		-	-	11	14	17	20	25	29	36	39	42	49	58
k	js14	1,6	2	3	4	4	4,5	5	6	8	8	8	9	12
w		2,9	3,2	3,5	4,5	5,5	6	8	9	10	10	10	12	14
z_1 max.		2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	6
SW		-	-	11	13	17	22	27	32	36	46	50	60	70
Splint DIN EN ISO 1234		1,2 × 10	1,6 × 12	2 × 14	3,2 × 18	3,2 × 20	4 × 25	5 × 32	6,3 × 36	8 × 45	8 × 50	8 × 56	10 × 71	10 × 80
Scheibe DIN EN 28738	s	1	1,6	2	2,5	3	3	4	4	5	6	6	8	10
	d_5	10	12	15	18	20	24	30	37	44	50	56	66	78
Federstecker d_4 DIN 11024		-	-	-	2,5	3,2	4	5	5	6	7	7	8	-

Sek. 24 d →
 Sek. 24 b, c →
 Sek. 24 b →
 Sek. 24 d →

- Bolzen mit d_1 3 4 14 18 22 27 33 45 55 70 80 90 100 siehe Normen.
- Die handelsüblichen Längen l_1 liegen zwischen $2d_1$ und $10d_1$.
- Längen über 200 mm sind von 20 mm zu 20 mm zu stufen.
- Stufung der Länge l_1 : 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 120 140 160 180 200
- Kopfanfangung $z_2 \times 45^\circ$ mit $z_2 \approx z_1/2$. Übergangsradius r : 0,6 mm bis $d_1 = 16$ mm, 1 mm ab $d_1 = 18$ mm.
- Bei Bolzen der Form B mit Splintlöchern errechnet sich die Gesamtlänge aus der Klemmlänge l_k z. B. nach Bild 9-1b: $l_1 = l_k + 2(s + w) + d_3$. Das so errechnete Kleinmaß l_1 ist möglichst auf die nächstgrößere Länge l_1 der Tabelle aufzurunden. Sollte sich hierdurch eine konstruktiv nicht vertretbare zu große Klemmlänge l_k ergeben, so ist der erforderliche Splintabstand $l_2 = l_k + 2s + d_3$ in der Bezeichnung anzugeben.
- Bezeichnung eines Bolzens ohne Kopf, Form B, mit Nenndurchmesser $d_1 = 16$ mm und Nennlänge $l_1 = 55$ mm, mit verringertem Splintlochabstand $l_2 = 40$ mm, aus Automatenstahl (St):
Bolzen ISO 2340-B-16 × 55 × 40-St.
- Bei Bolzen mit Gewindestapfen errechnet sich die Länge l_1 aus der Klemmlänge l_3 plus Zapfenlänge b . Die so ermittelte Länge l_1 ist auf den nächstgrößeren Tabellenwert aufzurunden.
- Bezeichnung eines Bolzens mit Kopf und Gewindestapfen DIN 1445 von Durchmesser $d_1 = 30$ mm, mit Toleranzfeld h11, Klemmlänge $l_3 = 63$ mm und (genormter) Länge $l_1 = 100$ mm, aus 9SMnPb28+C (St);
Bolzen DIN 1445-30h11 × 63 × 100-St.

Sek. 24-6

149
 Tablo 45 - Pernolarin; DIN EN 22340 (ISO 2340), DIN EN 22341 (ISO 2341)
 ve Din 1445'e göre ana boyutları [L12].
 * : Sayfa 150, 151'de bakınız.

- $d_1 = 3, 4, 14, 18 \dots \dots \dots 100$ olan pernelere standartlarına bakınız
- Ticari uzunluk L_1 ; $2d_1$ ve $10d_1$ arasındadır
- 200 mm'nin üzerindeki uzunluklar 20 mm den 20 mm'ye (20 mm adımlı) kademelendirilmelidir.
- L_1 uzunluğunun kademelendirilmesi (Ardışık ölçü noktaları) : 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100
- Başlı perrıda, baş paç'ı $z_2 \times 45^\circ$, ($z_2 \approx z_1/2$ dir)
Gesis yarıçapı : $d_1 = 16$ mm ye kadar $r = 0,6$ mm
 $d_1 = 18$ mm den itibaren $r = 1$ mm
- Çatallı pim delikli B şeklindeki perrolar için, toplam uzunluk, sıkıştırma uzunluğu L_k den hesaplanır. Örneğin, şekil 2.4b'ye göre : $L_1 = L_k + 2(s+w) + dz$. Bu şekilde hesaplanan en küçük L_1 uzunluğu, tablo da bir sonraki en büyük L_1 uzunluğuna yuvarlatılır. Sıkıştırma uzunluğu L_k ile çatallı pim delikleri arasındaki fereklı eksentler arası mesafe $L_2 = L_k + 2s + dz$ tanımlanmada belirtilmelidir
- Nominal çapı $d_1 = 16$ mm, nominal uzunluğu $L_1 = 55$ mm ve pim delikleri arası mesafesi $L_2 = 40$ mm olan, otomatik çeliğinden (St) yapılmış, başsız B şeklindeki bir perronun

tanımı (pösteriliği) :

Perno ISO 2340 - B-16x55x40 - St

- Vidalı pernelerde L_1 uzunluğu, L_3 başlama (veya sıkıştırma) uzunluğu artı perno ucu uzunluğu b 'den hesaplanır. Bu şekilde belirlenen L_1 uzunluğu, tabloda bir sonraki daha büyük L_1 uzunluğuna yuvarlatılır.
- Çapı $d_1 = 30$ mm, tolerans alanı h_{11} , sıkıştırma uzunluğu $L_3 = 63$ mm ve standartlaştırılmış uzunluk $L_1 = 100$ mm, olan 9SMnPb28+C (St) çeliğinden yapılmış, başlı ve vidalı bir perno nun (DIN 1445) tanımı (pösteriliği) :

Perno DIN 1445 - 30 h11 x 63 x 100 - St

Not. 9S Mn Pb 28 otomat çeliği olup, makeme numarası : 1.0718 dir. (Stahlschlüssel, Automat Stähle. Sayfa: 20)

+ C : Soğuk şekillendirilmiş (soğuk haddelene, soğuk çekme ribi) [L 18].

2-) Perno çapının hesabı;

a) [L4]'e göre :

Konstrüksiyon değerleri (Şekil 14);

$$\left. \begin{aligned} \frac{b}{d} &= 1,5 \dots 1,7 \\ \frac{b_1}{b} &= 0,3 \dots 0,5 \end{aligned} \right\} \text{(Eşitlik 16)}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{F}{\epsilon \cdot p_{2em}}} \quad \text{(Eşitlik 17)}$$

$$\left. \begin{aligned} p_2 &= \frac{F}{b \cdot d} \leq p_{2em} \\ b/d &= \epsilon \end{aligned} \right\} \text{ile}$$

perno çapı hesaplanabilir.

b) [L12]'ye göre :

Konstrüksiyon boyutları (Şekil 17a);

• Kaymayan yüzeyler (Hareketsiz mafsall) için,

$$t_s/d = 1,0 \text{ ve } t_G/d = 0,5 \quad \text{--- (31)}$$

• Kayan yüzeyler için;

$$t_s/d = 1,6 \text{ ve } t_G/d = 0,6 \quad \text{--- (32)}$$

• Perno çapı ;

$$d \geq k \sqrt{\frac{K_A \cdot F_{nom.}}{\sigma_{bem}}} \quad \text{--- (33)}$$

eşitliğinden hesaplanabilir. Burada;

F_{nom} - Kol kuvveti

K_A - Çalışma (işletme) faktörü
(Tablo 35)

σ_{bem} - Eşilme emniyet gerilmesi (Müsaade edilen eşilme gerilmesi)

Deneyimlere göre;

- Statik zorlanmada : $\sigma_{bem} = 0,3 R_m$
 - Titreşimli zorlanmada : $\sigma_{bem} = 0,2 R_m$
 - Tam değişken zorlanmada : $\sigma_{bem} = 0,15 R_m$
- } --- (34)

olarak alınabilir.

R_m - En küçük çekme mukavemeti

Sertleştirilmemiş standart perno ve pimler için (Sertlik 125 HV den 245 HV 'e kadar) kabul edilebilir veya referans değeri olarak

$$R_m = 400 \text{ N/mm}^2 \text{ --- (35)}$$

kullanılabilir:

Ayrıca,

$$R_m = K_t \cdot R_{mN} \text{ --- (36)}$$

denkleminde hesaplanır.

R_{mN} - Standart çap ($d_N = 16 \text{ mm}$) için referans çekme mukavemeti. (Standart değerler : Tablo; 10-11-46-47 ve 48'den alınabilir)

Sembol	Malzeme No.	σ_K min. N/mm ²	σ_{AK} min. N/mm ²	σ_{LD} N/mm ²	ϵ_s % Uzunluk	HB ¹⁾ tavlanmış max. N/mm ²	E N/mm ²	G N/mm ²	K_v Fiyat faktörü	Kullanma örnekleri
C 10	1.0301	650	390	260	13	131	210 000	80 000	1,0	Cihazların ve büro makinelerinin küçük parçaları, aşınmaya göre zorlanmanın önemli olduğu manivela, muylu, timak, mafsıl, perno, pim, kovan, zırba parçaları gibi.
C 15	1.0401	750	440	300	12	140	210 000	80 000	1,0	
Ck 10	1.1121	650	390	260	13	131	210 000	80 000	1,14	
Ck 15	1.1141	750	440	300	12	140	210 000	80 000	1,14	
17 Cr 3	1.7016	1050	510	475	10	183	210 000	80 000	1,24	Yüksek aşınma mukavemeti gereken nispeten küçük boyutlu parçalar.
16 MnCr 5	1.7131	900	635	430	9	203	210 000	80 000	1,27	Nispeten yüksek mukavemetli yeteri kadar toklukta parçalar, mesela dişli çarklar.
15 CrNi 6	1.5919	1000	685	450	8	213	210 000	80 000	1,50	En yüksek çekirdek mukavemetli büyük parçalar, mesela dişli çarklar.
17 CrNiMo 6	1.6587	1150	835	520	7	-	210 000	80 000	1,50	Orta ve yüksek sertlik derinliği, miller, dişli çarklar.
20 MoCrS 4	1.7323	1100	785	500	7	-	210 000	80 000	1,40	Direkt sertleştirme mümkün.

¹⁾ 5/250/30

Tablo 46 - Sementasyon Feliklerinin mukavemet değerleri (sertleştirmeden sonra) (DIN 17 210 a göre) [L7].

Sembol (DIN 1694 den şimdiye kadar)	Malzeme No.	σ_K min. N/mm ²	HB 30 ¹⁾ N/mm ²	E N/mm ²	σ_{ak} N/mm ²	Kullanma örnekleri
EN-GJL-100 (GG 10)	EN-JL 1010	100	...180	40 000...70 000	-	Küçük zorlanmalardaki elemanlar; meselâ makina gövde ve temel plakası, direk.
EN-GJL-150 (GG 15)	EN-JL 1020	150	125...205	78 000...103 000	250	Nispeten yüksek zorlanmalı ince kenarlı parçalar
EN-GJL-200 (GG 20)	EN-JL 1030	200	150...230	88 000...113 000	290	Makina gövdesi, kızak, piston, özellik isteneleyen makina yapımı.
EN-GJL-250 (GG 25)	EN-JL 1040	250	180...250	103 000...118 000	340	Sıcaklığa dayanıklı (≤420 C°), kayma sürtünmeli, dayanıklı (sağlam) parçalar.
EN-GJL-300 (GG 30)	EN-JL 1050	300	200...275	108 000...137 000	390	Yüksek zorlanma, ince kenarlı parçalar.
EN-GJL-350 (GG 35)	EN-JL 1060	350	220...290	123 000...143 000	490	
Sert döküm	-	300...450	300...450	155 000...190 000	400	Aşınmaya dayanıklı parçalar(çok zor işlenir!).

¹⁾ 5/250/30

Tablo 47 - Lomel fratilli dökme demirlerin mukavemet
değerleri (DIN EN 1561'e göre)
[27].

Sembol (DIN 1693 den şimdiye kadar)	Malzeme No.	σ_K min. N/mm ²	σ_{AK} min. N/mm ²	σ_{ed} N/mm ²	HB 30 ¹⁾ N/mm ²	ϵ_5 en az %	E N/mm ²	Kullanma örnekleri
EN-GJs-400-15 (GGG-40)	EN-JS 1030	400	250	200	140...190	15	169 000	Sonsuz vida, dişli çark, krank ve makara milleri, pompa ve mekanizma gövdeleri.
EN-GJS-500-7 (GGG-50)	EN-JS-1050	500	320	224	170...240	7	169 000	
EN-GJS-600-3 (GGG-60)	EN-JS 1060	600	370	248	210...270	3	174 000	
EN-GJS700-2 (GGG-70)	EN-JS-1070	700	420	280	230...320	2	176 000	
EN-GJS-800-2 (GGG-80)	EN-JS-1080	800	480	182	-	2	176 000	
1) 5/250/30								

Tablo 48 - Küresel grafitli dökme demirlerin mukavemet değerleri (DIN EN 1563'e göre)
[17]

K_t - Teknolojik büyüklük etki faktörü -157-

(Kısaca, büyüklük veya boyut faktörü)

Şekil 25, Şekil 26 ve Sayfa: 112 de ki tablodan faydalanılabilir.

k - Montaj düzeni faktörü

Kayak bağlantılar için parantez içindeki değerler alınır.

- Montaj şekli 1 için (Şekil 17b) :

Perno, kol ve çatılda oynak peşmeli;

$$k = 1,6 (1,9) \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad (37)$$

- Montaj şekli 2 için (Şekil 17c) :

Perno, çatılda sıkı veya pres peşmeli;
kollda oynak peşmeli;

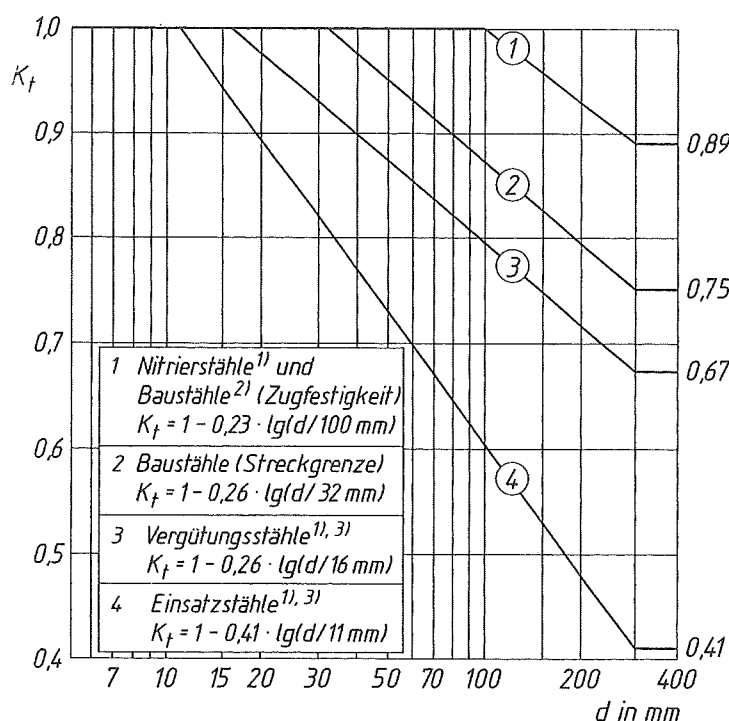
$$k = 1,1 (1,4) \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad (38)$$

- Montaj şekli 3 için (Şekil 17d) :

Perno kollda, sıkı veya pres peşmeli;
çatılda oynak peşmeli;

$$k = 1,1 (1,2) \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad (39)$$

Standardlaştırılmış perno veya pim çapları
Tablo 45 veya Tablo 49 da verilmiştir.

TB 3-11 Faktoren K für den Größeneinflussa) Technologischer Größeneinflussfaktor K_t für Walzstahl

1) Nitrierasyon¹⁾ ve imalat çelikleri²⁾ (çekme mukavemeti)
 $K_t = 1 - 0,23 \lg(d/100 \text{ mm})$

2) imalat çelikleri (Akma sınırı)
 $K_t = 1 - 0,26 \lg(d/32 \text{ mm})$

3) Islah çelikleri^{1), 3)}
 $K_t = 1 - 0,26 \lg(d/16 \text{ mm})$

4) Sementasyon çelikleri^{1), 3)}
 $K_t = 1 - 0,41 \lg(d/11 \text{ mm})$

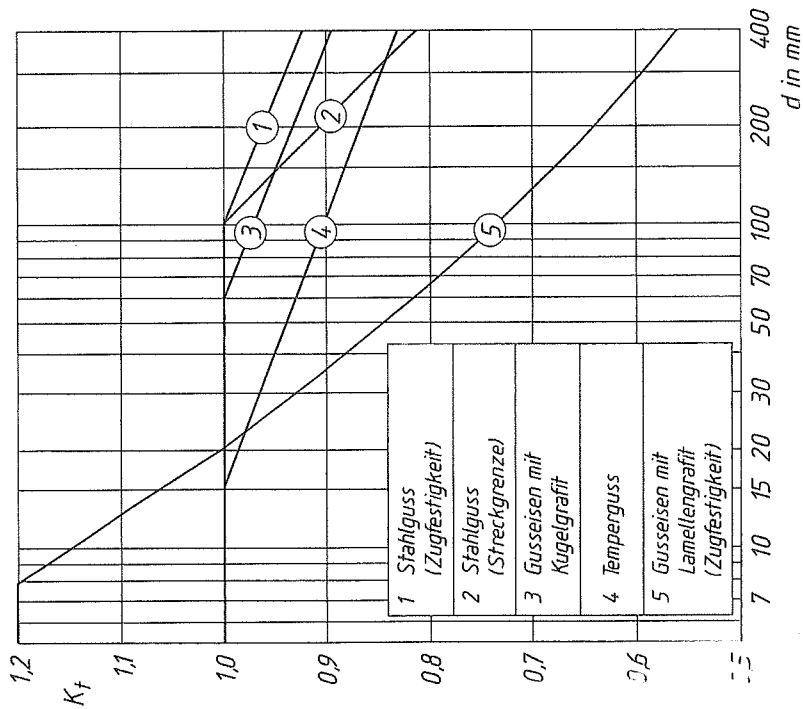
- *1) Bei Nitrier-, Vergütungs- und Einsatzstählen ist K_t für Zugfestigkeit und Streckgrenze gleich.
- *2) ist auch für dynamische Festigkeitswerte zu verwenden.
- *3) für Cr-Ni-Mo-Einsatzstähle gelten die Werte der Vergütungsstähle.

Şekil 25 - Teknolojik büyüklük etki faktörü veya büyüklük faktörü K_t (Havde - çekme çeliği için). [L12].

- *1) Nitürasyon - Islah - ve sementasyon çeliklerinde K_t , çekme mukavemeti ve akma sınırı için aynıdır.
- *2) Dinamik mukavemet değerleri için de kullanılabilir.
- *3) Cr-Ni-Mo - sementasyon çelikleri için Islah çeliklerinin değerleri geçerlidir.

TB 3-11 Fortsetzung

b) Technologischer Größeneinflussfaktor K_t für Gusswerkstoffe



Bei Grauguss mit K_t für Zugfestigkeit } Kiesel profittli
 Temperguss ist K_t für Zugfestigkeit } dokme demir, tem-
 und Streckgrenze K_t } per dokme kt,
 } sekme mukuremeti.
 } ve sekme siniri için
 } ayundur.

- 1) Felik dokim (sekme mukuremeti)
- 2) Felik dokim (Akme siniri)
- 3) Kiesel profittli dokme demir
- 4) Temper dokim
- 5) Lamel profittli dokme demir (sekme mukuremeti)

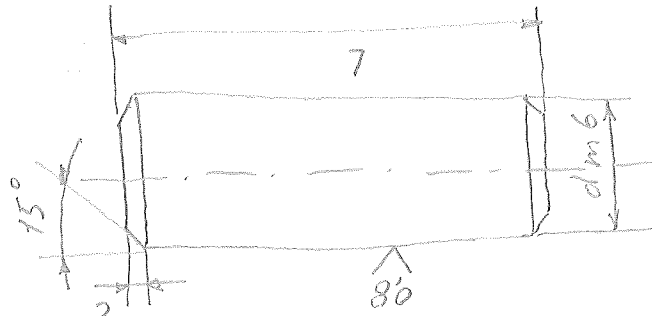
Sekil 26 - Teknolojik büyüklük etki faktörü veya büyük-
 lek faktörü K_t (Dokme
 mülzemeleer için) [L12]

d m6/h8	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
c ≈	0,3	0,35	0,4	0,5	0,63	0,8	1,2	1,6	2	2,5	3	3,5	4	5	6,3	8
l von	4	6	6	8	8	10	12	14	16	22	26	35	50	60	80	95
bis	16	20	24	30	40	50	60	80	95	140	180	200	200	200	200	200

L dle m
ye k...
...

Stufung der Länge l: 4 5 6 bis 32 Stufung 2 mm, 35 bis 95 Stufung 5 mm, 100 bis 200 und darüber Stufung 20 mm
Werkstoff: St = Stahl mit Härte 125 HV30 bis 245 HV30
A1 = austenitischer nichtrostender Stahl (Härte 210 HV30 bis 280 HV30)
Oberflächenbeschaffenheit: blank, falls nichts anderes vereinbart.
Bezeichnung eines ungehärteten Zylinderstiftes aus austenitischem nichtrostendem Stahl der Sorte A1, mit Nenn-
durchmesser d = 12 mm, Toleranzklasse h8 und Nennlänge l = 40 mm: Zylinderstift ISO 2338-12h8 x 40-A1

Tablo 49 - Sertleştirilmemiş silindirik pimlerin DIN EN ISO 2338'e göre mm olarak ena boyutları [L12]



Toplam uzunluk L: 4, 5, 6 32 mm ye kadar 2 mm lik artışlarla,
35 mm den 95 mm ye kadar 5 mm lik artışlarla,
100 mm den 200 mm ve üzeri 20 mm lik artışlarla
düzenlenmiştir.

Malzeme: Sertliği: 125 HV30 dan 245 HV30 'a kadar olan Felik (St)
A1: Otenitik paslanmaz Felik (Sertlik: 210 HV30 dan 280 HV30 'a kadar)

Yüzey işleme kalitesi: Aksi belirtilmedikçe parlak (temiz ve yavaş) yüzey

A1 tipi ostenitik paslanmaz Felikten yapılan nominal çapı d=12 mm, tolerans sınıfı h8 ve nominal uzunluğu L=40 mm olan sertleştirilmemiş silindirik pim için formu (pösterilisi):

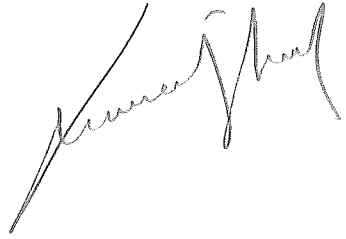
Silindirik pim ISO 2338-12h8 x 40-A1
şeklin dedir.

I- GHH Vinci Koşum Takımında,
Kuvvet Dağılımı

II - Kurtarma Vinci Koşum Takımında,
Perno Mukavemet Kontrolü

III - Literatürlerden, Gözamlü
Perno Problem Örnekleri

-9-



• Göbek sapı (Şekil 17a) ;

- 161 -

Çelik veya dökme çelik (GS) için,

$$D \approx (2,5 \dots 3) \cdot d \quad (40)$$

Lamel profilli dökme demir GJL (GG) için,

$$D \approx (3 \dots 3,5) \cdot d \quad (41)$$

değerleri alınabilir.

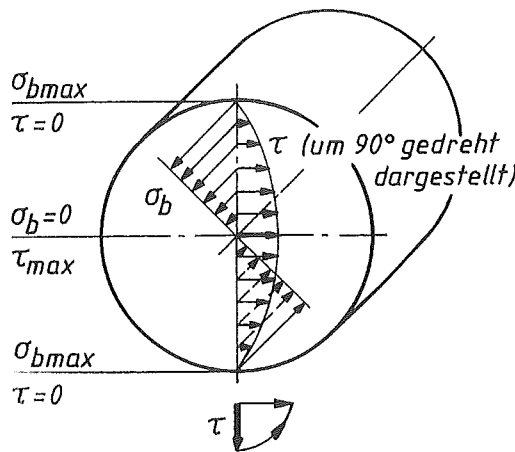
Daha yüksek değerler, preslenmiş pernelar için geçerlidir.

• Kesme (makaslama) perilmesi ve mukavemet şartı ;

$$\zeta_{\max} = \frac{4}{3} \cdot \frac{K_A \cdot F_{\text{nom}}}{A_s \cdot 2} \leq \zeta_{\text{em}} \quad (42)$$

Şekil 27 den de görüldüğü gibi en büyük

kesme perilmesi, dolu pernoda "sıfır eizgisindedir"



90° döndürülmüş
fsterimi

Şekil 27 - Perno enine kesitinde perilme dağılımı [L12].

F_{nom} - Kol kuvveti

K_A - Uygulama (çalışma veya işletme) faktörü. Darbe yüklerini göz önüne alan bir faktördür (Tablo 35).

A_S - Pernonun enine kesit alanı

$\zeta_{\alpha em}$ - Müsade edilen kesme (makaslama) perilmesi veya kesme (makaslama) emniyet perilmesi.

R_m - En küçük çekme mukavemeti

$$R_m = K_t \cdot R_{m0} \quad (\text{Eşitlik 36})$$

- Statik zorlanmada : $\zeta_{\alpha em} = 0,2 R_m$
- Titreşimli zorlanmada : $\zeta_{\alpha em} = 0,15 R_m$
- Tam değişken zorlanmada : $\zeta_{\alpha em} = 0,1 R_m$

alınabilir.

Sertleştirilmemiş standart perno ve pimler için (Sertlik : 125 HV den 245 HV 'ye kadar) kabul edilebilir veya referans değeri olarak

$$R_m = 400 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Eşitlik 35})$$

kullanılabilir.

- Mevcut ortalama yüzey basıncı ;

Düşük tutulmalı ve

$$\beta = \frac{K_A \cdot F_{nom}}{A_{proj}} \leq \beta_{em} \quad (44)$$

kontrol edilmelidir.

K_A ve F_{nom} sembolleri için Sayfa: 162'ye bakınız.

A_{proj} - Üzerinde yüzey basıncının eşit olarak dağıldığı varsayılan preslenmiş perno alanı.

Şekil 17.a'ya göre;

Pernonun orta kısmında,

$$A_{proj} = d \cdot t_s \quad \text{--- (45)}$$

Çatal da,

$$A_{proj} = 2 \cdot d \cdot t_G \quad \text{--- (46)}$$

dir.

p_{em} - Müsade edilen ortalama yüzey basıncı (Ortalama yüzey emniyet basıncı)

$$R_m = K_f \cdot R_{mn} \quad (\text{Esillik 36})$$

R_{mn} (Sayfa: 153) } Bakınız. (Değerler, preslenmiş konstrüksiyon elemanları için kayımayan yüzeyler için geçerlidir)

K_f (Sayfa: 157)

$$\left. \begin{array}{l} - \text{Statik zorlanmada: } p_{em} = 0,35 R_m \\ - \text{Titre simli zorlanmada: } p_{em} = 0,25 R_m \end{array} \right\} \text{--- (47)}$$

alınabilir. Burada, daha zayıf mukavemete sahip malzeme belirleyicidir.

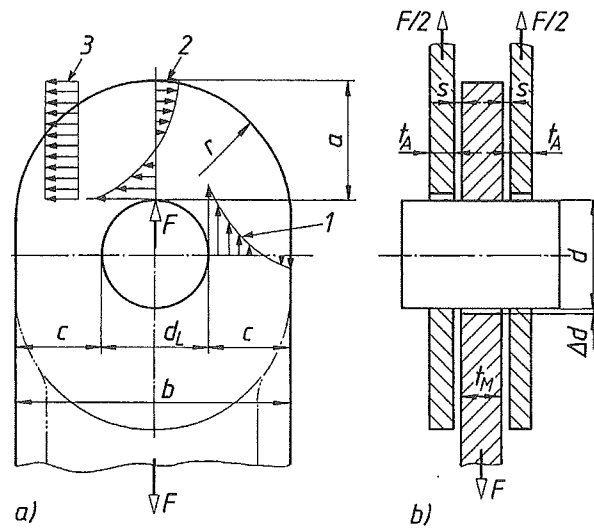
Sertleştirilmemiş standart perno ve pimlerde (Sertlik : 125 HV den 245 HV 'ye kadar)

$$R_m = 400 \text{ N/mm}^2 \text{ (Esitlik 35)}$$

değeri alınabilir.

Yüksek çekme yüklerine maruz kalan bağlantılarda, ebuğun kesitine ek olarak en çok tehlikede olan yan yüz (Yanak) kesitinin mukavemeti de kontrol edilmelidir.

Şekil 28 göz önüne alınarak,



Şekil 28 - Çelik konstrüksiyonda, halka ek parçalı (veya pörekli) perno bağlantısı [L12].

a) Orta ek parça (Göbek)

b) Bağlantı kesiti (Şematik)

Burada :

a - Tepe yüksekliği

b - Çekme kolu genişliği

c - Yan yüz (Yanak) genişliği

1 - Normal gerilme eğrisi, yanakta (Yan yüzde)

2 - Eğilme gerilme eğrisi, tepede

3 - Ortalama kesme (makaslama) eğrisi, tepede

Orta ek parça (Göbek) kalınlığı,

$$t_M \geq 0,7 \sqrt{\frac{F}{Re/S_M}} \quad (48)$$

ve delik çapı,

$$d_L \geq 2,5 \cdot t_M \quad (49)$$

ile belirtenebilir.

$$\text{ve } \left. \begin{array}{l} c/d_L = 0,73 \\ o_1/d_L = 1,06 \end{array} \right\} \quad (50)$$

Kabul edilebilir değerler ile,

$$a \geq \frac{F}{2 \cdot t_M \cdot Re/S_M} + \frac{2}{3} \cdot d_L \quad (51)$$

$$c \geq \frac{F}{2 \cdot t_M \cdot Re/S_M} + \frac{d_L}{3} \quad (52)$$

büyüklikleri hesaplanabilir.

Perno bağlantıları için delik boşluğu,

$$\Delta d \geq 0,1 \cdot d_L \quad (53)$$

ancak, en fazla 3mm olmakla birlikte esitlik 51 ve 52 esas alınmalıdır.

Burada ;

F - Kol kuvveti

Re - Akma sınırı (Tablo 50)

Malzeme	Ürün kalınlığı	Akma sınırı	Çekme mukavemeti	
Werkstoff	Erzeugnisdicke t mm	Streckgrenze R_e N/mm ²	Zugfestigkeit R_m N/mm ²	
Baustahl invalut çeliği	S235 $t \leq 40$ $40 < t \leq 100$	240 215	360	
	S275 $t \leq 40$ $40 < t \leq 80$	275 255	410	
	S355 $t \leq 40$ $40 < t \leq 80$	360 335	490	
Feinkornbaustahl ince tanekli çelik	S275N S275NL S275M S275ML $t \leq 40$ $40 < t \leq 80$	275 255	370	
	S355N S355NL $t \leq 40$ $40 < t \leq 80$	360 335	470	
	S355M S355ML $t \leq 40$ $40 < t \leq 80$	360 335	450	
	S460N S460NL $t \leq 40$ $40 < t \leq 80$	460 430	550	
	S460M S460ML $t \leq 40$ $40 < t \leq 80$	460 430	530	
	Vergütungsstahl İstah çeliği	C35 + N $t \leq 16$ $16 < t \leq 100$	300 270	550 520
		C45 + N $t \leq 16$ $16 < t \leq 100$	340 305	620 580
		Gusswerkstoffe Döküm malzeme	GS200 + N GS240 + N $t \leq 100$	200 240
	G17Mn5 + QT $t \leq 50$		240	450
G20Mn5 + N $t \leq 30$	300		480	
G20Mn5 + QT $t \leq 100$	300		500	
EN-GJS-400-15 EN-GJS-400-18 EN-GJS-400-18-LT EN-GJS-400-18-RT $t \leq 60$	250 250 230 250		390	

Hinweis: Für alle genannten Stahlsorten gilt: E-Modul $E = 210000 \text{ N/mm}^2$, Schubmodul $G = 81000 \text{ N/mm}^2$, Temperaturdehnzahl $\alpha_T = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Entsprechend für GJS: E-Modul $E = 169000 \text{ N/mm}^2$, Schubmodul $G = 46000 \text{ N/mm}^2$, Temperaturdehnzahl $\alpha_T = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Charakteristische Werte σ_H für die Berechnung des Grenzdruckes nach Hertz für Lager mit nicht mehr als zwei Rollen: 800 N/mm^2 für S235, 950 N/mm^2 für C35 + N, 1000 N/mm^2 für S355 und G20Mn5 + QT.

Tablo 50 - DIN 18800-1'e göre, haddelenmiş çelik ve döküm malzemeler için çelik konstrüksiyonda, sabit hesap değerleri (Karakteristik değerler) [L12]. (Bazı semboller için Tablo 51'e bakınız.)

S_M - Kısmi emniyet faktörü (1,1)

d_L - Delik çapı (Şekil 28-a)

t_M - Orta plak kalınlığı (Şekil 28-b)

a - Tepe yüksekliği (Şekil 28-a)

c - Yan yüz (yanak) genişliği

DIN17100	TS2162	EN10025
(Adlandırma, çekme dayanımına göre)	(Adlandırma, çekme dayanımına göre)	(Adlandırma, akma sınırına göre)
St 33	Fe 33	S185
St 37-2	Fe 37-2	S235JR
St 37-3	Fe 37-3	S235J0
St 44-2	Fe 44-2	S275JR
St 44-3	Fe 44-3	S275J0
St 52-3	Fe 52-3	S355J0
St 50-2	Fe 50-2	E295
St 60-2	Fe 60-2	E335
St 70-2	Fe 70-2	E360

Tablo 51 - Genel yapı çelikleri [L17]

Ayrıca, Şekil 28'deki semboller ile,

- En büyük eğilme momenti (Perno ortasında),

$$M_{b_{max}} = \frac{F(t_M + 2 \cdot t_A + 4 \cdot s)}{8} \quad (54)$$

- Eğilme gerilmesi,

$$\sigma_b = \frac{M_{b_{max}}}{W} \leq \sigma_{bem.} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

- Kesme (maksimum) gerilmesi,

$$\tau_a = \frac{F}{2 \cdot A_s} \leq \tau_{aem.} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

Mukavemet şartları sağlanmalıdır.

Burada,

t_n - Dış kapak kalınlığı, genellikle

$$t_n = d_M / 2 \quad \text{--- (55)}$$

alınır.

s - Orta pöbek ve dış kapak arasındaki boşluk

A_S - Pernonun enine kesit alanı (Dolu perno-
larda, $A_S = \pi d^2 / 4$ dir)

Örnek 12 [L 12] :

Bir pernolu mafsal, titreşimli ve
darbeli bir kuvvete ($F = 9 \text{ kN}$) zorlanmak-
tadır. Kol ve şatal için,

S235 (St37-2. Tablo 10)

malzemesi tasarlanmıştır. Perno olarak,

DIN EN ISO 2338'e göre (Tablo 49)

sertleştirilmemiş silindirik bir pim kulla-
nılmıştır. Perno ile kol arasındaki geçme,
sıkı veya pres geçmedir. Burada h8 tolerans
alanı kullanılabilir. Çalışma sırasında
perno, şatal deliğinde kaymamaktadır.

a) Mafsalın ana boyutları (d , t_s , t_g ve D)

bir tasarım hesaplaması ile belirlenecektir.
Seçilen perno için standart tanım kulla-
nılacaktır.

b) Perno, şatal deliğinde kesme (maksimum) ve yüzey basıncı bakımından kontrol edilecektir. - 169.

c) Şatal ve kol deliğinin tolerans sınıfı seçilecektir.

Çözüm a):

Gerekli perno çapı,

$$d \approx k \sqrt{\frac{K_A \cdot F_{nom.}}{\sigma_{ben}}} \quad (\text{Eşitlik 33})$$

k - Montaj düzeni faktörü

Perno kol'da sıkı peşme, şatalda ise boşluklu (oyunak) peşme olarak çalışmakta olup (Montaj şekli 3. Şekil 17-d), perno şatal içinde kaymamaktadır.

$$k = 1,1 \quad (\text{Eşitlik 39})$$

K_A - Çalışma (işletme) faktörü

Darbeli bir çalışmada, ortalama işletme faktörü

$$K_A = 1,8 \quad (\text{Tablo 35})$$

σ_{ben} - Eğilme emniyet perilmesi.

Sertifika almamış standart perno için,

en küçük çekme mukavemeti

$$R_m = 400 \text{ N/mm}^2 \text{ (Eşitlik 35)}$$

ile titreşimli zorlanmada,

$$\sigma_{bem} = 0,2 \cdot R_m \text{ (Eşitlik 34)}$$

dir. Dolayısıyla,

$$\sigma_{bem} = 0,2 \cdot 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \sigma_{bem} = 80 \text{ N/mm}^2$$

ve

$$d \geq 1,1 \cdot \sqrt{\frac{1,8 \cdot 9000 \text{ N}}{80 \text{ N/mm}^2}} = 15,6 \text{ mm}$$

Tablo 49'ü göre standart çap,

$$\| d = 16 \text{ mm}$$

olarak seçilir.

Şekil 17 a'dan faydalanarak,

t_s - Kol baskı kalınlığı (veya çatal açıklığı)

t_G - Çatal yanaklarının kalınlığı

Kaymayan yüzeyler için

$$\left. \begin{aligned} t_s/d &= 1,0 \\ t_G/d &= 0,5 \end{aligned} \right\} \text{ (Eşitlik 31)}$$

$$t_s = 1,0 \cdot d = 1,0 \cdot 16 \text{ mm}$$

$$\| t_s = 16 \text{ mm}$$

$$t_G = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 16 \text{ mm}$$

$$\| \underline{t_G = 8 \text{ mm}}$$

Gerekli perno uzunluğu,

$$L = t_s + 2 \cdot t_G = 16 \text{ mm} + 2 \cdot 8 \text{ mm}$$

$$L = 32 \text{ mm}$$

Pah, $c = 3 \text{ mm}$ (Tablo 49) olarak düşünülür
günde bir perno uzunluğu,

$$L = 32 \text{ mm} + 2 \cdot 3 \text{ mm}$$

$$\| \underline{L = 38 \text{ mm}}$$

gerekli olacaktır. Ancak perno sıkıntısını
küçük tutmak için standart uzunluk,

$$\| \underline{L_{\text{standart}} = 35 \text{ mm}} \text{ seçilir.}$$

D- Göbek çapı (Şekil 17a)

Göbek çapı için Sayfa: 167 de verilen
ampirik değerler geçerlidir.

Kol ve ekranda kullanılan malzeme
S235 (St 37-2), çelik olduğuna göre

$$D \approx (2,5 \dots 3) \cdot d \quad (\text{Eşitlik 40})$$

$$D = 2,5 \cdot d = 2,5 \cdot 16 \text{ mm}$$

$$\| \underline{D = 40 \text{ mm}}$$

bulunur.

Sonus :

Perno olarak bir silindirik pim

|| ISO 2338-16h8 x 35-St (Tablo 49)

seçilmiştir. Kol deliği 16mm, kol başı kalınlığı 16mm, fatal yanaklarının kalınlığı 8mm ve pöbek çapı 40mm dir.

Çözüm b) :

Şekil 27 de gösterildiği gibi, sıfır eizği-
sindeki en büyük kesme (maksimum) gerilmesi;

$$\tau_{\max} = \frac{4}{3} \frac{K_A \cdot F_{\text{nom}}}{A_s \cdot 2} \leq \tau_{\text{adm}} \quad (\text{Eşitlik 42})$$

A_s - Pernonun kesit alanı

$$A_s = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi}{4} 16^2 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{|| A_s = 201 \text{ mm}^2}}$$

$F_{\text{nom}} = 9 \text{ kN}$ ve $K_A = 1,8$ değerleri ile

$$\tau_{\max} = \frac{4}{3} \frac{1,8 \cdot 9000 \text{ N}}{201 \text{ mm}^2 \cdot 2}$$

$$\underline{\underline{|| \tau_{\max} = 54 \text{ N/mm}^2}}$$

Titresimli zorlanmada,

$$\zeta_{aem} = 0,15 \cdot R_m \quad (\text{Eşitlik 43})$$

Standart referans değeri $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$
(Eşitlik 35) ile,

$$\zeta_{aem} = 0,15 \cdot 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{\zeta_{aem}} = 60 \text{ N/mm}^2$$

$$\| \underline{\zeta_{max}} (= 54 \text{ N/mm}^2) < \zeta_{aem} (= 60 \text{ N/mm}^2)$$

Uygundur.

Fatal deliğindeki ortalama yüzey
basıncı,

$$p = \frac{K_A \cdot F_{nom}}{A_{proj}} \leq p_{em} \quad (\text{Eşitlik 44})$$

A_{proj} - Projelenmiş (Tasarlanan) perno
alanı

$$A_{proj} = 2 \cdot d \cdot t_G \quad (\text{Eşitlik 46})$$

$$A_{proj} = 2 \cdot 16 \cdot 8$$

$$A_{proj} = 256 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{1,8 \cdot 9000 \text{ N}}{256 \text{ mm}^2}$$

$$\underline{\underline{\rho = 63 \text{ N/mm}^2}}$$

Titresimli zorlanmada,

$$p_{em} = 0,25 \cdot R_m \quad (\text{Eşitlik 47})$$

Daha zayıf mukavemete sahip malzeme olarak S235 için,

$$R_m (= \sigma_k) = 360 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 10})$$

dir. Burada bir hatırlatma yapalım;

$$R_m = K_t \cdot R_{mN} \quad (\text{Eşitlik 36})$$

Standart eap $d_w = 16 \text{ mm}$ aynı zamanda perno eapına (d) eşit olduğundan büyük-
lük faktörü $K_t = 1$ olup $R_m = R_{mN}$ dir.

(K_t için sayfa: 157'ye bakınız)

$$p_{em} = 0,25 \cdot 360 = 90 \text{ N/mm}^2$$

$$\underline{\underline{\rho (= 63 \text{ N/mm}^2) < p_{em} (= 90 \text{ N/mm}^2)}}$$

uygundur.

Sonuç :

Perno malzemesi, en büyük kesme gerilmesi için uygundur.

$$\tau_{max} (= 54 \text{ N/mm}^2) < \tau_{dem} (= 60 \text{ N/mm}^2)$$

ve

ortalama yüzey basıncı,

$$p (= 63 \text{ N/mm}^2) < p_{em} (= 90 \text{ N/mm}^2)$$

olarak yeterince boyutlandırılmıştır.

Görüm c) :

- Çatal deliği için; boşluklu (oynak) peşme :

F8

- Kol deliği için pres veya sıkı peşme :

S7

- Perno için :

h8

Tolerans alanları kullanılabilir.

Kol delik çapı : 16 S7 $\begin{matrix} -0,021 \\ -0,039 \end{matrix}$

Çatal delik çapı : 16 F8 $\begin{matrix} +0,043 \\ +0,016 \end{matrix}$

Perno çapı : 16 h8 $\begin{matrix} 0,000 \\ -0,027 \end{matrix}$

Not. İmalat esnasında tavsiye edilen peşme şekilleri Tablo 52 de verilmiştir.

Geçme	Birim Delik	Geçme - Kullanıldığı Yer	Birim Mil	
H A S S A S G E Ç M E L E R	H7 / z8 (z9)	<i>Pres Geçme:</i> Sürtünmeye bağlı konstrüksiyonlarda büyük çevresel ve aksenal kuvvetleri iletmek için. Sadece pres altında veya mil ve göbekteki sıcaklık farkından yararlanılarak montajı yapılabilir.	Z8 (Z9) / h6	
	H7 / x7 (x8)	1) <i>Birim alanda büyük kuvvet iletimi için:</i> Dişli, kasnak ve volan göbeklerinde, mil flanşlarında (büyük çaplarda z9, küçük çaplarda u6).	X7 (X8) / h6	
	H7 / u6 (u7)	2) <i>Birim alanda orta büyüklükte kuvvet iletimi için:</i> Kavrama göbekleri, kır döküm göbeğe takılan bronz çember, yatak burçları, tekerler, biyel kolları (büyük çaplarda s6, küçük çaplarda r6).	U6 (U7) / h6	
	H7 / s6 H7 / r6		S7 / h6 R7 / h6	
	ARA GEÇMELER			
	H7 / n6	3) <i>Sıkı Geçme:</i> Pres ile birleştirme; kasnağa takılan çemberler, motor millerindeki rotor bağlantıları, yatak ve göbeklerdeki yatak burçları için.	N7 / h6	
	H7 / m6	4) <i>Çakma Geçme:</i> El çekici ile zorlukla çakılır. Mile bir seferlik çakılacak olan kayış kasnakları, kavramalar ve dişli çarklar için (d=55 ... 120 mm).	M7 / h6	
	H7 / k6	5) <i>Tutuk Geçme:</i> El çekici ile yapılır; kasnaklar, kavramalar, dişli çarklar (d=8...50 mm), sıkı el çarkları, manivelalar, teğetsel kamalarla bağlı volanlar, rulman iç bilezikleri için.	K7 / h6	
	H7 / j6	6) <i>Sürme Geçme:</i> Tahta çekiç veya el ile yapılır; sıkça sökülmesi gereken ve montajı zor olan kasnaklar, dişli çarklar, el çarkları, yatak burçları, merkezleme pimleri, rulman dış bilezikleri.	J7 / h6	
	BOŞLUKLU GEÇMELER			
	H7 / h6	7) <i>Kaygan Geçme:</i> Yağlayınca el ile itilebilmesi mümkün; millere takılan değişebilecek dişli çarklar, sıkı olmayan piston burçları, kavramalar boru tesisleri için merkezleme flanşları, rulman dış bilezikleri için.	H7 / h6 G7 / h6	
H7 / g6	8) <i>Zor Hareketli Geçme:</i> Boşluk hissedilmeksizin itilebilir; endikatör pistonu, biyel yatakları, kaymalı dişli çarklar ve bilezikler için.	F7 / h6		
H7 / f6	9) <i>Hareketli (Döner) Geçme:</i> Hissedilir derecede boşluk; takım tezgahı yatakları, dişli kutusu milleri, kılavuz parçaları için.	E8 / h6		
H7 / e8	10) <i>Kolay Hareketli Geçme:</i> Fazla boşluklu; birden fazla yatağı bulunan takım tezgahı parçaları için	D9 / h6		
H7 / d9	11) <i>Geniş Hareketli Geçme:</i> Çok fazla boşluklu; Transmisyon ve avara milleri için.			

Tablo 52 - Toleransların uygulama sahaları [L424].

Geçme	Birim Delik	Geçme - Kullanıldığı Yer	Birim Mil
Basit G E Ç M E L E R	H8 / h8	12) <i>Kaygan Geçme</i> : Takma işlemi için kuvvet gerektirmez; transmisyon mili halkaları, avara kasnakları, mil üzerinde ötelenebilen el çarkı, dişli çark ve kavramalar.	H8 / h8
	H8 / f8	13) <i>Hareketli (döner) Geçme</i> : Fazlaca boşluk; krank mili yatağı, piston ve krank kolları yatağı, birkaç yataklı miller, pistonlar, silindir içindeki piston valfleri, dişli pompası yatakları, hareketli manşon bağlantıları.	F8 / h8
	H8 / d10	14) <i>Geniş Hareketli Geçme</i> : Çok oynak; transmisyon ve vinçlerin uzun milleri, silindir merkezlemeleri, avara kasnaklar, tarım makineleri yatakları.	D10 / h8
Kaba G E Ç M E L E R	H11 / h11	15) <i>Kaba Geçme 1</i> : Büyük toleransta az boşluklu birbirine kolay takılabilen parçalar; tarım makinelerinde mile pimle, vidayla veya sıkıstırmayla bağlanacak parçalar, ara burçlar, yanma odası kapaklarının çivileri.	H11 / h8 D11 / h11
	H11 / d11	16) <i>Kaba Geçme 2</i> : Büyük toleranslı ve hareket boşluklu bölümler için; çıkarılabilen manivela kolları, manivela ve çatal muyluları, makara ve kılavuz yatakları.	C11 / h11
	H11 / c11	17) <i>Kaba Geçme 3</i> : Daha büyük toleranslarla büyük hareket boşluklu bölümler için; motorlu taşıtlardaki fren düzenlerinin çatal muyluları, pernolar, kilitleme pimleri.	B11 / h11 A11 / h11
	H11 / b11 H11 / a11	18) <i>Kaba Geçme 4</i> : Daha büyük toleranslarla büyük boşluklu bölümler için; lokomotiflerdeki ayar milleri, feder ve fren parçaları, fren mil yatakları, lokomotiflerdeki kavrama pimleri.	

Tablo 52 - Devamı [L29].

Örnek 13 [L12]:

Perno bağlantılı bir makara mekanizması
Şekil 29 da gösterilmiştir. Bu mekanizmada;
Perno :

DIN 1445 - 30 h8 x 92 x 120 - St

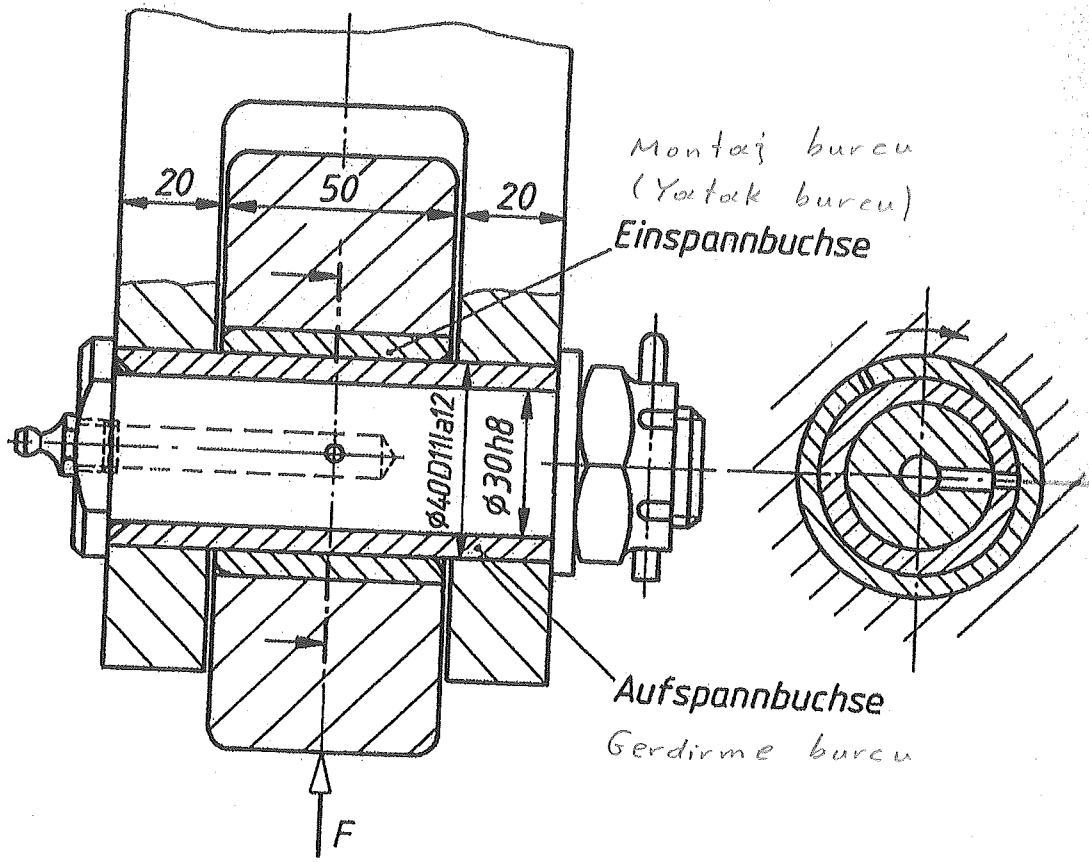
Gerdirmeye (Germe) burcu :

Yay çeliğinden yapılmış ve perno üzerinde
boşluklu (oynak) peşmeli olarak çulisan,

DIN 1499 - AG 40/30 x 90

Montaj (veya yatak); burcu :

Yay çeliğinden yapılmış ve perndirmeye burcu
üzerinde boşluklu (oynak), makarada pres



Sekil 29 - Yatakları mükemmel yapıya sahip makara konstrüksiyonu [L12]

veya sıkı geçme olarak çalışır,

DIN 1498 - FP 40/50 x 50

kullanılmıştır.

Taşlı somun, pernoyu yük altında dönme-
sini önleyecek kadar önceden yükler. Ayrıca
makara, hafif darbelerden oluşan $F=32$ kN
değerinde titreşimli bir yuvarlanmış yüküne
zorlanmaktadır.

a) Pernoda efilme,

b) Burçlar arasındaki ortalama yüzey basın-
cı (Yatak basıncı)

Kontrolü istenmektedir.

Çözüm a) :

Gerdirme burcu, çatıda ve montaj burcunda boşlukla (oynak) peşmeli olarak çalıştığı için burada Montaj şekli 1 (Şekil 17b) peşerlidir.

Dolayısıyla max. efilme momenti,

$$M_{b_{max.}} = \frac{F(t_s + 2t_G)}{8} \quad (\text{Eşitlik 18})$$

ve bağlı olarak efilme gerilmesi:

$$\sigma_b = \frac{K_A \cdot M_{b_{max.}}}{0,1 \cdot d^3} \leq \sigma_{b_{em.}} \quad (\text{Eşitlik 22})$$

t_s - Morkaraa kalınlığı

t_G - Çatıl yatak kalınlığı

$$\left. \begin{array}{l} t_s = 50 \text{ mm} \\ t_G = 20 \text{ mm} \end{array} \right\} (\text{Şekil 29})$$

K_A - Çalışma faktörü

Hafif darbeli bir çalışmada,

$$K_A = 1,1 \quad (\text{Tablo 35})$$

d - Yük taşıyıcı perno çapı (Germe burcu dış çapı)

$$d = 50 \text{ mm}$$

$$3,2 \cdot 10^4 \text{ N} (50 \text{ mm} + 2 \cdot 20 \text{ mm})$$

$$M_{b \text{ max}} = \frac{\dots}{8}$$

$$\| M_{b \text{ max}} = 3,6 \cdot 10^5 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{1,1 \cdot 3,6 \cdot 10^5 \text{ Nmm}}{0,1 \cdot 40^3 \text{ mm}^3}$$

$$\| \sigma_b \approx 62 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Yatıştırma delikleri ihmal edilmiştir})$$

Şekil 27'ye göre, eğilme perilmelerinin lineer (doğrusal) dağılımı,

$$\sigma_b = 62 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{15 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} \approx 47 \text{ N/mm}^2$$

σ_{bem} - Eğilme emniyet perilmesi.

Titreşimli zorlanmada,

$$\sigma_{bem} = 0,2 \cdot R_m \quad (\text{Eşitlik 39})$$

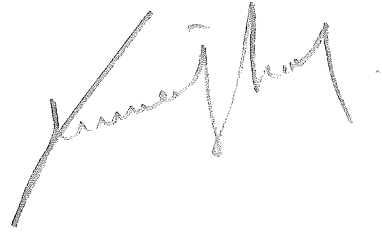
R_m - En küçük çekme mukavemeti.

I- GHH Vinci Koşum Takımında,
Kuvvet Dağılımı

II- Kurtarma Vinci Koşum Takımında,
Perno Mukavemet Kontrolü

III- Literatürlerden, Çözümlü
Perno Problem Örnekleri

- 10 -



Burçların sertleştirilmiş ağına karşı mukavemetli yay çeliğinden yapılmış olduğuna göre,

Yay çelikleri [L5] :

Sembol *	Malzeme No.	Çekme Mukavemeti ** $R_m, N/mm^2$
38Si7	1.5023	1300
60SiCr7	1.7108	1550
55Cr3	1.7176	1400
52CrMoV4	1.7707	1450

* : DIN EN 10027 veya

DIN EN 10270

** : $d_N = 2 \text{ mm}$.

Yay çeliği olarak 38Si7 malzemesini seçelim. $R_m = 1300 \text{ N/mm}^2$ olduğuna göre

$$\sigma_{bem} = 0,2 \cdot R_m = 0,2 \cdot 1300 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bem} = 260 \text{ N/mm}^2$$

Standart değeri $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$ (Eşitlik 35)

olan perno için,

$$\sigma_{bem} = 0,2 \cdot R_m \quad (\text{Eşitlik 34})$$

$$\sigma_{bem.} = 0,2 \cdot 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\parallel \underbrace{(\sigma_{bem})}_{\text{perno}} = 80 \text{ N/mm}^2$$

elde edilir.

Sonuç :

Gerdirme (sıkıştırma) burcu için;

$$\parallel \underbrace{\sigma_b (= 62 \text{ N/mm}^2)} < \sigma_{bem} (= 260 \text{ N/mm}^2)$$

Perno için,

$$\parallel \underbrace{\sigma_b (= 47 \text{ N/mm}^2)} < \sigma_{bem} (= 80 \text{ N/mm}^2)$$

Yaklaşık olarak belirlenen eğilme gerilmeleri.

nedeniyle, perno yeterli boyutlandırılmıştır.

Çözüm b) :

Birçıklar arasındaki ortalama yüzey
basıncı ,

$$p = \frac{K_A \cdot F_{nom.}}{A_{proj}} \leq p_{em} \quad (\text{Eşitlik 44})$$

Öngörülen alan,

$$A_{proj} = d \cdot t_s$$

$$\left. \begin{array}{l} d = 40 \text{ mm} \\ t_s = 50 \text{ mm} \end{array} \right\} (\text{Şekil 2.9})$$

$$A_{proj} = 40 \text{ mm} \cdot 50 \text{ mm}$$

$$\parallel A_{proj} = 2000 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{1,1 \cdot 3,2 \cdot 10^4 \text{ N}}{2 \cdot 10^3 \text{ mm}^2} = 17,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\parallel \underline{p \approx 18 \text{ N/mm}^2}$$

Eş çalısın kayma elemanları (burçlar) çelikten (sertleştirilmiş) imal edildiğine göre yüzey emniyet basıncı,

$$p_{em} = 25 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 53})$$

Ayrıca titreşimli zorlanmadan dolayı,

$$(p_{em})_{Tit.} = 0,7 \cdot 25 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Tablo 53})$$

$$\parallel \underline{(p_{em})_{Tit.} \approx 18 \text{ N/mm}^2}$$

ES Faliyetin Kayma Elementleri * (Yatacak/Perno - malzeme fiti)	Pem. [N/mm ²]
Çelik (sertleştirilmiş) / Çelik (sertleştirilmiş)	25
Cu - Sn - Pb Alaşımı / Çelik (sertleştirilmiş)	40 (700)
Cu - Sn - Pb Alaşımı / Çelik	20
GG / Çelik	5
Pb - Sn Alaşımı / Çelik	3 (20)

Tablo 53 - Düşük kayma hızlarında (örneğin; mafsaller, dönme merkezleri gibi) müsaade edilen ortalamalı yüzey basıncı (Yatacak basıncı) pem için kabul edilebilir (Referans) değerler [412].

Titreşimli yüklerde tablo değerleri 0,7 ile çarpılır.

() değerleri, kısa süreli pik yükler için geçerlidir.

* Sert ve taşlanmış perno yüzeyi ($R_a = 0,4 \mu m$) için uygundur.

Sonuç : Düşük kayma hızında ve hari-
ci (Dışarıdan) yağlamada (Gres), ortala-
ma yüzey basıncı $p = 18 \text{ N/mm}^2$ müsade
edilen değeri aşmadiğundan makara yata-
ğında sıkışma veya erken aşınma riski
yoktur. Birbiri üzerinde kayan burçlar
aşınmaya karşı oldukça mukavemetli
olduğundan yatak fonksiyonel kalır.

TB 9-1 Richtwerte für die zulässige mittlere Flächenpressung (Lagerdruck) p_{zul} bei niedrigen Gleitgeschwindigkeiten (z. B. Gelenke, Drehpunkte)

p_{zul} wird durch die Verschleißrate des Lagerwerkstoffes bestimmt. (-)Werte gelten für kurzzeitige Lastspitzen

Bei Schwellbelastung gelten die 0,7-fachen Werte.

Zeile	Gleitpartner (Lager-/Bolzenwerkstoff) ¹⁾	p_{zul} in N/mm ²
	<i>bei Trockenlauf (wartungsfrei):</i>	
1	PTFE Composite ²⁾ /St	80 (250)
2	iglidur X ³⁾ /St gehärtet	150
3	iglidur G ³⁾ /St gehärtet	80
4	DU-Lager ⁴⁾ /St	60 (140)
5	Sinterbronze mit Festschmierstoff/St	80
6	Verbundlager (Laufschicht PTFE)/St	30 (150)
7	PA oder POM/St	20
8	PE/St	10
9	Sintereisen, ölgetränkt (Sint-B20)/St	8
	<i>bei Fremdschmierung:</i>	
10	Tokatbronze ⁵⁾ /St	100
11	St gehärtet/St gehärtet	25
12	Cu-Sn-Pb-Legierung/St gehärtet	40 (100)
13	Cu-Sn-Pb-Legierung/St	20
14	GG/St	5
15	Pb-Sn-Legierung/St	3 (20)

- 1) Harte und geschliffene Bolzenoberfläche ($R_a \approx 0,4 \mu\text{m}$) günstig.
- 2) Kunststoffbeschichteter Stahlrücken
Hersteller: SKF
- 3) Thermoplastische Legierung mit Fasern und Festschmierstoffen.
Hersteller: igus GmbH, Bergisch Gladbach
- 4) Auf Stahlrücken (Buchse, Band) aufgesinterte Zinnbronzeschicht, deren Hohlräume mit PTFE und Pb gefüllt sind.
Hersteller: Karl Schmidt GmbH, Neckarsulm.
- 5) Mit Bleibronze beschichteter Stahl
Hersteller: Kugler Bimetal, Le Lignon/Genf

Tablo 54 - Tablo 53'ün aslı. [L12]

3-) Sertlik Değerleri [L25].

-186-

HB (Brinell)	HRC (Rockwell)	HV (Vickers)
226 HB	20 HRC	242 HV
232 HB	21 HRC	248 HV
239 HB	22 HRC	254 HV
241 HB	23 HRC	257 HV
248 HB	24 HRC	264 HV
253 HB	25 HRC	269 HV
260 HB	26 HRC	276 HV
266 HB	27 HRC	282 HV
272 HB	28 HRC	289 HV
278 HB	29 HRC	295 HV
285 HB	30 HRC	302 HV
292 HB	31 HRC	308 HV
300 HB	32 HRC	317 HV
309 HB	33 HRC	327 HV
317 HB	34 HRC	334 HV
325 HB	35 HRC	342 HV
337 HB	36 HRC	354 HV
345 HB	37 HRC	363 HV
356 HB	38 HRC	374 HV
366 HB	39 HRC	384 HV

375 HB	40 HRC	394 HV
388 HB	41 HRC	407 HV
398 HB	42 HRC	418 HV
409 HB	43 HRC	431 HV
420 HB	44 HRC	443 HV
432 HB	45 HRC	457 HV
444 HB	46 HRC	470 HV
455 HB	47 HRC	484 HV
456 HB	48 HRC	490 HV
468 HB	49 HRC	497 HV
469 HB	50 HRC	505 HV
486 HB	51 HRC	531 HV
504 HB	52 HRC	549 HV
513 HB	53 HRC	567 HV
534 HB	54 HRC	589 HV
552 HB	55 HRC	649 HV
572 HB	56 HRC	694 HV
592 HB	57 HRC	727 HV
601 HB	58 HRC	746 HV
613 HB	59 HRC	-
627 HB	60 HRC	-
642 HB	61 HRC	-
658 HB	62 HRC	-

- 787 -

681 HB	63 HRC	-
695 HB	64 HRC	-
711 HB	65 HRC	-
735 HB	66 HRC	-
746 HB	67 HRC	-
745 HB	68 HRC	-
752 HB	69 HRC	-
760 HB	70 HRC	-
780 HB	71 HRC	-
800 HB	72 HRC	-

HRC Nedir?

HRC, malzemelerin sertlik ölçümünde kullanılan bir sertlik ölçüm birimidir. Aynı zamanda "Rockwell" olarak bilinen bu sertlik birimi, malzeme üzerine bir uç yardımıyla önce belirli küçük bir yükte bastırılıp, ardından daha büyük bir kuvvetle tekrar bastırılmasıyla beraber oluşan ilk ve ikinci izlerin derinliklerinin artış oranına göre hesaplanan bir sertlik birimidir.

HB Nedir?

HB veya daha yaygın kullanılan adıyla Brinell, oldukça yaygın kullanılan bir başka sertlik birimidir. Bu sertlik biriminin ölçümü sırasında iz derinliği değil, küçük ve büyük kuvvet uyguladıktan sonra malzeme yüzeyinde bırakılan izin yüzey alanı oranındaki farka göre sertlik hesaplanır.

HV Nedir?

HV veya daha çok bilinen adıyla Vickers sertlik testi, en yaygın kullanılan sertlik ölçüm birimlerinden birisidir. Vickers test metodu, Brinell test metoduna alternatif olarak geliştirilmiş bir sertlik ölçüm yöntemidir. Bu test metodunun avantajı hemen hemen bütün farklı malzemelerde ve farklı sertliğe sahip malzemelerde kullanılabilmesidir. Öte yandan bu sertlik birimi Rockwell ve Brinell kadar yaygın kullanılmamaktadır.

4-) LİTERATÜR :

[L1] - Tuncer ÖZKAN

"Halat Bağlama (Bağlantı) Elemanları"

www.tuncer-ozkan.com

[L2] - Prof. Dr. Siegfried Bar.

"Glückauf - Forsch. H 32 (1971)

S. 161/70. Die Einspannwirkung von Klemmkäusen bei statischer und bei dynamischer Belastung"

[L3] - Prof. Dr. Atilla BOZACI

"Makina Elemanları"

Gaflayan Kitabevi. İstanbul. 2012

[L4] - Mustafa AKKURT - Mustafa SAVCI

"Makina Elemanları"

i.T.Ü Kütüphanesi Sayı: 900-911

İstanbul - 1972

[L5] - G. Niemann

"Maschinen-elemente"

Springer - Verlag

Berlin Heidelberg New York

1961 (1. Baskı), 1981 (2. Baskı)

2001 (3. Baskı), 2005 (4. Baskı)

2019 (5. Baskı). 3. ve 4. Baskılar Aydınlar.

[L6] - Prof. Dr. Mustafa GEDİKTAŞ
"Bağlama Elemanları"
İ.T.Ü Matbaası, Gümüşsuyu, 1976

[L7] - Prof. Dr. Talat TEVRÜZ
"Makina Elemanları"
Çağlayan Kitabevi, İstanbul-2015

[L8] - Tochtermann /Bodenstein
"Konstruktions elemente
des Maschinenbaues"
Springer - Verlag Berlin New York, 1968

[L9] - Prof. Dr. Erdem KOŞ
"Makina Elemanları"
Nobel Kitabevi - Adana - 2007

[L10] - Prof. Dr. Atilla Bozacı
"Makina Elemanlarının Projelendirilmesi"
Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 2012

[L11] - Dr. İsfendiyar Bakşiyev
Dr. Burhan Selçuk
"Makina Elemanları Problemleri"
Nobel Akademik Yayıncılık Ankara, 2012

[L12] - Roloff /Matek

"Maschinenelemente"

GWV Fachverlage GmbH,
Wiesbaden, 2007

[L13] - Prof. Dr. Paşa Yayla

"Cisimlerin Mukavemeti"
(Teori ve Fözümlü Problemler)

Çağlayan Kitabevi, 2010 - İSTANBUL

[L14] - Ord. Prof. Dr. Hilmi İLERİ

"Grafostatik ve Mukavemet"

Şirketi Mürettibiye Basımevi
İstanbul - 1964

[L15] - Cahit Töre

"Mekanik Tasarımda Çelik
ve Özellikleri"

MMO 2007/425

[L16] - ASME HANDBOOK

"Metals Properties"

McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC. 1954

[L17] - Prof. Dr. Ahmet Fethi ÇAM

"Makina Elemanları Tasarımı"

Birsen Yayınevi, İstanbul - 2006

[L18] - Prof. Dr. Mehmet YÜKSEL

"Malzeme Bilgisi"

Mak. Müh. Odası. Yayını

Eylül 2001 / ANKARA

[L19] - Tuncer ÖZKAN - Kadir ŞELİK

"Molet Milinin Mukavemet Kontrolü"

T.T.K. Zonguldak 2006

[L20] - Prof. Dr. Hikmet RENDE

"Makina Elemanları"

Seç Yayın Düğitim İSTANBUL - 2000

[L21] - Prof. Dr. Mustafa SAVCI

Prof. Dr. Alweddin ARPACI

"Mukavemet"

Birsen Yayınevi 1999 - İstanbul

[L22] - Makina Müh.

Murat ULUSOY

"Kişisel Görüşme"

Amasra - 2021

[L23] - "STAHL SCHLÜSSEL"

2001

[L24] - Prof. Dr. Fatih C. Babalık

Doç. Dr. Kadir Gaudar

"Makina Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri"

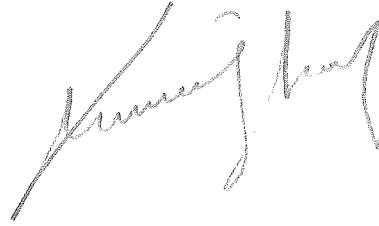
Dora Basım Yayın Bursa 2014

[L25] - Birleşik

" Birleşik Postlanmaz Çelik

Tic. A. Ş .

28. Nisan - 2022



Not . Çok olmakla birlikte, sesitli

forüşleri yansıtmaya çalıştım.

Değerlendirmeniz için şimdiden te-

şekkür eder sevgi ve saygılar

sunarım.

Tel. No. 0 542 525 42 87
