

# **BÖLÜM 4**

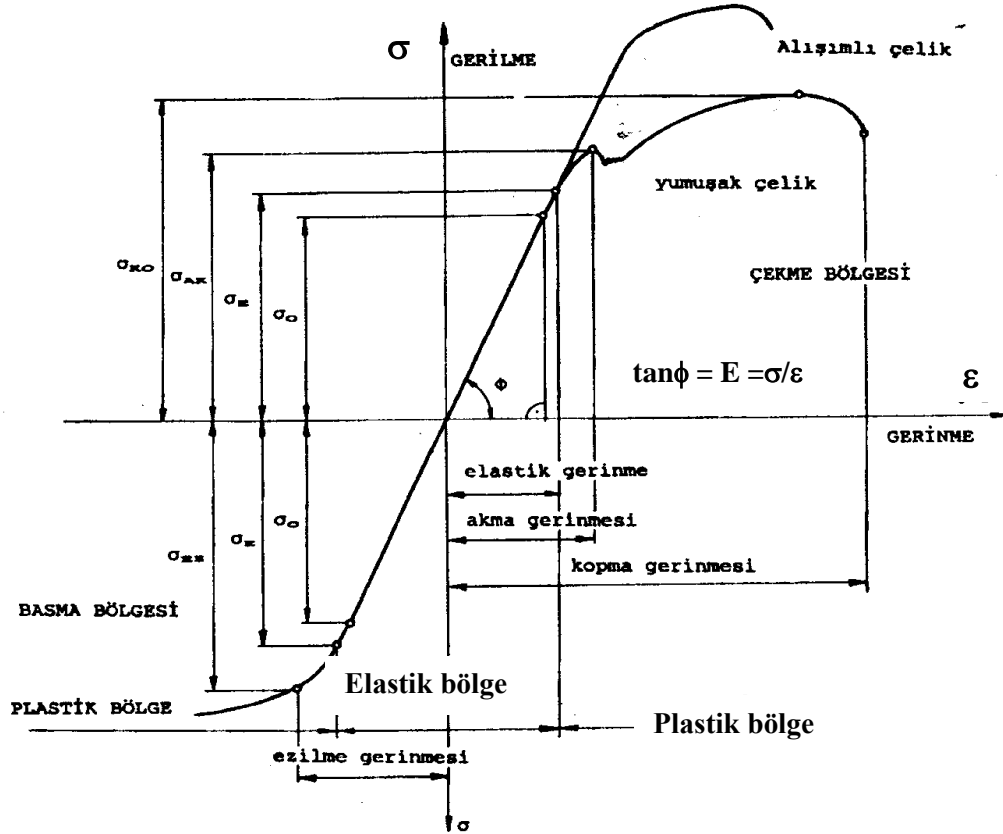
## **ASANSÖR TASARIMI III**

### **ASANSÖR HESAPLARI VE PROJELENDİRİLMESİ**

## 1. ASANSÖRLERDE TASARIM VE HESAPLAR

Asansörlerde kullanılan çeşitli çelik ve türevi malzemeler, kullanım sırasında çeşitli kuvvetlere maruz kalırlar. Kullanılan malzemenin hem bu kuvvetlere dayanması, hem de bu kuvvetler karşısında gösterdiği sehimin, asansörün ayar toleransları içinde olması istenir. Bir çok noktasında çok küçük mesafelerle çalışan asansörde, bu sehimlerin miktarı önem taşır. Bu yüzden yapılan hesaplarda gerilmenin miktarı kadar, gerinme ve eğilmenin de miktarı hesaplanır. Asansörlerde tasarım ve hesap yöntemlerine girmeden, mukavemet hesap yöntemleri üzerinde biraz durmak yararlı olacaktır.

### 1.1. GERİLME GERİNME DİYAGRAMI



Dikkate aldığımız asansör malzemelerinin homojen ve izotrop olduğunu kabul edilir. Bu tür malzemelerin mekanik özellikleri genel olarak iki bölgede incelenir. Bunlardan birincisi **elastik bölgedir**. Bu bölge içinde malzemeye etki eden kuvvetler kalıcı deformasyon yaratmaz. Kuvvetin etkisi kalktığında malzeme tekrar eski haline dönüşür. Yani malzemenin, mukavemet gösterebildiği kuvvetlerin söz konusu olduğu bölgedir. Diğer bölge ise **plastik bölge** dediğimiz bölgedir. Bu bölge içinde, malzeme üstüne etki eden kuvvetin oluşturduğu gerilme, malzemede kalıcı deformasyon yaratır. Bu bölge malzemenin mukavemet edemediği kuvvetlerin olduğu bölgedir.

Mukavemet değerlerini açıklarsak :

**Kopma mukavemeti** : Devamlı artan gerilme sonucu malzemenin koptuğu gerilme büyüklüğüne kopma mukavemeti adı verilir ve ( $\sigma_{ko}$ ) ile gösterilir.

**Akma mukavemeti** : Kuvvetin sabit kalmasına rağmen kalıcı deformasyonun başladığı gerilme büyüklüğüne akma mukavemeti denir ve ( $\sigma_{Ak}$ ) ile gösterilir.

**%0,2 Gerinme mukavemeti** : Kuvvetin sabit kalmasına rağmen kalıcı deformasyonun %0,2 olduğu gerilme değerine verilen addır ve ( $\sigma_{02}$ ) ile gösterilir.

**Orantılı mukavemet** : Devamlı ve lineer olarak fazlalaşan gerilme ile gerinmenin birbirine oranının sabit kaldığı gerilme büyüklüğüne orantılı mukavemet denir ve ( $\sigma_0$ ) ile gösterilir. Bu bölge elastik bölge olarak isimlendirilir.

Elastik bölgede hesaplar Euler Teorisi'ne göre yapılır. Şekil incelendiğinde elastik bölge içinde orantılı mukavemet bölgesinde gerilmenin gerinmeye oranının ( $\sigma/\epsilon$ ) sabit ve E ye eşit olduğu görülecektir.

$$\tan \phi = E = \sigma / \epsilon$$

Izotrop malzemede orantı sınırına kadar gerilme ile malzemenin gösterdiği gerinmenin birbirine oranı sabittir. Bu sabit değer elastiklik modülü diye adlandırılır. Bir malzemenin elastiklik modülü  $E$ , gerilmenin ( $\sigma$ ) gerinmeye ( $\epsilon$ ) oranı olarak tanımlanır. **Hooke kanunu** olarak adlandırılan bu eşitlik :

$$E = \sigma / \epsilon \text{ olarak gösterilir.}$$

Orantılı mukavemet bölgesi asansör hesaplarında özel bir önem taşır. Elastik bölgenin bitimi olarak değerlendirilen %0,2 Gerinme Mukavemeti ( $\sigma_{0.2}$ ), malzemenin elastik bölge içinde müsaade edilen ve deformasyonun başladığı son sınırdır. Malzeme bu gerilmeye dayanabilir olmasına karşın, devamlı bu gerilmeye maruz kalırsa malzeme yorgunluğu çok çabuk oluşur. Bu gerilme değerinde plastik deformasyon başlar. Bu yüzden malzemenin devamlı maruz kalacağı gerilme olarak Orantılı Mukavemet ( $\sigma_0$ ) kullanılır. Asansörlerde de normal kullanım emniyet gerilmesi üst değeri olarak kullanılacak olan bu gerilme, orantılı mukavemet akma mukavemetinin %80 i olarak kabul edilir.

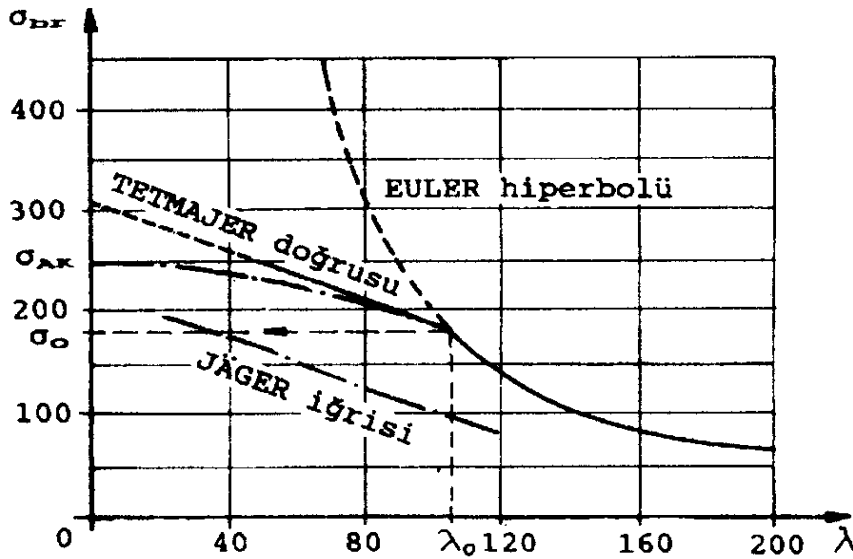
$$\sigma_0 = 0,8 \cdot \sigma_{Ak}$$

## 1.2. EULER'E GÖRE BURKULMA GERİLMESİ

Plastik bölge içinde yapılacak hesaplar Euler formülüne göre yapılır. Euler formülü :

$$\sigma_{bk} = (\pi^2 \cdot E) / \lambda^2$$

olarak gösterilir. Burada burkulma gerilmesini narinlik derecesinin fonksiyonu olarak gösterecek olursak ortaya Euler hiperbolü çıkar.



Elastik ve plastik bölgelerde burkulma eğrileri

Plastik bölge de ise plastik deformasyonlara göre burkulma hesapları için tek bir teori yoktur. Bir çok teori arasında Tetmajer Teorisi bu gün en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. Tetmajer'e göre burkulma gerilmesi, narinlik sayısının fonksiyonu olarak belirtildiğinde, orantılı mukavemet değerini veren Euler hiperbolü üzerindeki nokta ile ( $\sigma_{bk}$ ) ekseninde ezilme mukavemet değerine eşit olan nokta arasındaki doğrudur.

Pratikte kullanılan hesaplama formülü aşağıdaki gibidir.

$$\sigma_{bk} = a - b\lambda_{he}$$

a ve b değerleri aşağıdaki tablodan alınır.

Tetmajer formülündeki a ve b değerleri				
Malzeme	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda_0$	a (N/mm <sup>2</sup> )	b (N/mm <sup>2</sup> )
St37	2,1.10 <sup>5</sup>	104	310	1,14
St50 - St60	2,1.10 <sup>5</sup>	89	335	0,62

Hesaplamalarda hangi bölgenin geçerli olduğunu belirlemek için narinlik sınırını belirlemek gerekir. Narinlik sınırının üstündeki narinlik değerleri için Euler, altındaki değerler için plastik bölge hesap yöntemi kullanılmalıdır.

### 1.3. NARİNLİK SINIRI

Elastik bölgede kullanılan Euler formülü yazılırsa :

$$\sigma = (\pi^2 \cdot E) / \lambda^2$$

eşitliğini elde edilir.

Amaç orantılı mukavemet içinde kalmak olduğu için gerilim değeri olarak  $\sigma_0$  kullanıp formülü  $\lambda_0$  için düzenlenirse :

$$\lambda_0 = [(\pi^2 \cdot E) / \sigma_0]^{1/2} \text{ formülü elde edilir.}$$

**St37 çeliği için narinlik sınırını hesaplamak için :**

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_0 = 0,8 \cdot \sigma_{Ak} = 0,8 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 = 192 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_0 = \mathbf{104} \text{ olduğu bulunur.}$$

Yukarıdaki tabloda da verildiği gibi St50 ve St60 için  $\lambda_0 = \mathbf{89}$  dur.

Bu durumda St37, St50 ve St60 için yapılan burkulma hesaplarında  $\lambda_{he}$  hesaplanmalıdır.

$\lambda_{he}$  hesaplamak için

$$\lambda_{he} = L_{bk} / i_{min}$$

$$i_{min} = (I/A)^{1/2} \text{ formülleri kullanılır.}$$

$\lambda_{he}$  =Narinlik derecesi

I = Eylemsizlik momenti  $\text{mm}^4$

$i_{min}$  = Eylemsizlik yarıçapı mm

$L_{bk}$  = Konsollar arası uzunluk mm

A = Kesit  $\text{mm}^2$

Hesaplanan  $\lambda_{he} > \lambda_0$  ise, gerilim orantılı mukavemet bölgesinde olduğu için Euler yöntemi,  $\lambda_{he} \leq \lambda_0$  ise plastik bölge hesap yöntemi kullanılmalıdır.

Hidrolik asansörlerde, Piston hesapları yapılırken  $\lambda_0 = \mathbf{100}$  olarak alınacak ve bulunan  $\lambda_{he}$  değerine göre hesaplama yöntemi belirlenecektir. 100 den büyük  $\lambda$  değerleri için Euler yöntemi, küçük değerler için ise plastik bölge formülü kullanılacaktır. Et kalınlığı hesapları ise  $\sigma_{0,2}$  ye göre yapılacaktır.

Ray hesaplarında kullanılan yöntem ise, standartta belirtilen Jager yöntemidir. Omega yöntemi olarak bilinen bu yöntemde  $\lambda_0$  hesaplamaları yerine, gerilme değerleri ( $\sigma_{Ak}$  gerilme mukavemeti ve orantılı mukavemet  $\sigma_0$  değerleri) **emniyet katsayısı 1,5** alınarak baştan belirtilir. Bu yüzden Jager eğrisi, gerilme değerleri olarak Tatmajer doğrusunun altında yer alır. Oluşacak gerilmelerin Jager eğrisi değerlerinin altında olduğu, dolayısıyla güvenli olduğu karşılaştırması yapılır.

Ray ve halat hesapları yapılırken ender olarak karşılaşılabilecek olan frenleme anı hesapları Jager'in emniyet katsayılı akma mukavemetine ( $2/3 \cdot \sigma_{Ak}$ ) göre yapılmasına rağmen, devamlı olarak gerilmeye maruz kalınan normal kullanma hesaplarındaki gerilme, Jager'in emniyet katsayılı orantılı mukavemetine ( $2/3 \cdot \sigma_0$ ) göre yapılmalıdır. Bu durumda iki adet ( $\sigma_{em}$ ) değeri belirlenmesi gerekecektir. Halat hesaplarında da %0,2 gerilme mukavemeti aşılması dikkate alınmalıdır. Asansör halatlarında bu değer halat boyunda %1 den fazla uzama olarak kabul edilir.

EN 81/1 de izin verilen gerilmeler Madde 10.1.2.1 de belirtilmiştir. Buna göre  $\sigma_{em}$  değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$\sigma_{em} = R_m / S_t$$

$$R_m = \text{Uzama sınırı (N/mm}^2\text{)}$$

$$S_t = \text{güvenlik katsayısı}$$

Çeliklerde kullanılan güvenlik katsayısı, malzemenin kopma uzaması değerine ( $A_5$ ) göre değişir. Asansör raylarında kopma uzaması %8 den az olan raylar kırılğan olarak kabul edildikleri için kullanılmazlar. Kopma uzaması  $\%8 < (A_5) < \%12$  olan raylarda güvenlik katsayısı  $S_t = \mathbf{3,0}$ , kopma değeri  $(A_5) > \%12$  olan malzemelerde ise  $S_t = \mathbf{1,8}$  olarak belirlenmiştir. Bu değerler güvenlik tertibatı çalışması sırasında izin verilebilecek en yüksek gerilme değerini belirlemede kullanılır.

Normal kullanımda ise  $\sigma_0 = \mathbf{0,8}$ .  $\sigma_{Ak}$  olduğu için  $S_t$  değerleri artacaktır. Bu durumda

$$\%8 < (A_5) < \%12 \text{ raylar için } S_t = \mathbf{3,75}$$

$$(A_5) > \%12 \text{ malzemeler içinse } S_t = \mathbf{2,25} \text{ olarak alınır.}$$



ISO 7465 ve TS 4789 standardına uygun raylar ve malzemeler için izin verilen en yüksek  $\sigma_{em}$  değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. (TS EN 81/1 Madde 10.1.2.1) Bu tabloda güvenlik tertibatı çalışması için  $S_t$  değeri 1,8, normal kullanım da  $S_t$  değeri ise 2,25 alınmıştır.

Yük durumu	$R_m$		
	370 (St37)	440 (St44)	520 (St52)
Güvenlik tertibatının çalışmasında $\sigma_{em}$ ( $\sigma_{02}$ ) N/mm <sup>2</sup>	205	244	290
Normal kullanma yüklenmesinde $\sigma_{em}$ ( $\sigma_0$ ) N/mm <sup>2</sup>	165	195	230

TS 4789 standardına göre asansörde kullanılan iki çeşit raydan soğuk çekme olanlar St37 malzemedir, işlenmiş olanlar ise St42-St52 arası malzemelerden yapılabilirler.

Omega yönteminde,  $\lambda_0$  değeri karşılaştırması yerine,  $\lambda_{he}$  ye bağlı bir  $\omega$  katsayısı hesaplanmaktadır. Omega yöntemine göre burkulma formülü

$$\sigma_{bk} = \omega \cdot F/A \leq \sigma_{em}$$

olarak gösterilir.

$\omega$ ,  $\lambda$  nın bir fonksiyonu olarak alınmış ve burkulma emniyet katsayısı da 1,5 olarak değerlendirilmiş ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\omega(\lambda) = \sigma_{BEM} / \sigma_{BKEM}$$

Ancak bu hesaplama yerine St37 ve St 52 için standartta ayrıntılı  $\omega$  tabloları verilmiştir. Standartta verilen bu tablolardan, hesaplanan  $\lambda$  değeri için,  $\omega$  değeri alınır. Aradaki değerler için aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$\omega(\lambda) = [(\omega_{52}-\omega_{37}) \cdot (R_m - 370) / (520-370)] + \omega_{37}$$

Diğer sert metalik malzemelerin  $\omega$  değerleri imalatçıları tarafından verilmelidir.

( $\omega$  değerleri bölümün sonunda verilmiştir)

#### 1.4. EĞİLME GERİLMESİ VE SEHİM

Malzemelerde oluşan eğilme içinse **eğilme gerilmesi** ( $\sigma_E$ ) nin hesaplanması gerekir. Eğilme gerilmesi, eğmeye çalışan **momentin** (**M**), buna karşı koyan **mukavemet momentine** (**W**) oranıdır ve aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\sigma_E = M/W$$

Eğmeye çalışan moment **M=F.L** ile hesaplanır. Eğilmenin her iki ekseninde önemli olduğu durumlarda, eğme momentinin her iki yöndeki bileşenleri incelenmeli ve gerilme iki ekseninde hesaplanmalıdır. Bu durumda toplam eğilme gerilmesi her iki yöndeki gerilmelerin toplamı olarak alınır.

$$\sigma_E = \sigma_X + \sigma_Y$$

Raylardaki ve kullanılan çelik malzemelerdeki eğilme gerilmesi değerleri kadar eğilme miktarları da (Sehim) önemlidir. Bu konuda standart izin verilen eğilme miktarlarını belirlemiştir. Üzerinde güvenlik tertibatı çalışan raylarda bu miktar her iki yönde de 5 mm yi geçemez. Çelik malzemelerde sehim oranı kullanıldığı yerin önemine göre 1/500 ila 1/1000 arasında olabilmektedir.

Raylar ve çelik malzemelerde yapılacak hesaplamalardaki gerilme ve eğilme miktarları bu değerlerin altında kalmalıdır. Kullanılan malzeme bu şartları sağlıyor ise yeterli imalat şartları oluşmuş sayılır.

Yukarıda verilen kısa pratik bilgiler ışığında asansör tasarım hesapları yapılabilir. Dikkat edilmesi gereken nokta, aynı anda oluşan farklı yöndeki birleşik eğilme ve bükülmelerin göz önüne alınmasıdır. Zorunlu olan ray, askı, tahrik (elektrikli ve hidrolik) ve piston hesapları verilecektir. EN 81/1 de belirtilen kabin, regülatör, güvenlik tertibatı, kilit ve tampon gibi uygunluk belgesi taşıması gereken malzemelerin hesapları ve projeleri, uygunluk belgesi ile beraber imalatçılardan temin edilmelidir. Bu malzemelerden kabini kendisi imal eden firmalar için, bunlara ait hesap yöntemleri de verilecektir. Ancak bu imalatı kendisi yapan firmalar ayrıca uygunluk belgesi düzenlemek zorundadırlar. Bu imalatlar için esas olan, sorumluluğu imalatçının aldığı belirten Uygunluk Beyanları olmalıdır.

Asansör yapılandırmasında esas olan tasarımdır. Projelendirme ise hesaplara uygun kullanılan malzeme ve yapılan seçimlerin denetim kuruluşu için belgelendirilmesidir. Tasarım yapılması esnasında ekonomiklik ve güvenlik ön planda tutularak malzeme seçimleri yapılır ve asansör bu esaslara bağlı olarak projelendirilerek monte edilir.

## 2. ASANSÖRLERDE TASARIM HESAPLARI

Seçilen kabinde kullanılacak malzeme, eğer asansör montaj firması tarafından imal edilecekse mukavemet hesapları yapılarak malzeme seçimi yapılmalıdır. Eğer bir imalatçıdan alınıyorsa uygunluk beyanı, kabin imalatçısından istenmelidir. Asansör kabini makine emniyetine ve asansör yönetmeliğine göre imal edilir. Asansöre verilen uygunluk beyanı asansör kabini de kapsar. Aynı bir imalatçının uygunluk beyanı teknik dosyaya konmadığı sürece, kabin için sorumluluğu asansör uygunluk beyanını veren firma üstlenmiş sayılacaktır.

### 2.1. KABİN MUKAVEMET HESAPLARI

CE uygulamasında, yapılan bütün imalatların, tasarımının yapıldığı ve bu tasarıma uygun bir uygunluk denetiminden geçirileceği ön görülür. Yapılacak bir kabin imalatı da, imalatçı tarafından buna uygun bir uygunluk denetiminden geçmiş olması gerekir. Kabin imalatları uygunluk denetimi, bir Onaylanmış kuruluşça Modül Aa'ya uygun olarak denetlenebileceği gibi, firma tarafından da Modül A'ya uygun bir prosedürle yerine getirilebilir. Asansör firması teslim aldığı her kabin için, imalatçıdan bir Uygunluk Beyanı istemelidir. Teknik dosyasındaki Tip'e uygun imal edilmiş bir Kabin ve imalatçısından alınmış bir uygunluk beyanı, asansör firmasını ayrıca hesap yapma zorunluluğundan kurtarır. Bu durumda bütün sorumluluk kabin imalatçısına aittir. İmalatçı, kabinde kullandığı güvenlik tertibatı için muhakkak 95/16 Asansör Direktifi konusunda yetkili bir Onaylanmış Kuruludan verilmiş Tip sertifikası olan bir güvenlik tertibatını kullanmalı ve kabinle beraber verildiği takdirde Uygunluk Beyanında bunu belirtmelidir. Kabini kendisi imal eden asansör firmaları içinde aynı durum söz konusudur. Dosyasında kabin uygunluk beyanı bulunan bir asansör imalatında kabin hesapları, kullanılan güvenlik tertibatı, beyan yükü ve hızına uygun olarak yapıldığı kabul edilir. Sorumluluk kabin imalatçısına ait olmak üzere, asansör imalatçısından ayrıca hesap istenmez.

Aşağıda kabini kendisi imal eden asansör firmaları için özet olarak kabin hesapları verilmiştir. Ancak bir Tip Uygunluk Dosyası hazırlamak için daha ayrıntılı ve geniş imalat tiplerini içeren hesaplar gerekir. İmalatçı firmalar olası çeşitlendirmeleri de içine alan ayrıntılı hesapları yapmak zorundadır. Bu dosya ayrıca montaj talimatlarını, parça listesini ve kullanma kılavuzunu içermek zorundadır. Böyle ayrıntılı bir dosyanın hazırlanması ve Makine Yönetmeliğine uygun hale getirilmesi, gerektiğinde konusunda uzman kişilerden destek alarak hazırlanmalıdır. Uygunluk beyanında veya imalatta olabilecek bir eksiklik tespitinde çok ciddi tazminatlar söz konusu olmaktadır. İmalatçı firmaların bunu daima göz önünde tutmaları ve aşağıda TS 1812 esas alınarak özeti verilen hesapları yeterli bulmamaları gerekir. Hesaplar EN 81/1 de verilen hesap yaklaşımı esas alınarak yenilenmelidir. Aşağıda verilen hesap özetlerinde başlık yanında kullanılan sayılar şu an **ray hesapları haricinde geçerli olan TS 1812 Aralık 1988** baskısı madde numaralarıdır.

### 2.2. KABİN İSKELETİ VE DÖŞEMESİNDEKİ GERİLMELER

**Kabin iskeleti ve döşeme malzemesi :**Kabin iskeletinin ve kabin döşemesinin altındaki taşıyıcı kısmın yapısında haddelenmiş çelik, dövme çelik ve/veya özel olarak yapılmış saç profil kullanılmalıdır. Profil ve köşebentler TS-908-909-910-911-912-913 e uygun olmalıdır.

**Kabin İskeleti Ve Döşemesindeki Gerilmeler :** kabin iskeletinde kullanılacak malzemede meydana gelecek gerilmeler, aşağıdaki çizelge değerleri alınarak hesap edilmelidir. Hesapta bulunan değerler çizelgede verilen gerilme değerlerini aşmamalıdır. (yapılacak ray hesaplarında kullanılan birimlerle uyumlu olması için, Çizelgeye N/mm<sup>2</sup> kısmı da ilave edilmiştir. )

$g.N = 9,81 \text{ N} \approx 1 \text{ kgf}$  olarak kabul edilmiştir. Hesaplarda kolaylık olması için  $g=9,81 \text{ m/s}^2$  sabiti  $g=10 \text{ m/s}^2$  olarak alınmıştır. Bu durumda

$$1 \text{ kgf} = 1 \text{ kp} = 10 \text{ N} = 1 \text{ daN}$$

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 1 \text{ bar} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 1 \text{ at} = 10 \text{ N/cm}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2 = 100 \text{ kPa} \quad 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kgf/cm}^2 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Olarak alınmıştır.}$$

GERİLME YERİ	GERİLME TİPİ	GERİLME (EN ÇOK)		HESAP ALANI
		kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
Üst kirişler	Eğilme	900	90	Brüt kesit
Tampon çarpma kirişi	Eğilme	1800	180	Brüt kesit
Dikey kirişler	Eğilme + çekme	1300	130	Net kesit
Kiriş bağlantıları	Eğilme	1000	100	Brüt kesit
	Çekme	1250	125	Net kesit
Askı elemanları bağ elemanları	Eğilme + çekme	600	60	Net kesit
Alt kirişler	Eğilme	900	90	Brüt kesit
Cıvatalar (1)	Çekme	500	50	Net kesit
	Makaslama	500	50	Net kesit
	Taşıyıcı	1150	115	Net kesit
Perçinler	Eğilme	1300	130	Brüt kesit
	Makaslama	700	70	Net kesit
	Taşıyıcı	1300	130	
Normal yüklemdeki kirişler	Basınç (2)	1000-(4,2.L/R)	100-(4,2.L/R)	Brüt kesit

1) cıvataların hem basınca, hem de çekmeye çalışması halinde gerekli emniyet kontrolü yapılmalıdır.

2) L = kirişin serbest uzunluğu (kgf da cm, N de mm) R = kesitin en az atalet yarıçapı (kgf da cm, N de mm)

### Çizelge Kabin iskeleti ve döşemelerindeki en büyük gerilmeler

#### 2.2.1. Kabin iskeleti dikine kirişlerinin hesabı

kabin iskeletinde bulunan dikey kirişlerin çekme ve eğilme gerilmesi aşağıdaki formüllerle hesap edilir.

##### Eğilme gerilmesi

$$\sigma_E = (M.L)/(4.H.W_0)$$

İnsan asansörlerinde ve yayılı yük taşıyan yük asansörlerinde

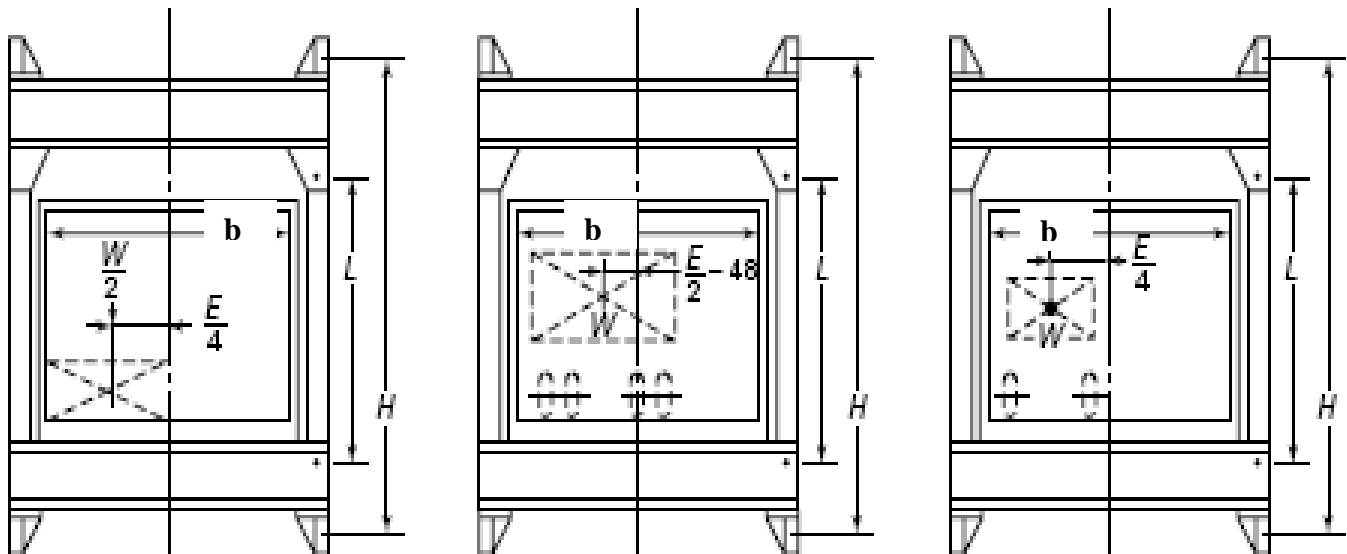
$$M = g_n.Q.b / 8$$

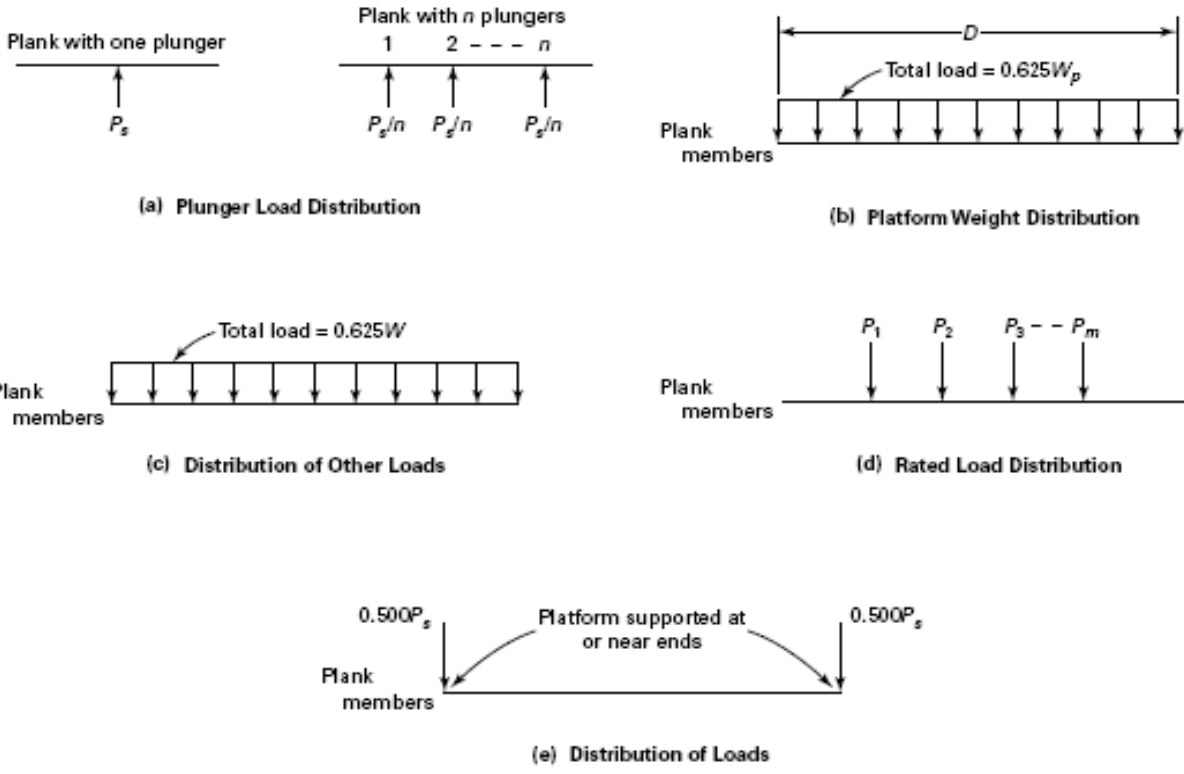
Yükleme taşıtı ile yüklenen veya yayılmamış yük taşıyan yük asansörlerinde

$$M = g_n.Q.b / 4$$

##### Çekme gerilmesi

$$\sigma_C = g_n.(Q+P) / 2A$$





## ASME A 17 ye göre kabinde oluşan kuvvetlerin diyagramı

### Toplam gerilme

$$\sigma_T = [(M.L_0)/(2.n.H.W_0) + g_n.(Q+P) / 2.A] < \sigma_{EM} = 130 \text{ N/mm}^2 \text{ (Çizelgeden)}$$

$g_n$  = Standart yerçekimi ivmesi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$M$  = Döndürme momenti (Nmm)

$L_0$  = Kirişin serbest uzunluğu (mm)

$n$  = Toplam kiriş adedi

$H$  = Alt ve üst kılavuz pabuçlar arası uzaklık (mm)

$W_0$  = Dikey kirişin mukavemet momenti (mm<sup>3</sup>)

$Q$  = Beyan yükü (kg)

$P$  = Kabin ağırlığı (kg)

$b$  = Kabin genişliği (mm)

$A$  = Kirişin kesit alanı (mm<sup>2</sup>)

$\sigma_E$  = Eğilme gerilmesi (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_C$  = Çekme gerilmesi (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_T$  = Toplam gerilme (N/mm<sup>2</sup>)

### 2.2.2. Narinlik

$L/i_{\min}$  [120 olmalıdır ankastr edilmiş krişlerde burkulma mesafesi  $L = L_0/2$

### 2.2.3 Dikey kirişlerin eylemsizlik momenti

$I = (M.L_0^3) / (457.2.E.H) < I_0$  olmalıdır

$I$  = Eylemsizlik momenti (mm<sup>4</sup>)

$L$  = Kirişlerin burkulma mesafesi (mm)

$L_0$  = kirişlerin serbest uzunluğu (mm)

$i_{\min}$  = kiriş veya kiriş gurubunun en küçük eylemsizlik yarıçapı (mm)

$H$  = alt ve üst kılavuz parçalar arası uzaklık (mm)

$E = 2.1.10^5 \text{ N/mm}^2$

M = Moment (Nmm)

### Köşebent ve kiriş arası bağlantı cıvataları

Köşebent ve kiriş arası bağlantı cıvataları kesme gerilmesi hesabı

$$\tau_K = g_n \cdot (P+Q) / n \cdot A$$

n = Kullanılan cıvata adedi

A = Cıvata kesit alanı (mm<sup>2</sup>)

$\tau_K$  = Kesme gerilmesi (N/mm<sup>2</sup>)

### 2.2.4. Kabin iskeletinin eğilmesi

Kabin en üst durakta iken en büyük statik yük altında, kabin iskeleti üst ve alt kirişlerin eğilmesi, destekler arası açıklığın 1/1000 inden büyük olmamalıdır. Varsa denge zinciri veya halat kütlesi de hesaba katılmalıdır.

$$F = g_n \cdot (P+Q) / 2 \cdot n$$

$$\sigma_E = F \cdot (L/2) / W$$

$$\sigma_E < \sigma_{EM} = 90 \text{ N/mm}^2 \text{ TS 1812 çizelge 3 olmalıdır.}$$

### 2.2.5. Kabin iskeletinde sehim

$$\delta = (F \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I)$$

$$\delta/L < 1/1000 \text{ olmalıdır}$$

W = Kirişin mukavemet momenti (mm<sup>3</sup>)

$\delta$  = Kabin iskeletindeki eğilme miktarı (mm)

F = Toplam yükün kiriş adedine bağlı olarak uyguladığı kuvvet (N)

L = Kiriş serbest boyu (mm)

E = Elastiklik modülü (N/mm<sup>2</sup>)

I = Kirişin eylemsizlik momenti

n = Kiriş adedi

### 2.2.6. Kabin alt kirişinin çarpmadan doğan gerilmesi

Kabin altında tek tampon kullanıldığında, kabinin tampona çarptığı zaman kabin çarpma kirişinde meydana gelecek gerilmeler, tamponun kiriş ortasına çarptığı ve kirişin her iki ucuna gelecek yük, kabin yükü ile kabin ve halat kütleleri toplamının yarısı kabul edilerek :

$$\sigma_E = g_n \cdot L \cdot (P+Q) / (2 \cdot n \cdot W) < \sigma_{EM} = 90 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalıdır}$$

$\sigma_E$  = Kabin alt kirişinin çarpmadan doğan gerilmesi (N/mm<sup>2</sup>)

$g_n$  = Standart yerçekimi ivmesi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

L = Kiriş serbest boyu (mm)

P+Q = Kabin ve beyan yükü toplamı (kg)

n = Kiriş adedi

W = kabin alt kirişinin mukavemet momenti (mm<sup>3</sup>)

### 2.2.7. Kabin iskeleti yan kirişlerinin boyut kontrolü

Kabin iskeleti yan kirişlerinin eğilme ve çekmeden dolayı toplam gerilmesi, narinlik derecesi ve eylemsizlik (atalet) momenti **kabin iskeleti dikine kirişlerinin hesabı** formülleri kullanılarak hesaplanır. Frenleme anındaki en büyük kuvvet de hesaplama da dikkate alınmalıdır.

Ancak bu hesap yöntemi EN 81/1 e uygun değildir. Tip uygunluğu için hazırlanacak dosyalarda Eğilme momentleri X ve Y eksenlerinde çeşitli yük dağılımlarına göre hesaplanmalı ve birleşik gerilmeler bu hesaba göre alınmalıdır. Tip uygunluğu için hazırlanan dosyalarda olabilecek imalat değişiklikleri (Kabin kaplamaları, askı yeri değişimi gibi) göz önüne alınarak kapsamlı dosyalar hazırlanmalıdır. Ayrıca güvenlik tertibatı çalışmasından doğan darbe katsayısı **k** formülde kullanılmalıdır.

### 2.2.8. Kabin döşemesinin gerilme hesapları:

Kabinin yüklenmesi veya boşaltılması sırasında, bir kabinin girişinde, yükün kapı ve kabin eşiğinden geçişinde, eşiğin orta noktasında etki eden bir eşik kuvveti  $F_s$  göz önüne alınmalıdır. Yükleme esnasında asansör hareket etmediği için herhangi bir hareket çarpanı kullanılmaz. Farklı kapıları olan asansör kabinlerinde her iki kapı içinde yükleme anında oluşan kuvvetler hesaplanmalı ve en kötü şarttakiler alınmalıdır. Eşik kuvvetinin büyüklüğü aşağıda belirtildiği gibi alınmalıdır.

$F_s = 0,4.g_n .Q$  Konut, büro, otel, hastane gibi binalardaki, beyan yükü 2500 kg dan küçük asansörler için;

$F_s = 0,6.g_n .Q$  Beyan yükü 2500 kg veya daha büyük olan asansörler için;

$F_s = 0,8.g_n .Q$  Forklift ile yükleme durumunda beyan yükü 2500 kg veya daha büyük olan asansörler için; (TS EN 81-1)

Kabin döşemesinin eğilmesinde yüklerin kabin girişine paralel ilk kirişe uygulandığı varsayılır.

$$F = F_s/2$$

### Eğilme gerilmesi

$$\sigma_E = F.(L/2)/W$$

$\sigma_E < \sigma_{EM}=90 \text{ N/mm}^2$  olmalıdır. (TS 1812 çizelge 3)

### 2.2.9. Narinlik

$L/i_{min} [120$  olmalıdır ankastre edilmiş krişlerde burkulma mesafesi  $L = L_0/2$

### Askı bağlantı parçası kesme hesabı

Kullanılan malzemeye göre halat bağlantı parçası kesme veya yırtılma hesapları yapılmalıdır.

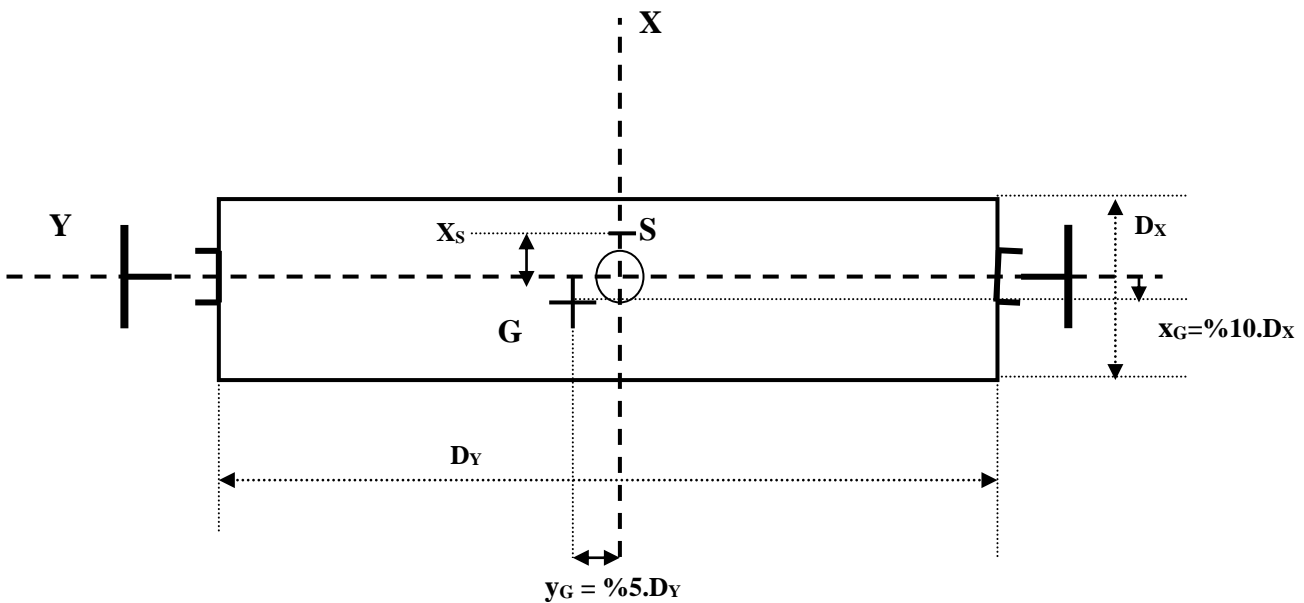
**Yapılan hesaplar ve malzeme seçimi sonucunda kabin ağırlığı tespit edilir.**

### 2.3) KARŞI AĞIRLIK KARKASI TASARIMI

Karşı ağırlık askı noktasında oluşan kuvvet

$$F = g_n . (G+K)$$

Askı noktasının ortalandığı ve karşı ağırlık kütlelerinin aşağıdaki şekilde gösterildiği şekilde dağıldığı kabul edilmiştir.



### Karşı ağırlık üst askı kirişi gerilmesi

$$M = (1/2).L_1.F/2.n_1$$

$$\sigma_E = M / .W$$

$$\sigma_E < \sigma_{em} = 130 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalıdır.}$$

### Karşı ağırlık üst askı kirişi sehim

$$\delta = F.L_1^3 / (48.E.I)$$

$$\%L_1 = \delta/L_1 \quad \%L_1 < 0,001 \text{ Olmalıdır.}$$

### Karşı ağırlık yan askı kirişleri gerilmesi

#### Çekme gerilmesi

$$\sigma_B = g_n.G/n.A$$

#### Eğilme gerilmesi

Karşı ağırlık kütesinin X ekseninde 0.10 , Y ekseninde 0.05 kaçık olduğu kabul edilmiştir.

$$\sigma_E = g.(M.L_2/2.n.HW)$$

$$\sigma_X = (M_X/W_X) \quad M_X = g_n.k_2.G.(0,05.b).L_2 / n_2.H$$

$$\sigma_Y = (M_Y/W_Y) \quad M_Y = g_n.k_2.G.(0,10.d).L_2 / 2.n_2.H$$

$$\sigma_E = \sigma_X + \sigma_Y$$

#### Toplam gerilme

$$\sigma_T = \sigma_B + \sigma_E \quad \sigma_T < \sigma_{em} = 130 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalıdır.}$$

#### Narinlik derecesi

$$L/i_{min} < 120$$

#### Eylemsizlik momenti

$$I = M.L^3_0 / (48.E.H) \quad L_0 = L_2/2 < I_0 \text{ Olmalıdır.}$$

**n<sub>1</sub>** : Üst askı kirişi sayısı

**n<sub>2</sub>** : Yan askı köşebenti sayısı

**M** : Etki eden moment

**W** : Mukavemet momenti

**δ** : Oluşan sehim

**I** : Atalet momenti

**G** : Karşı ağırlık kütesi

**K** : Karşı ağırlık karkası ağırlığı

**L<sub>1</sub>** : Üst askı kirişi boyu

**L<sub>2</sub>** : Yan askı köşebenti boyu

**k<sub>2</sub>** : 1,2 Ani frenleme etkisiyle oluşan darbe katsayısı

**d** : Karşı ağırlık derinliği

**b** : Karşı ağırlık genişliği

**H** : Karşı ağırlık patenleri arası mesafe

**E** : Elastikiyet modülü

(Birimler mm, kg, N ve N/mm<sup>2</sup> olarak kullanılmıştır)

Kullanılan malzemelerdeki gerilmeler emniyet gerilmelerinden küçük çıkarsa, karşı ağırlık karkası sipariş formu hazırlanmalıdır. Karşı ağırlık karkası hem kaynaklı hem cıvatalı bağlantılar ile yapılmalıdır. Karkas yapısı halat uzamalarında ayarlanabilir parçaları da içermelidir. Bu parçalar takılıp çıkarılabilen ilave parçalardan oluşabilir.

Kriterler göz önüne alınarak yapılan seçim sonrası aşağıda elektrikli ve hidrolik asansörlerin tahrik guruplarında dikkat edilmesi gereken noktalar anlatılmıştır. Ray hesapları ve kontrol panosu kriterleri ortak olduğu için elektrikli ve hidrolik asansörlerin tahrik gurupları tasarım bölümünden sonra açıklanmıştır.

### 3. SÜRTÜNME TAHRİKLİ ASANSÖRLERDE TAHRİK GURUBU

Kabin ve karşı ağırlık kütleleri tespit edildikten sonra asansörün imalatla ilgili kısımlarının tasarımı yapılmalıdır. Elektrikli asansörlerde tasarım aşağıdaki sıra ile yapılması yararlıdır.

1. Motor ve makine gurubunun seçilmesi (Teknik dosyada gerilim düşümü hesabı da yapılmalıdır)
2. Halat güvenlik katsayısı tespiti
3. Halat tespiti ve kontrolü
4. Kaide yüksekliği ve sarılma açısı tespiti
5. Sürtünme değerinin hesabı
6. Tahrik kabiliyeti kontrolü
7. Halat basınç ve uzama kontrolü
8. Makine kaidesi imalat ve malzeme kontrolü

#### 3.1. MOTOR GÜCÜNÜN BELİRLENMESİ

Asansör avan proje çizimini incelenirken motor seçimi ve hesaplanmaları konusu işlenmişti. Kullanılan formülde verimlilik katsayısı  $\eta$ , olabilecek en kötü oranlarda seçilmişti. Burada amaç daha sonra uygulama esnasında olabilecek değişikliklere imkan tanımak için kolon hattı ve sigorta değerlerini, ekonomiklikte göz önüne alarak üst sınırdaki tutmak idi. Uygulamada ise bu formülleri kullanmak yanlış olur. Her makine-motor gurubunun gerçek verimlilik oranları kullanma kılavuzlarında belirtilmiştir. Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak daha yüksek verimli makine-motor gurupları uygulamanın içine her geçen gün daha yaygın olarak girmektedirler. Makine motor gurubunun gerçek verimliliği dikkate alınarak motor gücü hesaplanmalı ve makine de kullanılan motor gücünün hesaplanan değerden büyük olduğu kontrol edilmelidir.

#### Motor gücü

$$N = (S \cdot V) / (102 \cdot \eta) \text{ KW olur.}$$

$$S = (P + Q + H + Z) - G$$

$$N < N_G \text{ olmalıdır.}$$

S : maksimum artan yük (kg)

(P+Q) : Kabin ağırlığı ve beyan ağırlığı

H : Halat ağırlığı (kg) ( halat yükü olarak her halat için 10 luk halatta 0,35 kg/m, 12 lik halatta 0,5 kg/m , 16 lık halatta 1 kg/m yaklaşık değerler alınabilir)

Z : Sürtünme yükü (Sürtünme yükü olarak 50 kg yaklaşık değer kullanılabilir.)

G : karşı ağırlık kütlesi

v: asansör beyan hızı (m/sn)

$\eta$  : makine motorun gerçek verimlilik oranı.

$N_G$  : Sistemde kullanılacak motorun gücü

Moment değeri kasnak yarı çapı ile toplam kuvvetlerin çarpılması ile bulunur. Motor makine aktarma oranları dikkate alınarak yapılacak hesaplamada imalatçı tarafından verilen motor moment değerlerine uygun olması sağlanmalıdır. Özellikle büyük beyan yüklü veya yüksek hızlı asansörlerde moment kontrolü yapılmalıdır.

$$\text{Moment değeri} = (D/2) * F$$

D= kasnak çapı

F= Maksimum artan kuvvet

Dişli kutusu verim oranı momente bağlı olarak aşağıdaki tablodan alınabilir.

Moment değeri(kgm)	verim $\eta$
<120	0,30
120-200	0,45
200-300	0,60
300-550	0,70

(Tablo yerine gerçek verimlilik değeri kullanılmalıdır)



### 3.2. HALAT GÜVENLİK KATSAYISININ HESAPLANMASI

Standart madde 9.2 de halatların güvenlik katsayısını ve kasnaklar ile halat çapı oranını (40) vermiştir. Ancak verilen değerler minimum değerler olup, her asansörde kullanılan makine yivleri ve kasnak çaplarının oranına göre değişir. Asansörlerde her yapılan imalatın özelliklerine göre hesaplanması gerekir.

**Madde 9.2.2 :** Askı halatlarının güvenlik katsayısı Ek N ye göre hesaplanmalı ve **en az** aşağıdaki değerlerde olmalıdır.

- a) üç veya daha fazla halatlı sürtünmeli tahrik düzeninde **12**  
b) iki halatlı sürtünmeli tahrik düzeninde **16**  
c) tamburlu tahrik düzeninde **12**

Güvenlik katsayısı, bir halatın en küçük kopma kuvvetinin (N), kabin beyan yükü ile yüklü ve en alt durakta duruyorken bir halata gelen en büyük kuvvete(N) oranıdır.

**EN 81/1 Ek N** bakım ve muayeneleri düzenli yapılan, standarda uygun çelik halat ve çelik veya döküm tahrik kasnağı kullanılarak tasarımı yapılan halatlı tahrik sistemlerinde aşağıda verilen hesap yöntemini zorunlu tutar.

Halatların bükülme sayısı ve bükülmelerin ağırlık derecesi halatta arızalara neden olur. Bu olay kanal şekli ve ters yönde bükülmenin olup olmamasından etkilenir. Her bükülmenin ağırlık derecesi eşdeğer sayıda tek yönde bükülme ile eşit sayılabilir. Tek yönde bükülme halatın, yarıçapı halat yarı çapından %5-6 büyük yarım daire şeklinde kanalı olan bir kasnakta geçişi olarak tanımlanır.

Eşdeğer kasnak sayısı  $N_E$  ile ilgili tek yönde bükülme sayısı aşağıdaki formülden elde edilir.

$$N_E = N_T + N_S$$

$N_T$  = Tahrik kasnaklarının eşdeğer sayısı

$N_S$  = Saptırma kasnaklarının eşdeğer sayısı

$N_T$  değerleri aşağıdaki tablodan alınabilir.

V kanallar	Kanal açısı $\gamma$	-	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>45</b>
	$N_T$	-	18,5	15,2	10,5	7,1	5,6	4,0

Altı kesik yarım daire ve altı kesik V kanallar	Alt kesilme açısı $\beta$	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>	<b>105</b>
	$N_T$	2,5	3,0	3,8	5,0	6,7	10,0	15,2

Altı kesik olmayan yarım daire kanallarda  $N_T = 1$  olarak alınır.

#### $N_S$ değerinin hesaplanması

Saptırma kasnakları eşdeğer sayısının hesaplanmasında ters yönde bükülmeler dikkate alınmalıdır. Ancak ters yönde bükülme, birbirini takip eden iki sabit kasnağa halatın değdiği yerlerin mesafesi halat çapının 200 katını aşıyorsa göz önüne alınmaz.

$$N_S = K_P \cdot (N_{SD} + 4N_{ST})$$

$$K_P = (D_T/D_S)^4$$

$K_P$  : Tahrik kasnağı çapının saptırma kasnakları çapına oranı

$N_{SD}$  : düz yönde bükülmeli saptırma kasnağı sayısı

$N_{ST}$  : ters yönde bükülmeli saptırma kasnağı sayısı

$D_T$  : Tahrik kasnağı çapı

$D_S$  : Tahrik kasnağı hariç diğer tüm kasnakların ortalama çapı

#### Güvenlik katsayısının tespiti

Belli bir halatlı tahrik sisteminde, güvenlik katsayısının en küçük değeri, kesin  $D_T/d_T$  oranı ve hesaplanan  $N_E$  hesaba katılarak aşağıdaki formülden hesaplanır.

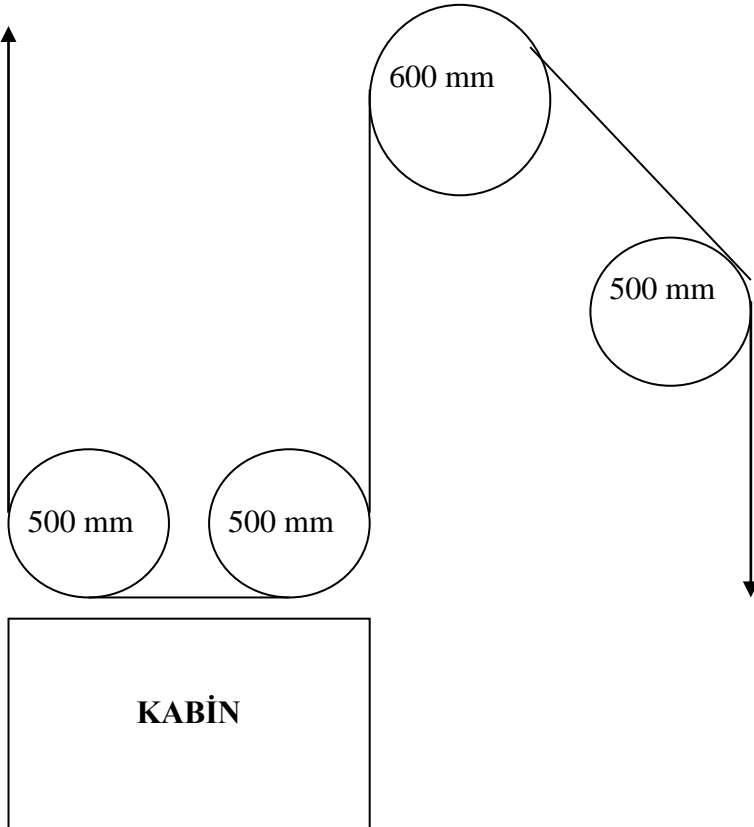
$$S_f = 10^{\left( 2,6834 - \frac{\log \left( \frac{695,85 \cdot 10^6 \cdot N_{equiv}}{\left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{8,567}} \right)}{\log \left( 77,09 \cdot \left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{-2,894} \right)} \right)}$$

Burada:

- $S_f$  : Güvenlik katsayısı;  
 $N_{equiv}$  : Eşdeğer kasnak sayısı;  
 $D_t$  : Tahrik kasnağı çapı;  
 $d_r$  : Halat çapı.

Ancak bu formülü kullanmak pratik olmadığı için belirli  $N_T$  ve  $D_T/d_T$  değerleri için aşağıdaki tabloda  $S_f$  değerleri verilmiştir. Her asansörde kullanılan makine ve kasnak tipine göre halat güvenlik sayısı buradan tespit edilir.

Tablodan da görüleceği gibi  $D_T/d_T = 40$  oranı ve  $S_f = 12$  sayısı minimum sınır değerler olup koyu çizgi ile belirtilmiştir. Asansör özeli için tablodaki emniyet değerleri kullanılmalıdır. Aşağıda buna ait bir örnek verilmiştir.



V kanal  $\gamma=40$

$N_T = 7,1$  (Tablodan)

$D_S = (500+500+500)/3 = 500$

$K_P = (D_T/D_S)^4 = (600/500)^4 = 2,073$

$N_S = 2,073 \cdot 3 = 6,2208$

$N_E = 7,1 + 6,2208 = 13,320$

Not : sabit olmayan kasnaklar nedeniyle ters yönde bükülme alınmamıştır. Bütün kasnaklar düz kabul edilmiştir. (Aradaki uzaklık halat çapının 200 katından fazladır)

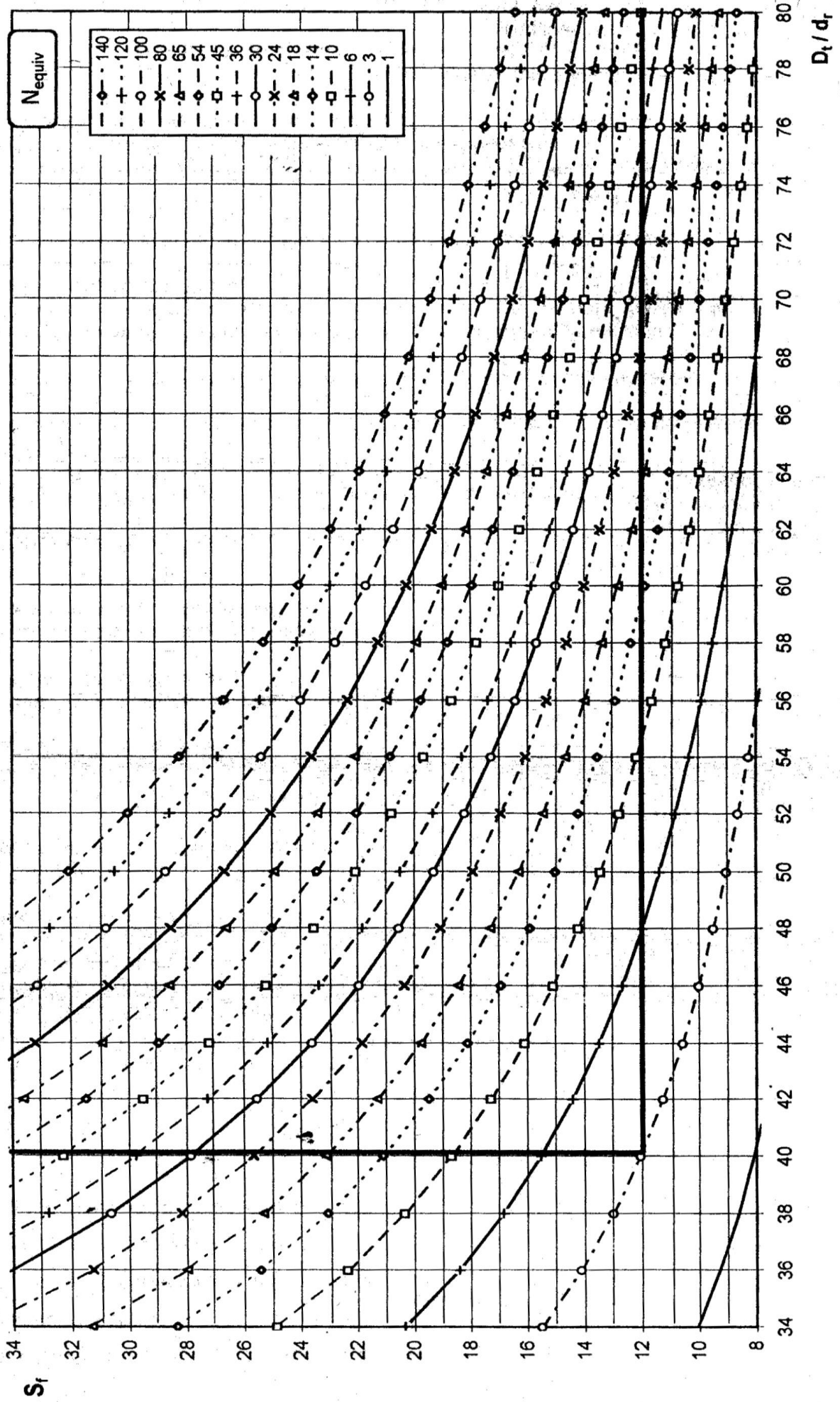
Sistemde 12 lik halat kullanılması düşünülmüştür

$D_T/d_T = 600/12 = 50$

Tablodan  $N_E = 13,32$  ve  $D_T/d_T = 50$  değerleri için yaklaşık

$S_f = 14,75$  değeri bulunur.

Kullanılan halat hesaplarında güvenlik değeri olarak bu değer alınmalıdır.



ŞEKİL N.1 - En küçük güvenlik katsayısının hesaplanması

### 3.3. HALAT KONTROLÜ

#### 9.2 - Tahrik Kasnağı, Makara Çapları Ve Tambur İle Halat Çaplarının Oranı, Halat Ve Zincirler İçin Bağlantılar

##### 9.2.2 .....

Güvenlik katsayısı, bir halatın en küçük kopma kuvvetinin (N), kabin beyan yükü ile yüklü ve en alt durakta duruyorken bir halata gelen en büyük kuvvete (N) oranıdır.

Ek N ye göre tespit edilen güvenlik katsayısına göre halatların kontrolü yapılmalıdır.

#### Halata gelen en büyük yük

$$F_{\max} = g_n \cdot [(P+Q+H) / (n \cdot i)] \cdot (N)$$

$$S = T_{\min} / F_{\max} > S_f$$

$S_f$  : Ek N ye göre hesaplanmış halat güvenlik katsayısı

$T_{\min}$  = TS 1918 e göre kullanılan halatın en küçük kopma kuvveti (N)

$P$  : Kabin ağırlığı

$Q$  : Beyan yükü

$H$  : Kabin en alt durakta iken halatların ağırlığı

$n$  : Halat sayısı

$i$  : Askı oranı

$g_n$  : Standart yer çekimi ivmesi

Yukarıdaki örneğe göre alınırsa kabin tarafında  $i=2$  olduğu ve karşı ağırlık doğrudan askı olduğu için,  $F$  karşı ağırlık içinde en alt durak seviyesinde hesaplanmalı ve  $F$  için bulunan en büyük değer alınmalıdır. Bulunan  $S$  halat güvenlik değeri 15,25 değerinden büyük olmalıdır.

#### Seçilen halat için uzama kontrolü yapılmalıdır.

Halat uzaması için gerilme ve gerinme ilişkisi formülü kullanılarak aşağıda verilen formül kullanılabilir.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon, \quad \varepsilon = L / L_0, \quad \sigma = E \cdot L / L_0, \quad L = (F \cdot L_0) / (E \cdot A)$$

$$\%L = (F_{\max} \cdot L_0) / (E \cdot A)$$

**%L değeri %1 den fazla olmamalıdır.**

$L_0$  = halat boyu (mm)

$E = 63000 \text{ N/mm}^2$  çelik halat için Elastikiyet modülü

$A = (\pi \cdot d^2 \cdot x) / 4 \text{ mm}^2$  halatın gerçek alanı  $x = 0,49$  6x19 halatlar için

$x = 0,44$  8x19 halatlar için

Kullanılan makine yiv açısı, kasnaklar ve halatın uygun olduğu kontrol edilmeli, sistemin uyumu sağlandıktan sonra tasarıma devam edilmelidir.

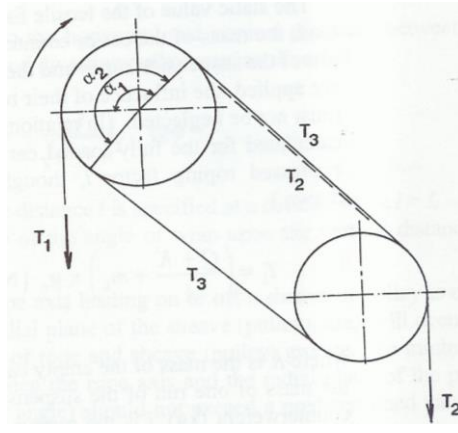
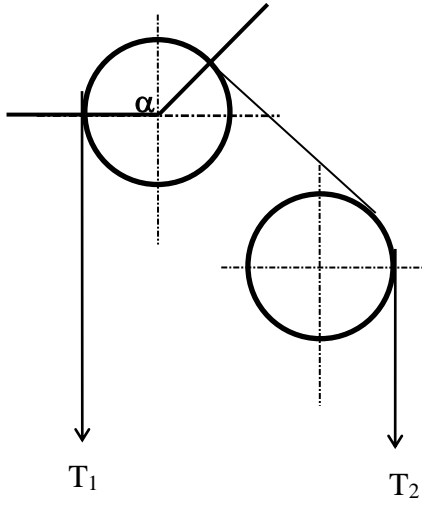
### 3.4. ASANSÖR TAHRİK YETENEĞİ

Tahrik yeteneği için gerekli şartlar standartta belirlenmiştir.

#### Madde 9.3 Askı halatı sürtünmesi aşağıdaki üç şartı yerine getirecek şekilde olmalıdır.

- Kabin, beyan yükünün %125 ile yüklü olarak durak seviyesinde kaymadan tutulabilmelidir.
- Kabinin, boş veya beyan yükü ile yüklü iken durdurma tertibatı çalıştığında, stroku azaltılmış tamponlar dahil olmak üzere, tamponların hesaplanmasında göz önüne alınan hız değerini aşmayacak bir şekilde frenlenmesi güvence altına alınmalıdır.
- Karşı ağırlık tamponlar üzerine oturduğunda asansör makinası yukarı yönde çalışırken boş kabini yukarı kaldırmak mümkün olmamalıdır.

Tahrik kabiliyeti, standardın verdiği formüller kullanılarak ve istediği şartların yerine geldiğinin kontrolü yapılarak sağlanmalıdır. Bunun için sarılma açısı değeri ve sürtünme değerine ihtiyaç vardır. Tasarımla ilgili kurallar EN 81/1 Ek M'de belirtilmiştir.



$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f \times \alpha_1}; \quad \frac{T_3}{T_2} \leq e^{f \times \alpha_2} \quad \frac{T_1}{T_2} \leq e^{f \times (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

**Kabin yüklemesi ve durdurma tertibatı çalışması için**

$$T_1/T_2 \leq e^{f \alpha}$$

**Kabinin bloke edildiği durumlarda**

$$T_1/T_2 \geq e^{f \alpha}$$

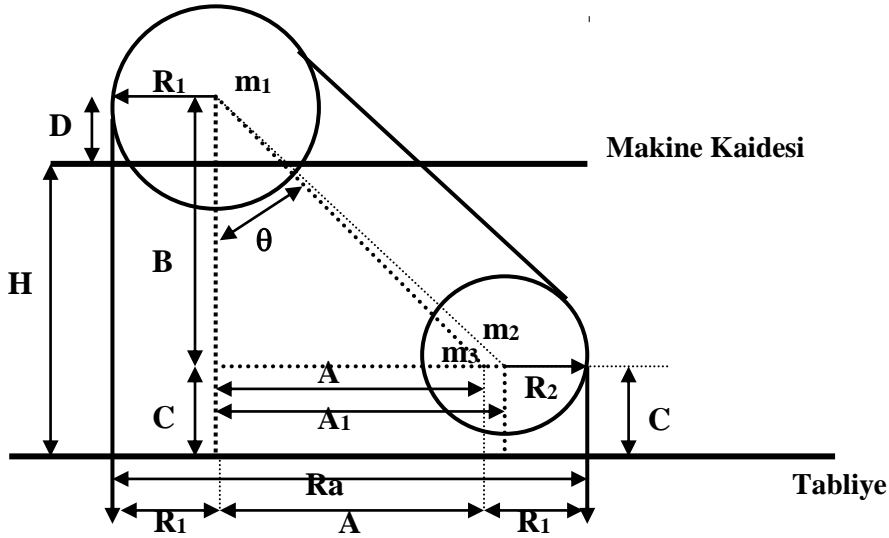
**f** Sürtünme değeri

**α** Halatların tahrik kasmağına sarılma açısı (radyan)

### 3.4.1. SARILMA AÇISI HESABI

Makine kaidesi yüksekliği ve sarılma açısının hesaplanması Üçüncü bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir. Makine kaidesi belirlendiğinde A ve B ölçüleri de belirlenmiş olmalıdır.

Şekildeki gibi bir sistem için :



**R<sub>1</sub>**= Tahrik kasmağı yarıçapı

**R<sub>2</sub>**= Saptırma kasmağı yarıçapı (R<sub>2</sub> hesaplamada kullanılmamaktadır.)

$$R_a = R_1 + A + R_1 = 2R_1 + A$$

$$A = R_a - 2R_1$$

$$\tan \theta = A/B$$

$$180 - \alpha = \theta = \arctan A/B$$

Daha ayrıntılı bir hesaplama için aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$180 - \alpha = \theta$$

$$\sin \alpha = \sin \theta = [A_1 * [A_1^2 + B^2 - (R_1 - R_2)^2]^{1/2} - B * (R_1 - R_2)] / (A_1^2 + B^2)$$

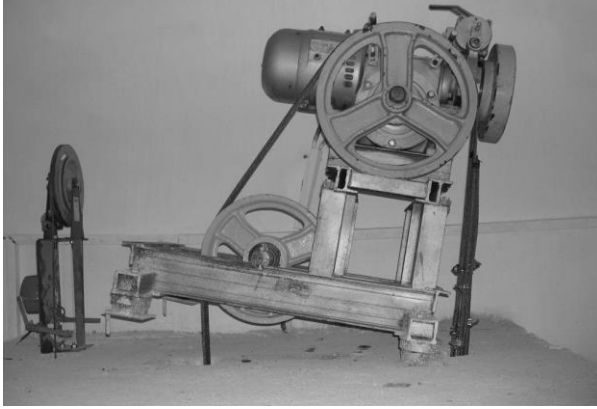
Eğer R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub> olursa

$$A_1 = A$$

$$\sin \alpha = \sin \theta = 1 / (A_1^2 + B^2) \quad \tan \theta = A_1/B = A/B \text{ olur.}$$

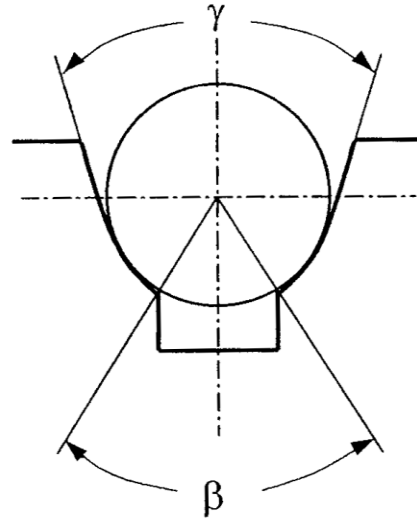
### 3.4.2. TAHİRİK KASNAĞI YİV AÇILARININ BELİRLENMESİ

Üçüncü bölümde belirlenen makine gurubu katalogundan alınmalıdır. Temsili değer yerine, makinanın gerçek yiv ve kesilme açıları kullanılmalıdır. Yanlış değerlerin kullanılması, tahrik kabiliyeti hesaplarını kağıt üzerinde uygun gösterse dahi, uygulamada ciddi sorunlara yol açacak şekle sokabilir. Aşağıda bunun yaşanmış bir örneğinin resmi verilmiştir. Tahrik kabiliyetinin doğru hesaplanmaması sonucunda, tahrik kasnağı, karşı ağırlık tavana çakıldıktan sonra makine kaidesini yerinden sökmüş ve termik atana kadar dönmeye devam etmiştir.



### 3.5. SÜRTÜNME DEĞERİNİN HESAPLANMASI

**3.5.1. Yarım daire ve altı kesik yarım daire kanallar (U kanallar)** Alt kesilme açısı  $\beta$  nın değeri  $106^\circ$  (1,83 radyan) den büyük olmamalıdır. Bu açı, kanal altının % 80 kesilmesine tekabül eder. Kanal açısı  $\gamma$  nın değeri, kanal şeklinin tasarımına göre imalatçı tarafından verilmelidir. Kanal açısı hiçbir durumda  $35^\circ$  (0,523 radyan) den az olmamalıdır. (Türkçe çeviride  $25^\circ$  yazması bir çeviri hatasıdır)



$\beta$  : Alt kesilme açısı

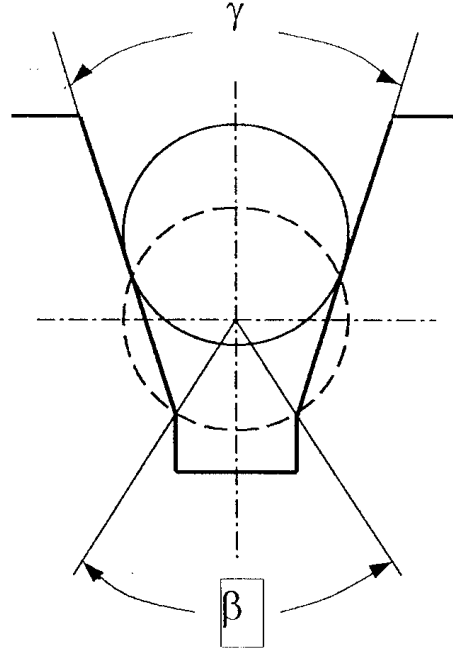
$\gamma$  : Kanal açısı

ŞEKİL M.1 - Altı Kesik Yarım Daire Kanal

$$f = \mu \cdot \frac{4 \cdot \left( \cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma}$$

**3.5.2. V Kanallar** Kanallara ek bir sertleştirme işlemi uygulanmadığı durumlarda aşınma nedeniyle tahrik yeteneğinin azalmasını sınırlamak için kanal altının kesilmesi gereklidir.

$\beta$  : alt kesilme açısının değeri       $\gamma$  : kanal açısının değeri  
 $\mu$  : sürtünme katsayısı               $f$  : sürtünme değeri



$\beta$  : Alt kesilme açısı  
 $\gamma$  : Kanal açısı

**ŞEKİL M.2 - V- Kanal**

Aşağıdaki formüller kullanılmalıdır:

– Kabinin yüklenmesi ve durdurma tertibatı çalışması için:

$$f = \mu \cdot \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{\beta}{2}\right)}{\pi - \beta - \sin \beta} \quad \text{sertleştirilmemiş kanallar için;}$$

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad \text{sertleştirilmiş kanallar için;}$$

Alt kesilme açısı  $\beta$  nın değeri  $106^0$  (1,83 radyan) den büyük olmamalıdır. Bu açı, kanal altının % 80 kesilmesine tekabül eder.. Kanal açısı insan ve yük asansörlerinde hiçbir durumda  $35^0$  den az olmamalıdır.

**Kabinin bloke edildiği durumlar için**

$f = \mu \cdot (1/\sin \gamma/2)$  sertleştirilmiş ve sertleştirilmemiş kanallar için

**Sürtünme katsayısı için kabuller**

Yükleme için  $\mu=0,1$

Durdurma tertibatı çalışması için  $\mu=0,1/(1+v/10)$

Kabinin bloke edildiği durumlar için  $\mu=0,2$  Alınmalıdır.

$\mu$  : sürtünme katsayısı

$v$  : kabinin anma hızındaki halat hızı

### 3.6. T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> NİN HESAPLANMASI VE TAHRİK KABİLİYETİ KONTROLÜ

Tahrik yeteneği için gerekli şartlar TS 10922 EN 81/1 Ek M de belirlenmiştir.

Tahrik yeteneği:

- Normal harekette;
- Durak seviyesinde yükleme sırasında;
- Durdurma tertibatı çalıştığına frenleme esnasında, güvenceye alınmış olmalıdır.

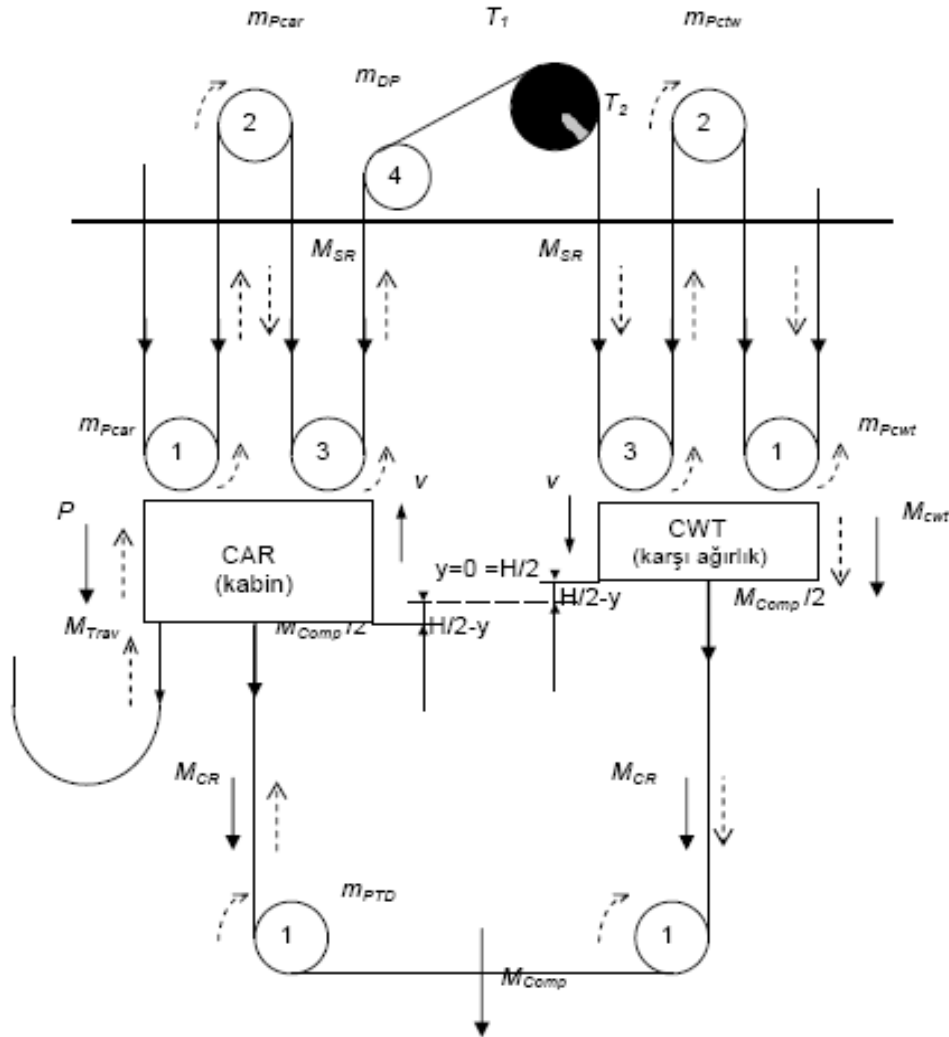
Bununla birlikte, kabinin herhangi bir nedenle kuyu içinde bloke edildiği her zaman, halatların tahrik kasnağı üzerinde kayması göz önüne alınmalıdır.

Aşağıdaki hesap metodu çelik halat ve çelik veya döküm tahrik kasnağı kullanılan ve tahrik makinasının kuyu üstünde bulunduğu geleneksel uygulamalarda tahrik yeteneğinin değerlendirilmesi için bir kılavuzdur. Tecrübelerin de gösterdiği gibi, elde edilen sonuçlar metot içindeki güvenlik paylarından ötürü güvenlidir. Bu nedenle aşağıda belirtilen hususların ayrıntılı olarak göz önüne alınması gerekli değildir:

- Halat yapısı;
- Yağlamanın tip ve miktarı;
- Halat ve tahrik kasnaklarının malzemesi;
- İmalât toleransları.

#### 3.6.1. ASANSÖR TAHRİK SİSTEMİNE ETKİ EDEN STATİK VE DİNAMİK KUVVETLER

EN 81/1 Ek M de tahrik kabiliyetinin hesaplanması için kullanılacak formül mantığını vermiştir. Aşağıda bununla ilgili şekil ve formül ile formülde kullanılan kuvvetlerin açıklaması verilmiştir.



1, 2, 3, 4 : makaraların hız katsayısı (meselâ: 2 = 2 · v<sub>car</sub>)

ŞEKİL M.4 - Genel durum

- : Statik kuvvet;  
- → : Dinamik kuvvet;



### M.3 - UYGULAMA ÖRNEĞİ

Aşağıdaki formüller geçerlidir:

$$T_1 = \frac{(P+Q+M_{CRcar} + M_{Trav}) \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SRcar} \cdot (g_n \pm r \cdot a) - \left( \frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} \cdot a \right)^I$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[ M_{SRcar} \cdot a \cdot \left( \frac{r^2 - 2 \cdot r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a) \right]^{III} \pm \frac{FR_{car}}{r}$$

$$T_2 = \frac{M_{CWT} \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SRCWT} \cdot (g_n \pm r \cdot a) + \frac{M_{CRCWT}}{r} \cdot (g_n \pm a) - \left( \frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} \cdot a \right)^{IV}$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[ M_{SRCWT} \cdot a \cdot \left( \frac{r^2 - 2 \cdot r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{PCWT} \cdot i_{PCWT} \cdot a) \right]^V \pm \frac{FR_{CWT}}{r}$$

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f \cdot \alpha}$$

Durumlar;

- I : yalnız en üst konumda duran kabinde;
- II : saptırma kasnağı kabin veya karşı ağırlık tarafında;
- III : yalnız halat askı oranı > 1 ise;
- IV : yalnız en üst konumda duran karşı ağırlıkta;
- V : yalnız halat askı oranı > 1 ise.

Burada;

- $m_{Pcar}$  : Kabin tarafındaki kasnağın indirgenmiş kütlesi  $J_{Pcar} / R^2$  (kg);
- $m_{PCWT}$  : Karşı ağırlık tarafındaki kasnağın indirgenmiş kütlesi  $J_{PCWT} / R^2$  (kg);
- $m_{PTD}$  : Dengeleme halatı gergi tertibatı kasnaklarının (2 adet kasnak) indirgenmiş kütlesi  $J_{PTD} / R^2$  (kg);
- $m_{DP}$  : Kabin / karşı ağırlık tarafındaki saptırma kasnağının indirgenmiş kütlesi  $J_{DP} / R^2$  (kg);
- $n_s$  : Askı halatlarının sayısı;
- $n_c$  : Dengeleme halatlarının/ zincirlerinin sayısı;
- $n_t$  : Kabin bükülgen kablolarının sayısı;
- $P$  : Boş kabin ve kabine asılı parçaların, meselâ: kabin bükülme kablosunun kabin tarafından taşınan kısmı ve varsa dengeleme halatları/zincirlerinin vb. kütlelerinin toplamı (kg);
- $Q$  : Beyan yükü (kg);
- $M_{CWT}$  : Kasnaklar dahil karşı ağırlığın kütlesi (kg);
- $M_{SR}$  : Askı halatlarının gerçek kütlesi  $([0,5 H \pm y] \cdot n_s \cdot \text{askı halatının birim uzunluk başına kütlesi})$  (kg);
- $M_{SRcar}$  : Kabin tarafındaki kütle  $M_{SR}$  (kg);
- $M_{SRCWT}$  : Karşı ağırlık tarafındaki kütle  $M_{SR}$  (kg);
- $M_{CR}$  : Dengeleme halatlarının/ zincirlerinin gerçek kütlesi  $([0,5 H \pm y] \cdot n_c \cdot \text{halatın/ zincirin birim uzunluk başına kütlesi})$  (kg);
- $M_{CRcar}$  : Kabin tarafındaki kütle  $M_{CR}$  (kg);
- $M_{CRCWT}$  : Karşı ağırlık tarafındaki kütle  $M_{CR}$  (kg);
- $M_{Trav}$  : Kabin bükülgen kablolarının gerçek kütlesi  $([0,25 H \pm 0,5 y] \cdot n_t \cdot \text{bükülgen kablunun birim uzunluk başına kütlesi})$  (kg);
- $M_{Comp}$  : Kasnaklar dahil dengeleme halatı gergi tertibatının kütlesi (kg);
- $FR_{car}$  : Kuyudaki sürtünme kuvveti (kabin tarafındaki yatakların verimleri, raylardaki sürtünme, vb. ) (N);
- $FR_{CWT}$  : Kuyudaki sürtünme kuvveti (karşı ağırlık tarafındaki yatakların verimleri, raylardaki sürtünme, vb. ) (N);
- $H$  : Seyir mesafesi (m);
- $y$  : Kabin/ karşı ağırlığın seyir mesafesinin ortasına olan uzaklığı (m), (0,5 H seviyesinde  $y=0$ );
- $T_1, T_2$  : Tahrik kasnağını her iki yanındaki halat kısımlarında meydana gelen kuvvetler (N);
- $r$  : Halat askı katsayısı
- $a$  : Kabinin frenleme ivmesi (pozitif değer) ( $m/s^2$ );
- $g_n$  : Standard yerçekimi ivmesi ( $m/s^2$ );
- $i_{Pcar}$  : Kabin tarafındaki kasnakların sayısı (saptırma kasnağı hariç);
- $i_{PCWT}$  : Karşı ağırlık tarafındaki kasnakların sayısı (saptırma kasnağı hariç);
- $\rightarrow$  : Statik kuvvet;
- $\rightarrow \rightarrow$  : Dinamik kuvvet;
- $f$  : Sürtünme değeri;
- $\alpha$  : Halatların tahrik kasnağına sarılma açısı;

Formülde açıklanması gereken iki ana nokta görülmektedir.

- a) Yükler ve kuvvetler statik ve dinamik olarak ayrılmaktadır.
- b) ivmelenme halindeki kasnakların ve halatların eşdeğer kütle etkileri dikkate alınmaktadır.

### a) Yüklerin statik ve dinamik durumları

Mevcut bir yük, standart yerçekimi ivmesi ile çarpıldığında oluşturduğu düşey kuvvet bulunur. Kabin toplam yükünü, kabin ağırlığı, kabine bağlı kasnakların ağırlığı, dengeleme ağırlığı ve dengeleme kasnaklarının ağırlığı, kontrol kablosunun ağırlığı, beyan yükünün ağırlığı ve kabine bağlı olan halatların ağırlığı oluşturmaktadır. Statik kuvveti bulmak için bu yükü standart yerçekimi ivmesi ile çarpmak yeterli olacaktır.

Bu yük hareket etmeye başladığı zaman, standart yerçekimi ivmesine, hareketin ivmesini ilave etmek gerekir. Eğer yük, yerçekimi ivmesinin aksi yönünde yani yukarı yönde ivmeleniyorsa, ilave bir kuvvetin eklenmesi gerekir. Eğer yük aşağı yönde ivmeleniyorsa, bu durumda yükün ivmelenmesi standart yerçekimi ivmelenmesinin etkisini azaltacak bir sonuç yaratır. Bu durumda standart yerçekimi ivmelenmesinden, yükün ivmelenmesini çıkarmak gerekecektir.

Asansörün ivmelenmesinin hesabı için pratik bir formül kullanılabilir.  $v^2 = 2as$  formülünü kullanarak, maksimum ve minimum  $g_n$  değerleri arasında ivmelenme olacağı kabul edilirse, asansörün ivmesi için aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$a = 0,67v^2 + 0,13v$$

$v$  : kabinin anma hızı

İvmenin minimum değerleri aşağıda verilen değerlerden daha az olamaz

a.  $0,5 \text{ m/s}^2$  normal durumda,

b.  $0,8 \text{ m/s}^2$  stroku kısaltılmış tamponlar kullanıldığında.

Asansörde dikkate alınması gereken bir başka etki, patenlerdeki sürtünmeden dolayı oluşmaktadır. Patenler asansör hareketinde bir fren etkisi yapmaktadır. Bu yüzden yukarı ivmelenen tarafta artı bir etkisi olmakta, diğer hareketlerde frenleme etkisi yaparak kuvveti azaltmaktadırlar.

### b) Hareket halindeki kasnakların ve halatların eşdeğer kütle etkileri

Süspansiyonlara veya kuyu hacimlerine sabitlenmiş kasnakların, harekete başlama veya hareket ederken durma anında, atalet momentleri sisteme etki edecektir. Duran bir kasnağı hareket ettirebilmek için veya hareket eden bir kasnağı durdurabilmek için atalet momentini yenmek gerekir. Duran bir kasnağın hareket ettirilmesi, her durumda ilave bir yük getirecek ve ek bir kuvvet gerektirecektir. Ancak hareket eden bir kasnağın durdurulması, hareket yönünde ek bir kuvvet, hareketin aksi yönünde eksi bir kuvvet oluşturur. Kasnakta oluşan Atalet Torkunu yazarsak ;

$$M = J \cdot \alpha$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2 \cdot \alpha \text{ eşitliğini elde ederiz.}$$

Eğer kasnağın eşdeğer kütle olarak dikkate alınarak, kasnak kenarında halatın çıkma noktasında oluşan momenti yazarsak aşağıdaki formül elde edilecektir.

$$M = (m_{eş} \cdot \alpha \cdot R) \cdot R$$

Her iki formülü eşdeğer kütle kabulü ile dönme noktasına göre Moment ifadesini, Atalet Torku ifadesine eşitlersek, eşdeğer kütle ile kasnak kütlesi arasındaki ilişki elde edilebilir.

$$m_{eş} \cdot \alpha \cdot R^2 = \frac{1}{2} m \cdot \alpha \cdot R^2$$

$$m_{eş} = \frac{1}{2} (m \cdot \alpha \cdot R^2) / (\alpha \cdot R^2)$$

$$m_{eş} = \frac{1}{2} m$$

Kasnakların hareket hali söz konusu olunca, statik gerçek kütlelerinin yanında, dinamik eşdeğer kütlelerinin de dikkate alınması gerekir. Halatların eşdeğer kütleleri kendi kütlelerine eşit alınmalıdır. Halatlarda dikkat edilmesi gereken nokta, asansörün seviyesine göre, tahrik sistemine etki edecek kütlelerin hesaplanmasıdır. Örnek olarak kabin en üst seviyede iken, kabin tarafında halat ağırlığı dikkate alınmaz.

Palangalı sistemlerde askı oranı büyüdükçe halatların ve kasnakların hızları ve eşdeğer kütlelerinin sisteme etkileri her kasnak dönüşünden sonra farklı olmaktadır. Bu değişkenlik formülde aşağıdaki kısım ile gösterilmiştir. Her kasnak eşdeğer kütlesi ile halatların iniş ve çıkış sonucu farklılaşan dinamik etkileri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$I \pm \left[ M_{SRcar} \cdot a \cdot \left( \frac{r^2 - 2 \cdot r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a) \right]^{III}$$

### c) Asansörde klasik tahrik sisteminde genel dinamik etkiler

Asansörde bulunan bütün tertibatların kütlesi  $g_n$  standart yerçekimi ivmesi etkisi ile aşağı yönde kuvvet oluştururlar. Ancak hareket eden tertibatların, atalet ve ivmelenmeden dolayı farklı yönlerde oluşabilen dinamik kuvvet etkileri ortaya çıkmaktadır. Her asansör özelinde incelenmesi gereken bir durum olmasına rağmen, klasik şekilde tahrik edilmiş bir asansörde, aşağıda tabloda verilen ana hareketin yönüne göre dinamik kuvvet yönleri dikkate alınabilir. (Statik kuvvetlerle karıştırılmamalıdır, statik kuvvetler hep + olarak aşağı yönde etkili olacaktır).

Kabin seviyesi	Asansörün hareketi	Asansör hareketinde dinamik kuvvet etkileri							
		Kabin				Karşı ağırlık			
		İvme	Kasnaklar	Halatlar	Sürtünme	İvme	Kasnaklar	Halatlar	Sürtünme
Alt durak seviyesinde	Dolu kabin aşağı yönde ivmeleniyor	$T_1$				$T_2$			
		$g_n - a$	(-)	(-)	-F	$g_n + a$	+	+	+F
Alt durak seviyesinde	Dolu kabin aşağı yönde yavaşlıyor	$T_1$				$T_2$			
		$g_n + a$	+	+	-F	$g_n - a$	(-)	(-)	+F
Üst durak seviyesinde	Boş kabin yukarı yönde ivmeleniyor	$T_2$				$T_1$			
		$g_n + a$	+	+	+F	$g_n - a$	(-)	(-)	-F
Üst durak seviyesinde	Boş kabin yukarı yönde yavaşlıyor	$T_2$				$T_1$			
		$g_n - a$	(-)	(-)	+F	$g_n + a$	+	+	-F

Kabin ivmelenmesi hesapları, atalet kuvvetleri yüksek olan büyük beyan yüklü ve yüksek hızlı asansörlerde özellikle yapılmaktadır. Tahrik kabiliyeti hesaplarında yukarıda verilen dinamik etkiler asansörün özelliğine göre dikkate alınmalıdır.

### 3.6.2. KABİNİN ÇEŞİTLİ DURUMLARINA GÖRE KUVVETLERİN İNCELENMESİ

#### 3.6.2.1. Durum 1 : Kabinin Yüklenmesi

Kabin, beyan yükünün %125 ile yüklü olarak durak seviyesinde kaymadan tutulabilmelidir.

Statik  $T_1 / T_2$  oranı, %125 beyan yükü ile yüklü kabinin kuyu içindeki en elverişsiz konumuna göre hesaplanmalıdır. Kabinin yükleme özel durumlarında, beyan yükü için 1,25 çarpanı yeterli olmuyorsa özel olarak ele alınmalıdır.

En kötü şart, %125 dolu kabinin en alt durakta halat yükü ile beraber, karşı ağırlığı çekerek halatları tahrik kasnağından kaydırmaya çalışması olacaktır. Kabin en alt durak seviyesinde olduğu için kontrol kablosu ve dengeleme halatlarının kabine etkisi dikkate alınmamıştır. Aynı şekilde karşı ağırlık en üst durak seviyesinde olduğu için, askı halatları etkisi, karşı ağırlıkta dikkate alınmamıştır. Bu durum incelenmesinde, ivme söz konusu olmadığı için dinamik etkiler dikkate alınmamalıdır.

$$T_1 = g_n \cdot [(P + (1,25 \cdot Q)) / r + M_{comp} / 2r + M_{SRcar}] - FR_{car} / r$$

$$T_2 = g_n \cdot [(M_{cwt} + M_{CRcwt}) / r + M_{comp} / 2r] + FR_{cwt} / r$$

$$T_1 / T_2 \leq e^{\mu \alpha} \text{ şartı sağlanmalıdır}$$

$$\mu = 0,1$$

Burada dikkat edilmesi gereken, patenlerde oluşan sürtünme etkisi, kabinin aşağı çekmesinde eksi bir etki yaparken, karşı ağırlığın kabini tutma çabasında artı bir etki yapmaktadır.

#### 3.6.2.2. Durum 2 : Durdurma Tertibatının Çalışması

Dinamik  $T_1 / T_2$  oranı, kabinin kuyu içindeki en elverişsiz konumuna ve yük durumuna (boş veya beyan yükü ile yüklü) göre hesaplanmalıdır.

Bütün hareketli kısımlar, tesisin halat askı oranını hesaba katarak, kendi frenleme ivmeleri ile göz önüne alınmalıdır.

$a = 0,67v^2 + 0,13v$  (asansörün ivmesi en az, normal durumda  $a > 0,5 \text{ m/s}^2$ , stroku kısaltılmış tamponlar kullanıldığında  $a > 0,8 \text{ m/s}^2$  olmalıdır.)

$v$  : asansörün beyan hızı

$$\mu = 0,1 / (1 + v/10) \text{ (Burada kullanılan } v \text{ halat hızıdır)}$$

$v$  : kabinin beyan hızındaki halat hızı

### a. Boş kabinin en üst durakta durdurulması

Kabin seviyesi	Asansörün hareketi	Asansör hareketinde dinamik kuvvet etkileri							
		Karşı ağırlık				Kabin			
		İvme	Kasnaklar	Halatlar	Sürtünme	İvme	Kasnaklar	Halatlar	Sürtünme
Üst durak seviyesinde	Boş kabin yukarı yönde yavaşlıyor	T <sub>1</sub>				T <sub>2</sub>			
		g <sub>n+a</sub>	+	+	-F	g <sub>n-a</sub>	(-)	(-)	+F

Ağır olan taraf karşı ağırlık olduğu için, T<sub>1</sub> tarafı karşı ağırlık olmaktadır. Saptırma kasnağı kabin tarafında ise formülün T<sub>2</sub> tarafında [-r.a.m<sub>DP</sub>] olarak, karşı ağırlık tarafında ise formülün T<sub>1</sub> tarafında [+r.a.m<sub>DP</sub>] olarak işlem görmelidir. Aşağıdaki hesaplamada, saptırma kasnağı karşı ağırlık tarafında kabul edilmiştir. Kabin en üst noktada olduğu için kabin askı halatları dikkate alınmamıştır. Askı halatları karşı ağırlıkta, dengeleme halatları ve kasnakları kabin tarafında etki etmektedir. Σ üzerindeki işaretler aşağıdaki formülasyonda konmamış olmasına rağmen dikkate alınmalıdır.

$$T_1 = (g_n + a) \cdot (M_{cwt})/r + g_n \cdot M_{comp}/2r + (g_n + r \cdot a) \cdot M_{SRcwt} + a \cdot r \cdot m_{DP} + [M_{SRcwt} \cdot a \cdot (r^2 - 2r)/2 + \Sigma(m_{Pcwt} \cdot i \cdot a)] - FR_{cwt}/r$$

$$T_2 = (g_n - a) \cdot (P + M_{CRcar} + M_{Trav})/r + g_n \cdot M_{comp}/2r - a \cdot 2 \cdot m_{PDT}/r - \Sigma(m_{Pcar} \cdot i \cdot a) + FR_{car}/r$$

T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub> ≤ e<sup>fα</sup> şartı sağlanmalıdır.

### b. Dolu kabinin en alt durakta durdurulması

Kabin seviyesi	Asansörün hareketi	Asansör hareketinde dinamik kuvvet etkileri							
		Kabin				Karşı ağırlık			
		İvme	Kasnaklar	Halatlar	Sürtünme	İvme	Kasnaklar	Halatlar	Sürtünme
Alt durak seviyesinde	Dolu kabin aşağı yönde yavaşlıyor	T <sub>1</sub>				T <sub>2</sub>			
		g <sub>n+a</sub>	+	+	-F	g <sub>n-a</sub>	(-)	(-)	+F

Ağır olan taraf kabin olduğu için, T<sub>1</sub> tarafı kabin tarafı olmaktadır. Saptırma kasnağı, formülün karşı ağırlık tarafında (T<sub>2</sub> tarafında) [-a.r.m<sub>DP</sub>] olarak işlem görmektedir. Askı halatları kabin tarafında, dengeleme halatları ve kasnakları karşı ağırlık tarafında etki etmektedir. Kabin en alt durakta olduğu için kontrol kablosu dikkate alınmamıştır.

$$T_1 = (g_n + a) \cdot (P + Q)/r + g_n \cdot M_{comp}/2r + (g_n + r \cdot a) \cdot M_{SRcar} + [M_{SRcar} \cdot a \cdot (r^2 - 2r)/2 + \Sigma(m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a)] - FR_{car}/r$$

$$T_2 = (g_n - a) \cdot (M_{cwt} + M_{CRcwt})/r + g_n \cdot M_{comp}/2r - a \cdot 2 \cdot m_{PDT}/r - a \cdot r \cdot m_{DP} - \Sigma(m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a) + FR_{cwt}/r$$

T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub> ≤ e<sup>fα</sup> şartı sağlanmalıdır.

### 3.6.2.3. Durum 3 : Kabinin Bloke Edilmesi

Statik T<sub>1</sub> / T<sub>2</sub> oranı, kabinin kuyu içindeki en elverişsiz konumuna ve yük durumuna (boş veya beyan yükü ile yüklü) göre hesaplanmalıdır.

Karşı ağırlık tamponlar üzerine oturduğunda, karşı ağırlık ve dengeleme ağırlığı kütleleri T<sub>2</sub> tarafına etki etmeyecektir. Bu durumda karşı ağırlık tarafında sadece halatların kütlesi etkili olacaktır. Kabin tarafında askı halatları dikkate alınmamıştır. Karşı ağırlık tampona oturduğunda, dengeleme ağırlığının oturmadığı dikkate alınmalıdır. Dengeleme ağırlığı kabin tarafında etkisini sürdürecektir.

$$T_1 = g_n \cdot [(P + M_{CRcar} + M_{Trav})/r + M_{comp}/2r] + FR_{car}/r$$

$$T_2 = g_n \cdot M_{SRcwt}$$

T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub> ≥ e<sup>fα</sup> Şartı sağlanmalıdır

$$\mu = 0,2$$

### 3.6.2.4. ÖRNEK : T<sub>1</sub> VE T<sub>2</sub> HESAPLANMASI

P = 1000 Kg (kabin ağırlığı, kabin kasnakları ve kabin kapısı toplamı)

Q = 600 Kg (beyan yükü)

M<sub>Cwt</sub> = G = 1300 Kg (karşı ağırlık palanga kasnakları ağırlığı dahil)

M<sub>comp</sub> = D = 400 Kg (Dengeleme ağırlığı kasnakları dahil)

v = 1 m/s dir

a = 0,67v<sup>2</sup> + 0,13v = 0,8 m/s<sup>2</sup> dir

r = 2

M<sub>Pcar</sub> = M<sub>Pcwt</sub> = M<sub>PTD</sub> = Kasnaklar 40 Kg ağırlıktadır.

m<sub>eş</sub> = 1/2m = 20 Kg kasnak eşdeğer kütlesi

m<sub>Pcwt</sub> = m<sub>Pcar</sub> = m<sub>PTD</sub> = Kasnakların eşdeğer kütlesi 20 Kg alınmıştır.

Askı ve dengeleme halatı olarak 4\*12 halat kullanılmıştır. Halatın metresi 0,5 Kg gelmektedir.

Kabin üstü halat mesafesi 20 m dir. Karşı ağırlıkta da eşit kabul edilmiştir.

M<sub>SRcar</sub> = M<sub>SRcwt</sub> = 4\*0,5\*20 = 40 Kg

Dengeleme halatları mesafesi 21 m dir. Karşı ağırlıkta da eşit kabul edilmiştir.

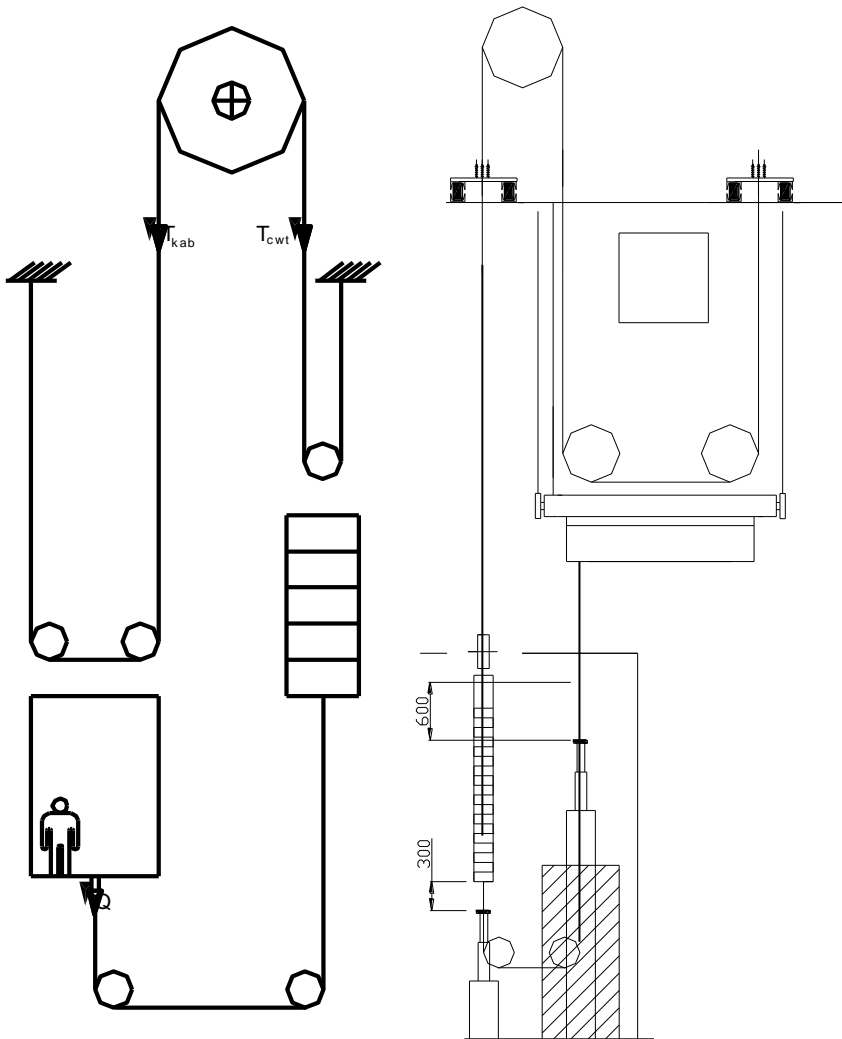
M<sub>CRcar</sub> = M<sub>CRcwt</sub> = 4\*0,5\*21 = 42 Kg (Uygulamada askı ve dengeleme halatlarının eşit olması sağlanmalıdır. Burada hesaplarda karıştırılmaması için küçük bir fark ilave edilmiştir.)

M<sub>Trav</sub> = Kontrol kablosu ağırlığı 50 Kg dır.

FR<sub>car</sub> = FR<sub>cwt</sub> = Her iki tarafta sürtünme değeri 50 Kg kabul edilmiştir. (~ 500 N)

(1 kgf = 1 kp = 10 N = 1 daN yaklaşık değerleri kullanılmıştır.)

Saptırma kasnağı kullanılmamıştır.



## Durum 1

**Kabin, beyan yükünün %125 ile yüklü olarak durak seviyesinde kaymadan tutulabilmelidir.**

$$T_1 = g_n \cdot [(P + (1,25 \cdot Q)) / r + M_{comp} / 2r + M_{SRcar}] - FR_{car} / r$$

$$T_2 = g_n \cdot [(M_{cwt} + M_{CRcwt}) / r + M_{comp} / 2r] + FR_{cwt} / r$$

$$T_1 = 9,81 \cdot [(1000 + (1,25 \cdot 600)) / 2 + 400 / (2 \cdot 2) + (4 \cdot 20 \cdot 0,5)] - 500 / 2$$

$$T_1 = 9707,15 \text{ N}$$

$$T_2 = 9,81 \cdot [(1300 + (21 \cdot 4 \cdot 0,5)) / 2 + (400 / 2 \cdot 2)] + 500 / 2$$

$$T_2 = 7763,51 \text{ N}$$

$$T_1 / T_2 = 1,2503$$

$T_1 / T_2 \leq e^{f \cdot \alpha}$  şartı sağlanmalıdır

$$\mu = 0,1$$

## Durum 2

### a. Boş kabinin en üst durakta durdurulması

$$T_1 = (g_n + a) \cdot (M_{cwt}) / r + g_n \cdot M_{comp} / 2r + (g_n + r \cdot a) \cdot M_{SRcwt} + a \cdot r \cdot m_{DP} + [M_{SRcwt} \cdot a \cdot (r^2 - 2r) / 2 + \Sigma(m_{Pcwt} \cdot i \cdot a)] - FR_{cwt} / r$$

$$T_2 = (g_n - a) \cdot (P + M_{CRcar} + M_{Trav}) / r + g_n \cdot M_{comp} / 2r - a \cdot 2 \cdot m_{PTD} / r - \Sigma(m_{Pcar} \cdot i \cdot a) + FR_{car} / r$$

$$T_1 = (9,81 + 0,8) \cdot (1300 / 2) + 9,81 \cdot 400 / (2 \cdot 2) + (9,81 + 2 \cdot 0,8) \cdot 40 + 0 + [40 \cdot 0,8 \cdot (4 - 4) / 2 + (20 \cdot 1 \cdot 0,8) - 500 / 2$$

$$T_1 = 8099,9 \text{ N}$$

$$T_2 = (9,81 - 0,8) \cdot (1000 + 42 + 50) / 2 + 9,81 \cdot 400 / (2 \cdot 2) - (0,8 \cdot 2 \cdot 20 / 2) - (20 \cdot 2 \cdot 0,8) + 500 / 2$$

$$T_2 = 6102,46 \text{ N}$$

$$T_1 / T_2 = 1,3273$$

$T_1 / T_2 \leq e^{f \cdot \alpha}$  şartı sağlanmalıdır.

$\mu = 0,1 / (1 + v / 10)$  (Burada kullanılan v halat hızıdır)

v : kabinin beyan hızındaki halat hızı

### b. Dolu kabinin en alt durakta durdurulması

$$T_1 = (g_n + a) \cdot (P + Q) / r + g_n \cdot M_{comp} / 2r + (g_n + r \cdot a) \cdot M_{SRcar} + [M_{SRcar} \cdot a \cdot (r^2 - 2r) / 2 + \Sigma(m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a)] - FR_{car} / r$$

$$T_2 = (g_n - a) \cdot (M_{cwt} + M_{CRcwt}) / r + g_n \cdot M_{comp} / 2r - a \cdot 2 \cdot m_{PTD} / r - a \cdot r \cdot m_{DP} - \Sigma(m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a) + FR_{cwt} / r$$

$$T_1 = 10,61 \cdot (1000 + 600) / 2 + 9,81 \cdot 400 / (2 \cdot 2) + (9,81 + 2 \cdot 0,8) \cdot (20 \cdot 0,5 \cdot 4) + [40 \cdot 0,8 \cdot (4 - 4) / 2 + (20 \cdot 2 \cdot 0,8)] - 500 / 2$$

$$T_1 = 9707,4 \text{ N}$$

$$T_2 = 9,01 \cdot (1300 + 42) / 2 + 9,81 \cdot 400 / (2 \cdot 2) - 0,8 \cdot 2 \cdot 20 / 2 - 0 - (20 \cdot 1 \cdot 0,8) + 500 / 2$$

$$T_2 = 6263,71 \text{ N}$$

$$T_1 / T_2 = 1,5497$$

$T_1 / T_2 \leq e^{f \cdot \alpha}$  şartı sağlanmalıdır.

$\mu = 0,1 / (1 + v / 10)$  (Burada kullanılan v halat hızıdır)

v : kabinin beyan hızındaki halat hızı

## Durum 3

**Karşı ağırlık tam kapalı tamponlar üstüne oturduğunda,**

$$T_1 = g_n \cdot [(P + M_{CRcar} + M_{Trav}) / r + M_{comp} / 2r] + FR_{car} / r$$

$$T_2 = g_n \cdot M_{SRcwt}$$

$$T_1 = 9,81 \cdot [(1000 + 42 + 50) / 2 + 400 / (2 \cdot 2)] + 500 / 2$$

$$T_1 = 6587,26$$

$$T_2 = 9,81 \cdot 40$$

$$T_2 = 392,40$$

$$T_1 / T_2 = 16,7871$$

$T_1 / T_2 \geq e^{f \cdot \alpha}$  Şartı sağlanmalıdır

$$\mu = 0,2$$

### 3.7. HALAT BASINCI KONTROLÜ

Çeşitli yivler için verilen basınç değerleri emniyetli basınç değerini aşmamalıdır. Tahrik kasnağında oluşan basınç diyagramı ve emniyetli basınç formülü aşağıda verilmiştir.

$$P_{em} = (12,5+4v)/(1+v)$$

v : Kabin anma hızında hareket ederken halatların hızı (m/s)

**Yanda verilen dN formüllerine göre hesaplanırsa :**

a) U kanallar da oluşan basınç

i) Kesik olmayan U kanallarda

$$P = (8.F_{max}.Cos(\phi)) / (D_T.d.(\delta + Sin \delta))$$

$$P = (8.F_{max}.Cos(\phi)) / (D_T.d.(\pi - \gamma + Sin\gamma)) < P_{em} \text{ olmalıdır.}$$

Basıncın en yüksek olduğu nokta alt nokta olduğu için, Cos(φ)=1 olur. Altı kesik olmayan U kanallarda, sarılma yüzeyi açısı δ, 180° ye yakın bir açı olduğu durumlarda eşitlik

$$P = (8.F_{max.}) / (D_T.d.\pi) \text{ olarak kullanılabilir.}$$

ii) Alttan kesik U kanallarda oluşacak basınç :

$$P = (8.F_{max}.Cos\phi) / (D_T.d.(\delta - \beta + Sin\delta - Sin\beta)) < P_{em} \text{ olmalıdır.}$$

180°-γ=δ, basıncın en yüksek olduğu açının β/2 ve γ nın ölçülebilir bir değer olduğu için formül γ ya göre düzenlenirse :

$$P = (8.F_{max}.Cos(\beta/2)) / (D_T.d.(\pi - \gamma - \beta + Sin\gamma - Sin\beta)) < P_{em}$$

formülü elde edilir.

b) V kanallar da oluşan basınç

i) Kesik olmayan V Kanallarda oluşan basınç

$$P = 3\pi.F_{max}/(2.D_T.d.Sin(\gamma/2)) < P_{em}$$

(3π/2 değeri yaklaşık 4,5 alınabilir)

ii) Alttan kesik V kanallarda oluşacak basınç .

$$P = (8.F_{max}.Cos\phi) / (D_T.d.(\delta - \beta + Sin\delta - Sin\beta)) < P_{em} \text{ olmalıdır.}$$

basıncın en yüksek olduğu açının β/2 ve β nın ölçülebilir bir değer olduğu için formül β ya göre düzenlenirse :

$$P = (8.F_{max}.Cos(\beta/2)) / (D_T.d.(\pi - \gamma - \beta + Sin\gamma - Sin\beta)) < P_{em}$$

formülü elde edilir. (38°-40° arasında γ açısının radyan değeri ile Sin değeri birbirine çok yakın olduğu için, formülden çıkarılabilir)

β ve γ tanımları yukarıda verilmiştir. D<sub>T</sub> ve d tahrik kasnağı çapı ile halat çaplarıdır. Bulunan P değeri, P<sub>em</sub> değerinden küçük olmalıdır. F<sub>max</sub> bir halata uygulanan maksimum kuvvet olarak hesaplanmalıdır.

Yukarıda verilen çizim ve hesaplar ASME standartları ve Lubomir Janovsky'nin "Elevator Mechanical Design" Kitabından alınmıştır. Asansör Yönetmeliğine göre Uyumlaştırılmış bir Harmonize standart bulunmadığı durumlarda Ulusal Standartlar geçerlidir. TS 1812 Aralık 1988 baskısı yürürlükten kaldırılmadığı ve bu konuda uyumlaştırılmış bir harmonize standart olmadığı için, Ulusal Standart olarak TS 1812 halen geçerli bir baskıdır ve TS 10922 EN 81/1 kapsamı içinde kalan kısımları haricinde geçerlidir. Aşağıda bu konudaki standart maddesi verilmiştir. Aşağıdaki formüller de kullanılabilir.

**Madde 2.6.10 : Halatların Kasnak Kanal Yüzeylerine Yaptığı Basınç**

Halatların kasnak kanal yüzeylerine yaptığı basınç aşağıdaki formülle bulunur.

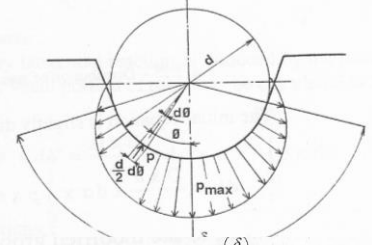
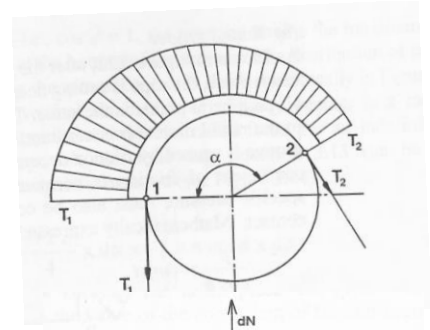
a) Altı kesik ve yarım daire kanallarda

$$P = 8.T.Cos(\beta/2) / [n.d.D.(\pi - \beta - Sin\beta)] < P_{em}$$

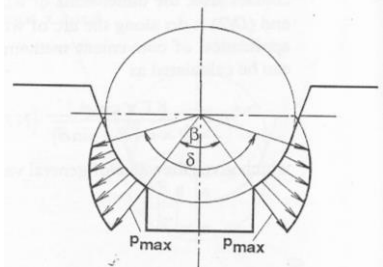
b) "v" şeklindeki kanallarda

$$P = 4,5*T/[n.d.D.Sin(\gamma/2)] < P_{em}$$

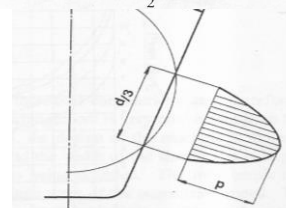
F<sub>max</sub>=T/n (Bir halata gelen kuvvet hesaplanmaktadır)



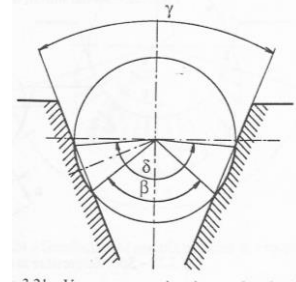
$$dN = \frac{D \times d}{4} \times d\alpha \times \int_{-\frac{\delta}{2}}^{+\frac{\delta}{2}} p \times \cos\phi \times d\phi$$



$$dN = \frac{D \times d}{2} \times d\alpha \times \int_{\frac{\beta}{2}}^{\frac{\delta}{2}} p \times \cos\phi \times d\phi$$



$$P = \frac{3 \pi \times T}{2 D \times d \times \sin \frac{\gamma}{2}} \text{ (N / mm}^2\text{)}$$



Yukarıda yapılan tahrik kabiliyeti ve makine yivleri kontrolü uygun değerlerde çıkarsa, daha önce tespit edilmiş olan kaide yüksekliği ve makine kasnağı uygun değerlendirilir ve kaide malzemesi kontrolü yapılarak kaide imalat siparişi verilebilir.

### 3.8. MAKİNA KAİDESİ MALZEMESİNİN KONTROLÜ

**Kaide üzerindeki etkili kuvvet**

$$F = k_2 \cdot g_n \cdot (P + Q + G + K + H)$$

**Kaide yatay profilinde eğilme momenti ve gerilmesi**

(Makinanın ağırlık merkezinin, yatay putrele 2/3 oranında yerleştiği varsayılmıştır).

$$M = (1/3) \cdot L_1 \cdot (2/3) F / 2$$

$$\sigma_E = M / W$$

$$\sigma_E < \sigma_{em} = 130 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalıdır.}$$

Normal kaide de 3 profil kullanılmasına rağmen, yük yan yatak putreli ile diğer putreller arasında paylaşılmaktadır. Burada kritik olan, yükün yarısını taşıyan yan yatak putrelidir. Bu yüzden momenti oluşturan kuvvet olarak (F/2) alınmıştır. (F/2) kuvvetinin 2/3 ü yakın ayağa etki ederken, moment kolu uzunluğu 1/3 olmaktadır. Diğer putrellerde, hem yayılı yük bulunmakta hem de yükün yarısını paylaşmaktadırlar. Bu yüzden kritik olan yan yatak putrelindeki gerilim hesaplanmaktadır. Bu hesap yan yataksız makinalar da da doğrudur. Yan yataksız makinalarda iki putrel yükü paylaşmakta, birinde basma diğerinde çekme kuvveti oluşmaktadır. Yukarıdaki hesap yöntemi yan yataksız makinalar ve iki putrelli sistemlerde, kritik değer için de uygulanabilir. Putreller kaynak ve cıvata kullanılarak sabitlenmelidir. Yan yataksız makinalarda çekmenin olduğu putrelde civataların çekme hesabı yapılmalıdır.

**Dikine kirişlerin bükülme kontrolü**

(Kaide üst bölümünün sabit olduğu ve eğilme oluşmadığı kabul edilmiştir. Makine tabanı ve saptırma kasnağı yerleşiminden dolayı yük, yayılı yük olarak kaide ayaklarına dağılmaktadır.)

$$\sigma_B = F \cdot \omega / n \cdot A$$

$$\omega \longrightarrow \lambda = L_2 / i_{min}$$

$$i_{min} = (I/A)^{1/2} \text{ (omega değerleri tablolarda verilmiştir)}$$

$$\sigma_B < \sigma_{em} = 130 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalıdır.}$$

**k<sub>2</sub> : 1,2** Sert elektriki frenleme katsayısı

**P :** Kabin ağırlığı

**Q :** Beyan yükü

**G :** Karşı ağırlık ağırlığı

**K :** Makine-motor ağırlığı

**H :** Halatların ağırlığı

**L<sub>1</sub> :** Yatay putrelin boyu

**W :** Yatay putrelin mukavemet momenti

**n :** Kaide ayak sayısı

**λ :** Dikine putrelin narinlik katsayısı

**L<sub>2</sub> :** Dikine putrelin boyu

**i<sub>min</sub> :** Dikine putrelin eylemsizlik yarıçapı

**A :** Dikine putrelin kesiti

**M :** yatay putrele etki eden moment

**F :** Kaideye etki eden kuvvet

**σ<sub>E</sub> :** Yatay putreldeki eğilme gerilmesi

**σ<sub>B</sub> :** Dikey putreldeki bükülme gerilmesi (Ölçüler mm, kg, N ve N/mm<sup>2</sup> olarak kullanılmıştır)



#### 4 . HİDROLİK ASANSÖRLERDE TAHRİK GURUBU

Hidrolik asansör tahrik sistemi hesapları için aşağıdaki sıra izlenmelidir.

Pistona etki edecek kuvvet, güvenlik katsayısı ve askı tipi dikkate alınarak hesaplanmalıdır. Asansörün hızı ve seyir mesafesi (alt ve üst boşluklar dikkate alınarak)askı tipine bağlı olarak tespit edilmesi, bunlara bağlı olarak piston ölçüleri bulunması üçüncü bölümde anlatılmıştır. Tespit edilen piston ve pistona etki edecek kuvvete göre aşağıda verilen sırada hesaplar yapılmalıdır.

1. Pistona etki edecek kuvvetin hesaplanması,
2. Asansörün hızı, seyir mesafesi ve pistonun belirlenmesi,
3. Pistonun bükülmeye karşı hesapları,
4. basınç emniyet kontrolü,
5. Seçilen silindirin et kalınlığının kontrol edilmesi
6. Kullanılacak boru ve hortumların basınç kontrolü
7. Yağ debisi ve motor gücü tespiti,
8. Boru kırılma veya debi sınırlama valfi ortalama frenleme ivmesi hesaplanmalıdır,
9. İndirek sistemlerde halat ve mil hesapları yapılmalıdır,
10. Dengeleme ağırlığı kullanılıyorsa hesapları yapılmalıdır.

Silindir ve piston hesapları kapsamı EN 81/2 de verilmiştir. Hesaplamalar Ek K'ye göre yapılmalıdır.

##### TS EN 81/2 Madde 12.2.1.1 Basınç hesapları

12.2.1.1.1 Silindir ve piston, tam yük basıncının 2,3 katına eşit bir basınçta malzemenin esneklik sınırına ( $R_{p0,2}$ ) oranla en az 1,7 güvenlik katsayısına sahip olacak şekilde tasarımılanmış olmalıdır.

12.2.1.1.2 Hidrolik senkronizasyon tertibatlı teleskopik pistonların kademelerinin hesaplanmasında tam yük basıncı yerine, hidrolik senkronizasyon tertibatı nedeniyle bir kademede oluşan en büyük basınç değeri göz önüne alınmalıdır.

12.2.1.1.3 Kalınlıkların hesaplanmasında silindir et kalınlığı ve silindir taban kalınlığı için güvenlik payı olarak 1,0 mm, tekli ve teleskopik kaldırıcıların içi boş pistonları için de 0,5 mm eklenmelidir.

##### 12.2.1.2 Bükülme hesapları

Basınç yükü altında çalışan kaldırıcılar aşağıdaki şartlara uygun olmalıdır.

12.2.1.2.1 Kaldırıcılar tam açılmış konumda tam yük basıncının 1,4 katına tekabül eden bir yük altında bükülmeye karşı güvenlik katsayısı en az 2 olacak şekilde tasarımılanmış olmalıdır.

##### 12.2.1.3 Çekme dayanımı hesapları

Çekmeye çalışan kaldırıcılar tam yük basıncının 1,4 katına tekabül eden bir yük altında malzemenin esneklik sınırına ( $R_{p0,2}$ ) karşı güvenlik katsayısı en az 2 olacak şekilde tasarımılanmış olmalıdır.

#### 4.1. PİSTONA ETKİ EDEN EN BÜYÜK KUVVET

Pistona etki eden kuvvet askı tipi ve güvenlik katsayısı dikkate alınarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$F= k_1.k_2.g_n.[c_m.(P+Q)+0,64 P_r+P_{rh}+P_{rt}]$$

**F** : Pistona etki eden kuvvet

**k<sub>1</sub>** =1.4 (basınç güvenlik katsayısı)

**k<sub>2</sub>** = (basınç sınırlama valfi ayarı /1,4) (Basınç sınırlama valfi güvenlik katsayısı tam yük basıncının %140ına ayarlanmalıdır. Eğer büyük iç kayıplar nedeniyle basınç sınırlama valfi daha yüksek bir değerde ayarlanırsa (%170 aşmamalıdır) bu çarpan dikkate alınmalıdır.)

**g<sub>n</sub>** :Standart yerçekimi ivmesi

**c<sub>m</sub>** : Askı tipi katsayısı (Doğrudan askılarda **c<sub>m</sub>**=1 alınıp, indirekt askılarda askı sayısına bağlı olarak artar. Örnek olarak tek kasnaklı indirekt bağlantı için **c<sub>m</sub>**=2 alınmalıdır.)

**(P+Q)** : Kabine etki eden tertibatlar dahil (Kontrol kablosu gibi)kabin ve beyan yükü toplamı

**P<sub>r</sub>** : Hesaplanacak pistonun kütlesi (kg)

**P<sub>rh</sub>** : Piston başı donanımının kütlesi (kg)

**P<sub>rt</sub>** : Teleskopik kaldırıcılarda hesaplanacak pistona etki eden pistonların kütlesi (kg)

#### 4.2. ASANSÖRÜN HIZI, SEYİR MESAFESİ, PİSTONUN BELİRLENMESİ ( BÖLÜM 3 TE ANLATILMIŞTIR.)

### 4.3 . PİSTONUN BÜKÜLMEME KARŞI HESAPLANMASI

Piston burulma boyu, pistonun boyuna bağlantı parçalarının ilavesi ile bulunur. Doğrudan bağlı asansörlerde kabin altı oynak başlık mesafesi, halatlı sistemlerde piston başı kasnak çapı ve bağlantı tertibatı aralığı ilavesiyle bulunur. Burulma hesaplarında bu uzunluk dikkate alınmalıdır.

Piston hesapları yapılırken  $\lambda$  hesabı önce yapılmalı ve alacağı değere göre formülasyon seçilmelidir.  $\lambda = L_p/i_p$  hesaplanarak  $\lambda < 100$  için plastik bölge yöntemi,  $\lambda > 100$  için euler formülü kullanılmalıdır. Aşağıda TS EN 81/2 Mart 2002 Ek K baskısına göre verilen hesap yöntemleri ve formülleri aktarılmıştır.

$$\lambda_n = L_p/i_p$$

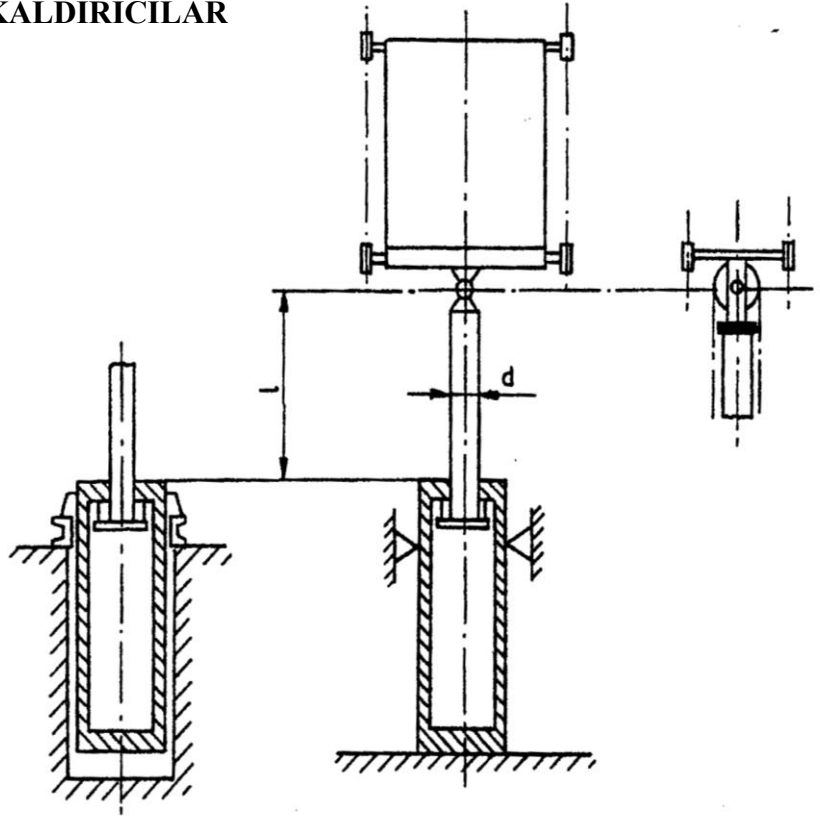
$$i_p = (J/A)^{1/2}$$

$$A = \pi(D_e^2 - d_e^2)/4$$

$$J_n = \pi(D_e^4 - d_e^4)/64$$

(Hesabı yapılan malzemenin  $D_e =$  Dış çap,  $d_e =$  iç çap)

### TEKLİ KALDIRICILAR



ŞEKİL 6

$\lambda_n < 100$  için:

$$F_5 \leq \frac{A_n}{2} \left[ R_m - (R_m - 210) \cdot \left( \frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right]$$

$$* F_5 = 1.4 \cdot g_n \left[ c_m (P_3 + Q) + 0.64 P_r + P_{rh} \right]$$

(Yukarı doğru açılan pistonlar için)

$\lambda_n \geq 100$  için:

$$F_5 \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_n}{2 \cdot l^2}$$

$$* F_5 = 1.4 \cdot g_n \left[ c_m (P_3 + Q) + 0.64 P_r + P_{rh} \right]$$

(Yukarı doğru açılan pistonlar için)

$A_n$  : hesaplanacak pistonun malzeme kesit alanı ( $\text{mm}^2$ )

$R_m$  : Malzemenin çekme dayanımı ( $\text{N/mm}^2$ )

$c_m$  : Askı katsayısı

$P_r$  : Hesaplanacak pistonun kütlesi (kg)

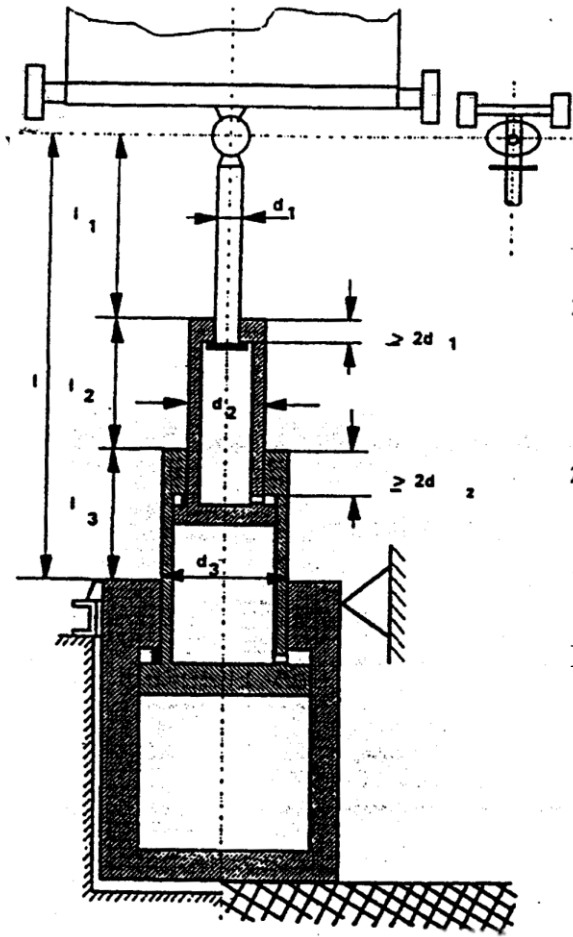
$P_{rh}$  : Piston başı donanımının kütlesi (kg)

$J_n$  : Hesaplanacak pistonun eylemsizlik momenti ( $\text{mm}^4$ )

$l$  : Bükülmeye maruz kalan en büyük piston uzunluğu (mm)

$i_p$  : Hesaplanacak pistonun eylemsizlik yarıçapı (mm)

## Dış kılavuzu olmayan teleskopik kaldırıcılar, piston hesabı



Şekil K.6

$\lambda_e \geq 100$  için:

$$F_5 \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_n}{2 \cdot l^2} \cdot \varphi$$

$\lambda_e < 100$  için:

$$F_5 \leq \frac{A_n}{2} \cdot \left[ R_m - (R_m - 210) \cdot \left( \frac{\lambda_e}{100} \right)^2 \right]$$

$$F_5 = 1,4 \cdot g_n \cdot [C_m \cdot (P+Q) + 0,64P_r + P_{rh} + P_{rt}]^{49}$$

$$l = l_1 + l_2 + l_3$$

$$l_1 = l_2 = l_3$$

$$v = \sqrt{\frac{J_1}{J_2}} \quad (J_3 \geq J_2 > J_1)$$

(Basit hesaplama için varsayım: 3 kademeli kaldırıcı için  $J_3 = J_2$ )

2 kademeli kaldırıcı için:

$$\varphi = 1,25 \cdot v - 0,25$$

3 kademeli kaldırıcı için:

$$\varphi = 1,5 \cdot v - 0,2$$

0,22 < v < 0,65 için

$$\varphi = 0,65 \cdot v + 0,35$$

0,65 ≤ v ≤ 1 için

$$\lambda_e = \frac{l}{i_e} \quad \text{burada:} \quad i_e = \frac{d_m}{4} \cdot \sqrt{\sqrt{\varphi} \cdot \left[ 1 + \left( \frac{d_{mi}}{d_m} \right)^2 \right]}$$

<sup>49</sup> : Yukarı doğru açılan pistonlar için geçerli

$d_m$  : Bir teleskopik kaldırıcının en büyük pistonunun dış çapı (mm)

$d_{mi}$  : Bir teleskopik kaldırıcının en büyük pistonunun iç çapı (mm)

$i_e$  : Teleskopik kaldırıcının eşdeğer eylemsizlik yarıçapı (mm)

$i_n$  : Hesaplanacak pistonun eylemsizlik yarıçapı (mm)

$J_n$  : Hesaplanacak pistonun eylemsizlik momenti (mm<sup>4</sup>)

$P_{rt}$  : hesaplanacak pistona etki eden pistonların kütlesi (kg)

$R_m$  : Malzemenin çekme dayanımı

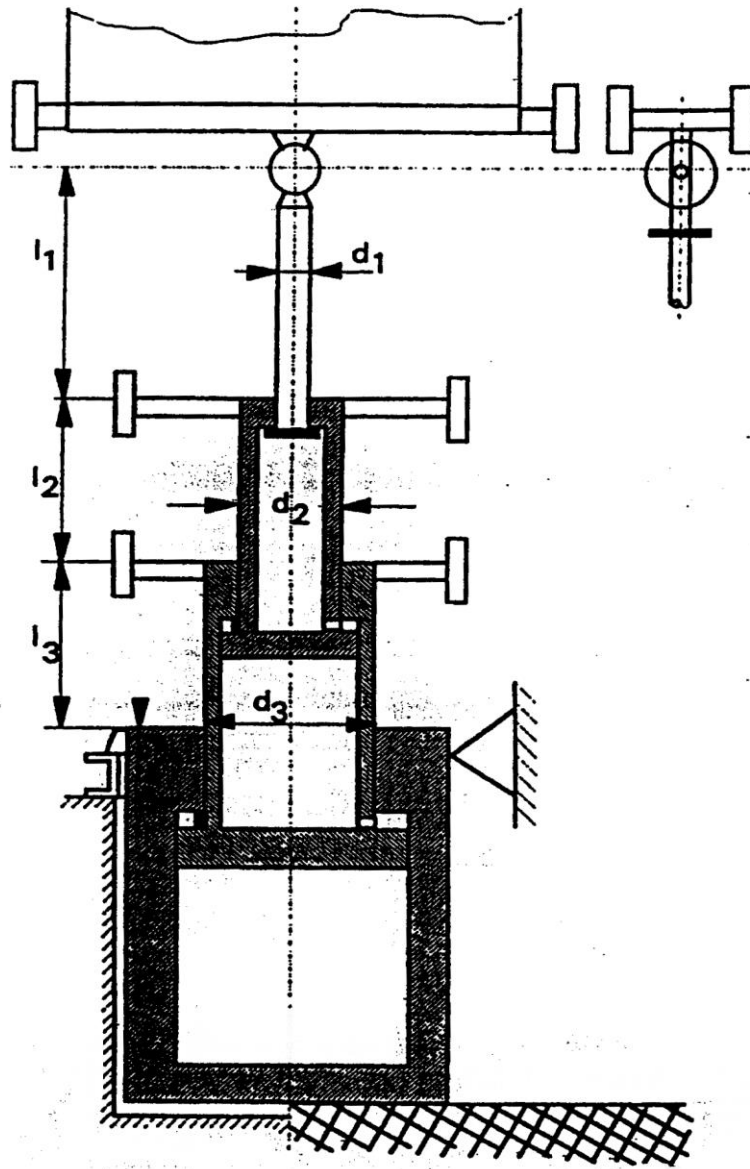
$R_{p0,2}$  : malzemenin esneklik sınırı

$\lambda_e$  : Teleskopik kaldırıcının eşdeğer narinlik derecesi

$v_{\omega}$  : Deneyle tespit edilmiş eğrilerden yaklaşık değerlerin tasarlanması için katsayılar

**Her piston kolu için hesaplanarak bükülme kontrolü yapılmalıdır.**

## Dış kılavuzu olan teleskopik kaldırıcılar



$$l=l_1+l_2+l_3$$

Şekil K.7

$\lambda_n \geq 100$  için:

$$F_5 \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_n}{2 \cdot l^2}$$

$\lambda_n < 100$  için:

$$F_5 \leq \frac{A_n}{2} \cdot \left[ R_m - (R_m - 210) \cdot \left( \frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right]$$

$$F_5 = 1,4 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P+Q) + 0,64P_r + P_{rh} + P_{rt}]^{49}$$

<sup>49</sup> : Yukarı doğru açılan pistonlar için geçerli  
Formül açıklamaları için bir önceki örneğe bakınız.

Kullanılan piston ve askı tipine göre yukarıda verilen formüllere göre pistonun bükülmeye karşı hesapları yapılmalıdır. Bu hesaplar sonucunda basınç güvenlik katsayıları **2** ve **1,4** formüller içinde kullanıldığı için ayrıca bir basınç kontrolüne gerek yoktur. Ancak maksimum basınç ve minimum basınç değerleri 10bar < basınç < 40 bar değerleri arasında kalmalıdır. Bu hesaplar bundan sonraki bölümde anlatılmıştır.

Yapılan hesaplar sonunda uygun değerler çıkarsa bu durumda yağ debisini ve bunu sağlayacak motor gücünü tespit etmek gerekir. Motor gücü ve yağ debisi tespiti aşağıda verilen tablo ile yapılmalıdır. Tablonun kullanımı motor gücü tespiti bölümünde anlatılmıştır.

#### 4.4. BASINÇ EMNİYET KONTROLÜ

TS EN 81-1 e göre tijdeki gerilme, yükün 1,4 katı kuvvetinin iki misline dayanması gerekir. Pistona etki eden kuvveti aşağıdaki şekilde hesaplanmış idi.

$$F = k_1 \cdot k_2 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P+Q) + 0,64 P_r + P_{rh} + P_{rt}]$$

**F** : Pistona etki eden kuvvet

**k<sub>1</sub>** = 1.4 (basınç güvenlik katsayısı)

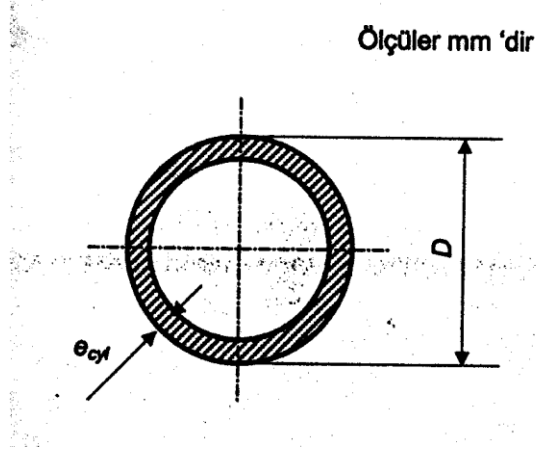
**k<sub>2</sub>** = (basınç sınırlama valfi ayarı / 1,4) (Basınç sınırlama valfi güvenlik katsayısı tam yük basıncının %140'ına ayarlanmalıdır. Eğer büyük iç kayıplar nedeniyle basınç sınırlama valfi daha yüksek bir değerde ayarlanırsa (%170 aşmamalıdır) bu çarpan dikkate alınmalıdır.)

Dikkat edilirse formülde 1,4 çarpanı dikkate alınmıştır.  $\sigma_{max} < \sigma_{em}$  formülleri ise her iki tarafta da A kesitleri kullanılmayarak  $F_{max} < F_{em}$  formüllerine dönüşmüş ve  $F_{em}$  ikiye bölünerek aşağıdaki şekilde kullanılmıştır.

$$F < (\pi^2 \cdot E \cdot J_n) / (2 \cdot l^2)$$

( $\lambda < 100$  plastik bölge formülünde gerilim kısmında A olmadığı için A ile çarpılmış ve 2 ye bölünmüştür)

Bu şartlar oluştuğunda basınç emniyeti sağlanmış olur. Ancak kabin boş ve dolu durumlardaki basınçların kontrolü yapılması gerekir. Maksimum basınç, kullanılan pistonun maksimum basıncından az olmalıdır.



$$e_{cyl} \geq \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p \cdot D}{R_{p0,2}} + e_0$$

**e<sub>0</sub>** = Silindir çeperleri ve tabanları ve silindir ile (varsa) boru kırılma valfi arasındaki rijit borularda 1,0 mm  
= Piston ve diğer rijit borularda 0,5 mm

**2,3** = Sürtünme kayıpları (1,15) ve basınç darbeleri (2) için katsayı

**1,7** = Esneklik sınırına göre güvenlik katsayısı

**Sistemin karşılayabileceği P<sub>em</sub> basınç emniyet sınırı :**

Sistemde oluşacak maksimum basınç aşağıdaki gibi hesaplanır. Bar hesabı yapıldığı için "10" çarpanı ilave edilmiştir.

$$P_{max} = 10 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P+Q) + Q_r + P_{rh}] / A_p \text{ (bar)}$$

Yukarıda verilen et kalınlığı kontrolü formülü düzenlenirse, sistemin patlama basıncı bulunabilir.

$$e_{cyl} \geq (2,3 \cdot 1,7 \cdot P_{max} \cdot D) / (2 \cdot R_{p0,2}) + e_0 \quad (2,3 \cdot 1,7) / 2 = 1,96$$

$$(e_{cyl} - e_0) \geq 1,96 P_{max} \cdot D / R_{p0,2}$$

$$(e_{cyl} - e_0) \cdot R_{p0,2} / (1,96 D) \geq P_{max}$$

$$P_{em} = 10 \cdot (e_{cyl} - e_0) \cdot R_{p0,2} / (1,96 D) \geq P_{max} \text{ bar olmalıdır. (Silindir için)}$$

$$P_{em} = 10 \cdot (e_{cyl} - e_0) \cdot R_{p0,2} / (1,96 d_e) \geq P_{max} \text{ bar olmalıdır. (Piston için)}$$

Piston ve silindirde hesaplanacak maksimum basınçlardan küçük olanı dikkate alınmalıdır. Bu kontrolün uygun çıkması, aynı zamanda oluşan basınca göre silindir ve piston et kalınlıklarının da uygun olduğu anlamına gelecektir. Uygunsuzluk, et kalınlıklarının uygun olmamasından kaynaklanacaktır. Ayrıca oluşacak basıncın en alt değerinin, pistonu geri basabilmesi için 10 barın üstünde olması gereklidir. Kabin boş ve dolu durumlarda oluşacak basınçlar aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$P_{min} = 10 \cdot g_n \cdot (c_m \cdot P + Q_r + P_{rh}) / A_p \text{ (bar)} > 10 \text{ bar olmalıdır.}$$

$$R_{p0} = \sigma_0 = 0,8. \sigma_{Ak} = 520 * 0,8 = 416 \text{ N/mm}^2$$

$R_{p0,2} = \sigma_{0,2} = (2/3) * \sigma_{Ak} = 2 * 520 / 3 = 346 \text{ N/mm}^2$  (Orantılı mukavemet) [St 52 malzeme Çelik 1040 karşılığına gelmektedir. Farklı çelik özelliklerinden dolayı çekme dayanımı ( $\sigma_{Ak}$ ) 430-585 N/mm<sup>2</sup> değerlerini alabilir. Malzemenin esneklik sınırı değeri ( $R_{p0,2} = \sigma_{0,2}$ ) olarak üretici firmaların belirttiği kendi değerlerinin kullanılması en uygun yol olacaktır. Bu değer Kleemann da  $R_{p0,2} = 355 \text{ N/mm}^2$  olarak alınmaktadır]

$$Q_F = L_p \cdot q \text{ (kg)}$$

$$L_p = \text{silindirin boyu (m)}$$

$$q : \text{silindirin birim mesafesine düşen kütle}$$

$$A_p : \text{secilen silindirin alanı (mm}^2\text{)}$$

$$1 \text{ at} = 1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2 \quad 1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ bar}$$

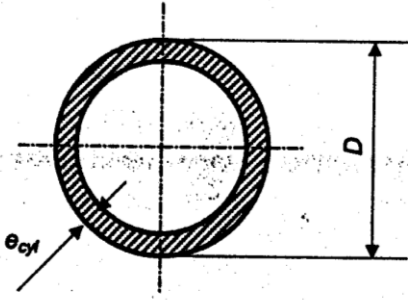
PİSTON ÖLÇÜLERİ								SİLİNDİR	
Ød mm	e mm	A mm <sup>2</sup>	A <sub>p</sub> mm <sup>2</sup>	l mm	J mm <sup>4</sup>	γ kg/m	POIDS JUNCTION kg	ØD mm	e <sub>oyl</sub> mm
50	5	707	1963	16.00	181132	5.5	/	101.6	3.6
	7.5	1001		15.26	233134	7.8			
60	5	864	2827	19.53	329376	6.7	/	101.6	3.6
	7.5	1237		18.75	434883	9.6			
70	5	1021	3848	23.05	542415	7.9	10	114.3	4
	7.5	1472		22.26	729408	11.5			
80	5	1178	5026	26.58	832031	9.2	13	114.3	4
	7.5	1708		25.77	1134380	13.3			
	12	2563		24.41	1527870	20.0			
85	7.5	1826	5674	27.53	1383802	14.3	13	114.3	4
90	5	1335	6361	30.10	1210004	10.4	17	133	4.5
	7.5	1943		29.29	1667469	15.2			
	12	2940		27.90	2289205	23.0			
100	5	1492	7854	33.63	1688115	11.7	22	139.7	4.5
	7.5	2179		32.81	2346347	17.1			
	12	3317		31.40	3271075	25.9			
110	5	1649	9503	37.17	2278145	12.9	27	159	5
	7.5	2415		36.34	3188687	18.9			
	12	3694		34.91	4501764	28.9			
120	5	1806	11309	40.70	2991876	14.1	34	159	5
	7.5	2650		39.86	4212139	20.7			
	12	4071		38.42	6009542	31.8			
130	5	1963	13273	44.23	3841087	15.3	43	177.8	5.6
	7.5	2886		43.39	5434415	22.5			
	12	4448		41.93	7822664	34.7			
150	6	2713	17671	50.96	7047770	21.2	58	193.7	6.3
	10	4398		49.62	10830641	34.4			
160	10	4712	20106	53.15	13312499	36.8	76	219.1	8
180	10	5340	25447	60.21	19360065	41.7	105	244.3	8
200	10	5969	31416	67.27	27009843	46.6	115	273	10
238	14	9852	44488	79.35	62033201	76.9	159	323.9	12.5

### SİLİNDİR VE PİSTON GENEL ÖLÇÜLERİ

#### 4.5. SEÇİLEN SİLİNDİRİN ET KALINLIĞININ KONTROL EDİLMESİ

Seçilen silindirin et kalınlığı güvenli kalınlıktan fazla olmalıdır. Yukarıda silindir ve piston özellikleri tablosu verilmiştir.

Ölçüler mm 'dir



$$e_{cyl} \geq \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p \cdot D}{R_{p0,2}} + e_0$$

- $e_0$  = Silindir çeperleri ve tabanları ve silindir ile (varsa) boru kırılma valfi arasındaki rijit borularda 1,0 mm  
= Piston ve diğer rijit borularda 0,5 mm
- 2,3 = Sürtünme kayıpları (1,15) ve basınç darbeleri (2) için katsayı
- 1,7 = Esneklik sınırına göre güvenlik katsayısı

Silindir tabanı kalınlığı hesapları üretici tarafından yapılmalı veya tip uygunluğu belgesinde dayanım basıncı belirtilmiş olmalıdır. Bu değer sistemde hesaplanan maksimum basınçtan büyük olmalıdır. P değeri bar alınması halinde 10 bölümlü kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.

#### 4.6. KULLANILAN BORU VE HORTUMLARIN BASINÇ KONTROLÜ

- Kullanılan rijit boruların hesabı piston et kalınlığı formülü ile hesaplanır.
- Teleskopik pistonlar ikiden fazla kademeye ve senkronizasyon tertibatına sahipse, valfler arasındaki rijit borular ve bunların bağlantı elemanlarının hesaplanmasında ek bir güvenlik katsayısı olarak **1,3** hesaba katılmalıdır.
- Silindir ile geri dönüşsüz valf veya aşağı yön valfi arasındaki bağlantıda kullanılan bükülgen hortum, tam yük basıncı ve patlama basıncı arasındaki **güvenlik katsayısı en az 8** olacak şekilde seçilmiş olmalıdır. Silindir ile geri dönüşsüz valf veya aşağı yön valfi arasındaki bağlantıda kullanılan bükülgen basınç hortumları ve bağlantıları tam yük basıncının **5 katına** kadar hasar görmeden dayanabilmelidir.
- Tam yük basıncına göre seçilen hortumlar belirtilmeli ve hortum imalatçısı tarafından verilecek basınç değerleri dosyaya konmalıdır. Ayrıca hortumların üzerinde silinmeyecek şekilde deney basıncı, imalatçının adı ve deney tarihi bulunmalıdır

#### 4.7. YAĞ DEBİSİ VE MOTOR GÜCÜ TESPİTİ

Daha önce piston üzerine etki eden kuvvete ve piston boyuna bağlı olarak tablodan piston çapı tespit edilmişti. Bu pistonun et kalınlığı ve bükülme kontrolü bundan önceki bölümde yapılmıştır. Uygun olan piston için gerekli yağ debisi ve bu debiyi sağlayacak motor gücü hesabı ise aşağıda verilen tablo kullanılarak yapılabilir.

Tablonun ortasında piston çapı bölümünün alt tarafında piston hızları vardır. Seçilen piston çapı ve hızı bölümünün üstüne gelen kısımda yağ debisi gösterilmiştir. Tablonun alt kısmında motor güçleri gösterilmiştir. Seçilen piston çapı ve hızına göre belirlenen yağ debisi aşağıda bir motor gücü sırasına karşılık gelmektedir. Bu sıradan motor gücü seçimi ise üst bölümdeki pistonu etki eden kuvvet ve yanında bulunan en büyük basınç sütununa göre yapılacaktır.

Örnek olarak daha önceden yapılan bir seçim sonucu 90/5 lik bir piston 0,31 m/s lik bir hız için seçilmiş olsun. Bu pistonun karşısına gelen yağ debisi 125 lt/dak dır. Bu debi alt kısımda motor bölümünde 4. Sıranın karşılığına gelmektedir. Kabin toplam ağırlığı, beyan yükü ve bağlantı tertibatları toplamı 1850 kg olsun. Bu durumda tablodan bir üst en yakın sütun olarak 1908 kg ve 32 bar sütünü seçilir. Bu sütunun motor kısmındaki 4. satır karşılığı motor gücü, 13 HP 9,5 KW dır. Böylece tablo kullanılarak motor gücü, yağ debisi ve maksimum basınç değeri elde edilmiş olur. Pratikte kullanılacak olan motor gücünün bu değerden az olmaması gerekir.

Çeşitli üreticilerin kendi pompa-motor guruplarına göre hesap yöntemleri vardır. Sonuç olarak bu hesap, motor-pompa gurubu verimliliğine bağlıdır. Her teknik gelişme daha verimli gurupların ortaya çıkmasına ve daha küçük motor güçleri ile çalışabilmesine yol açmaktadır.

Piston gurubunun temin edildiği üretici tarafından kullanılan hesap yönteminin kullanılması tavsiye edilir.





#### 4.8. BORU KIRILMA VEYA DEBİ SINIRLAMA VALFİ ORTALAMA FREN HESABI

Boru kırılma valfi, aşağı yönde hareket eden kabini durdurabilmeli ve hareketsiz tutabilmelidir. Boru kırılma valfi en geç aşağı yön beyan hızı  $v$  ye  $0,3$  m/s ilavesiyle bulunan hızda devreye girmelidir. Boru kırılma valfi, ortalama frenleme ivmesi  $0,2$  ile  $1 g_n$  olacak şekilde seçilmelidir.  $2,5 g_n$  den büyük frenleme  $0,04$  s den uzun sürmemelidir. Ortalama frenleme ivmesi aşağıdaki formülle hesaplanmalıdır.

$$a = (Q_{\max} \cdot c_m) / (6 \cdot A \cdot n \cdot t_d) \quad 0,2g_n < a < 1g_n \text{ olmalıdır.}$$

$Q_{\max}$  :En büyük debi (lt/dak) (Motor seçim tablosundan veya üreticiden temin edilmelidir)

$c_m$  : Askı katsayısı

$A$  : Kaldırıcıda basıncın etkili olduğu alan ( $cm^2$ )

$n$  : Bir boru kırılma valfine sahip paralel çalışan kaldırıcıların sayısı

$t_d$  : Frenleme süresi

Değerler teknik belge dosyası tip kontrol belgesinden alınabilir.

#### 4.9. HALAT VE MİL HESAPLARI

Halatlı sistemlerde elektrikli asansörlerde anlatılan halata gelen yük ve eşdeğer güvenlik katsayısına göre emniyet kontrolü yapılmalıdır. Halatlı sistemlerde genelde tek kasnak ve ikiden fazla halat kullanılacağı için  $D/d$  oranı minimum  $40$ , halat güvenlik katsayısı  $12$  alınabilir. Ancak daha fazla kasnak kullanılan bir sistemde muhakkak eşdeğer kasnak sayısına göre güvenlik oranı hesaplanarak kontrol yapılmalıdır.

**Halat güvenlik katsayısı**

$$S = T_{\min} / F_{\max} > S_f$$

$$F_{\max} = g_n \cdot [(P+Q+H) / (n \cdot i)] \quad (N)$$

$T_{\min}$  = Kullanılan halatın en küçük kopma kuvveti

Hidrolik asansörlerde sürtünme ile tahrik söz konusu olmadığı için tahrik kabiliyeti hesapları gerekmez. Ancak halatların kasnak üzerinde oluşturdukları basınç kontrolü yapılmalıdır. Genelde kullanılan  $U$  yivli kasnaklar için :

$$(8 \cdot F_{\max}) / (D \cdot d \cdot \pi) < (12,5 + 4v) / (1 + v) \text{ şartı sağlanmalıdır.}$$

**Kasnak mili kontrolü yapılmalıdır.**

$$T_1 = T_2 = g_n \cdot (P+Q+H)$$

$$T_m = 2 \cdot T_1$$

**Eğilme momenti**

$$M = T_m \cdot L / 4$$

**Mukavemet momenti**

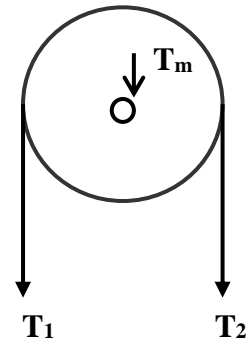
$$W = \pi \cdot d^3 / 32$$

**Eğilme gerilmesi**

$$\sigma_e = M / W = (16 \cdot T_1 \cdot L) / (\pi \cdot d^3) < \sigma_{em} \text{ olmalıdır.}$$

$L$  = Yataklar arası mil boyu mm

$d$  = Mil çapı mm



$$T_1 = T_2$$

#### 4.10. Dengeleme Ağırlığı Tespiti

Dengeleme ağırlığı varsa , bunun kütlesi askı tertibatının kopması durumunda hidrolik sistemdeki basıncın, tam yük basıncının iki katını aşmayacağı şekilde hesaplanmış olmalıdır. Birden fazla dengeleme ağırlığı mevcutsa, hesap için yalnız bir dengeleme ağırlığının askı tertibatının kopması göz önüne alınmalıdır.

$$2 \cdot g_n \cdot [c_m \cdot (P+Q) + Q_r + P_{rh} - G] / 10 \cdot A_p < P_{\max} = g_n \cdot [c_m \cdot (P+Q) + Q_r + P_{rh}] / 10 \cdot A_p$$

$$G < [c_m \cdot (P+Q) + Q_r + P_{rh}] / 2$$

Şartını sağlamalıdır. Bu değerden büyük dengeleme ağırlıkları kullanılamaz.

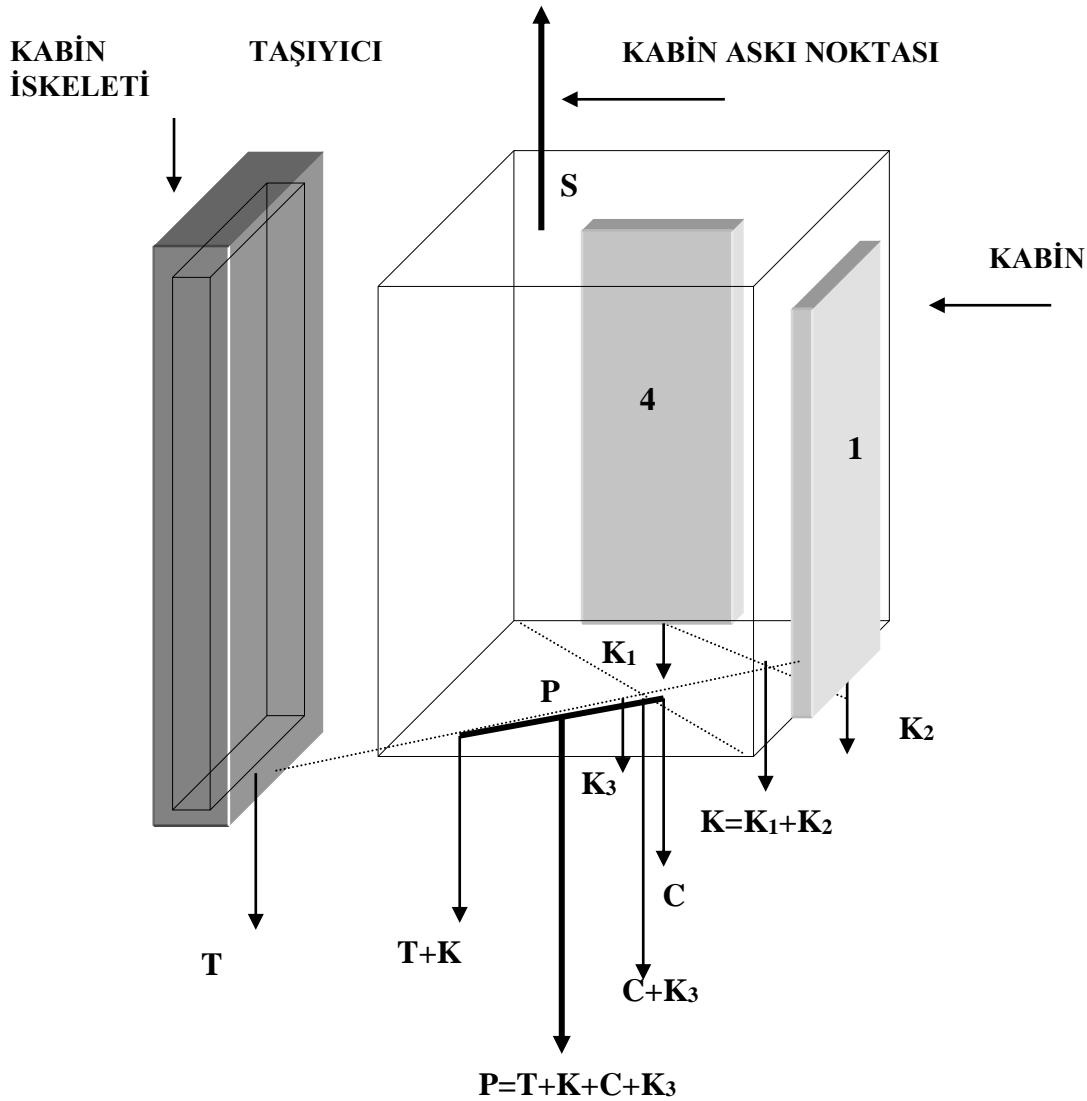
## 5. KILAVUZ RAYLARIN HESAPLANMASI

### 5.1. RAYLARA ETKİ EDEN YÜKLER VE ASANSÖR ÇALIŞMA KOŞULLARI

#### 5.1.1. YÜKLER

a) **Kabin Yüğü** : Boş kabin ve kabin tarafından taşınan piston, kabin bükülgen kablosunun bir kısmı ve (varsa) dengeleme halatları/zincirleri gibi elemanların kütlelerinin etki ettiği noktanın **kabinin ağırlık merkezi P** olduğu kabul edilir.

Farklı yük dağılım şartları kararlaştırılmışsa hesaplamalar bu şartlar temel alınarak yapılmalıdır. Kabinin geometrik ağırlık merkezinin **C** olduğunu ve kabinin diyagonallarının kesişme noktasında olduğunu kabul edelim. Ancak kabine konan kabin kapısı, ağırlık merkezinin yerini kapıya doğru çekecektir. Ayrıca kabine bağlanan kontrol kablosu, kabin merkezinden kaçık olan kabin karkası ve (varsa) dengeleme halat/zincirleri ile kabinde bulunan kasnaklar veya yardımcı tertibatlar(klima gibi), ağırlık merkezinin yerini etkiler. Kabin ağırlık merkezinin X ve Y eksenlerinden kaçık olması duruş ve hareket anında daha büyük eğilme momentlerinin oluşmasına yol açar. Kabine bağlanan tertibatlar mümkün olduğunca eksenler içinde ve simetrik olmalıdır. Bu tür bir imalat, hesaplamada kolaylık sağladığı gibi, ray kesitlerinin tespitinde de maliyeti etkileyecek bir faktördür. Aşağıda kabin ağırlık merkezinin hesaplanması gösterilmiştir. Kabin toplam ağırlık merkezi olan **P**, kapılar tarafına doğru X ekseninde, kontrol kablosu bağlantı noktası olan K noktası ve kabin askı kirişleri tarafına da Y ekseninde kaçmıştır.



Verilen örnek TS EN 81/1 G7 de verilen askı sistemidir. Açıklamalar için bu örnek kullanılacaktır. Rayların dışında kaçık olarak monte edilmiş kabin ve merkezlenmemiş askı sisteminin kullanıldığı bu örnek, pratikte kullanılması zor bir sistem olmasına rağmen, eşit olmayan yük dağılımını göstermek için uygundur.

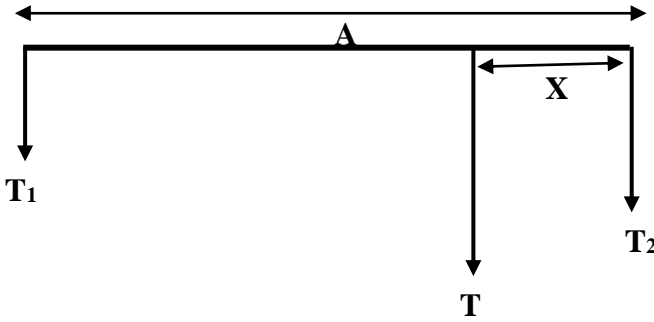
Önce kabin ağırlık merkezini hesaplamak gerekir. Verilen örnekte çok karışık olmaması için, standarttan farklı olarak iki kapılı bir kabin ele alınmıştır.

- Kabin kapıları toplam ağırlığı ve ağırlık merkezi  $\mathbf{K}=\mathbf{K}_1+\mathbf{K}_2$  vektörü ile,
- Kabin ağırlık merkezi ile kontrol kablusunun ağırlıkları  $\mathbf{C}+\mathbf{K}_3$  vektörü ile,
- Kabin taşıyıcı karkası ve güvenlik tertibatları ise  $\mathbf{T}$  vektörü ile gösterilmiştir.
- Kabin askı noktası ise  $\mathbf{S}$  noktasıdır.
- Kabinin toplam ağırlığı  $\mathbf{P}$  vektörü ile gösterilerek, kabin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezi bulunur.

$\mathbf{T}+\mathbf{K}$  ve  $\mathbf{C}+\mathbf{K}_3$  vektörlerinin toplamını hesapladığımız takdirde kabinin ağırlık merkezini buluruz. Bu durumda  $\mathbf{P}=\mathbf{T}+\mathbf{K}+\mathbf{C}+\mathbf{K}_3$

Olacaktır. Yeri ise kullanılan malzemelerin ağırlığına bağlı olarak değişecektir. Yukarıdaki örnekte bu yer  $\mathbf{T}$  ve  $\mathbf{C}$  arasında olacaktır.

Ağırlık merkezi aşağıdaki örnekte verilen basit formül ile hesaplanabilir.



A Toplam boyunda bir çubuğun iki ucundan asılı  $T_1$  ve  $T_2$  kuvvetleri olması halinde toplam  $T$  kuvvetinin yeri, çubuğun başlangıcından  $X$  kadar uzakta olacaktır.

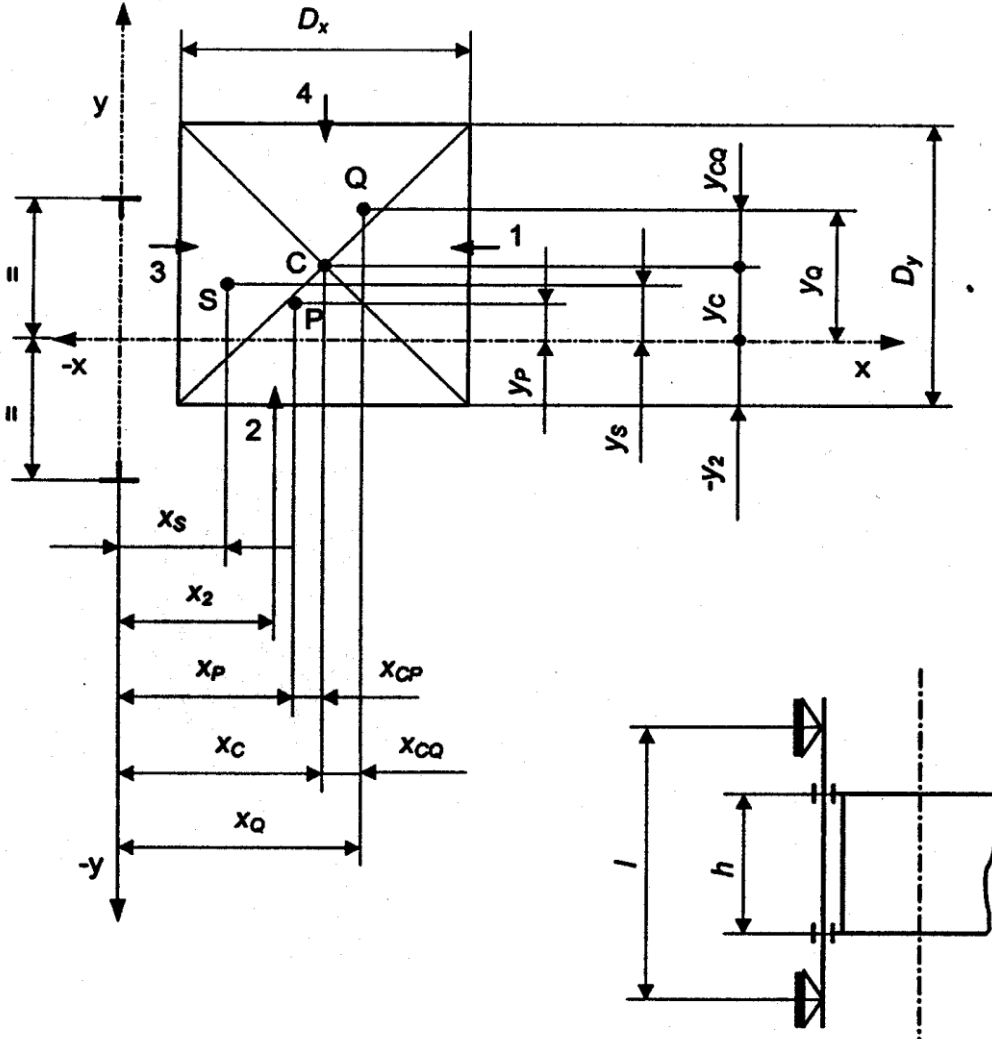
$$T_1 \cdot (A - X) = T_2 \cdot X$$

$$T_1 A - T_1 X = T_2 X$$

$$X = \frac{T_1 A}{T_1 + T_2}$$

$$T = T_1 + T_2$$

Yukarıda anlatılan kabin yükü ve beyan yükleri grafik olarak gösterimi aşağıdaki şekilde verilmiştir.



$D_x$  : X yönündeki kabin boyutu, kabin derinliği

$D_y$  : Y yönündeki kabin boyutu, kabin genişliği

$C$  : Kabinin geometrik merkezi

$x_c, y_c$  : Kabin merkezinin (  $C$  ); kılavuz ray sisteminin ilgili eksenine olan mesafeleri

$P$  : Boş kabinin toplam ağırlık merkezi

$x_p, y_p$  :Boş kabinin toplam ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin ilgili eksenine olan mesafeleri

$Q$  : Beyan yükünün ağırlık merkezi

$x_q, y_q$  :Beyan yükü ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin ilgili eksenine olan mesafeleri

$x_{cp}, y_{cp}$  : Boş kabinin geometrik merkezinin kabin ağırlık merkezine olan mesafeleri

$x_{cq}, y_{cq}$  : Kabin merkezi ile beyan yükü ağırlığı merkezi arasındaki mesafe

$S$  : Kabinin askı noktası

$x_s, y_s$  :Askı noktasının (  $S$  ), kılavuz ray sisteminin ilgili eksenine olan mesafeleri

$1, 4$  : kabin kapı numaraları

$x_i, y_i$  :ilgili kabin kapısının, kılavuz ray sisteminin ilgili eksenine olan mesafeleri  $i=1,4$

$n$  : kılavuz rayların sayısı

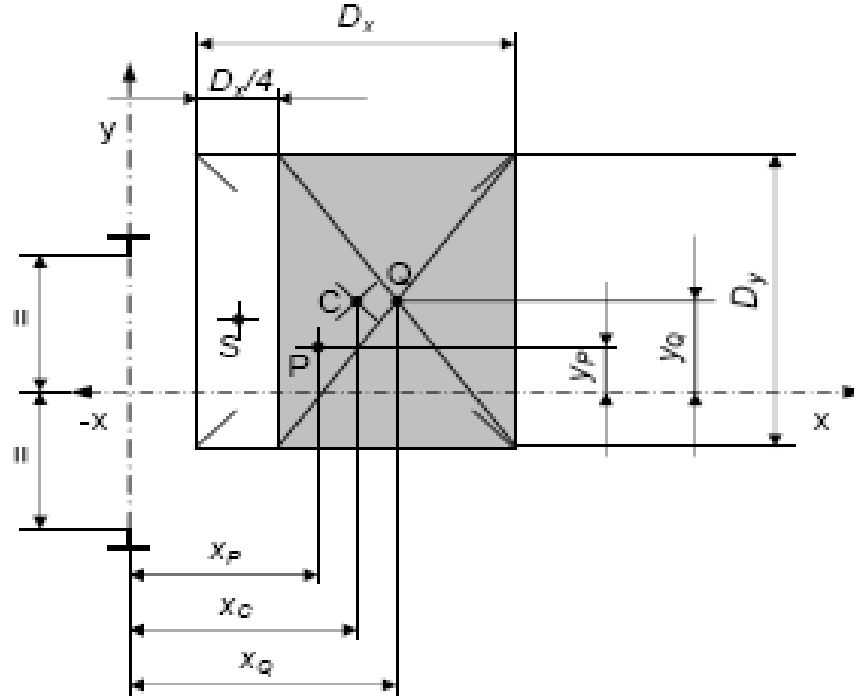
$h$  :kabin kılavuz patenleri arasındaki mesafe

$\rightarrow$  : Yükleme yönü

**b) Beyan Yükü :** beyan yükü  $Q$  asansörün taşıma kapasitesidir ve kabin alanına eşit olmayan bir şekilde dağılmış kabul edilir. Yük durumlarında **beyan yükü ağırlık merkezi  $Q$** , güvenlik tertibatı çalışmasında kılavuz raylar, normal çalışmada da askı noktası açısından en elverişsiz şekilde kabin alanının dörtte üçüne ( $3/4$ ) dağılmış kabul edilir. Aşağıdaki şekilde X eksenindeki en elverişsiz durum,  $Q$  ağırlık merkezinin  $P$  ağırlık merkezinin olduğu tarafta ray merkezinden uzaklaşarak kabin alanının  $3/4$  ünde yer almasıdır. Bu durumda  $P \cdot x_p$  ile  $Q \cdot x_q$  nun oluşturduğu moment aynı yönlü olacağı için raylardaki en büyük  $F_x$  kuvvetini oluştururlar.

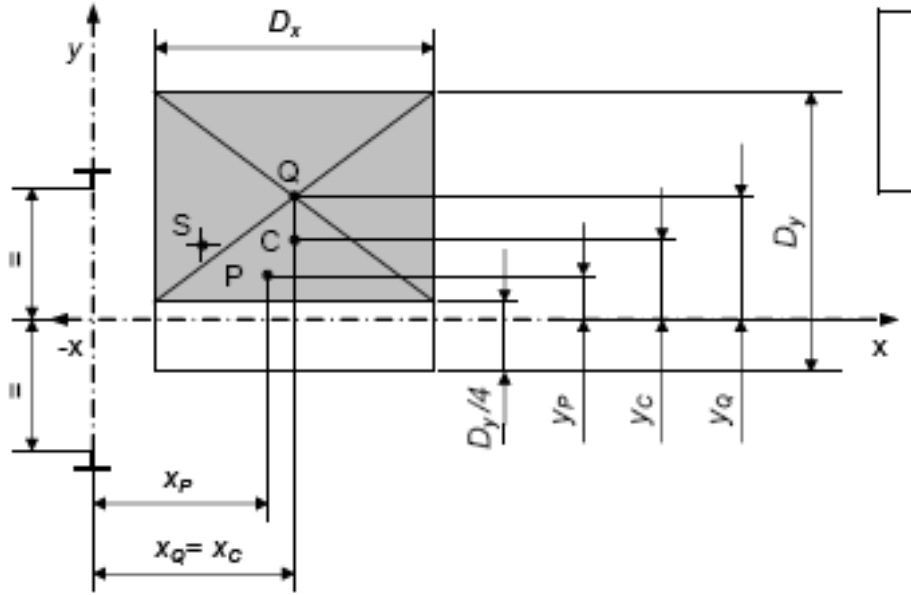
### Yük Dağılımı

#### Durum 1: x- eksenini



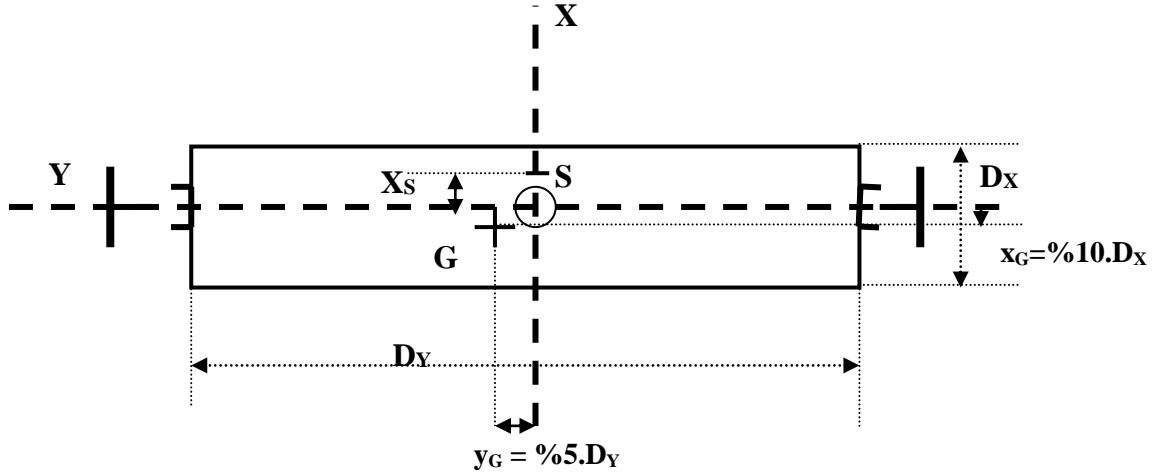
Aynı şekilde Y eksenini hesaplamasında oluşacak en elverişsiz durum ise, Q nun kontrol kablosunun bağlandığı K ve kabin ağırlık merkezinin bulunduğu P noktalarının bulunduğu tarafta, kabin alanının  $\frac{3}{4}$  ünde yer almasıyla oluşacaktır. Bu durumda eğilme momentleri aynı yönde olduğu için toplanarak en büyük  $F_y$  kuvvetini oluşturacaktır. Aksi durumda ise  $F_y$  yi küçülteceklerdir. Amaç, çalışma durumuna göre oluşacak en elverişsiz durumda ki dağılımı dikkate almaktır. Aşağıda örnekte, Y eksenine göre kabindeki elverişsiz yük dağılımı gösterilmiştir.

**Durum 2: y- eksenini**



**c) Karşı Ağırlık Veya Dengeleme Ağırlığı :** Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuzlanma kuvveti G, kütle nin etki noktası, askı tertibatı ve gergi tertibatlı veya gergi tertibatsız, dengeleme halat/zincirlerinden kaynaklanan kuvvetler hesaba katılarak belirlenir.

Merkezden kılavuzlanan ve asılan bir karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında, kütle nin etki noktasının ağırlık veya dengeleme ağırlığının yatay kesit alanının ağırlık merkezinden kaçıklığı, genişliğin en az %5i ve derinliğin %10 u olarak alınır. Aşağıdaki şekilde ağırlık merkezi G nin kaçıklığı gösterilmiştir.



**d) Yardımcı Cihazlardan Kaynaklanan Yükler :** Hız regülatörü ve bununla ilgili parçalar ile anahtarlar veya kabinin konumlandırılması için cihazlar haricinde, kılavuz raylara tespit edilmiş yardımcı cihazlardan kaynaklanan yükler M göz önüne alınmalıdır. (Makine dairesiz, raylara monte edilen makine motor grupları veya raylara monte edilmiş regülatör grupları gibi)

**e) Rüzgar Yükleri :** Rüzgar yükleri WL yalnız bina dışındaki kısmen kapalı kuyularda çalışan asansörlerde göz önüne alınmalı ve bina yapımcısı ile müşterek olarak belirlenmelidir.

Asansörde raylara etki edecek yükleri tanımladıktan sonra çeşitli çalışma şartları incelenmelidir. Bunlar güvenlik tertibatı çalışması ile normal kullanmada hareket ve yükleme durumlarıdır. Sırasıyla güvenlik tertibatı çalışması ve normal çalışmada hareket ve yükleme çalışmaları incelenecektir.

## 5.1.2. ASANSÖRDE İNCELENECEK ÇALIŞMA KOŞULLARI

a) **Güvenlik Tertibatlarının Çalışması** : Normal olmayan bir durum sonucu asansörde güvenlik tertibatları devreye girerse, kabinde (P+Q), karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında ise (P+qQ) kadar kabul edilen kütleler, ani duruş darbe etkisiyle daha büyük kuvvetler uygularlar. Bu durumda kabin yükleri  $k_1$  çarpanı kadar büyür. Güvenlik tertibatının çalışması ile ilgili darbe katsayısı  $k_1$ , güvenlik tertibatının tipine bağlıdır.

- Ani frenlemeli güvenlik ve kenetleme tertibatının çalışması durumunda darbe katsayısı  $k_1 = 5$
- Ani frenlemeli makaralı güvenlik veya kenetleme tertibatının çalışması durumunda veya enerji depolayan tipteki oturma tertibatı veya tamponda meydana gelen darbe katsayısı  $k_1 = 3$
- Kaymalı güvenlik veya kenetleme tertibatının çalışmasıyla veya enerji harcayan tipteki oturma tertibatı veya tamponda meydana gelen darbe katsayısı  $k_1 = 2$
- Boru kırılma vanasının çalışmasıyla meydana gelen darbe katsayısı  $k_1 = 2$

Olarak kabul edilir.

**Güvenlik tertibatının çalışması anında kuvvetler kılavuz raylara etki eder.**

b) **Normal Kullanma-Hareket** : Asansörün olağan yük değerlerinin söz konusu olduğu durumlardır. Bu durumda kabinde (P+Q), karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında ise (P+qQ) kadar bir kütle kabul edilir. Projesinde aksi belirtilmedi ise  $q=1/2$  alınır.

Normal kullanma-hareket yük durumunda kabinin düşey hareket eden kütleleri (P+Q), elektrik güvenlik tertibatından veya elektriğin rasgele kesilmesinden kaynaklanan sert frenlemeyi göz önüne almak için darbe katsayısı  $k_2=1,2$  ile çarpılmalıdır.

Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuz raylara uyguladığı yükler kabin 1g den büyük bir frenleme ivmesi ile durduğunda karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının muhtemel zıplamasını göz önüne almak için (P+qQ), darbe katsayısı  $k_3$  ile çarpılmalıdır. Bu çarpan tesisin şartlarına göre imalatçı tarafından belirlenir. 1,6 m/s hızlı asansörler dahil, bu çarpan  $k_3=1$  kabul edilebilir.. Ancak daha hızlı asansörlerde dikkate alınmalıdır. Aynı durum yardımcı cihazlardan kaynaklanan kuvvetler  $M$  içinde söz konusudur.

.c) **Normal Kullanma -Yükleme** : Kabinin yüklenmesi veya boşaltılması sırasında, bir kabinin girişinde, yükün kapı ve kabin eşiğinden geçişinde, eşiğin orta noktasında etki eden bir eşik kuvveti  $F_s$  göz önüne alınmalıdır.

**Normal kullanma hareket ve yükleme konumlarında kuvvetler askı noktasına etki eder**

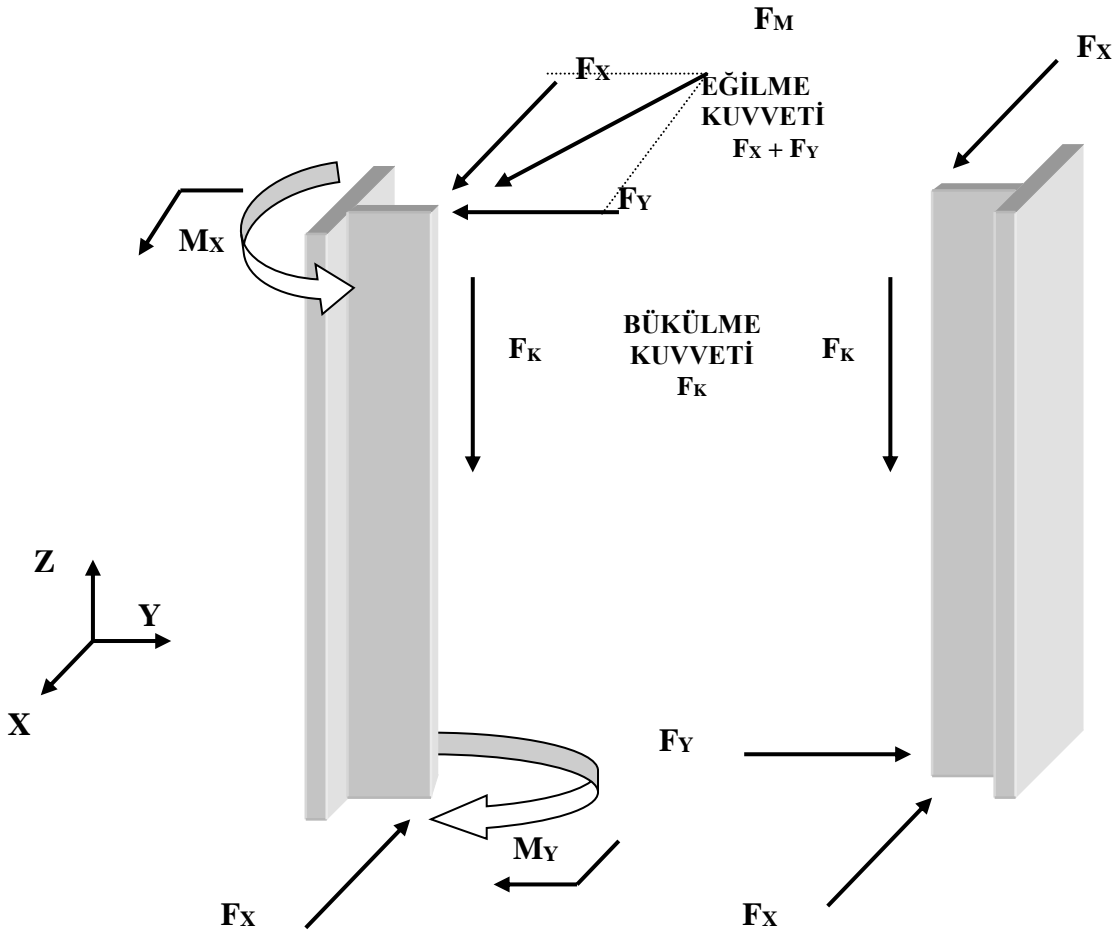
## 5.2. KUVVETLER VE GERİLMELER

Yukarıda bahsedilen yüklerden dolayı her hareket bir kuvvet ve gerilme oluşturmaktadır. Bu bölümde incelediğimiz raylar üzerine etki eden kuvvetlerdir. Ray üzerine etki eden kuvvetleri

- Bükülme kuvveti ve gerilmesi
- Eğilme kuvveti ve gerilmesi
- Eğilme, bükülme ve basınç birleşik gerilmeleri
- Yüklemeye kuvveti ve gerilmesi
- Raylarda oluşan sehim
- Ray boynundaki gerilme

Olarak özetleyebiliriz.

Rayda oluşan bükülme kuvveti rayı ezmeye veya koparmaya çalışacak, eğilme kuvveti ise rayı döndürmeye veya eğmeye çalışacaktır. Bükülme kuvveti, güvenlik tertibatının çalışması sonucu yükün raylar üzerinde bir kuvvet uygulamasıyla oluşur. Normal yüklemeye çalışmasında, yük halatlar tarafından askılandığı için raylara etki eden bir bükülme kuvveti oluşmaz. Ancak her durumda eğilme kuvveti ve gerilmesi farklı  $k$  çarpanları ve yüklemeye biçimleri dikkate alınarak hesaplanır. Bükülme ve eğilmenin aynı anda olduğu durumlarda (güvenlik tertibatı çalışması), birleşik gerilmeler dikkate alınmalıdır. Rayı X ve Y eksenleri olarak incelersek, bu doğrultuda etki eden  $F_X$  ve  $F_Y$  kuvvetlerini elde ederiz..  $F_X$  ve  $F_Y$  kuvvetleri eğilme kuvvetinin bileşkesidir. Raylarda eğilme momentini meydana getirdikleri gibi, raylarda sehim oluşmasına da yol açarlar. Ayrıca bu kuvvetlerden  $F_X$  ray boynunda eğilme yaratır. Aşağıdaki şekilde ray eksenleri ve kuvvet yönleri gösterilmiştir.



**a) Bükülme Kuvveti :** Bükülme kuvveti  $F_k$  mevcut yükün frenleme anında, güvenlik tertibatının rayları tutarak yerçekimi ivmesi etkisiyle raylara uyguladığı kuvvettir. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

Kabin için 
$$F_k = [k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)] / n$$

Güvenlik tertibatı olan ağırlıklar için 
$$F_c = [k_1 \cdot g_n \cdot (P+qQ)] / n$$

İkiden fazla kılavuz ray kullanılıyorsa ve kılavuz ray profilleri birbirinin aynı ise, kuvvetlerin kılavuz raylar arasında eşit dağıldığı kabul edilir.

Birden fazla güvenlik tertibatı kullanılıyorsa, bütün frenleme kuvvetinin güvenlik tertibatları arasında eşit dağıldığı ve aynı kılavuz ray üzerine etki eden, birbiri üstüne düşey olarak yerleştirilmiş birden fazla güvenlik tertibatı kullanıldığında frenleme kuvvetlerinin bir noktada etki ettiği kabul edilir.

**Bükülme gerilmesi :** Bükülme gerilmesinin hesaplanması için “Omega” yöntemi aşağıdaki formüllerle kullanılır.

Kabin için 
$$\sigma_k = [(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega] / A$$

Yardımcı tertibatın kullanılmadığı kabinlerde 
$$\sigma_k = F_k \cdot \omega / A$$

Güvenlik tertibatı olan ağırlıklar için 
$$\sigma_c = [(F_c + k_3 \cdot M) \cdot \omega] / A$$

$\sigma$  : Bükülme gerilmesi (N/mm<sup>2</sup>)

$F$  : Bir kabin veya ağırlık kılavuz rayındaki bükülme kuvveti (N)

$k_1$  : Darbe katsayısı (Güvenlik tertibatı çalışmasında açıklanmıştır)

$k_3$  : Yardımcı donanım için darbe katsayısı

$g_n$  : Yer çekimi ivmesi

$P$  : Boş kabin ve kabin tarafından taşınan parçaların, kütlelerinin toplamı

$Q$  : Beyan yükü

$q$  : karşı ağırlık dengeleme katsayısı

$n$  : kılavuz ray sayısı

$M$  : Yardımcı donanımın kılavuz raylarda meydana getirdiği kuvvet (N)

$\omega$  : Omega bükülme katsayısı

$A$  : Kılavuz rayın kesit alanı (mm<sup>2</sup>)

(⊖) Omega değerleri  $\lambda$  değerine bağlı olarak, bölüm sonunda verilen tablodan alınır.  $\lambda$  ise aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\lambda = L_k / i_{\min} \quad L_k = L$$
$$i_{\min} = (I/A)^{1/2}$$

$\lambda$  =Narinlik katsayısı

$I$  = Eylemsizlik momenti (mm<sup>4</sup>)

$i_{\min}$  = Eylemsizlik yarıçapı (mm) ( $i_x$  ve  $i_y$  arasında küçük olan alınmalıdır)

$L_k$  = Konsollar arası bükülme uzunluğu (mm)

$L$  = Kılavuz ray konsolları arasındaki en büyük uzaklık (mm)

$A$  = Kesit mm<sup>2</sup>

Bükülme gerilmesi güvenlik tertibatının çalışması sonucu ortaya çıkan bir kuvvettir. İzotrop malzemelerin orantılı mukavemet bölgesinde basma ve çekme ye karşı tepkileri Hook Kanununa göre aynı olduğu için, rayların asma veya oturtma olması hesaplarda değişiklik getirmez. Ancak flanş ve civatalarının standarda uygun olması gerekir. Normal kullanma şartlarında yük, halatlar tarafından askılandığı ve raylara bir bükme kuvveti gelmediği için hesaplanmaz.

**b) Eğilme Kuvveti:**Aşağıda belirtilenlere bağlı olarak kılavuz patenlerdeki kuvvetler  $F_m$ , kılavuz raylarda eğilme momentleri  $M_m$  oluştururlar

- Kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının asılma şekli
- Kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuz raylarının konumu
- Kabin içindeki yük ve yük dağılımının dengesiz oluşu

Tam olarak ray eksenlerine dengelenmemiş durumdaki yük ve kabin ağırlık merkezi, rayı kuvvetin bileşenleri olan  $F_x$  ve  $F_y$  yönlerinde eğmeye çalışacaktır. Bu durumda bu yüklerin eksenden olan kaçıklıkları bulunarak oluşturacakları momentler hesaplanır. Bu kuvvetler normal kullanma ile güvenlik tertibatının çalışması durumunda farklılık gösterirler. Etki edecek kuvvetleri hesaplırsak :

$$F_x = [k \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)] / h \cdot n$$
$$F_y = [k \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)] / (h \cdot n / 2)$$

$F$  : Eksendeki bükülme kuvveti

$k$  : çalışma durumuna ve güvenlik tertibatına bağlı darbe katsayısı

$g_n$  : Yerçekimi ivmesi

$Q$  : Beyan yükü

$P$  : Kabin toplam ağırlığı

$x_Q$  : Beyan yükünün x ekseninde ilgili noktaya moment kolu uzunluğu

$y_Q$  : Beyan yükünün y ekseninde ilgili noktaya moment kolu uzunluğu

$x_P$  : Kabin toplam ağırlık merkezinin x ekseninde ilgili noktaya moment kolu uzunluğu

$y_P$  : Kabin toplam ağırlık merkezinin y ekseninde ilgili noktaya moment kolu uzunluğu

$h$  : Kabin kılavuz patenleri arasındaki mesafe

$n$  : Kılavuz rayların sayısı

$F_y$  de  $n/2$  kullanılmasının sebebi, şekilde de gösterildiği gibi, X doğrultusunda kuvvet iki raya birden basmasına veya çekmesine rağmen, Y ekseninde kuvvet tek taraflı bir yöne basmaktadır. Bu yüzden rayların tek yönü hesaba dahil edilir.

Bükülme kuvvetinde yükün tamamı doğrudan raylara etki eder.(Z ekseninde) Burada ise sadece yüklerin ağırlık merkezlerinin, ray merkezlerinden olan kaçıklıkları dikkate alınmaktadır.(X ve Y ekseninde). Normal kullanma hesaplarında ise, ray merkezlerinden değil, askı merkezinden olan kaçıklıkları dikkate alınmalıdır.



Eğilme momentinin hesaplanmasında aşağıdaki kabuller yapılır.

- Kılavuz ray birbirinden L uzaklıktaki mafsalları bulunan bir mütemadi kiriştir.
- Eğilme momentini oluşturan kuvvetlerin bileşkesi, birbirine komşu iki tespit noktasının ortasına etki eder.
- Eğilme momentleri kılavuz ray profilinin nötr eksenine etki eder.

Eğilme momentleri kılavuz rayın nötr eksenine etki edecektir. Bu durumda kuvvet aynı yönlü sehimi oluştururken, kendine dik yönlü eğilme momentini oluşturur.

Açıktır ki X eksenindeki eğilme gerilmesi  $\sigma_x$  i oluşturacak moment  $M_x$  , bu momenti oluşturacak kuvvet ise  $F_y$  olacaktır. Aynı şekilde Y ekseninde de  $\sigma_y$  gerilmesi için  $F_x$  kuvveti etki yapacaktır. Fakat sehimde, raydaki X yönündeki sehim  $F_x$  , Y yönündeki sehimde  $F_y$  tarafından oluşturulacaktır. Yükleme kuvvetleri ve momentleri hesaplanırken de aynı yöntem uygulanmalıdır. Hesaplamalarda bunu gözden kaçırmamak gerekir.

Bu durumda eğilme momenti mütemadi kiriş yöntemi ile hesaplanabilir.

$$M_m = (3 \cdot F_b \cdot L_k) / 16$$

$M_m$  : Eğilme momenti (Nmm)

$F_b$  : Farklı yük durumlarında kılavuz raylara patenler tarafından uygulanan kuvvet (N)

$L_k$  : Kılavuz ray konsolları arasındaki en büyük uzaklık (mm)

**Eğilme gerilmesi** : Eğilme gerilmesi  $\sigma_m$  , eğilme momentinin ( $M_m$ ) , mukavemet momentine ( $W$ ) oranıdır. Profilin eksenlerine dik olarak etki eden kuvvetlerden eğilme gerilmesinin hesaplanmasında aşağıda verilen formül kullanılır.

$$\sigma_m = M_m / W$$

$\sigma_m$  : Eğilme gerilmesi (N/mm<sup>2</sup>)

$M_m$  : Eğilme momenti (Nmm)

$W$  : Mukavemet momenti (mm<sup>3</sup>)

$F_x$  ve  $F_y$  kuvvetlerinin oluşturduğu gerilmeler ayrı ayrı hesaplanır

$$\sigma_x = M_x / W_x \quad \sigma_y = M_y / W_y$$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{em}$$

Ayrıca birleşik eğilme ve basınç gerilmeleri ile eğilme ve bükülme gerilmeleri hesaplanmalıdır.

$$\sigma = \sigma_m + (F_k + k_3 \cdot M) / A \leq \sigma_{em} \quad \sigma = \sigma_k + 0,9 \sigma_m \leq \sigma_{em}$$

$\sigma_{em}$  : İzin verilen emniyet gerilmesi (N/mm<sup>2</sup>)

**c) Eğilme Miktarı (Sehim)** : T-profil şeklindeki kılavuz raylarda izin verilen eğilme miktarları standartta belirtilmiştir. İzin verilen eğilme miktarlarının kılavuz ray bağlantı yerlerindeki eğilme miktarlarıyla birleşimi,, kılavuz patenlerdeki boşluk ve kılavuz rayların doğruluğu :

- Durak kapılarının istenmeden açılmayacağı
- Güvenlik tertibatının çalışmasına sebep olmayacağı,
- Hareketli parçaların diğer parçalara çarpmayacağı

Bir ölçüde sınırlandırılmalıdır.

T-profil şeklinde olmayan kılavuz raylardaki eğilme miktarları da aşağıdaki kuralları sağlamalıdır.

**TS EN 81/1 Madde 10.1.2.2** : T Profilli kılavuz raylar için hesaplanan en büyük izin verilen eğilme miktarları :

- a) Üzerinde güvenlik tertibatı çalışan kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı kılavuz raylarında, her iki yönde 5 mm,
- b) Üzerinde güvenlik tertibatı çalışmayan kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı kılavuz raylarında, her iki yönde 10 mm,

Eğilme miktarı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır.

$$\delta_y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_x) \quad y-y \text{ düzleminde} \leq \delta_{em}$$

$$\delta_x = (0,7 \cdot F_X \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_y) \quad x-x \text{ düzleminde} \leq \delta_{em}$$

$\delta$  :eksendeki eğilme miktarı (mm)

$F_X$  : x eksenindeki kılavuz kuvveti (N)

$F_Y$  : y eksenindeki kılavuz kuvveti (N)

$L$  :Kılavuz ray konsolları arasındaki en büyük uzaklık (mm)

$E$  : Esneklik modülü (N/mm<sup>2</sup>)

$I_x$  : x eksenindeki eylemsizlik momenti (mm<sup>4</sup>)

$I_y$  : y eksenindeki eylemsizlik momenti (mm<sup>4</sup>)

$\delta_{em}$  : İzin verilen eğilme miktarı

$F_X$  kuvvetine  $I_y$  eylemsizlik momenti,  $F_Y$  kuvvetine de  $I_x$  eylemsizlik momentinin karşı koyacağına dikkat edilmelidir.

**d) Normal Kullanma Yükleme Kuvveti :**Kabinin yüklenmesi veya boşaltılması sırasında, bir kabin girişinde eşiğin orta noktasında etki eden bir eşik kuvveti  $F_s$  göz önüne alınmalıdır.Eşik kuvvetinin büyüklüğü aşağıda belirtildiği gibi alınmalıdır.

$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q$  Konut, büro, otel, hastane gibi binalardaki, beyan yükü 2500 kg dan küçük asansörler için;

$F_s = 0,6 \cdot g_n \cdot Q$  Beyan yükü 2500 kg veya daha büyük olan asansörler için;

$F_s = 0,8 \cdot g_n \cdot Q$  Forklift ile yükleme durumunda beyan yükü 2500 kg veya daha büyük olan asansörler için;

Eşiğe kuvvet uygulanırken kabinin boş olduğu kabul edilir. Birden fazla girişi olan kabinlerde, yalnız en elverişsiz girişte eşiğe kuvvet uygulandığı göz önüne alınır. Bu durumda  $F_X$  ve  $F_Y$  aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır.

$$F_X = (g_n \cdot P \cdot x_p + F_s \cdot x_s) / n \cdot h$$

$$F_Y = (g_n \cdot P \cdot y_p + F_s \cdot y_s) / (h \cdot n / 2)$$

**Yükleme gerilmesi :** Eğilme gerilmesindeki gibidir.Aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır.

$$\sigma_x = M_x / W_x \quad M_x = (3 \cdot F_y \cdot L_k) / 16$$

$$\sigma_y = M_y / W_y \quad M_y = (3 \cdot F_x \cdot L_k) / 16$$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{em}$$

$M$  : Eğilme momenti (Nmm)

$W$  : Mukavemet momenti (mm<sup>3</sup>)

$F$  : Eşik kuvveti sonucu oluşan kuvvetler (N)

$L_k$  : Kılavuz ray konsolları arasındaki en büyük uzaklık (mm)

**e) Ray Boynundaki Eğilme :** dengesiz yüklerden oluşan eğilme kuvvetinin bileşkelerinden olan  $F_x$  kuvveti aynı zamanda ray boynunu da eğmeye çalışır.. Bağlama pabuçlarındaki eğilme hesaba katılmalıdır.T-profil şeklindeki kılavuz raylarda aşağıdaki formül kullanılmalıdır. Ray boynu  $c$  de eğilmeyi  $\sigma_F$  oluşturacak kuvvet  $F_x$  olacaktır

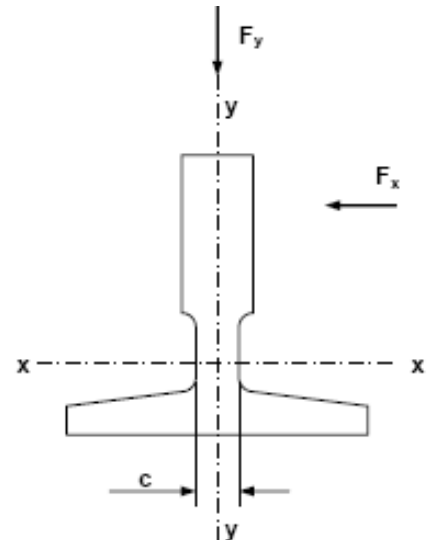
$$\sigma_F = (1,85 \cdot F_x) / c^2 \leq \sigma_{em}$$

$\sigma_F$  : Ray boynundaki yerel eğilme gerilmesi (N/mm<sup>2</sup>)

$F_x$  : kılavuz patenin ray boynundaki kuvveti (N)

$C$  : Kılavuz ray profilinin boyun genişliği (mm)

$\sigma_{em}$  : İzin verilen gerilme (N/mm<sup>2</sup>)



### 5.3. FARKLI ÇALIŞMA DURUMLARINDA GERİLMELERİN İNCELENMESİ

**5.3.1. GÜVENLİK TERTİBATININ ÇALIŞMASI DURUMU :** Normal olmayan bir durum sonucu asansörde güvenlik tertibatları devreye girerse, kabinde (P+Q), karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında ise (P+qQ) kadar kabul edilen kütleler, güvenlik tertibatının rayları tutması sonucu durmaya çalışırlar. Bu durumda ilk olarak **bükülme kuvveti ve gerilmesi** oluşur. Yükün yerleşiminden bağımsız olan bu kuvvet ve gerilme aşağıdaki gibi hesaplanır. Bu kuvvet ( z ) ekseninde oluşur.

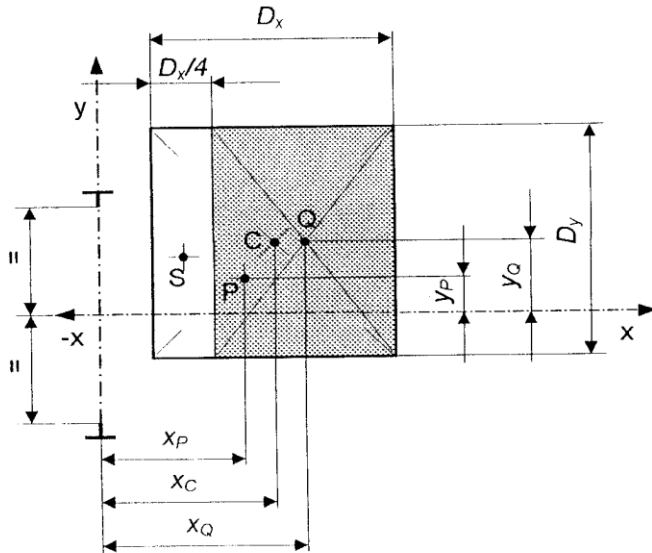
$$F_K = [k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)]/n$$

$$\sigma_K = (F_K + k_3 \cdot M) \cdot \omega/A$$

Bükülme kuvveti ve gerilmesinin yanı sıra, kabinde bulunan dengesiz yükler ve kabin ağırlık merkezinin eksenden kaçık olması, darbe etkisini de ilave ederek rayları x ve y yönünde eğmeye çalışır. Bu anda oluşabilecek en kötü yük dağılımı dikkate alınmalıdır. Tutma ve durdurma hareketi raylarda oluştuğuna göre, eşitsiz dağılan yükün en fazla etkili olabileceği durum raylardan en uzak olacağı konumdur. x ekseninde yükün  $x_Q$  ve  $y_Q$  sunun en büyük olabileceği durumları göz önüne alarak  $F_X$  ve  $F_Y$  i hesaplamamız gerekir. Aşağıdaki şekillerde her iki ayrı durum gösterilmiştir.  $x_P$  ve  $y_P$  değerleri kabin ağırlık merkezi hesaplamasından alınacak olup yük dağılımıyla değişmeyen sabit değerlerdir.

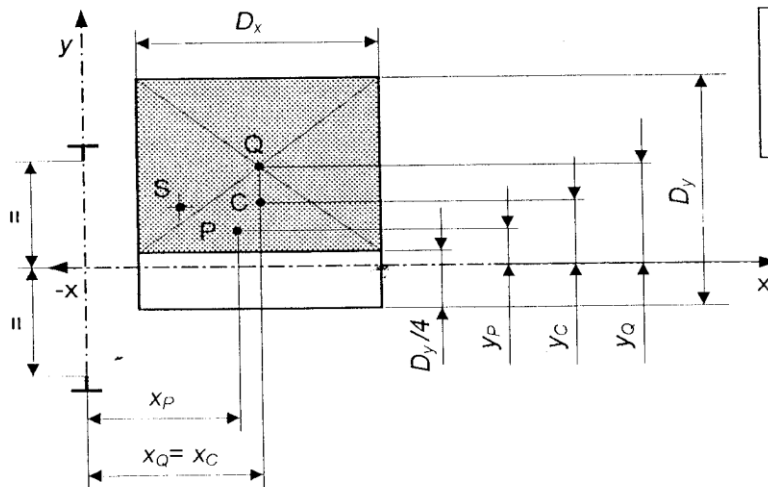
#### Yük Dağılımı

##### Durum 1: x- eksenine



$$x_Q = x_c + \frac{D_x}{8}$$
$$y_Q = y_c$$

##### Durum 2: y- eksenine



$$x_Q = x_c$$
$$y_Q = y_c + \frac{D_y}{8}$$

### EĞİLME KUVVETLERİ VE GERİLMESİ YÜK DAĞILIMI

### Durum 1 için hesaplama :

x eksenli kuvvetleri y eksenli gerilmesini ( $\sigma_Y$ ) yaratır.

$$F_X = [k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)] / (n \cdot h)$$

$$M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_Y = M_Y / W_Y$$

y eksenli kuvvetleri x eksenli gerilmesini ( $\sigma_X$ ) yaratır.

$$F_Y = [k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)] / (n \cdot h / 2)$$

$$M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_X = M_X / W_X$$

### Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y < \sigma_{em}$$

### Durum 2 için hesaplama :

x eksenli kuvvetleri y eksenli gerilmesini ( $\sigma_Y$ ) yaratır.

$$F_X = [k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)] / (n \cdot h)$$

$$M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_Y = M_Y / W_Y$$

y eksenli kuvvetleri x eksenli gerilmesini ( $\sigma_X$ ) yaratır.

$$F_Y = [k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)] / (n \cdot h / 2)$$

$$M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_X = M_X / W_X$$

### Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y < \sigma_{em}$$

Kabin içindeki yükün olabileceği her iki durum içinde hesaplar yapılarak en büyük  $\sigma_M$  değerinin olduğu şart dikkate alınarak  $\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y$  değeri bulunur.  $\sigma_K$  ve  $\sigma_M$  değerleri bulunduğundan sonra **birleşik eğilme ve bükülme gerilmeleri** bulunmalıdır.

### Eğilme ve basınç gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_M + (F_K + k_3 \cdot M) / A < \sigma_{em}$$

### Eğilme ve bükülme gerilmeleri

$$\sigma_C = \sigma_K + 0,9 \sigma_M < \sigma_{em}$$

Bulunan gerilme değerlerinin,  $\sigma_{em}$  değerinin St37 malzeme için güvenlik çalışması değeri olan **205 N/mm<sup>2</sup>** den küçük olması gerekir.

Yük durumu	R <sub>m</sub>		
	370 (St37)	440 (St44)	520 (St52)
Güvenlik tertibatının çalışmasında $\sigma_{em}$ ( $\sigma_{02}$ ) N/mm <sup>2</sup>	205	244	290
Normal kullanma yüklenmesinde $\sigma_{em}$ ( $\sigma_0$ ) N/mm <sup>2</sup>	165	195	230

Güvenlik tertibatı çalışması esnasında oluşacak her iki şık içinden en büyük  $F_X$  kuvvetinin ray boynunda yaratacağı **ray boynu eğilmesi** ( $\sigma_F$ ) hesabı yapılmalıdır. Durum1 ve Durum2 koşullarında oluşan en büyük  $F_X$  kuvveti kullanılarak aşağıdaki formül kullanılmalıdır.

$$\sigma_F = 1,85 \cdot F_X / c^2 < \sigma_{em} = 205 \text{ N/mm}^2$$

Ayrıca en büyük  $F_X$  ve  $F_Y$  kuvvetlerin oluşturduğu **raydaki sehim kontrolü** yapılmalı ve sehimin  $\delta_{em} = 5 \text{ mm}$  değerlerinden küçük olduğu görülmelidir.

$$\delta_X = (0,7 \cdot F_X \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_Y) < \delta_{em}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_X) < \delta_{em}$$

$F_X$  kuvvetine karşı koyan eylemsizlik momentinin  $I_Y$  olduğu unutulmamalıdır.

### 5.3.2. NORMAL KULLANMA

Normal kullanma-hareket hesaplarının güvenlik tertibatı çalışmasından farkları vardır.

- Kabin yükleri halatlar tarafından askılandığı için raylarda bükülme gerilmeleri oluşmaz.
- Kuvvet momentleri askı noktasına etki eder. Bu yüzden raya etki edecek kuvvetlerin moment kolları, ray eksenlerine göre değil, askı noktasına göre hesaplanır.
- En kötü yük dağılımı askı noktasına göre alındığında değişebilir. Aşağıdaki örnekte y eksenindeki yük durumu anlatılmıştır.
- $k_2$  çarpanı, normal kullanma-hareket de elektriğin rasgele kesilmesinden kaynaklanan sert frenlemeyi göz önüne almak için darbe katsayısı  $k_2=1,2$  olarak alınır. Normal kullanma-yükleme de çarpan kullanılmaz
- $\sigma_{em}$  Değeri normal kullanma değerine göre hesaplanır

**a)Normal kullanma-Hareket :** Asansörün olağan yük değerlerinin söz konusu olduğu durumlardır. Bu durumda kabinde (P+Q), karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında ise (P+qQ) kadar bir kütle kabul edilir. Projesinde aksi belirtilmedi ise  $q=1/2$  alınır.

Normal kullanma-hareket yük durumunda kabinin düşey hareket eden kütleleri (P+Q), elektrik güvenlik tertibatından veya elektriğin rasgele kesilmesinden kaynaklanan sert frenlemeyi göz önüne almak için darbe katsayısı  $k_2=1,2$  ile çarpılmalıdır.

Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuz raylara uyguladığı yükler kabin 1g den büyük bir frenleme ivmesi ile durduğunda karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının muhtemel zıplamasını göz önüne almak için (P+qQ), darbe katsayısı  $k_3$  ile çarpılmalıdır. Bu çarpan tesisin şartlarına göre imalatçı tarafından belirlenir. 1,6 m/s hızlı asansörler dahil, bu çarpan  $k_3=1$  kabul edilebilir.. Ancak daha hızlı asansörlerde dikkate alınmalıdır.Aynı durum yardımcı cihazlardan kaynaklanan kuvvetler **M** içinde söz konusudur.

Kullanılan örnekte y eksenini yük dağılımında, güvenlik tertibatı çalışması ile normal çalışmanın farklı olmasının sebebi, **S** noktasına göre eksenleme de **P** ve **Q** nun aynı tarafta olmasının kötü şartı yaratmasıdır. Güvenlik tertibatı konumunda kötü şart **Q** nun ray ekseninden en uzakta olmasıyla oluşmakta idi. **S** noktasına göre ise,momentlerin birbirini ters etkileyerek küçülmemeleri için, **P** ve **Q** nun **S** ye göre aynı tarafta olması, kuvvetlerin toplanarak büyümesine yol açmaktadır. Bu örnekte güvenlik tertibatı çalışması ile normal kullanmada en kötü yük durumlarının farklı olduğuna dikkat edilmelidir. Her uygulamada en kötü yüklenme şartı değişebilir. Aşağıda her iki eksenindeki yüklenme durumu içinde hesaplamalar verilmiştir.

#### Durum 1

x eksenini kuvvetleri y eksenini moment ve gerilmesini ( $\sigma_y$ ) yaratır.

$$F_x = [k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S))] / (n \cdot h)$$

$$M_y = 3 \cdot F_x \cdot L / 16$$

$$\sigma_y = M_y / W_y$$

y eksenini kuvvetleri x eksenini moment ve gerilmesini ( $\sigma_x$ ) yaratır.

$$F_y = [k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S))] / 2 / (n \cdot h)$$

$$M_x = 3 \cdot F_y \cdot L / 16$$

$$\sigma_x = M_x / W_x$$

#### Durum 2

x eksenini kuvvetleri y eksenini moment ve gerilmesini ( $\sigma_y$ ) yaratır.

$$F_x = [k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S))] / (n \cdot h)$$

$$M_y = 3 \cdot F_x \cdot L / 16$$

$$\sigma_y = M_y / W_y$$

y eksenini kuvvetleri x eksenini moment ve gerilmesini ( $\sigma_x$ ) yaratır.

$$F_y = [k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S))] / 2 / (n \cdot h)$$

$$M_x = 3 \cdot F_y \cdot L / 16$$

$$\sigma_x = M_x / W_x$$

Her iki durum içinde hesaplar yapılarak en büyük  $\sigma_M = \sigma_x + \sigma_y$  değeri bulunur.  $\sigma_M$  değeri bulunduktan sonra **birleşik eğilme gerilmeleri** bulunmalıdır.

### Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y < \sigma_{em}$$

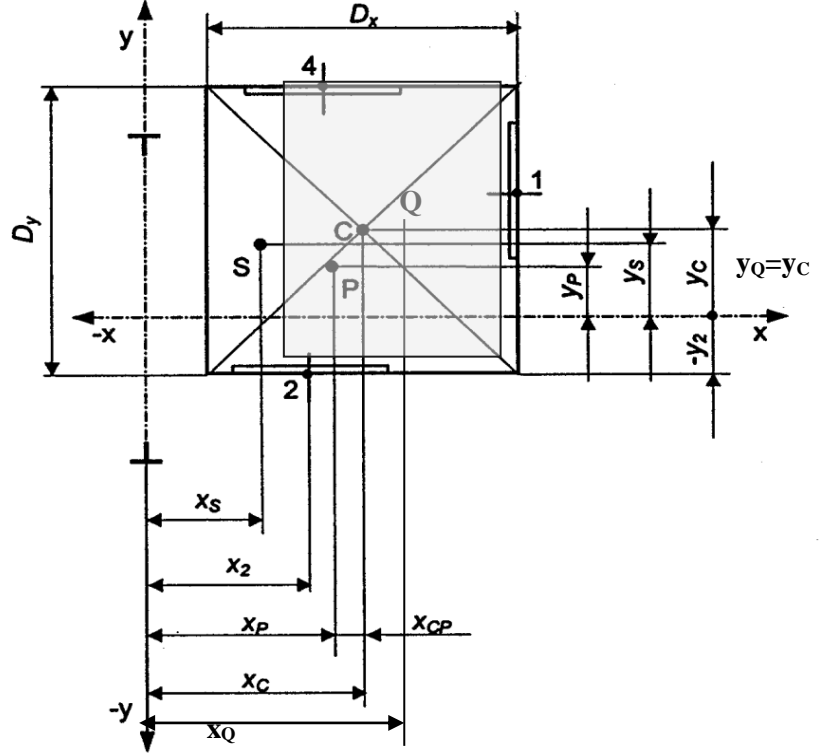
### Eğilme ve basınç gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_M + (k_3 \cdot M) / A < \sigma_{em}$$

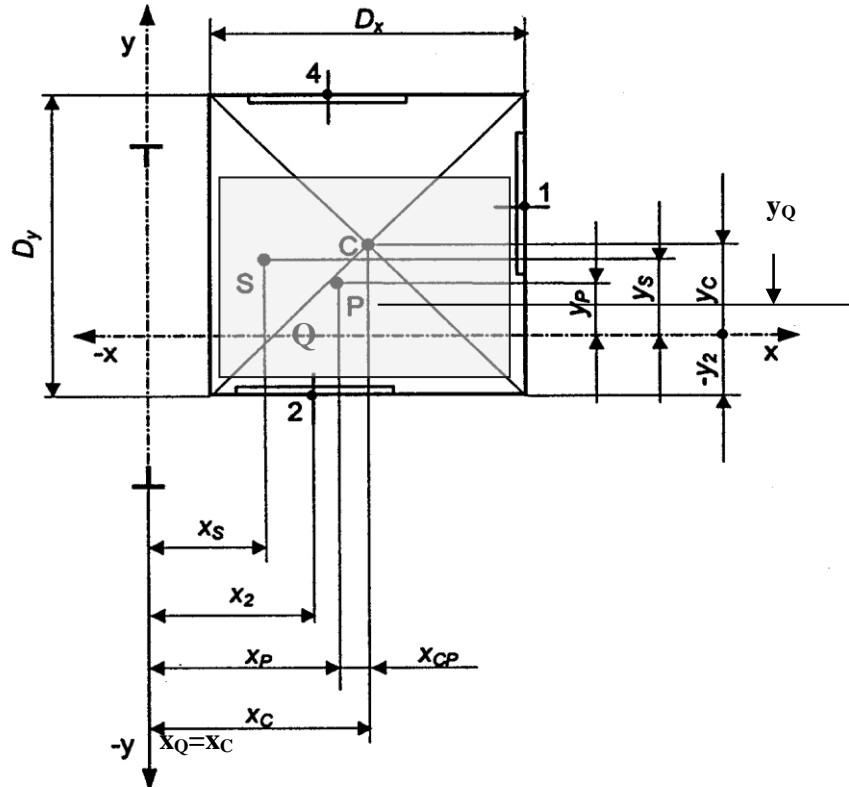
Bulunan gerilme değerlerinin,  $\sigma_{em}$  değerinin St37 malzeme için güvenlik çalışması değeri olan  $165 \text{ N/mm}^2$  den küçük olması gerekir.

### Normal kullanma-hareket . yük dağılımı

**Durum 1**  
X eksenli eşitsiz yük dağılımı



**Durum 2**  
Y eksenli eşitsiz yük dağılımı

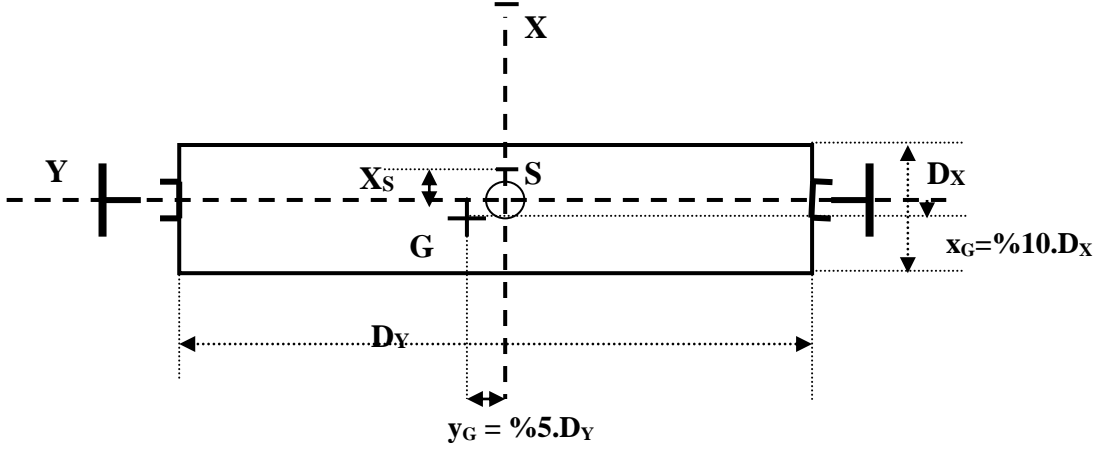




#### 5.4. KARŞI AĞIRLIK VEYA Dengeleme AĞIRLIĞI RAY HESAPLARI

Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuzlama kuvveti  $G$ , kütlelenin etki noktası, askı tertibatı ve gergi tertibatlı veya gergi tertibatsız, dengeleme halat/zincirlerinden kaynaklanan kuvvetler hesaba katılarak belirlenir.

Merkezden kılavuzlanan ve asılan bir karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında, kütlelenin etki noktasının ağırlık veya dengeleme ağırlığının yatay kesit alanının ağırlık merkezinden kaçıklığı, genişliğin en az %5 i ve derinliğin %10 u olarak alınır. Aşağıdaki örnekte açıklayıcı olması için askı noktası  $S$ , x ekseninde kaçık alınmıştır.



- $G$  : Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı kütlelenin ağırlık etki noktası,  
 $S$  : Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı askı noktası  
 $D_X$  : Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı derinliği  
 $D_Y$  : Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı genişliği  
 $Y_G$  : Ağırlık merkezinin y eksenine uzaklığı  
 $X_G$  : Ağırlık merkezinin x eksenine uzaklığı  
 $X_S$  : Askı noktasının x eksenine uzaklığı

##### **a) Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında güvenlik tertibatı varsa**

Karşı ağırlıkta farklı yük yayılması olmadığı için sadece bir konumda hesap yapılır. Bu durumda aynı kabin ve kılavuz ray hesaplarında yapıldığı gibi bükülme ve eğilme hesaplarının yapılması gerekir. Eğilme gerilmesinde yukarıda şekilde verilen kaçıklıklar ve moment kolları dikkate alınmalıdır.

##### **Bükülme gerilmesi :**

$$F_K = (k_1 \cdot g_n \cdot G) / n$$

$$\sigma_K = (F_K + k_3 \cdot M) \cdot w / A$$

##### **Eğilme gerilmesi**

$$F_X = (k_1 \cdot g_n \cdot G \cdot x_G) / n \cdot h$$

$$M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_Y = M_Y / W_Y$$

$$F_Y = (k_1 \cdot g_n \cdot G \cdot y_G) \cdot 2 / n \cdot h$$

$$M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_X = M_X / W_X$$

##### **Eğilme gerilmeleri**

$$\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y < \sigma_{em}$$

##### **Eğilme ve basınç gerilmeleri**

$$\sigma = \sigma_M + (F_K + k_3 \cdot M) \cdot w / A < \sigma_{em}$$

##### **Eğilme ve bükülme gerilmeleri**

$$\sigma_C = \sigma_K + 0,9 \sigma_M < \sigma_{em}$$

Bulunan gerilme değerlerinin,  $\sigma_{em}$  değerinin St37 malzeme için güvenlik çalışması değeri olan  $205 \text{ N/mm}^2$  den küçük olması gerekir.



### Ray boynu eğilmesi

$$\sigma_F = 1,85 \cdot F_X / c^2 < \sigma_{em}$$

### Raydaki sehim kontrolü

$$\delta_X = (0,7 \cdot F_X \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_Y) < \delta_{em}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_X) < \delta_{em}=5\text{mm}$$

**Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında normal hareket** Bu durumda moment kolu eksenini olarak S noktası alınmalı ve hesaplar buna göre yapılmalıdır. Bükülme gerilmesi hesabı ve normal hareket yükleme hesapları yapılmayacaktır.

### Eğilme gerilmesi

$$F_X = [k_2 \cdot g_n \cdot G \cdot (x_G + x_s)] / n \cdot h$$

$$M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_Y = M_Y / W_Y$$

eğer S noktası G noktası tarafında olsaydı formülde  $(x_G - x_s)$  kullanılacaktı.

$$F_Y = (k_2 \cdot g_n \cdot G \cdot y_G) / 2 / n \cdot h$$

$$M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_X = M_X / W_X$$

eğer S noktası y ekseninde de kaçık olsaydı formülde  $(y_G + y_s)$  kullanılacaktı.

### Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y < \sigma_{em}$$

### Eğilme ve basınç gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_M + (k_3 \cdot M) / A < \sigma_{em}$$

Bulunan gerilme değerlerinin,  $\sigma_{em}$  değerinin St37 malzeme için normal çalışma değeri olan **165 N/mm<sup>2</sup>** den küçük olması gerekir.

### Raydaki sehim kontrolü

$$\delta_X = (0,7 \cdot F_X \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_Y) < \delta_{em}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_X) < \delta_{em}=5 \text{ mm}$$

### Ray boynu eğilmesi

$$\sigma_F = 1,85 \cdot F_X / c^2 < \sigma_{em}$$

### **b) Güvenlik tertibatı kullanılmadı ise**

Karşı ağırlıkta güvenlik tertibatı kullanılmadı ise, sadece yukarıda yapılan normal kullanma-hareket hesapları yapılır. Tek fark raydaki sehim kontrolündedir. Bu durumda raydaki sehimin 10 mm den küçük olması şartı aranmalıdır.

### Raydaki sehim kontrolü

$$\delta_X = (0,7 \cdot F_X \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_Y) < \delta_{em}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_X) < \delta_{em}=10 \text{ mm}$$

## **5.5. YAPILMASI GEREKLİ HESAPLARIN TABLOSU :**

Yukarıda anlatılanların bir sonucu olarak her yükleme ve çalışma şartında yapılması gereken hesapların özeti aşağıdaki gibi çıkarılmıştır.

Farklı yük durumlarında göz önüne alınacak yükler ve kuvvetler									
Yük durumları	Yükler ve kuvvetler	P	Q	G	F <sub>K</sub>	F <sub>M</sub>	F <sub>S</sub>	M	WL
Normal kullanma	Hareket	+	+	+	-	+	-	+	+
	Yükleme ve boşaltma	+	-	-	-	+	+	+	+
Güvenlik tertibatının çalışması	Güvenlik tertibatı ve benzeri	+	+	+	+	+	-	+	-
	Boru kırılma vanası	+	+	-	-	+	-	+	-

## **5.6. HESAPLAR SONRASI YAPILMASI GEREKLİ İŞLER**

1. Asansör Malzeme Listelerinin Hazırlanması
2. İmalat Emirlerinin Oluşturulması
3. Montaj Emirlerinin Oluşturulması

Her firma kendi yapısına uygun bir işleyişle hazırlamalıdır. Kitap bu konuları kapsamı içine almamıştır.

## 6. ÖRNEK : SÜRTÜNME TAHRİKLİ ASANSÖR HESABI

### ASANSÖRE AİT ÖZELLİKLER

(Dosya kapağı olarak hazırlanmıştır. Asansörün dosyasına konacak Temel Özellikler sayfası kullanım kılavuzundaki gibi olmalıdır)

ASANSÖRÜN ADRESİ :

FİRMANIN ADRESİ :

ASANSÖRÜN TANIMI

TİP:.....

YAPIM TARİHİ :...../...../.....

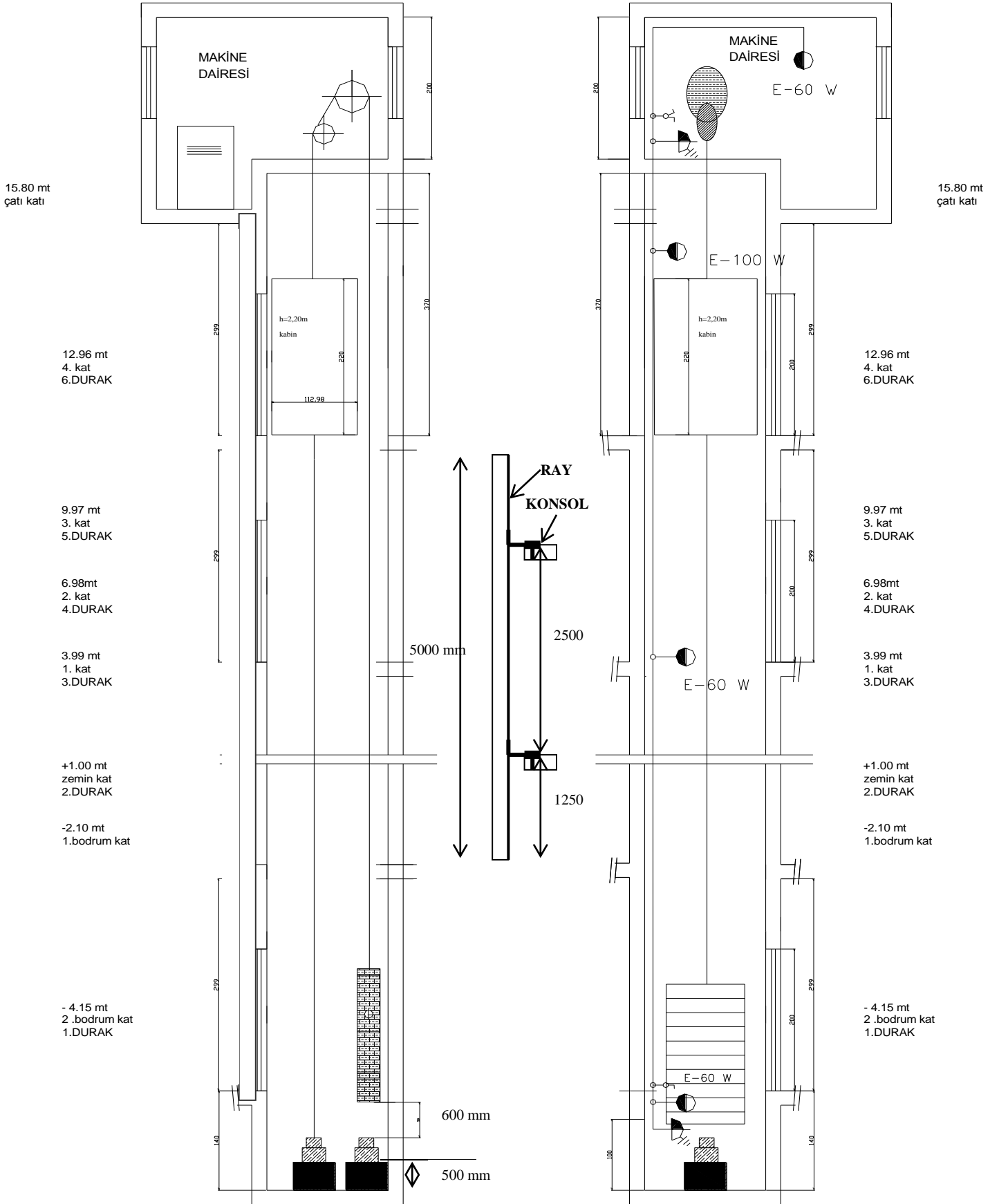
SERİ NO :.....

### ASANSÖRÜN TANIMI

ASANSÖRÜN GENEL TANIMI				
1	SEYİR MESAFESİ		20,00 M	
2	SERVİS VERİLEN KAT ADEDİ		6	
3	KAT KAPILARI	A	Pozisyon	Önde
		B	Ölçüler	800*2100 mm
		C	Açılış	2 panel teleskopik
4	BEYAN YÜKÜ		630 kg	
5	BEYAN HIZI		1 m/sn	
6	MAKİNE DAİRESİ YERİ		Kuyu üstünde	
7	KARŞI AĞIRLIK YERİ		Yanda	
8	KARŞI AĞIRLIK AĞIRLIĞI		1200 kg	
9	KABİN AĞIRLIĞI		870 kg	

ELEKTRİK GÜÇ ÖLÇÜMÜ		BELİRTİLEN	MEVCUT OLAN
Faz		3 F+N	
Voltaj	V	380	Voltaj
Frekans	Hz	50	
Kablolama (3,4,5)		4	
Sigorta Cinsi	A	Otomatik	
Sigorta Değerleri	A	35	
ÖLÇÜLEN DEĞERLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ			EVET
Ölçülen Değerler Devamlı			
Ölçülen Değerler Geçici			

# ASANSÖR ÇİZİMLERİ

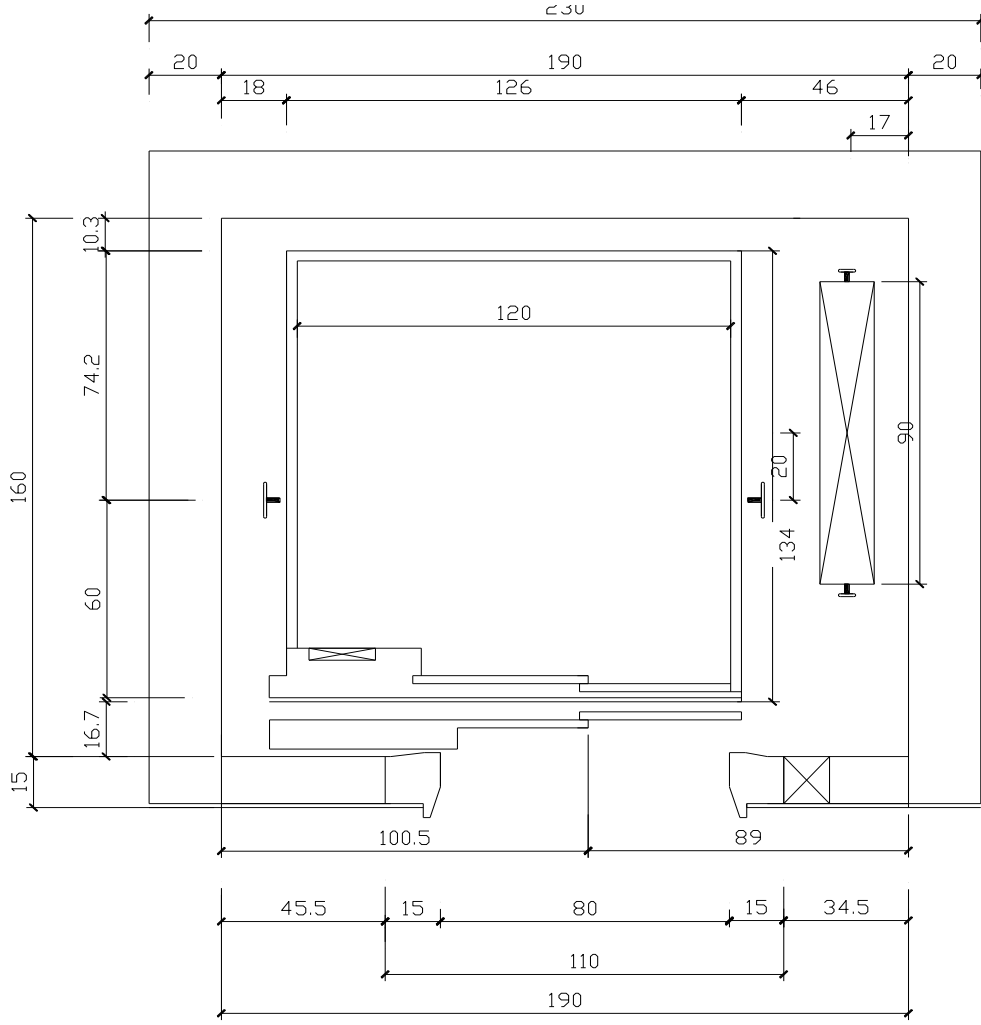


a - a kesiti

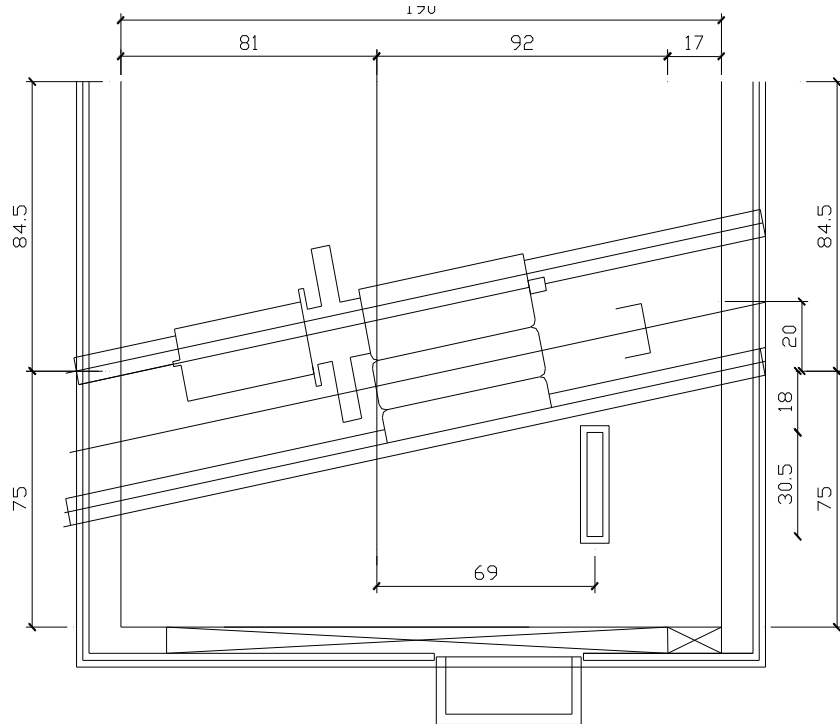
b - b kesiti

## ASANSÖR KUYU ve MAKİNE DAİRESİ KESİTLERİ

## KUYU VE KABİN ÖLÇÜLERİ



## MAKİNA MOTOR YERLEŞİMİ



## 6.1. ELEKTRİKLİ ASANSÖRDE TAHRİK GURUBU HESABI

### 6.1.1. MOTOR GÜCÜ KONTROLÜ

$$N = (S \cdot V) / (102 \cdot \eta) \text{ KW}$$

$$S = (P + Q + H + Z) - G$$

$N < N_G$  olmalıdır.

$$S : = (1500 + 43 + 50) - 1200 = 393 \text{ kg maksimum artan yük (kg)}$$

$$(P + Q) = 870 + 630 = 1500 \text{ kg Kabin ağırlığı ve beyan ağırlığı}$$

$$H : 0,537 \text{ kg/m } 20 \cdot 4 = 43 \text{ kg Halat ağırlığı (kg)}$$

$$Z : 50 \text{ kg Sürtünme yükü}$$

$$G : \text{karşı ağırlık kütlesi } 1200 \text{ kg}$$

$$v : 1 \text{ m/sn asansör beyan hızı (m/sn)}$$

$$\eta : 0,55 \text{ makine motorun gerçek verimlilik oranı.}$$

$N_G$  : Sistemde kullanılacak motorun gücü

$$N = (466 \cdot 1) / (102 \cdot 0,55) = 7 \text{ KW}$$

$N_G = 7,5 \text{ KW Motor Kullanılmıştır.}$

$N < N_G$  Şartı Sağlanmıştır.

### 6.1.2. GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI

**Kolon hattı hesabı**

$$N_t = k \cdot N_c$$

$$N_t = 1,7 \cdot 7,5 = 12,75 \text{ KW}$$

$$S = (100 \cdot L \cdot N) / (U^2 \cdot \%e \cdot \delta)$$

$$S = (100 \cdot (24 + 6) \cdot 12750) / (380 \cdot 380 \cdot 3 \cdot 56) \quad (24 \text{ mt bina yüksekliğine eklenen } 6 \text{ mt uzunluk mimari projeden hesaplanan ana tablo ve kuyu içi bağlantı mesafelerinin eklenmesidir})$$

$$S = 1,576 \text{ mm}^2 \text{ Cu} \quad (\text{Genel uygulama olarak asansör kolon hattında } 6 \text{ mm}^2 \text{ kablodan az kablo kullanılmadığı için } 6 \text{ mm}^2 \text{ kablo seçilir}).$$

Bu seçim sonrası gerilim düşümü hesabı

$$\%e = (100 \cdot L \cdot N) / (S \cdot U^2 \cdot \delta)$$

$$\%e = (100 \cdot 30 \cdot 12750) / (380 \cdot 380 \cdot 6 \cdot 56)$$

$$\%e = 0,788 < 3 \text{ V}$$

**Motor linyesi gerilim düşümü hesabı**

Motor linyesinde  $3 \cdot 4 \text{ mm}^2$  kablo kullanılmıştır.

$$N_t = 7500 \text{ W}$$

$$\%e = (100 \cdot L \cdot N) / (S \cdot U^2 \cdot \delta)$$

$$\%e = (100 \cdot 10 \cdot 7500) / (380 \cdot 380 \cdot 4 \cdot 56)$$

$$\%e = 0,231 \text{ V} < 1,5 \text{ V}$$

**Kullanılan motor ve kablolar hesaplara uygundur.**

$$\text{Kolon hattı kesiti} = 4 \cdot 6 \text{ mm}^2 \text{ NYM}$$

$$\text{Ana kesici değeri} = 35 \text{ A}$$

$$\text{Linye hattı kesiti} = 3 \cdot 4 \text{ mm}^2 \text{ NYM}$$

$$\text{Motor sigorta değeri} = 25 \text{ A Otomat}$$

$$\text{Termik değeri} = 13-18 \text{ A}$$

$$\text{Topraklama ana kolon hattı kesiti} = 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

$$\text{Topraklama dağıtım kabloları kesiti} = 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

### 6.1.3. HALAT GÜVENLİK KATSAYISININ HESAPLANMASI

Eşdeğer kasnak sayısı  $N_E$  ile ilgili tek yönde bükülme sayısı aşağıdaki formülden alınmıştır..

$$N_E = N_T + N_S$$

$N_T$  = Tahrik kasnaklarının eşdeğer sayısı

$N_S$  = Saptırma kasnaklarının eşdeğer sayısı

$N_T$  değerleri aşağıdaki tablodan alınmıştır.

V kanallar	Kanal açısı $\gamma$	-	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>45</b>
	$N_T$	-	18,5	15,2	10,5	7,1	5,6	4,0

Altı kesik yarım daire ve altı kesik V kanallar	Alt kesilme açısı $\beta$	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>	<b>105</b>
	$N_T$	2,5	3,0	3,8	5,0	6,7	10,0	15,2

Altı kesik olmayan yarım daire kanallarda  $N_T = 1$  olarak alınır.

$\gamma = 38^\circ$  değeri için tablodan alınan değer

$$N_T = 10,5$$

$N_S$  değerinin hesaplanması

$$N_S = K_P \cdot (N_{SD} + 4N_{ST})$$

$$K_P = (D_T/D_S)^4$$

$K_P$  : **2,073** Tahrik kasnağı çapının saptırma kasnakları çapına oranı

$N_{SD}$  : **1** düz yönde bükülmeli saptırma kasnağı sayısı

$N_{ST}$  : **0** ters yönde bükülmeli saptırma kasnağı sayısı

$D_T$  : 600 mm Tahrik kasnağı çapı

$D_S$  : 500 mm Tahrik kasnağı hariç diğer tüm kasnakların ortalama çapı

$$N_E = N_T + N_S = 10,5 + 2,073 = 12,573$$

Güvenlik katsayısının tespiti

TS EN 81/1 EK N de verilen tablo kullanılmıştır.

$$D_T/d_h = 600/12 = 50 \text{ ve } N_E = 12,573 \text{ değeri için güvenlik katsayısı } 14,5 \text{ alınmıştır.}$$

### 6.1.4. HALAT GÜVENLİK KONTROLÜ

Halata gelen en büyük yük

$$F_{max} = g_n \cdot (P + Q + H) / n_i = 9,81 \cdot (630 + 870 + 43) / 4 = 3784,2 \text{ N}$$

$$DN 12 \text{ 6*19 LÖ ÇT 1570 s/Z En küçük kopma yükü } = 74800 \text{ N}$$

$$74800/3784,2 = 19,7663 > 14,5 \text{ Halat güvenlidir.}$$

#### 6.1.4.1. HALAT UZAMASI KONTROLÜ

$$\%L = F_{max} \cdot L / E \cdot A$$

$$A = \pi \cdot d^2 \cdot 0,49 / 4 = 55,4176 \text{ mm}^2$$

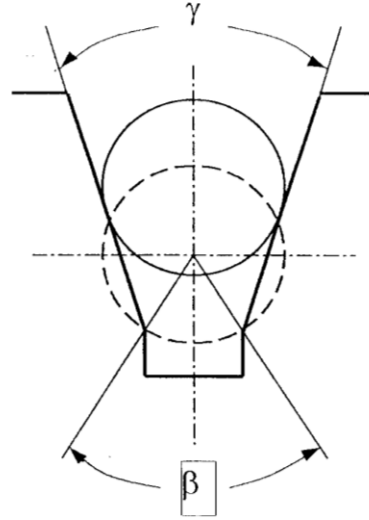
$$\%L = (3784,2 \cdot 20000) / (63000 \cdot 55,4176 \cdot 100)$$

$$\%L = 0,2167 < 1 \text{ değeri sağlanmıştır.}$$

## 6.1.5. SÜRTÜNME DEĞERİNİN HESAPLANMASI V Sertleştirilmiş Kanallar

$\beta$  : alt kesilme açısının değeri  
 $\gamma$  : kanal açısının değeri  
 $\mu$  : sürtünme katsayısı  
 $f$  : sürtünme değeri  
 $v$  : kabinin anma hızındaki halat hızı  
**İmalatta sertleştirilmiş kanal kullanılmıştır.**

$$f = \mu \cdot (1/\sin \gamma/2)$$



ŞEKİL M.2 - V- Kanal

Aşağıdaki formüller kullanılmalıdır:

- Kabinin yüklenmesi ve durdurma tertibatı çalışması için:

$$f = \mu \cdot \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{\beta}{2}\right)}{\pi - \beta - \sin \beta}$$

sertleştirilmemiş kanallar için;

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

sertleştirilmiş kanallar için;

**Yükleme için**

$$\mu = 0,1$$

$$f = \mu \cdot (1/\sin \gamma/2) = 0,1/0,325 = \mathbf{0,308}$$

**Durdurma tertibatı çalışması için**

$$\mu = 0,1/(1+v/10) = 0,1/(1+0,1) = 0,0909$$

$$f = \mu \cdot (1/\sin \gamma/2) = 0,0909/0,325 = \mathbf{0,279}$$

**Kabinin bloke edildiği durumlar için**

$$\mu = 0,2$$

$$f = \mu \cdot (1/\sin \gamma/2) = 0,2/0,325 = \mathbf{0,6153}$$

**Kabin yüklenmesi ve durdurma tertibatı çalışması için**

$$T_1/T_2 \leq e^{f\alpha}$$

**Kabinin bloke edildiği durumlarda**

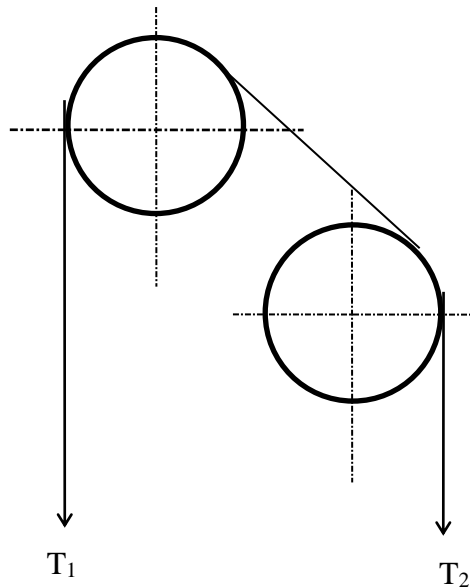
$$T_1/T_2 \geq e^{f\alpha}$$

$T_1$  Tahrik kasnağı büyük yüklü tarafı

$T_2$  Tahrik kasnağı küçük yüklü tarafı

$f$  sürtünme değeri

$\alpha$  halatların tahrik kasnağına sarılma açısı (radyan)



## 6.1.6. T<sub>1</sub> ,T<sub>2</sub> NİN HESAPLANMASI VE TAHRİK KABİLİYETİ KONTROLÜ

$\alpha = 160^0$  derece sarılma açısı sağlanmıştır.

$$\alpha = 160/180 * \pi = 2,7925 \text{ radyan} \quad r=1$$

$$M_{DP} = 50 \text{ Kg}$$

$$m_{DP} = 25 \text{ Kg}$$

$$M_{Trav} = 40 \text{ Kg}$$

$$FR_{car} = FR_{cwt} = 50 \text{ Kg}$$

Saptırma kasnağı kabin tarafındadır

### Durum 1

**Kabin, beyan yükünün %125 ile yüklü olarak durak seviyesinde kaymadan tutulabilmelidir.**

(Statik)

$$\mu=0,1 \quad f = \mu \cdot (1/\sin \gamma/2) = 0,1/0,325 = \mathbf{0,308}$$

$$e^{f \alpha} = \mathbf{2,3633}$$

$T_1/T_2 \leq e^{f \alpha}$  şartı sağlanmalıdır.

$$T_1 = g_n \cdot [(P + (1,25 \cdot Q))/r + M_{comp}/2r + M_{SRcar}] - FR_{car}/r$$

$$T_2 = g_n \cdot [(M_{cwt} + M_{CRcwt})/r + M_{comp}/2r] + FR_{cwt}/r$$

$$T_1 = 9,81[(870 + 787,5)/1 + 0 + 43] - 500/1$$

$$T_1 = 15760,4968 \text{ N}$$

$$T_2 = 9,81 \cdot [(1200+0)/1+0] + 500/1$$

$$T_2 = 12272 \text{ N}$$

$$T_1/T_2 = \mathbf{1,2842}$$

$T_1/T_2 = 1,2842 \leq e^{f \alpha} = 2,3633$  şartı sağlanmıştır.

### Durum 2

(Dinamik)

$$\mu = 0,1/(1+v/10) = 0,1/(1+0,1) = 0,0909$$

$$f = \mu \cdot (1/\sin \gamma/2) = 0,0909/0,325 = \mathbf{0,279}$$

$$a = 0,67v^2 + 0,13v = 0,8 \text{ m/s}^2$$

$$e^{f \alpha} = \mathbf{2,1795}$$

$T_1/T_2 \leq e^{f \alpha}$  şartı sağlanmalıdır.

#### a. Boş kabinin en üst durakta durdurulması

$$T_1 = (g_n + a) \cdot (M_{cwt})/r + g_n \cdot M_{comp}/2r + (g_n + r \cdot a) \cdot M_{SRcwt} + [M_{SRcwt} \cdot a \cdot (r^2 - 2r)/2 + \Sigma(m_{Pcwt} \cdot i \cdot a)] - FR_{cwt}/r$$

$$T_2 = (g_n - a) \cdot (P + M_{CRcar} + M_{Trav})/r + g_n \cdot M_{comp}/2r - a \cdot 2 \cdot m_{PDT}/r - a \cdot r \cdot m_{DP} - \Sigma(m_{Pcar} \cdot i \cdot a) + FR_{car}/r$$

$$T_1 = 10,61 \cdot 1200/1 + 0 + (9,81 + 1 \cdot 0,8) \cdot 43 + 0 + 0 - 500/1$$

$$T_1 = 12688,23 \text{ N}$$

$$T_2 = (9,01) \cdot (870 + 0 + 40)/1 + 0 - 0 - (0,8 \cdot 1 \cdot 25) - 0 + 500/1$$

$$T_2 = 8679,1 \text{ N}$$

$$T_1/T_2 = \mathbf{1,4619}$$

$T_1/T_2 = 1,4619 \leq e^{f \alpha} = 2,1795$  şartı sağlanmıştır.



## b. Dolu kabinin en alt durakta durdurulması

$$T_1 = (g_n + a) \cdot (P + Q) / r + g_n \cdot M_{\text{comp}} / 2r + (g_n + r \cdot a) \cdot M_{\text{SRcar}} + a \cdot r \cdot m_{\text{DP}} + [M_{\text{SRcar}} \cdot a \cdot (r^2 - 2r) / 2 + \Sigma(m_{\text{Pcar}} \cdot i_{\text{Pcar}} \cdot a)] - FR_{\text{car}} / r$$
$$T_2 = (g_n - a) \cdot (M_{\text{cwt}} + M_{\text{CRcwt}}) / r + g_n \cdot M_{\text{comp}} / 2r - a \cdot 2 \cdot m_{\text{PDT}} / r - \Sigma(m_{\text{Pcwt}} \cdot i_{\text{Pcwt}} \cdot a) + FR_{\text{cwt}} / r$$

$$T_1 = (9,81 + 0,8) \cdot (870 + 630) / 1 + 0 + (9,81 + 1 \cdot 0,8) \cdot 43 + 0,8 \cdot 1 \cdot 25 + [0 + 0] - 500 / 1$$

$$T_1 = 15891,23 \text{ N}$$

$$T_2 = (9,81 - 0,8) \cdot (1200 + 0) / 1 + 0 - 0 - 0 + 500 / 1$$

$$T_2 = 11312 \text{ N}$$

$$T_1 / T_2 = 1,4048$$

$$T_1 / T_2 = 1,4048 \leq e^{f \cdot \alpha} = 2,1795 \text{ şartı sağlanmıştır..}$$

### Durum 3

Karşı ağırlık tam kapalı tamponlar üstüne oturduğunda,  
(Statik)

$$\mu = 0,2$$

$$f = \mu \cdot (1 / \sin \gamma / 2) = 0,2 / 0,325 = 0,6153$$

$$e^{f \cdot \alpha} = 5,5746$$

$$T_1 / T_2 \geq e^{f \cdot \alpha} \text{ Şartı sağlanmalıdır}$$

$$T_1 = g_n \cdot [(P + M_{\text{CRcar}} + M_{\text{Trav}}) / r + M_{\text{comp}} / 2r] + FR_{\text{car}} / r$$

$$T_2 = g_n \cdot M_{\text{SRcwt}}$$

$$T_1 = 9,81 \cdot [(870 + 0 + 40) / 1 + 0] + 500 / 1$$

$$T_1 = 9427,1$$

$$T_2 = 9,81 \cdot 43$$

$$T_2 = 421,83$$

$$T_1 / T_2 = 22,3481$$

$$T_1 / T_2 = 22,3481 \geq e^{f \cdot \alpha} = 5,5746 \text{ şartı sağlanmıştır.}$$

## 6.1.7. HALAT BASINCI KONTROLÜ

### Emniyetli basınç değeri

$$P_{\text{em}} = (12,5 + 4v) / (1 + v)$$

$$v = \text{halat hızı} = 1 \text{ m/s}$$

$$P_{\text{em}} = 8,25 \text{ N/mm}^2$$

### V kanallar da oluşan basınç

$$P = 4,5 \cdot T / [n \cdot d \cdot D_T \cdot \sin(\gamma / 2)] < P_{\text{em}}$$

$$F_{\text{max}} = T / n$$

$$F_{\text{max}} = g_n \cdot (630 + 870 + 43) / 4 = 15136,83 / 4 = 3784,207 \text{ N}$$

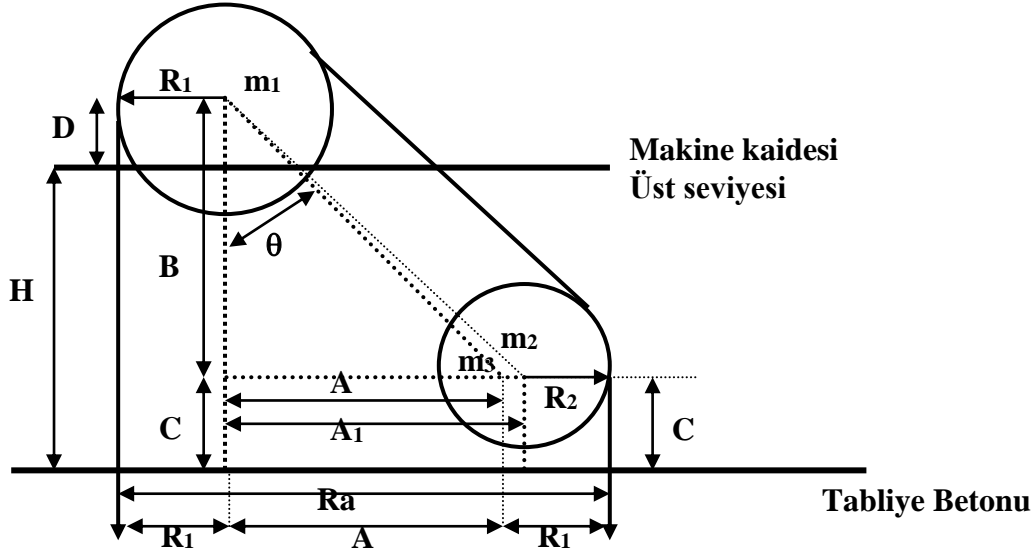
$$P = 4,5 \cdot 3784,207 / (12 \cdot 600 \cdot 0,325) \text{ N/mm}^2$$

$$P = 7,264 \text{ N/mm}^2$$

$$P < P_{\text{em}} \text{ şartı sağlanmıştır.}$$

$D_T$  ve  $d$  tahrik kasnağı çapı ile halat çaplarıdır.

### 6.1.8. SARILMA AÇISINA GÖRE KAİDE BOYU HESABI



$$R_a = 920 \text{ mm} = R_1 + A + R_1 = 2R_1 + A = 600 + A$$

$$A = R_a - 2R_1 = 320 \text{ mm}$$

$$\tan \theta = A/B$$

$$B = A / \tan \theta$$

$$\tan 20 = 0,364$$

$$B = 320 / 0,364 = 879 \text{ mm}$$

$$H = B + C - D = 879 + 300 - 250 = 929 \text{ mm}$$

Kaide yüksekliği 950 mm alınmıştır

**R<sub>a</sub>** : 920 mm askı noktaları arası mesafe

**A** : Kasnak merkezleri arası yatay mesafe

**B** : Kasnak merkezleri arası düşey mesafe

**C** : 250+50 =300 mm Saptırma kasnağının milinin yerden yüksekliği

**D** : 250 mm Tahrik kasnağının yan yatak boyu.

**R<sub>1</sub>** : 300 mm Tahrik kasnağı yarıçapı

**H** : Makine kaidesi yüksekliği

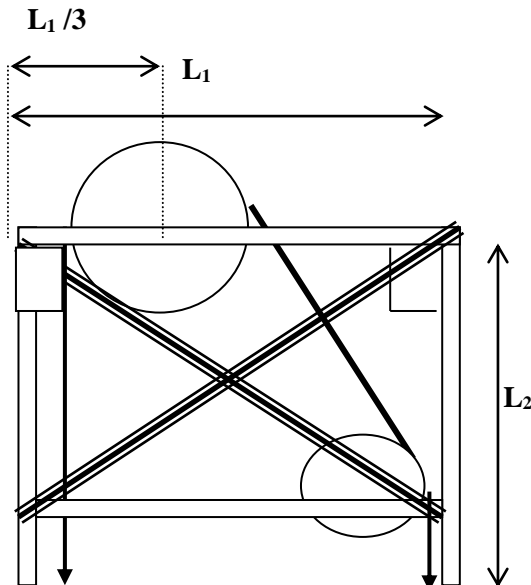
### 6.1.8. MAKİNA KAİDESİ MALZEMESİNİN KONTROLÜ

**Kaide üzerindeki etkili kuvvet**

$$F = k_2 \cdot g_n \cdot (P + Q + G + K + H)$$

$$F = 1,2 \cdot 9,81 \cdot (870 + 630 + 1200 + 350 + 43)$$

$$F = 36410,796 \text{ N}$$



**Kaide yatay kirişlerinde eğme momenti ve gerilmesi** (Makinanın ağırlık merkezi, yatay putrele 2/3 oranında yerleştirilmiştir).

**3 adet 1300 mm boyunda 120\*55\*7 mm U Profil kullanılmıştır.**

$$W = 60,7 \text{ cm}^3 = 61700 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_E = M / W \quad \sigma_E < \sigma_{em} = 130 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalıdır}$$

$$M = (1/3).L_1.(2/3)F/2$$

$$M = (2/18).L.F = 2*1300*36410,796 / 18$$

$$M = 5259337,2 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_E = 5259337,2 / 61700 = 85,24 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_E < \sigma_{em} \text{ şartı sağlanmıştır}$$

**Dikine kirişlerin bükülme kontrolü** (Kaide üst bölümünün bayrak ve çapraz atkılardan dolayı, sabit olduğu ve eğilme oluşmadığı kabul edilmiştir. Makine tabanı ve saptırma kasnağı yerleşiminden dolayı yük, yayılı yük olarak kaide ayaklarına dağılmaktadır.)

**Ayıklarda 4 adet 950 mm yüksekliğinde 70\*70\*7 mm L köşebent kullanılmıştır.**

$$i_{min} = 21,2 \text{ mm}$$

$$L_2 = 950 \text{ mm}$$

$$\omega \text{ değeri } \lambda \text{ ya göre bulunur } \lambda = L_2/i_{min} \quad i_{min} = (I/A)^{1/2} \quad (\text{omega değerleri önceki bölümde verilmiştir})$$

$$\lambda = L_2/i_{min} = 950/21,2 = 44,81$$

$$\omega = 1,17$$

$$70*70*7 \text{ L Köşebent } A = 9,40 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_B = F. \omega/n.A$$

$$\sigma_B = 36410,796*1,17 / (4*940)$$

$$\sigma_B = 11,3299 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_B < \sigma_{em} = 130 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalıdır.}$$

$$\sigma_B < \sigma_{em} \text{ şartı sağlanmıştır.}$$

**Yapılan imalat uygundur.**

**k<sub>2</sub> : 1,2** Sert elektriki frenleme katsayısı

**P :** Kabin ağırlığı

**Q :** Beyan yükü

**G :** Karşı ağırlık ağırlığı

**K :** Makine-motor ağırlığı

**H :** Halatların ağırlığı

**L<sub>1</sub> :** Yatay putrelin boyu

**W :** Yatay putrelin mukavemet momenti

**n :** Kaide ayak sayısı

**λ :** Dikine putrelin narinlik katsayısı

**L<sub>2</sub> :** Dikine putrelin boyu

**i<sub>min</sub> :** Dikine putrelin eylemsizlik yarıçapı

**A :** Dikine putrelin kesiti

**M :** yatay putrele etki eden moment

**F :** Kaideye etki eden kuvvet

**σ<sub>E</sub> :** Yatay putreldeki eğilme gerilmesi

**σ<sub>B</sub> :** Dikey putreldeki bükülme gerilmesi (Ölçüler mm, kg, N ve N/mm<sup>2</sup> olarak kullanılmıştır)

## 6.2. FARKLI ÇALIŞMA DURUMLARINDA RAYLARDA GERİLMELERİN İNCELENMESİ

### Kullanılan rayların tanımı

Ray özelliği	S cm <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> kg/m	c cm	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>xx</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>xx</sub> cm	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>yy</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>yy</sub> cm
T 89 A	15,70	12,30	10	59,60	14,50	1,95	52,50	11,80	1,83

L= 2500 mm

h= 3300 mm

n= 2

M = 0 (İlave aksam kullanılmamıştır.)

### 6.2.1. GÜVENLİK TERTİBATININ ÇALIŞMASI DURUMU :

#### 6.2.1.1. BÜKÜLME GERİLMESİ

$$F_K = [k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)]/n$$

$$\sigma_K = (F_K + k_3 \cdot M) \cdot \omega/A$$

k<sub>1</sub> = 2 ( kaymalı fren kullanılmıştır)

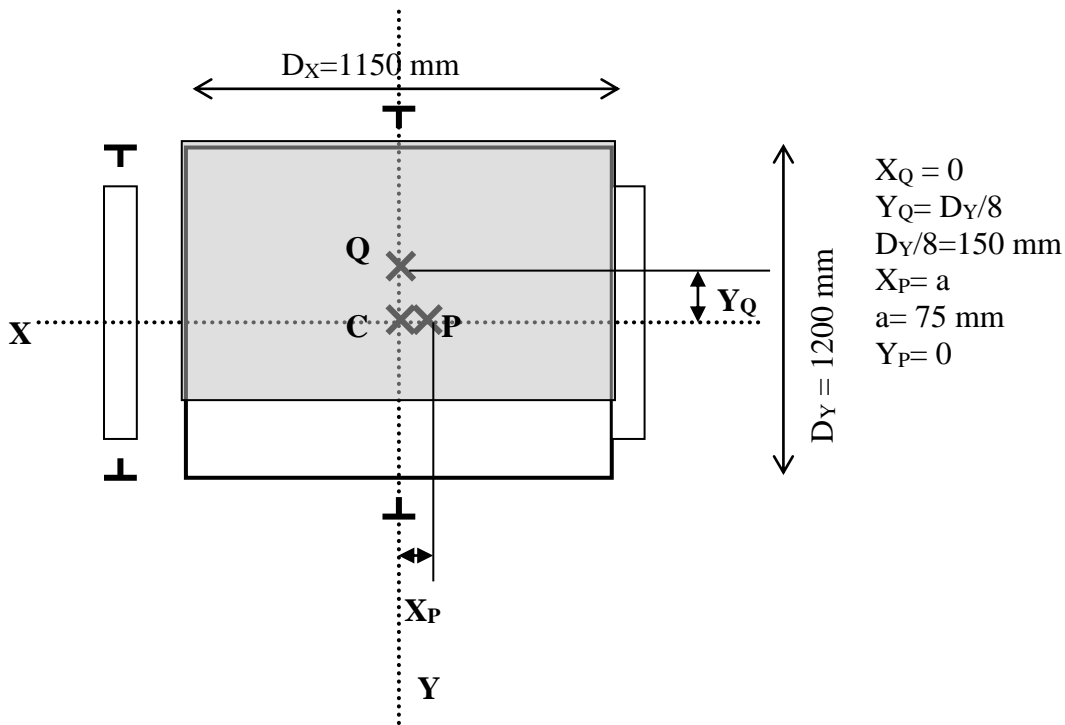
$$F_K = 14715 \text{ N}$$

$\lambda = L/i = 2500/18.3 = 136,6$  değeri için  $\omega = 3,12$  değeri alınmıştır.

$$\sigma_K = 14715 \cdot 3,12 / 1570 = 29,24 \text{ N/mm}^2$$

#### 6.2.1.2. EĞİLME GERİLMESİ

##### Durum 1 için hesaplama :



x eksenli kuvvetleri y eksenli gerilmesini ( $\sigma_Y$ ) yaratır.

$$F_X = [k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)] / (n \cdot h) \quad M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_Y = M_Y / W_Y$$

$$F_X = 2 \cdot 9,81 \cdot 870 \cdot 75 / 2 \cdot 3300 = 193,97 \text{ N}$$

$$M_Y = 3 \cdot 193,97 \cdot 2500 / 16 = 90923,43 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_Y = 90923,43 / 11800 = 7,70 \text{ N/mm}^2$$

y eksenli kuvvetleri x eksenli gerilmesini ( $\sigma_x$ ) yaratır.

$$F_Y = [k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)] / (n \cdot h/2) \quad M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_x = M_X / W_X$$

$$F_Y = 2 \cdot 9,81 \cdot 630 \cdot 150 / (2/2) \cdot 3300 = 561,84 \text{ N}$$

$$M_X = 3 \cdot 561,84 \cdot 2500 / 16 = 263362,5 \text{ N.mm}$$

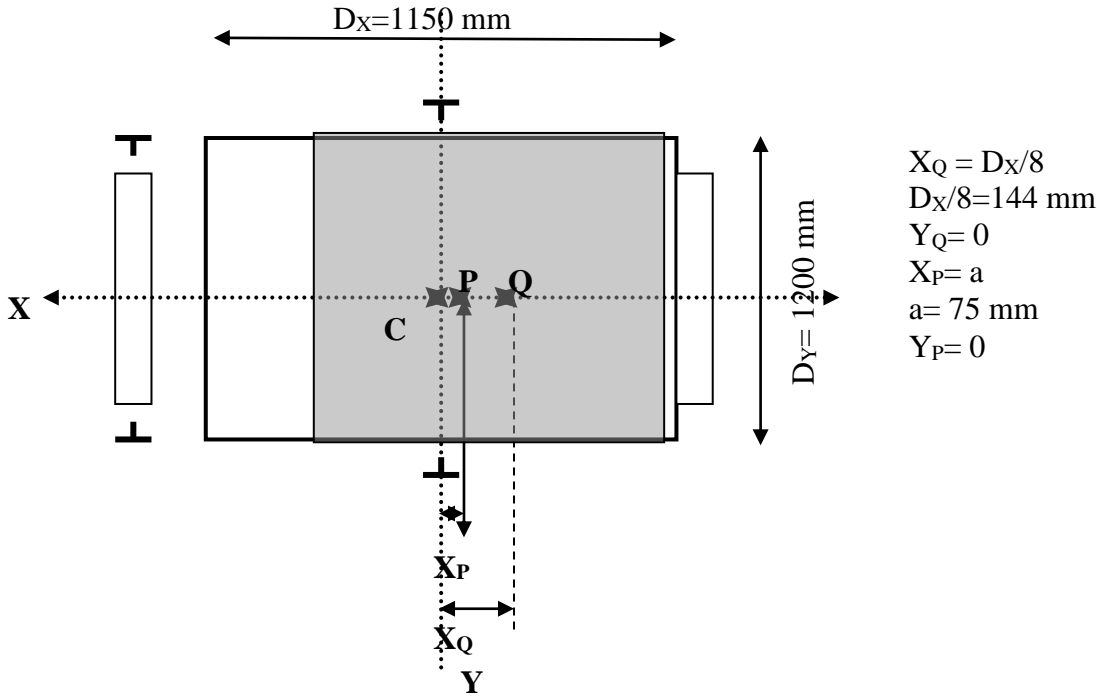
$$\sigma_x = 263362,5 / 14500 = 18,162 \text{ N/mm}^2$$

Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_x + \sigma_y < \sigma_{em}$$

$$\sigma_M = 7,70 + 18,162 = 25,862 \text{ N/mm}^2$$

Durum 2 için hesaplama :



x eksenli kuvvetleri y eksenli gerilmesini ( $\sigma_y$ ) yaratır.

$$F_X = [k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)] / (n \cdot h) \quad M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_y = M_Y / W_Y$$

$$F_X = 2 \cdot 9,81 \cdot ((630 \cdot 144) + (870 \cdot 75)) / 2 \cdot 3300 = 463,6562 \text{ N}$$

$$M_Y = 3 \cdot 463,6562 \cdot 2500 / 16 = 217338,87 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_y = 217338,87 / 11800 = 18,4185 \text{ N/mm}^2$$

y eksenli kuvvetleri x eksenli gerilmesini ( $\sigma_x$ ) yaratır.

$$F_Y = [k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)] / (n \cdot h/2) \quad M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_x = M_X / W_X$$

$$F_Y = 0 \text{ N}$$

$$M_X = 0 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_x = 0 \text{ N/mm}^2$$

Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_x + \sigma_y < \sigma_{em}$$

$$\sigma_M = 18,4185 \text{ N/mm}^2$$

Daha büyük olduğu için Durum 1 eğilme gerilmesi alınmıştır.

$$\sigma_M = 25,862 \text{ N/mm}^2$$

### 6.2.1.3. BİRLEŞİK GERİLMELER

Eğilme ve basınç gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_M + (F_K + k_3 \cdot M) / A < \sigma_{em}$$

$$\sigma = 25,862 + (14715 / 1570) = 35,2346 \text{ N/mm}^2$$

Eğilme ve bükülme gerilmeleri

$$\sigma_C = \sigma_K + 0,9 \sigma_M < \sigma_{em}$$

$$\sigma_C = 29,24 + 23,275 = 52,517 \text{ N/mm}^2$$

Bulunan değerler  $\sigma_{em} = 205 \text{ N/mm}^2$  değerinden küçüktür.

### 6.2.1.4. RAY BOYNU GERİLMESİ

Güvenlik tertibatı çalışması esnasında oluşacak her iki şık içinden en büyük  $F_X$  kuvvetinin ray boynunda yaratacağı ray boynu eğilmesi ( $\sigma_F$ ) hesabı

$$\sigma_F = 1,85 \cdot F_X / c^2 < \sigma_{em} = 205 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_F = 1,85 \cdot 463,6562 / 90,25 = 9,5043 \text{ N/mm}^2$$

Bulunan değer  $\sigma_{em} = 205 \text{ N/mm}^2$  değerinden küçüktür.

### 6.2.1.5. RAYDAKİ SEHİM KONTROLÜ

En büyük  $F_X$  ve  $F_Y$  kuvvetlerin oluşturduğu raydaki sehım kontrolü

$$\delta_X = (0,7 \cdot F_X \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_Y) < \delta_{em}$$

$$\delta_X = (0,7 \cdot 463,6562 \cdot 2500^3) / (48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 525000) = 0,9582 \text{ mm} < \delta_{em} = 5 \text{ mm}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_X) < \delta_{em}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot 561,84 \cdot 2500^3) / (48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 596000) = 1,022 \text{ mm} < \delta_{em} = 5 \text{ mm}$$

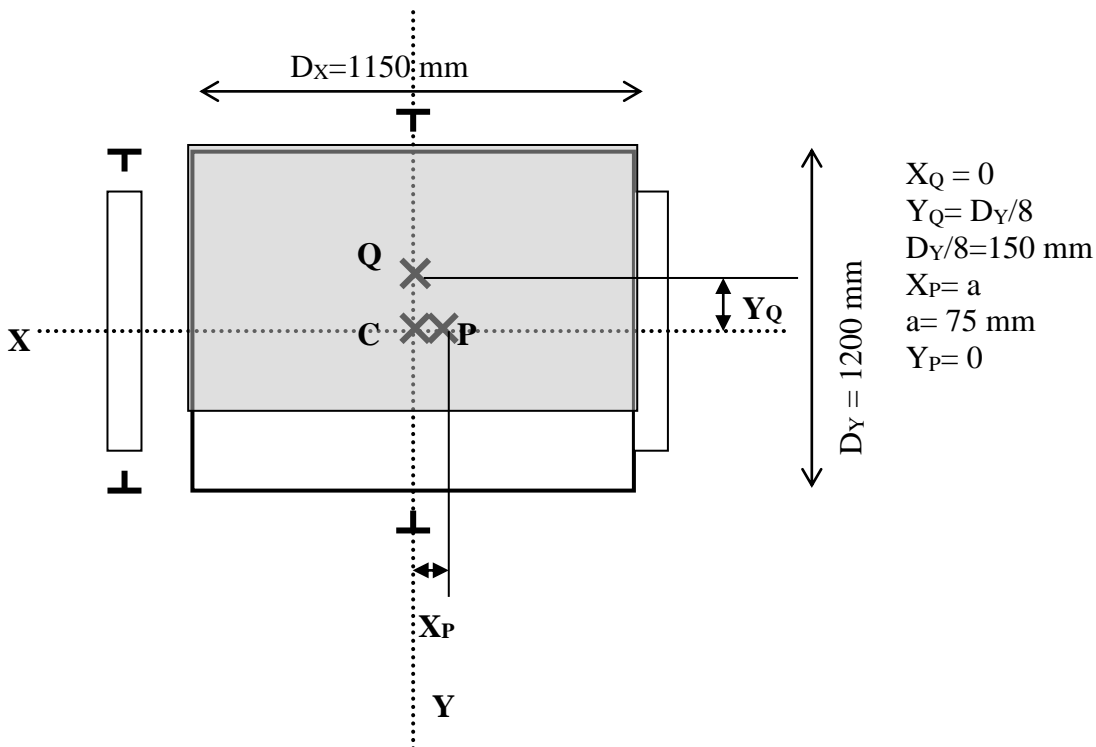
### 6.2.2. NORMAL KULLANMA

- $k_2$  çarpanı, normal kullanma-hareket de elektriğin rasgele kesilmesinden kaynaklanan sert frenlemeyi göz önüne almak için darbe katsayısı  $k_2 = 1,2$  olarak alınmıştır.
- $\sigma_{em}$  Değeri normal kullanma değerine göre hesaplanmıştır

#### 6.2.2.1. NORMAL KULLANMA-HAREKET :

Normal kullanma-hareket . yük dağılımı

Askı noktası ile güvenlik tertibatı aynı merkezlidir.  $X_S$  ve  $Y_S$  değerleri 0 alınmıştır.



### Durum 1 için hesaplama

x eksenli kuvvetleri y eksenli moment ve gerilmesini ( $\sigma_Y$ ) yaratır.

$$F_X = [k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S))] / (n \cdot h) \quad M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_Y = M_Y / W_Y$$

$$F_X = 1,2 \cdot 9,81 \cdot 870 \cdot 75 / 2 \cdot 3300 = 116,38 \text{ N}$$

$$M_Y = 3 \cdot 116,38 \cdot 2500 / 16 = 54554,06 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_Y = 54554,06 / 11800 = 4,6232 \text{ N/mm}^2$$

y eksenli kuvvetleri x eksenli gerilmesini ( $\sigma_X$ ) yaratır.

$$F_Y = [k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S))] / 2 / (n \cdot h) \quad M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_X = M_X / W_X$$

$$F_Y = 1,2 \cdot 9,81 \cdot 630 \cdot 150 / (2/2) \cdot 3300 = 337,107 \text{ N}$$

$$M_X = 3 \cdot 337,107 \cdot 2500 / 16 = 158017,5 \text{ N.mm}$$

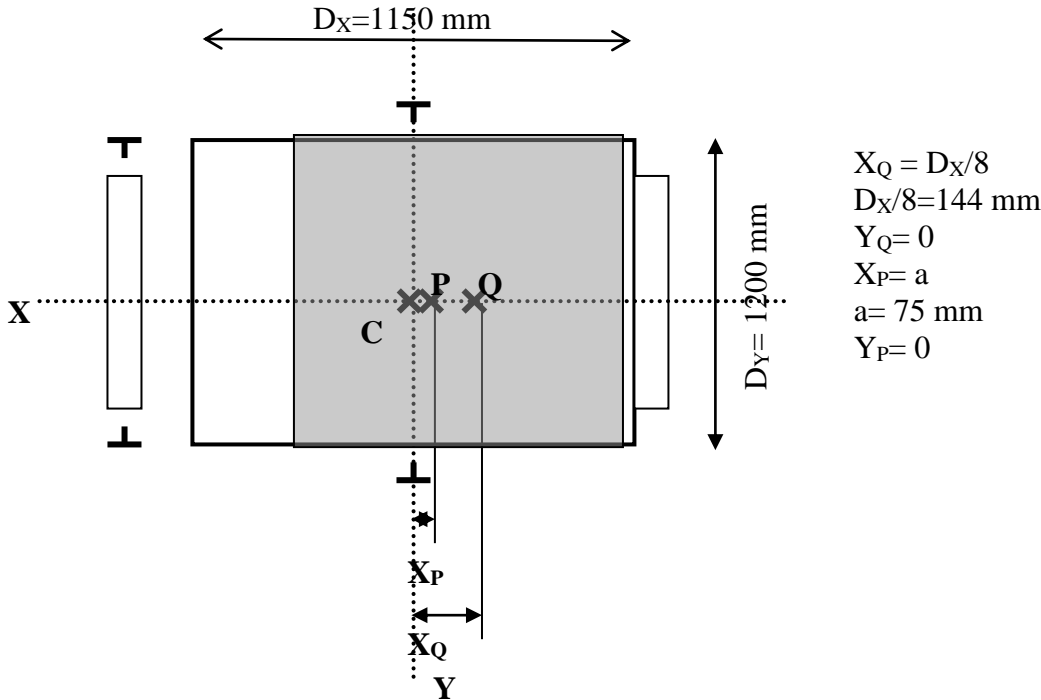
$$\sigma_X = 158017,5 / 14500 = 10,897 \text{ N/mm}^2$$

Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y < \sigma_{em}$$

$$\sigma_M = 4,6232 + 10,897 = 15,5209 \text{ N/mm}^2$$

### Durum 2 için hesaplama



x eksenli kuvvetleri y eksenli moment ve gerilmesini ( $\sigma_Y$ ) yaratır.

$$F_X = [k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S))] / (n \cdot h) \quad M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_Y = M_Y / W_Y$$

$$F_X = 1,2 \cdot 9,81 \cdot ((630 \cdot 144) + (870 \cdot 75)) / 2 \cdot 3300 = 278,1937 \text{ N}$$

$$M_Y = 3 \cdot 278,1937 \cdot 2500 / 16 = 130403,31 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_Y = 130403,31 / 11800 = 11,0511 \text{ N/mm}^2$$

y eksenli kuvvetleri x eksenli moment ve gerilmesini ( $\sigma_X$ ) yaratır.

$$F_Y = [k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S))] / 2 / (n \cdot h) \quad M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_X = M_X / W_X$$

$$F_Y = 0 \text{ N}$$

$$M_X = 0 \text{ N.mm}$$

$$\sigma_X = 0 \text{ N/mm}^2$$





## Birleşik Eğilme Gerilmeleri

### Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y$$

$$\sigma_M = 13,895 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{em}$$

### Eğilme ve basınç gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_M + k_3 \cdot M / A$$

$$\sigma = 13,895 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{em}$$

$$\sigma_{em} = 165 \text{ N/mm}^2$$

Normal kullanma hareket ve yükleme hesaplarında bulunan en büyük  $F_X$  ve  $F_Y$  kuvvetleri kullanılarak

$$F_X = 349,8034 \text{ N}$$

$$F_Y = 337,107 \text{ N}$$

Aşağıda ray boynu eğilmesi ve raylardaki sehim hesaplanmıştır.

### Ray Boynu Gerilmesi ( $\sigma_F$ )

$$\sigma_F = 1,85 \cdot F_X / c^2$$

$$\sigma_F = 1,85 \cdot 349,8034 / 90,25 = 7.1704 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_F = 7.1704 < \sigma_{em} = 165 \text{ N/mm}^2$$

### Raydaki Sehim Kontrolü

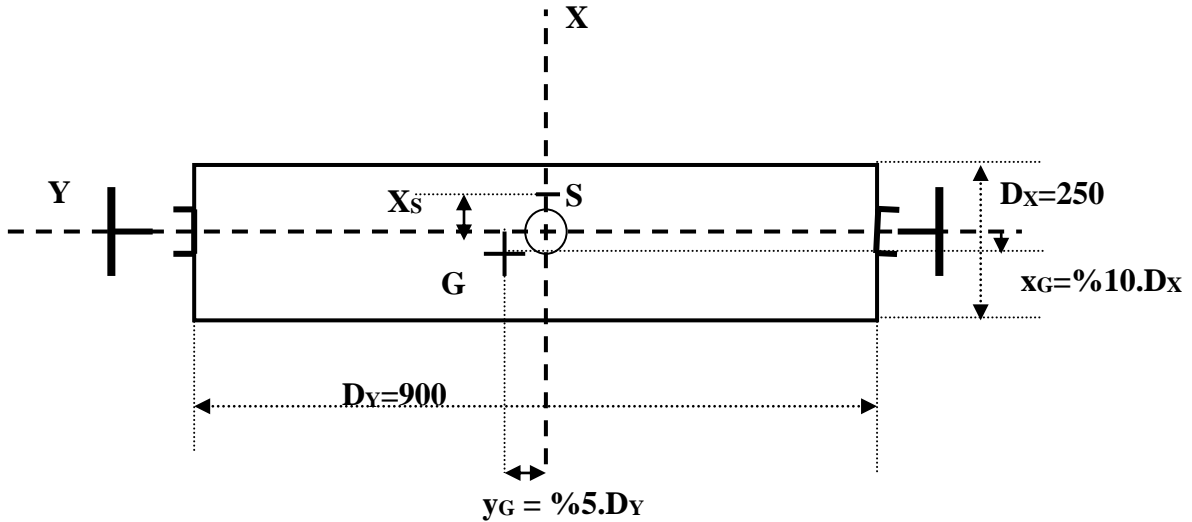
$$\delta_X = (0,7 \cdot F_X \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_Y) < \delta_{em}$$

$$\delta_X = 0,7 \cdot 349,8034 \cdot 2500^3 / 48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 525000 = 0,7229 \text{ mm} < \delta_{em} = 5 \text{ mm}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_X) < \delta_{em}$$

$$\delta_Y = 0,7 \cdot 337,107 \cdot 2500^3 / 48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 596000 = 0,6137 \text{ mm} < \delta_{em} = 5 \text{ mm}$$

## 6.3. KARŞI AĞIRLIK RAY HESAPLARI



**G :1200 Kg** Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı kütesinin ağırlık etki noktası,

**S :** Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı askı noktası

**Dx :250 mm** Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı derinliği

**Dy :900 mm** Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı genişliği

**YG :45 mm** Ağırlık merkezinin y eksenine uzaklığı

**XG :25 mm** Ağırlık merkezinin x eksenine uzaklığı

**Xs :0 mm** Askı noktasının x eksenine uzaklığı

**Karşı ağırlık da güvenlik tertibatı kullanılmamıştır**

### 6.3.1. KARŞI AĞIRLIK NORMAL HAREKET

#### Eğilme gerilmesi

##### X Eksen

$$F_X = [k_2 \cdot g_n \cdot G \cdot (x_G + x_S)] / n \cdot h \quad M_Y = 3 \cdot F_X \cdot L / 16$$

$$\sigma_Y = M_Y / W_Y$$

$$F_X = 1,2 \cdot 9,81 \cdot 1200 \cdot 25 / 2 \cdot 3300 = 53,509 \text{ N}$$

$$M_Y = 3 \cdot 53,509 \cdot 2500 / 16 = 25082,385 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_Y = 25082,385 / 11800 = 2,125 \text{ N/mm}^2$$

##### Y Eksen

$$F_Y = (k_2 \cdot g_n \cdot G \cdot y_G) / 2 / n \cdot h \quad M_X = 3 \cdot F_Y \cdot L / 16$$

$$\sigma_X = M_X / W_X$$

$$F_Y = 1,2 \cdot 9,81 \cdot 1200 \cdot 45 \cdot 2 / 2 \cdot 3300 = 192,6327 \text{ N}$$

$$M_X = 3 \cdot 192,6327 \cdot 2500 / 16 = 90296,587 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_X = 90296,587 / 14500 = 6,22 \text{ N/mm}^2$$

#### Eğilme Gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_X + \sigma_Y$$

$$\sigma_M = 2,125 + 6,22 = 8,3523 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{em}$$

#### Eğilme Ve Basınç Gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_M + (k_3 \cdot M) / A < \sigma_{em}$$

$$\sigma = 8,3523 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{em}$$

### 6.3.2. RAYDAKİ SEHİM KONTROLÜ

$$\delta_X = (0,7 \cdot F_X \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_Y)$$

$$\delta_X = 0,7 \cdot 53,509 \cdot 2500^3 / 48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 5250000 = 0,1 \text{ mm} < \delta_{em} = 10 \text{ mm}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_X)$$

$$\delta_Y = 0,7 \cdot 192,6327 \cdot 2500^3 / 48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 596000 = 0,3507 \text{ mm} < \delta_{em} = 10 \text{ mm}$$

### 6.3.3. RAY BOYNU GERİLMESİ

$$\sigma_F = 1,85 \cdot F_X / c^2 < \sigma_{em}$$

$$\sigma_F = 1,85 \cdot 53,509 / 90,25 = 1,0968 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{em}$$

Kullanılan Raylar Uygundur.

## 6.4. TAMPON VE TABANA GELEN YÜKLER

### 6.4.1. TAMPONLARA GELEN YÜKLER

$$F_1 = 4 \cdot g_n \cdot (P+Q)$$

$$F_1 = 4 \cdot 9,81 \cdot 1500 = 58860 \text{ N}$$

$$F_2 = 4 \cdot g_n \cdot (P+Q/2)$$

$$F_2 = 4 \cdot 9,81 \cdot 1200 = 47088 \text{ N}$$

Kullanılan tampon Kuvvetleri

$$T = 61000 \text{ N (Kullanma kılavuzundan)}$$

$$F_2 < F_1 < T \text{ Şartı sağlanmıştır.}$$

### 6.4.2. TABANA GELEN YÜKLER VE KUVVETLER

Kuyu tabanı kuvveti

$$F = 4 \cdot g_n \cdot (P+Q)$$

$$F = 4 \cdot 9,81 \cdot 1500 = 58860 \text{ N}$$

Kuyu üst betonu kuvveti

$$F = g_n \cdot (P+Q+H+G+M+K)$$

$$F = 9,81 \cdot (870+630+43+1200+250+100) = 30342,33 \text{ N}$$

Raylar oturtma olup kuyu tavanına etki etmez.

Ray babalarına gelen kuvvet

$$F = 3 \cdot g_n \cdot (P+Q)$$

$$F = 3 \cdot 9,81 \cdot 1500 = 44145 \text{ N}$$

# 7-ASANSÖR HESAPLARINDA KULLANILAN TABLOLAR

$\lambda$  değerine bağlı "Omega" değeri

370 N/mm<sup>2</sup> çekme dayanımlı kılavuz ray için  $\lambda$ 'nın fonksiyonu olarak "omega" değeri

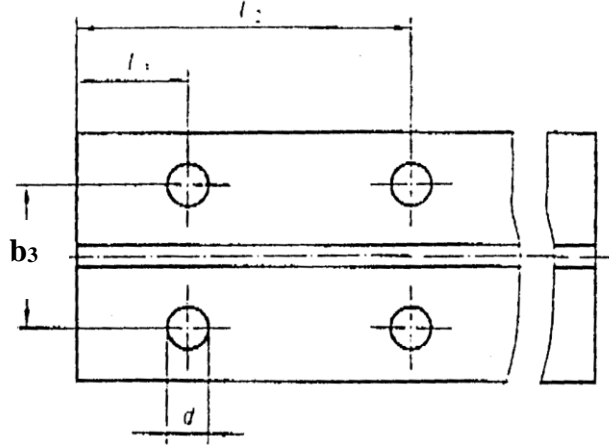
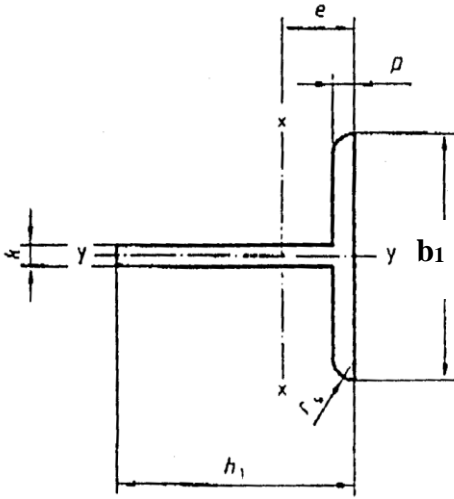
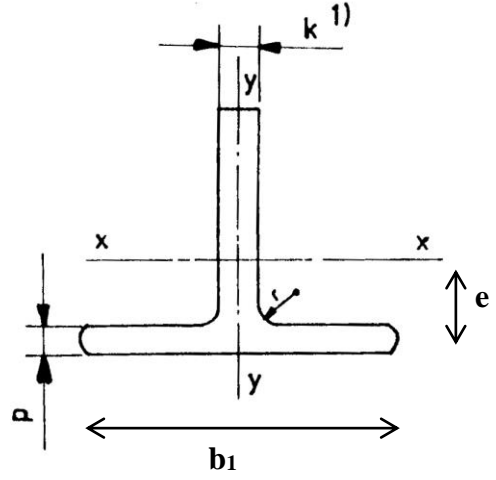
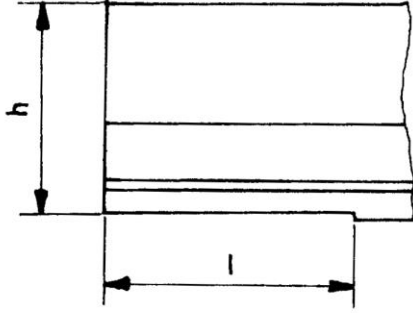
$\lambda$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\lambda$
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										

520 N/mm<sup>2</sup> çekme dayanımlı kılavuz ray için  $\lambda$ 'nın fonksiyonu olarak "omega" değeri

$\lambda$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\lambda$
20	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,11	20
30	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,18	30
40	1,19	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	40
50	1,28	1,30	1,31	1,32	1,33	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	50
60	1,41	1,43	1,44	1,46	1,48	1,49	1,51	1,53	1,54	1,56	60
70	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,77	70
80	1,79	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,98	2,01	80
90	2,05	2,10	2,14	2,19	2,24	2,29	2,33	2,38	2,43	2,48	90
100	2,53	2,58	2,64	2,69	2,74	2,79	2,85	2,90	2,95	3,01	100
110	3,06	3,12	3,18	3,23	3,29	3,35	3,41	3,47	3,53	3,59	110
120	3,65	3,71	3,77	3,83	3,89	3,96	4,02	4,09	4,15	4,22	120
130	4,28	4,35	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69	4,75	4,82	4,89	130
140	4,96	5,04	5,11	5,18	5,25	5,33	5,40	5,47	5,55	5,62	140
150	5,70	5,78	5,85	5,93	6,01	6,09	6,16	6,24	6,32	6,40	150
160	6,48	6,57	6,65	6,73	6,81	6,90	6,98	7,06	7,15	7,23	160
170	7,32	7,41	7,49	7,58	7,67	7,76	7,85	7,94	8,03	8,12	170
180	8,21	8,30	8,39	8,48	8,58	8,67	8,76	8,86	8,95	9,05	180
190	9,14	9,24	9,34	9,44	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	10,03	190
200	10,13	10,23	10,34	10,44	10,54	10,65	10,75	10,85	10,96	11,06	200
210	11,17	11,28	11,38	11,49	11,60	11,71	11,82	11,93	12,04	12,15	210
220	12,26	12,37	12,48	12,60	12,71	12,82	12,94	13,05	13,17	13,28	220
230	13,40	13,52	13,63	13,75	13,87	13,99	14,11	14,23	14,35	14,47	230
240	14,59	14,71	14,83	14,96	15,08	15,20	15,33	15,45	15,58	15,71	240
250	15,83										

## I) RAYLAR (ISO 7465)

### A) SOĞUK ÇEKME DÜZ BAŞLI KILAVUZ RAY (A TİPİ RAYLAR)



#### Soğuk çekme düz başlı kılavuz rayların teknik karakteristikleri

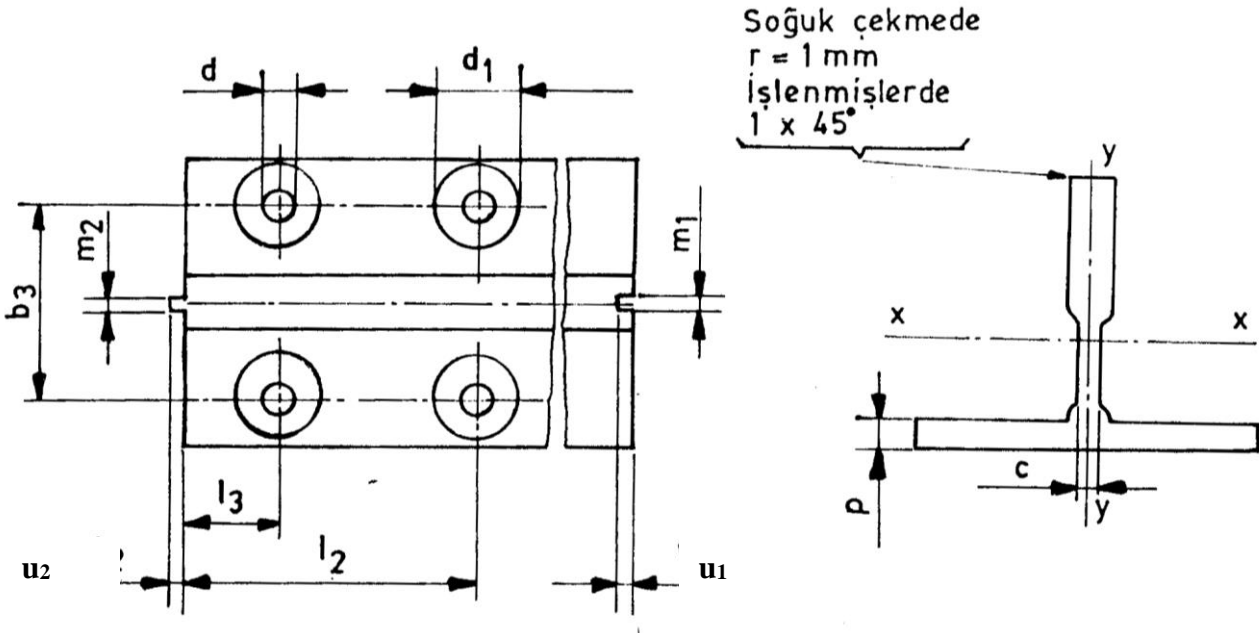
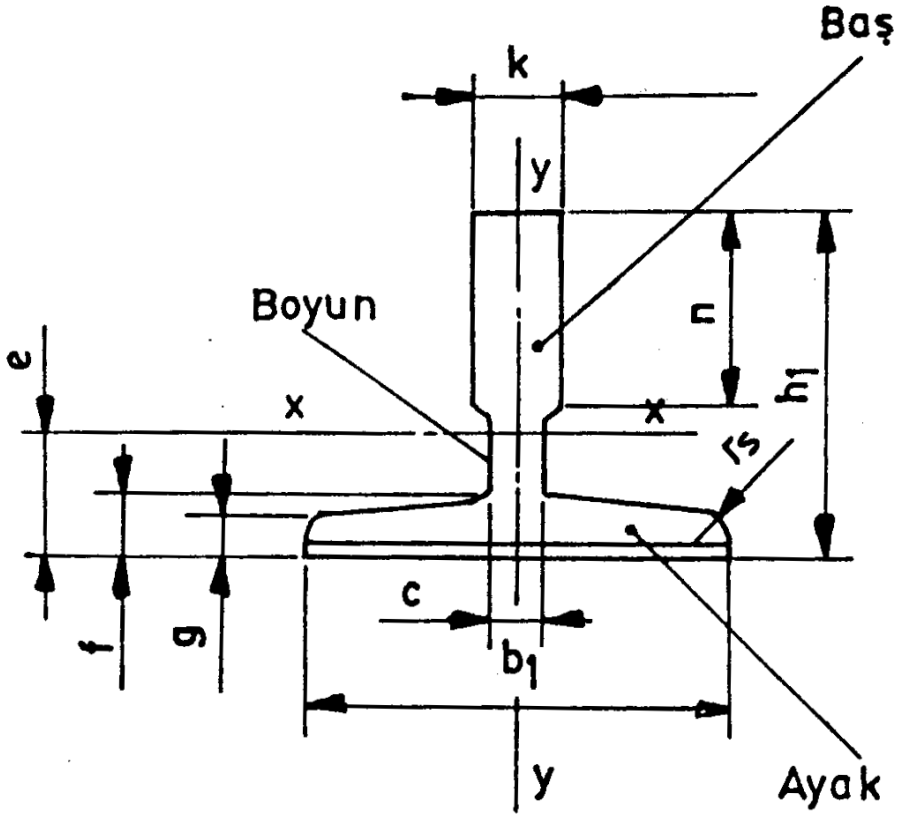
Kısa gösterilişi	S cm <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> Kg/m	e cm	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>xx</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>xx</sub> cm	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>yy</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>yy</sub> cm
T45/A	4,25	3,34	1,31	8,08	2,53	1,38	3,84	1,71	0,95
T50/A	4,75	3,73	1,43	11,24	3,15	1,54	5,25	2,1	1,05

#### Soğuk çekme düz başlı kılavuz rayların boyut ve toleransları (Ölçüler mm dir)

KISA GÖSTERİLİŞİ	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	k	p	r <sub>s</sub>	I <sub>2g</sub>	I <sub>3g</sub>	d	b <sub>3</sub>
	TOLERANSLAR								
	+0,5	+0,2	+0,15	+0,5		+0,2	+0,2		+0,2
T45/A	45	45	5	5	1	65	15	9	25
T50/A	50	50	5	5	1	75	25	9	30

I<sub>2g</sub>, I<sub>3g</sub>, d ve b<sub>3</sub> boyutları ve toleransları bağlantı boyutları ve toleransları aynıdır.

**B) SOĞUK ÇEKME PALA BAŞLI KILAVUZ RAYLAR  
(A TİPİ RAYLAR)**



**Soğuk çekilmiş kılavuz rayların teknik karakteristikleri**

Kısa gösterilişi	S cm <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> Kg/m	e cm	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>xx</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>xx</sub> cm	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>yy</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>yy</sub> cm
T70/A	9,51	7,47	2,04	41,3	9,24	2,09	18,65	5,35	1,4
T75/A	10,99	8,63	1,86	40,35	9,29	1,92	26,49	7,06	1,55
T82/A	10,90	8,55	1,98	49,60	10,30	2,13	30,7	7,4	1,67
T89/A	15,7	12,30	2,02	59,52	14,25	1,95	52,4	11,8	1,83
T90/A	17,3	13,55	2,61	102	20,87	2,43	53	11,8	1,75

**Soğuk çekilmiş Kılavuz rayların boyut ve toleransları  
(Ölçüler mm dir)**

Kısa gösterilişi	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	k	n	c	f	g
T70/A	70	65	9	34	6	8	6
T75/A	75	62	10	30	8	9	7
T82/A	82	68	9	34	7,5	8,25	6
T89/A	89	62	16	34	10	11,1	7,9
T90/A	90	75	16	42	10	10	8
<b>TOLERANSLAR</b>							
A Sınıf	+/-1,5	+/-0,1	+0,1 0	+3 0		+/-0,75	+/-0,75
I <sub>2g</sub> , I <sub>3g</sub> , d ve b <sub>3</sub> boyutları ve toleransları bağlantı boyutları ve toleransları aynıdır.							

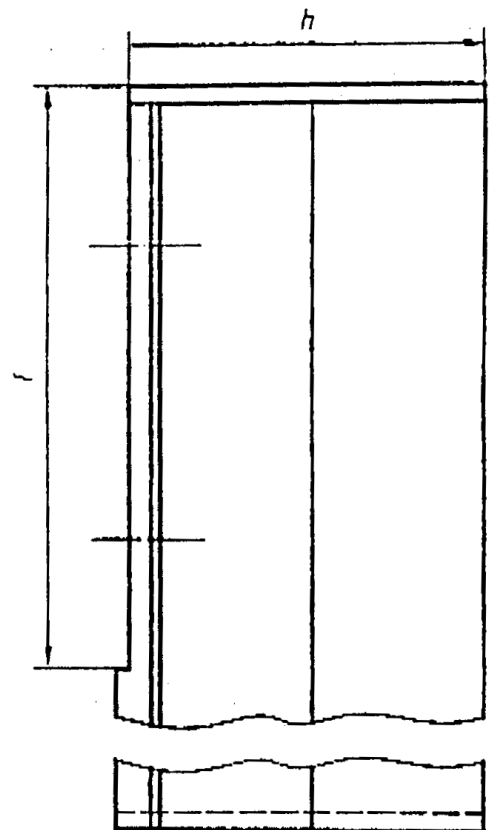
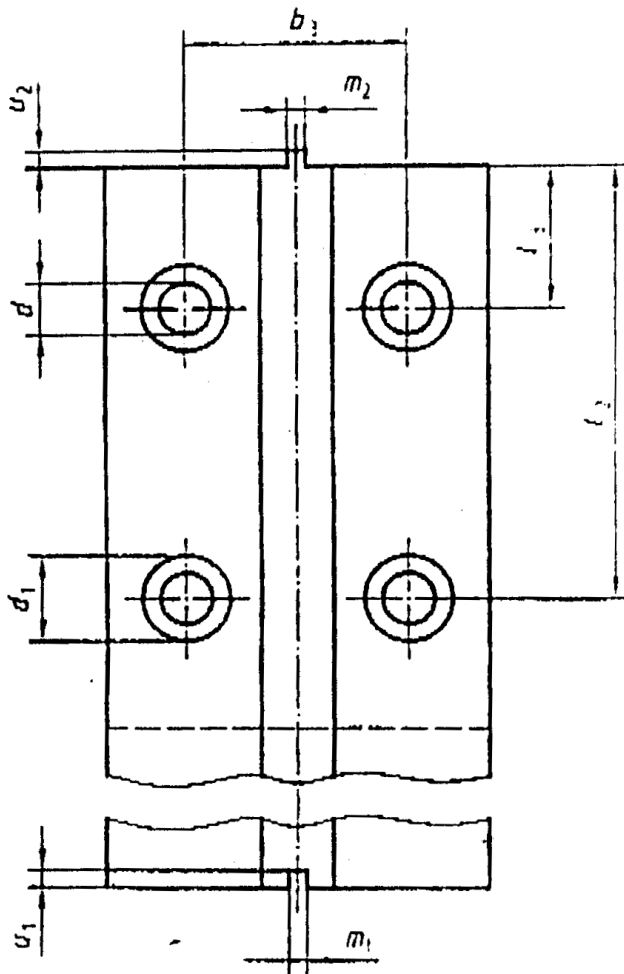
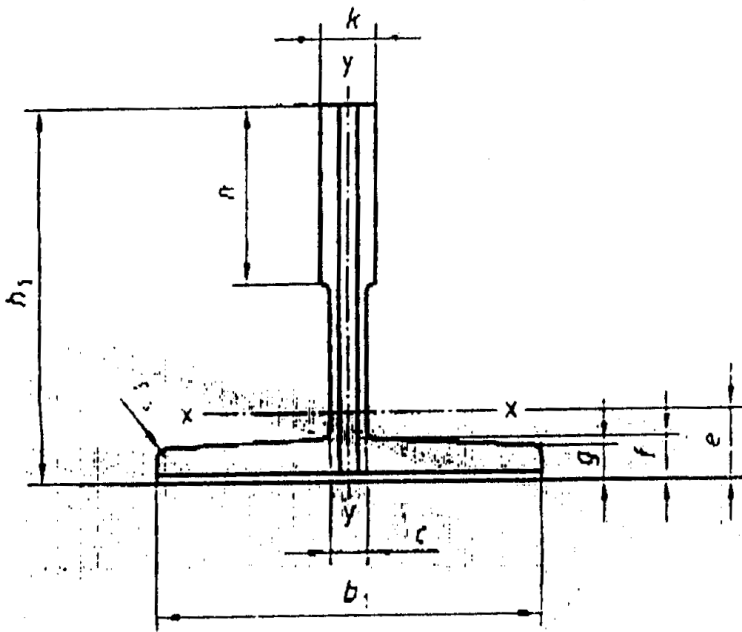
**Soğuk çekilmiş Kılavuz rayların boyut ve toleransları  
(Ölçüler mm dir)**

Kısa gösterilişi	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>2</sub>	d	d <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	I <sub>2g</sub>	I <sub>3g</sub>	rs
T70/A	3	2,97	3,5	3	13	26	42	105	25	1,5
T75/A	3	2,97	3,5	3	13	26	42	105	25	1,5
T82/A	3	2,97	3,5	3	13	26	50,8	81	27	3
T89/A	6,4	6,37	7,14	6,35	13	26	57,2	114,3	38,1	3
T90/A	6,4	6,37	7,14	6,35	13	26	57,2	114,3	38,1	4
<b>TOLERANSLAR</b>										
A Sınıf	+0,05 0	0 -0,05	+/- 0,10	+/-0,10			+/-0,2	+/-0,2	+/-0,2	
I <sub>2g</sub> , I <sub>3g</sub> , d ve b <sub>3</sub> boyutları ve toleransları bağlantı boyutları ve toleransları aynıdır.										

**Kılavuz ray palasının pürüzlülüğü**

Kılavuz rayın sınıfı	Pala pürüzlülüğü	
	Yön	
	Uzunlamasına	Enine
A Sınıfı	1,6 µm ≤ R <sub>a</sub> ≤ 6,3 µm N7-N9	1,6 µm ≤ R <sub>a</sub> ≤ 6,3 µm N7-N9
B Sınıfı	R <sub>a</sub> ≤ 1,6 µm N7-	0,8 µm ≤ R <sub>a</sub> ≤ 3,2 µm N6-N8
BE Sınıfı	R <sub>a</sub> ≤ 1,6 µm N7-	0,8 µm ≤ R <sub>a</sub> ≤ 3,2 µm N6-N8

C) MAKİNA İLE İŞLENMİŞ KILAVUZ RAYLAR (B VE BE TİPİ RAYLAR)



**Makine ile işlenmiş kılavuz rayların teknik karakteristikleri**

Kısa gösterilişi	S cm <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> Kg/m	e cm	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>xx</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>xx</sub> cm	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>yy</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>yy</sub> cm
T75-3/B	10,99	8,63	1,86	40,35	9,29	1,92	26,49	7,06	1,55
T78/B	9,84	7,72	1,65	29,9	7,56	1,47	26,1	6,71	1,63
T89/B	15,7	12,3	2,02	59,52	14,25	1,95	52,4	11,8	1,83
T90/B	17,3	13,55	2,61	102	20,87	2,43	53	11,8	1,75
T114/B	20,8	16,31	2,87	179	29,7	2,93	108	19,1	2,28
T125/B veya BE	22,83	17,9	2,43	151,0	26,2	2,57	159	25,4	2,64
T127-1/B veya BE	22,64	17,77	2,75	186,2	30,4	2,87	148	23,4	2,56
T127/B veya BE	28,64	22,48	2,47	198,4	30,9	2,63	230	36,2	2,83
T140-1/B veya BE	35,5	27,9	3,23	404	53,4	3,37	310	44,3	2,95
T140-2/B veya BE	43,44	34,1	3,47	457	68	3,24	358	51,2	2,87
T140-3/B veya BE	58,57	46	4,38	953	114,6	4,03	486	69,4	2,88

**Makine ile işlenmiş kılavuz rayların boyut ve toleransları (Ölçüler mm dir)**

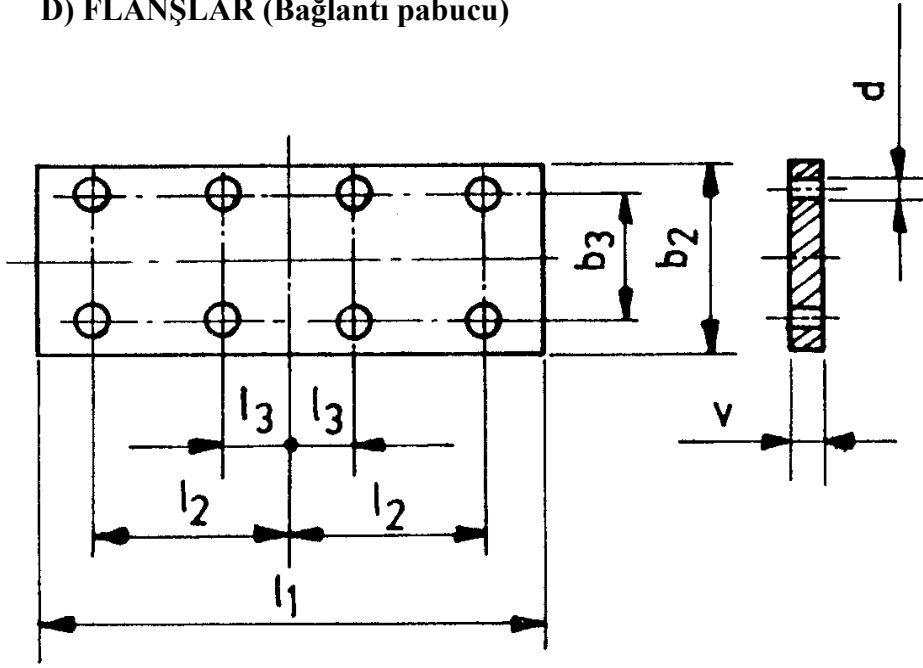
Kısa gösterilişi	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	k	n	c	f	g	rs
T75-3/B	75	62	10	30	8	9	7	3
T78/B	78	56	10	26	7	8,5	6	2,5
T89/B	89	62	16	34	10	11,1	7,9	3
T90/B	90	75	16	42	10	10	8	4
T114/B	114	89	16	38	9,5	11	8	4
T125/B veya BE	125	82	16	42	10	12	9	4
T127-1/B veya BE	127	89	16	45	10	11	8	4
T127/B veya BE	127	89	16	51	10	15,9	12,7	5
T140-1/B veya BE	140	108	19	51	12,7	15,9	12,7	5
T140-2/B veya BE	140	102	28,6	51	17,5	17,5	14,5	5
T140-3/B veya BE	140	127	31,75	57	19	25,4	17,5	5
<b>TOLERANSLAR</b>								
B Sınıf	+/-1,5	+/-0,75	+0,1 0	+3 0		+/-0,75	+/-0,75	
BE Sınıf	+/-1,5	+/-0,75	+0,05 0	+3 0		+/-0,75	+/-0,75	

**Makine ile işlenmiş kılavuz rayların boyut ve toleransları (Ölçüler mm dir)**

Kısa gösterilişi	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	u <sub>2</sub>	d	d <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	I <sub>2g</sub>	I <sub>3g</sub>	I	h
T75-3/B	3	2,95	3,5	3	13	26	43	90	30	123	61
T78/B	3	2,95	3,5	3	13	26	43	90	30	123	55
T89/B	6,4	6,37	7,14	6,35	13	26	57,2	114,3	38,1	156	61
T90/B	6,4	6,37	7,14	6,35	13	26	57,2	114,3	38,1	156	74
T114/B	6,4	6,37	7,14	6,35	17	33	70	114,3	38,1	156	88
T125/B veya BE	6,4	6,37	7,14	6,35	17	33	79,4	114,3	38,1	156	81
T127-1/B veya BE	6,4	6,37	7,14	6,35	17	33	79,4	114,3	38,1	156	88
T127/B veya BE	6,4	6,37	7,14	6,35	17	33	79,4	114,3	38,1	156	88
T140-1/B veya BE	6,4	6,37	7,14	6,35	21	40	92,1	152,4	31,8	193	107
T140-2/B veya BE	6,4	6,37	7,14	6,35	21	40	92,1	152,4	31,8	193	101
T140-3/B veya BE	6,4	6,37	7,14	6,35	21	40	92,1	152,4	31,8	193	126
<b>TOLERANSLAR</b>											
B Sınıf	+0,06 0	0 -0,06	+/-0,10	+/-0,10			+/-0,2	+/-0,2	+/-0,2	+3 0	+/-0,1
BE Sınıf	+0,03 0	0 -0,03	+/-0,10	+/-0,10			+/-0,2	+/-0,2	+/-0,2	+3 0	+/- 0,05



#### D) FLANŞLAR (Bağlantı pabucu)



Bağlantı pabucu ölçüleri ve toleransları  
(Ölçüler mm dir)

Kılavuz rayın kısa gösterilişi	d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2f</sub>	l <sub>3f</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	v <sub>min</sub>
	Toleranslar						
	9	$\begin{matrix} +3 \\ 0 \end{matrix}$	+/-0,2	+/-0,2		+/-0,2	
T45/A	9	160	65	15	50	25	8
T50/A	13	200	75	25	50	30	8
T70/A	13	250	105	25	70	42	10
T75/A	13	250	105	25	70	42	10
T75-3/B	13	240	90	30	75	43	10
T78/B	13	240	90	30	75	43	10
T82/A	13	216	81	27	80	50,8	10
T89/A-T89/B	13	305	114,3	38,1	90	57,2	13
T90/A-T90/B	17	305	114,3	38,1	90	57,2	13
T114/B	17	305	114,3	38,1	120	70	18
T125/B	17	305	114,3	38,1	130	79,4	18
T125/BE	17	305	114,3	38,1	130	79,4	28
T127-1/B	17	305	114,3	38,1	130	79,4	18
T127-1/BE	17	305	114,3	38,1	130	79,4	18
T127/B	17	305	114,3	38,1	130	79,4	18
T127/BE	21	305	114,3	38,1	130	79,4	28
T140-1/B	21	380	152,4	31,8	140	92,1	28
T140-1/BE	21	380	152,4	31,8	140	92,1	38
T140-2/B	21	380	152,4	31,8	140	92,1	28
T140-2/BE	21	380	152,4	31,8	140	92,1	38
T140-3/B veya BE	21	380	152,4	31,8	140	92,1	38

## II) HALATLAR

### A) REGÜLATÖR VE KONTROL HALATLARI

(Regülatör halatları 6mm<sup>2</sup> den az olamaz. Seal tineri de Çelik Telli, Yuvarlak Demetli 1x19

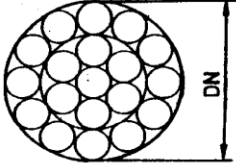
Föy-2

#### SPIRAL STEEL WIRE ROPE 1x19

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

1x19 = 1 (1+6+12)



Anma dayanımı = 1570 N/mm<sup>2</sup> (160 kgf/mm<sup>2</sup>) ve halat anma çapı DN=20 olan çıplak telli (ÇT), sağ sarımlı (z), 1x19'lik halatın gösterilişi:

"Halat 20 TS 1918/2 -ÇT 1570 z"

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
DN	Tolerans %		Anma kopma mukavemeti N/mm <sup>2</sup>							
		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		
		F <sub>t</sub>	F <sub>t</sub>		F <sub>min</sub>		F <sub>min</sub>			
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
1	+5	0,00495	0,937	95,5	1,06	107	0,825	84,0	0,930	94,5
1,5	0	0,0111	2,11	215	2,38	242	1,86	189	2,09	213
2	+4 0	0,0198	3,75	382	4,23	430	3,30	336	3,72	378
2,5		0,0310	5,86	597	6,61	671	5,15	525	5,81	591
3		0,0446	8,43	860	9,51	967	7,42	756	8,37	851
3,5		0,0650	11,5	1170	12,9	1320	10,1	1030	11,4	1160
4		0,0793	15,0	1530	16,9	1720	13,2	1340	14,9	1510
5		0,124	23,4	2390	26,4	2690	20,6	2100	23,2	2360
6		0,178	33,7	3440	38,1	3870	29,7	3030	33,5	3400
7		0,243	45,9	4680	51,8	5260	40,4	4120	45,6	4630
8		0,317	60	6110	67,6	6870	52,8	5380	59,5	6050
9		0,401	75,9	7740	85,6	8700	66,8	6810	75,3	7660
10		0,495	93,7	9550	106	10700	82,5	8400	93	9450
11		0,599	113	11600	128	13000	99,8	10200	112	11400
12		0,713	135	13800	152	15500	119	12100	134	13600
13		0,837	158	16100	179	18200	139	14200	157	16000
14	0,971	184	18700	207	21100	162	16500	182	18500	
15	1,11	211	21500	238	24200	186	18900	209	21300	
16	1,27	240	24400	271	27500	211	21500	238	24200	
17	1,43	271	27600	305	31000	238	24300	269	27300	
18	+3 0	1,61	304	30900	342	34800	267	27200	301	30600
19		1,79	338	34500	382	38800	298	30300	336	34100
20		198	375	38200	423	43000	330	33600	372	37800

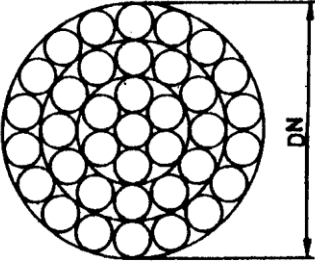
HALATLAR  
Çelik Telli, Yuvarlak Demetli  
1x37

SPIRAL STEEL WIRE ROPE 1x37

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

1x37 = 1 (1+6+12+18)



Anma dayanımı = 1570 N/mm<sup>2</sup> (160 kgf/mm<sup>2</sup>) ve halat anma çapı DN=20 olan çıplak telli (ÇT), sağ sarımlı (z), 1x37'lik halatın gösterilişi:

"Halat 20 TS 1918/3 -ÇT 1570z"

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
			Anma kopma mukavemeti N/mm <sup>2</sup>							
DN	Tolerans %		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>	
			F <sub>t</sub>		F <sub>t</sub>		F <sub>min</sub>		F <sub>min</sub>	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
3	+4 0	0,0440	8,32	8,48	9,39	964	7,24	738	8,16	830
4		0,0782	14,8	1510	16,7	1700	12,9	1310	14,5	1480
5		0,122	23,1	2360	26,1	2650	20,1	2050	22,7	2310
6		0,176	33,3	3390	37,5	3820	29	2950	32,7	3320
7		0,240	45,3	4620	51,1	5190	39,4	4020	44,4	4520
8		0,313	59,2	6030	66,8	6780	51,5	5250	58,1	5900
9		0,396	74,9	7640	84,5	8590	65,2	6640	73,5	7470
10		0,489	92,5	9430	104	10600	80,5	8200	90,7	9220
12		0,704	133	13600	150	15300	116	11800	131	13300
14		0,958	181	18500	204	20800	158	16100	178	18100
16	1,25	237	24100	267	27100	206	21000	232	23600	
18	+3 0	1,58	300	30500	338	34300	261	26600	294	29900
20		1,96	370	37700	417	42400	322	32800	363	36900
22		2,37	448	45600	505	51300	389	39700	439	44600
24		2,82	533	54300	601	61100	463	47200	522	53100
26		3,31	625	63700	705	71700	544	55400	613	62300
28		3,83	725	73900	818	83100	631	64300	711	72300
30		4,40	832	84800	939	95400	724	73800	816	83000
32		5,01	947	96500	1070	109000	824	84000	929	94400
34		5,65	1070	109000	1210	123000	930	94800	1050	107000
36		6,34	1200	122000	1350	137000	1040	106000	1180	120000

**B) ASKI HALATLARI (En az 8 mm<sup>2</sup> ve iki adet olmalıdır)**

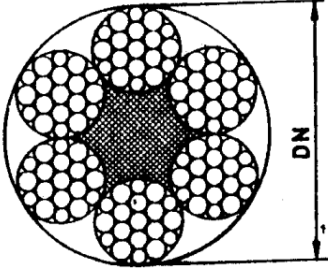
**HALATLAR**  
Çelik Telli, Yuvarlak Demetli  
6x19 SEALE

**ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 6x19 SEALE**

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

6x19 SEALE = 6 (1+9+9)



Anma dayanımı = 1570 N/mm<sup>2</sup> (160 kgf/mm<sup>2</sup>) ve halat anma çapı DN=20 olan çıplak telli (ÇT), lif özlü (LÖ) çapraz sağ sarımlı (s/Z), 6x19 Seale halatın gösterilişi :

"Halat 20 TS 1918/7 -LÖ ÇT 1570 s/Z"

**Lif özlü halatlar**

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
DN	Tolerans %		Anma kopma mukavemeti N/mm <sup>2</sup>							
			1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>	
			F <sub>t</sub>		F <sub>t</sub>		F <sub>min</sub>		F <sub>min</sub>	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
6	+6	0,134			24,5	2490			21,1	2140
7	0	0,183			33,4	3390			28,7	2920
8	+5 0	0,238	38,7	3940	43,6	4430	33,3	3390	37,5	3810
9		0,302	48,9	4990	55,2	5610	42,1	4290	47,5	4830
10		0,373	60,4	6160	68,1	6930	51,9	5300	58,6	5960
11		0,451	73,1	7450	82,4	8380	62,9	6410	70,9	7210
12		0,537	87,0	8870	98,1	99,80	74,8	7620	84,4	8580
13		0,630	102	10400	115	11700	87,7	8950	98,9	10100
14		0,730	118	12100	134	13600	101	10400	114	11700
15		0,838	136	13800	153	15600	117	11900	132	13400
16		0,954	155	15800	174	17700	133	13600	150	15300
17		1,08	175	17800	197	20000	150	15300	169	17200
18		1,21	196	19900	221	22400	169	17200	190	19300
19		1,35	218	22200	246	25000	187	19100	212	21500
20		1,49	242	24600	272	27700	208	21200	234	23800
22		1,80	292	29800	330	33500	251	25600	284	28800
24		2,15	348	35500	392	39900	299	30500	337	34300
26		2,52	408	41600	460	46800	351	35800	396	40300
28	2,92	474	48300	534	54300	408	41500	459	46700	
32	3,82	619	63100	698	71000	532	54200	597	61000	
36	4,83	783	79800	883	89800	672	68600	759	77200	

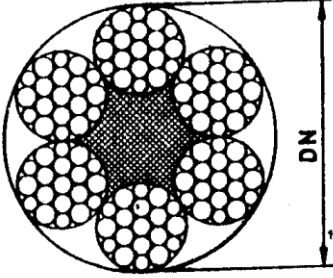
**HALATLAR**  
Çelik Telli, Yuvarlak Demetli  
6x19 SEALE

**ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 6x19 SEALE**

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

6x19 SEALE = 6 (1+9+9)



Anma dayanımı =1570 N/mm<sup>2</sup> (160 kgf/mm<sup>2</sup>) ve halat anma çapı DN= 20 olan çıplak telli (ÇT) çelik özlü (ÇÖ) çarpraz sağ sarımlı (s/Z), 6x19 Seale halatın gösterilişi

Halat 20 TS 1918/7 ÇÖ ÇT 1570 s/Z

**Çelik özlü halatlar**

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
			Anma kopma mukavemeti N/mm <sup>2</sup>							
DN	Tolerans %		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>	
			F <sub>t</sub>		F <sub>t</sub>		F <sub>min</sub>		F <sub>min</sub>	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
6	+6	0,147			28,4	2890			22,8	2310
7	0	0,201			38,7	3930			31,0	3150
8	+5 0	0,262	44,9	4570	50,6	5140	35,9	3660	40,5	4110
9		0,332	56,8	5790	64,0	6510	45,5	4630	51,2	5220
10		0,410	70,1	7150	79,0	8040	56,1	5720	63,3	6440
11		0,496	84,8	8640	95,6	9720	67,9	6920	76,5	7790
12		0,590	101	10300	114	11600	80,8	8230	91,1	9270
13		0,693	118	12100	134	13600	94,8	9670	107	10900
14		0,803	137	14000	155	15800	110	11200	124	12600
15		0,922	158	16000	178	18100	126	12900	142	14500
16		1,05	179	18300	202	20500	144	14700	162	16500
17		1,19	203	20600	228	23200	162	16500	183	18600
18		1,33	227	23100	256	26000	182	18600	205	20800
19		1,49	253	25800	285	29000	203	20600	228	23200
20		1,64	280	28500	316	32100	224	22900	253	25700
22		1,98	339	34600	382	38900	272	27600	306	31100
24		2,37	404	41200	455	46300	323	32900	364	37000
26		2,77	474	48300	534	54300	379	38700	428	43500
28	3,21	550	56000	620	63000	440	44800	496	50400	
32	4,20	718	73200	809	82400	575	58500	648	65900	
36	5,31	908	92600	1020	104000	727	74100	820	83400	

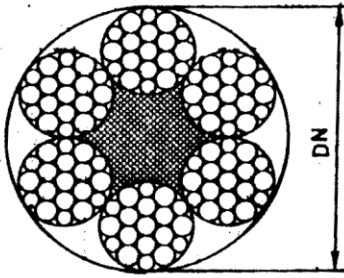
**HALATLAR**  
**Çelik Telli, Yuvarlak Demetli**  
**6x19 WARRINGTON**

**ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 6x19 WARRINGTON**

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

6x19 WARRINGTON = 6 [1+6+ (6+6)]



Anma dayanımı = 1570 N/mm<sup>2</sup> (160 kgf/mm<sup>2</sup>) ve halat anma çapı DN=20 olan çıplak telli (ÇT), lif özlü (LÖ) çapraz sağ sarımlı (s/Z), 6x19 Warrington halatın gösterilişi :

"Halat 20 TS 1918/8 -LÖ ÇT 1570 s/Z"

**Lif özlü halatlar**

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
			Anma kopma mukavemeti N/mm <sup>2</sup>							
DN	Tolerans %		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>	
			F <sub>t</sub>		F <sub>t</sub>		F <sub>min</sub>		F <sub>min</sub>	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
6	+6	0,134			24,5	2490			21,1	2140
7	0	0,183			33,4	3390			28,7	2920
8	+5 0	0,238	38,7	3940	43,6	4430	33,3	3390	37,5	3810
9		0,302	48,9	4990	55,2	5610	42,1	4290	47,5	4830
10		0,373	60,4	6160	68,1	6930	51,9	5300	58,6	5960
11		0,451	73,1	7450	82,4	8380	62,9	6410	70,9	7210
12		0,537	87,0	8870	98,1	99,80	74,8	7620	84,4	8580
13		0,630	102	10400	115	11700	87,7	8950	98,9	10100
14		0,730	118	12100	134	13600	101	10400	114	11700
15		0,838	136	13800	153	15600	117	11900	132	13400
16		0,954	155	15800	174	17700	133	13600	150	15300
17		1,08	175	17800	197	20000	150	15300	169	17200
18		1,21	196	19900	221	22400	169	17200	190	19300
19		1,35	218	22200	246	25000	187	19100	212	21500
20		1,49	242	24600	272	27700	208	21200	234	23800
22		1,80	292	29800	330	33500	251	25600	284	28800
24		2,15	348	35500	392	39900	299	30500	337	34300
26		2,52	408	41600	460	46800	351	35800	396	40300
28	2,92	474	48300	534	54300	408	41500	459	46700	
32	3,82	619	63100	698	71000	532	54200	597	61000	
36	4,83	783	79800	883	89800	672	68600	759	77200	

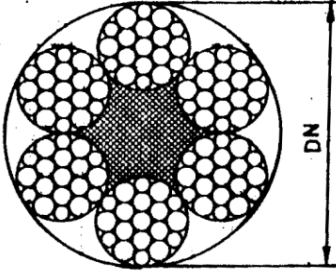
HALATLAR  
Çelik Telli, Yuvarlak Demetli  
6x19 WARRINGTON

ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 6x19 WARRINGTON

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

6x19 WARRINGTON = 6 [1+6+ (6+6)]



Anma dayanımı  $1570 \text{ N/mm}^2$  ( $160 \text{ kgf/mm}^2$ ) ve halat anma çapı  $DN=20$  olan çıplak telli (ÇT) çelik özlü (ÇÖ) çarpraz sağ sarımlı (s/Z), 6x19 Warrington halatın gösterilişi

Halat 20 TS 1918/8 ÇÖ ÇT 1570 s/Z

Çelik özlü halatlar

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
DN	Tolerans %		Anma kopma mukavemeti $\text{N/mm}^2$							
			$1570 \text{ N/mm}^2$ $160 \text{ kgf/mm}^2$		$1770 \text{ N/mm}^2$ $180 \text{ kgf/mm}^2$		$1570 \text{ N/mm}^2$ $160 \text{ kgf/mm}^2$		$1770 \text{ N/mm}^2$ $180 \text{ kgf/mm}^2$	
			$F_t$		$F_t$		$F_{min}$		$F_{min}$	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
6	+6	0,147			28,4	2890			22,8	2310
7	0	0,201			38,7	3930			31,0	3150
8	+5 0	0,262	44,9	4570	50,6	5140	35,9	3660	40,5	4110
9		0,332	56,8	5790	64,0	6510	45,5	4630	51,2	5220
10		0,410	70,1	7150	79,0	8040	56,1	5720	63,3	6440
11		0,496	84,8	8640	95,6	9720	67,9	6920	76,5	7790
12		0,590	101	10300	114	11600	80,8	8230	91,1	9270
13		0,693	118	12100	134	13600	94,8	9670	107	10900
14		0,803	137	14000	155	15800	110	11200	124	12600
15		0,922	158	16000	178	18100	126	12900	142	14500
16		1,05	179	18300	202	20500	144	14700	162	16500
17		1,19	203	20600	228	23200	162	16500	183	18600
18		1,33	227	23100	256	26000	182	18600	205	20800
19		1,49	253	25800	285	29000	203	20600	228	23200
20		1,64	280	28500	316	32100	224	22900	253	25700
22		1,98	339	34600	382	38900	272	27600	306	31100
24	2,37	404	41200	455	46300	323	32900	364	37000	
26	2,77	474	48300	534	54300	379	38700	428	43500	
28	3,21	550	56000	620	63000	440	44800	496	50400	
32	4,20	718	73200	809	82400	575	58500	648	65900	
36	5,31	908	92600	1020	104000	727	74100	820	83400	

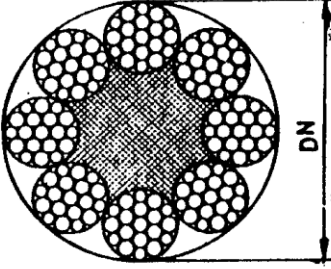
**HALATLAR**  
**Çelik Telli, Yuvarlak Demetli**  
**8x19 SEALE**

**ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 8x19 SEALE**

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

8x19 SEALE = 8 (1+9+9)



Lif özlü halatlar (LÖ)

Anma dayanımı = 1570 N/mm<sup>2</sup> (160 kgf/mm<sup>2</sup>) ve halat anma çapı DN=20 olan çıplak telli (ÇT), lif özlü (LÖ) çapraz sağ sarımlı (s/Z), 8x19'luk Seale halatın halatın gösterilişi :

"Halat 20 TS 1918/18 -LÖ ÇT 1570 s/Z"

**Lif özlü halatlar**

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
			Anma kopma mukavemeti N/mm <sup>2</sup>							
DN	Tolerans %		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>	
			F <sub>t</sub>		F <sub>t</sub>		F <sub>min</sub>		F <sub>min</sub>	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
10	+5 0	0,348	53,6	5470	60,5	6150	45,1	4590	50,8	5170
11		0,422	64,9	6610	73,2	7440	54,5	5560	61,5	6250
12		0,502	77,2	7870	87,1	8850	64,9	6610	73,2	7440
13		0,589	90,7	9240	102	10400	76,1	7760	85,9	8730
14		0,683	105	10700	119	12100	88,8	9000	99,6	10100
15		0,784	121	12300	136	13800	101	10300	114	11600
16		0,892	137	14000	155	15700	115	11800	130	13200
17		1,01	155	15800	175	17800	130	13300	147	14900
18		1,13	174	17700	196	19900	146	14900	165	16700
19		1,26	194	19700	218	22200	163	16600	183	18600
20		1,39	215	21900	242	24600	180	18400	203	20700
22		1,69	260	26500	293	29800	218	22200	246	25000
24		2,01	309	31500	348	35400	260	26400	293	29800
26		2,36	363	36900	409	41600	305	31000	343	34900
28		2,73	421	42900	474	48200	353	36000	398	40500
32		3,57	549	56000	619	63000	461	47000	520	52900
36	4,52	695	70800	784	79700	584	59500	658	66900	
40	5,57	858	87500	968	98400	721	73500	813	82600	
44	6,75	1040	106000	1170	119000	872	88900	983	100000	



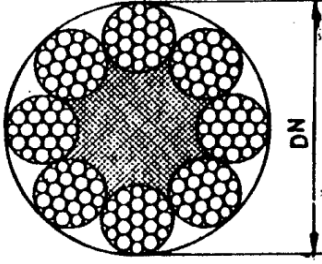
**HALATLAR**  
**Çelik Telli, Yuvarlak Demetli**  
**8x19 SEALE**

**ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 8x19 SEALE**

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

8x19 SEALE = 8 (1+9+9)



Lif özlü halatlar (LÖ)

Anma dayanımı  $1570 \text{ N/mm}^2$  ( $160 \text{ kgf/mm}^2$ ) ve halat anma çapı  $DN=20$  olan çıplak telli (ÇT) çelik özlü (ÇÖ) çarpraz sağ sarımlı (s/Z), 8x19 Seale halatın gösterilişi

Halat 20 TS 1918/18 ÇÖ ÇT 1570 s/Z

**Çelik özlü halatlar**

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
			Anma kopma mukavemeti $\text{N/mm}^2$							
DN	Tolerans %		$1570 \text{ N/mm}^2$ $160 \text{ kgf/mm}^2$		$1770 \text{ N/mm}^2$ $180 \text{ kgf/mm}^2$		$1570 \text{ N/mm}^2$ $160 \text{ kgf/mm}^2$		$1770 \text{ N/mm}^2$ $180 \text{ kgf/mm}^2$	
			$F_t$		$F_t$		$F_{\min}$		$F_{\min}$	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
10	+5 0	0,425	70,8	722079,8	79+,8	8120	53,2	5420	59,9	6100
11		0,514	85,7	8730	96,6	9820	64,3	6560	72,5	7380
12		0,612	102	10400	115	11700	76,6	7800	86,3	8780
13		0,719	120	12200	135	13700	89,8	9160	101	10300
14		0,833	139	14100	156	15900	104	10600	117	11900
15		0,957	159	16200	180	18300	120	12200	135	13700
16		1,09	181	18500	204	20800	136	13900	153	15600
17		1,23	205	20900	231	23500	154	15700	173	17600
18		1,38	229	23400	259	26300	172	17600	194	19800
19		1,53	256	26000	288	29300	192	19600	216	22000
20		1,70	283	28900	319	32500	213	21700	240	24400
22		2,06	343	34900	386	39300	257	26200	290	29500
24		2,45	408	41600	460	46800	306	31200	345	35100
26		2,87	479	48800	540	54900	359	36600	405	41200
28		3,33	555	56600	626	63600	417	42500	470	47800
32		4,35	725	73900	817	83100	544	55500	614	62400
36	5,51	918	93500	1030	105000	689	70200	777	79000	
40	6,80	1130	115000	1280	130000	851	86700	959	97500	
44	8,23	1370	140000	1550	157000	1030	105000	1160	118000	

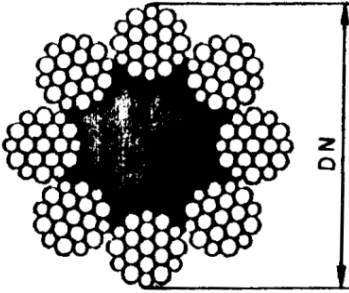
**HALATLAR**  
Çelik Telli, Yuvarlak Demetli  
8x19 WARRINGTON

**ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 8x19 WARRINGTON**

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

8x19 WARRINGTON = 8 [1+6+ (6+6)]



Anma dayanımı = 1570 N/mm<sup>2</sup> (160 kgf/mm<sup>2</sup>) ve halat anma çapı DN=20 olan çıplak telli (ÇT), lif özlü (LÖ) çapraz sağ sarımlı (s/Z), 8x19'luk Warrington halatın gösterilişi :

"Halat 20 TS 1918/19 -LÖ ÇT 1570 s/Z"

Lif özlü halatlar

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
			Anma kopma mukavemeti N/mm <sup>2</sup>							
DN	Tolerans %		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>	
			F <sub>t</sub>		F <sub>t</sub>		F <sub>min</sub>		F <sub>min</sub>	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
10	+5 0	0,348	53,6	5470	60,3	6150	45,0	4590	50,7	5170
11		0,422	64,8	6610	72,9	7440	54,5	5560	61,2	6250
12		0,502	77,1	7870	86,7	8850	64,8	6610	72,9	7440
13		0,589	90,6	9240	101,9	10400	76,0	7760	85,6	8730
14		0,683	104,9	10700	118,6	12100	88,2	9000	99,0	10100
15		0,784	120,6	12300	135,3	13800	101,0	10300	113,7	11600
16		0,892	137,2	14000	153,9	15700	115,7	11800	129,4	13200
17		1,01	154,9	15800	174,5	17800	130,4	13300	146,1	14900
18		1,13	173,5	17700	195,1	19900	146,1	14900	163,7	16700
19		1,26	193,1	19700	217,7	22200	162,7	16600	182,4	18600
20		1,39	214,7	21900	241,2	24600	180,4	18400	202,9	20700
22		1,69	259,8	26500	292,2	29800	217,7	22200	245,1	25000
24		2,01	308,9	31500	347,1	35400	241,2	26400	283,4	29800
26		2,36	361,8	36900	407,9	41600	304,0	31000	342,2	34900
28		2,73	420,7	42900	472,6	48200	353,0	36000	397,1	40500
32		3,57	549,1	56000	617,8	63000	460,9	47000	518,7	52900
36	4,52	694,3	70800	781,5	79700	583,4	59500	656,0	66900	
40	5,57	858,0	87500	964,9	98400	720,7	73500	810,0	82600	
44	6,75	1039,5	106000	1166,9	119000	871,8	88900	980,6	100000	

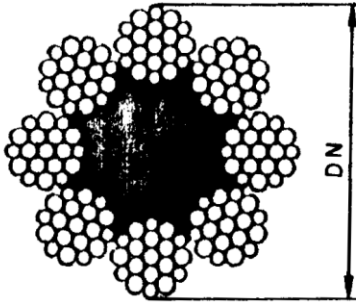
**HALATLAR**  
**Çelik Telli, Yuvarlak Demetli**  
**8x19 WARRINGTON**

**ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 8x19 WARRINGTON**

Ölçüler mm'dir.

Belirtilmeyen hususlarda imalatçı serbesttir.

8x19 WARRINGTON = 8 [1+6+ (6+6)]



Anma dayanımı 1570 N/mm<sup>2</sup> (160 kgf/mm<sup>2</sup>) ve halat anma çapı DN= 20 olan çıplak telli (ÇT) çelik özlü (ÇÖ) çarpaz sağ sarımlı (s/Z) , 8x19 Warrington halatın gösterilişi

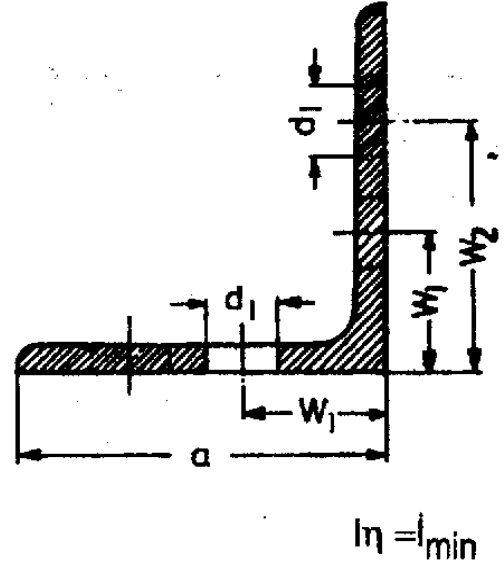
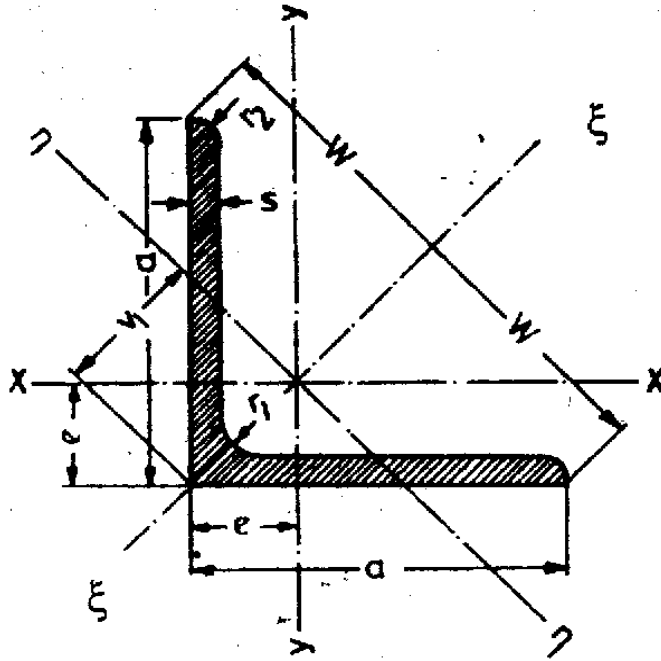
Halat 20 TS 1918/19 ÇÖ ÇT 1570 s/Z

**Çelik özlü halatlar**

HALAT ANMA ÇAPI		Birim kütle A Kg/m	Teorik kopma kuvveti				En küçük kopma kuvveti			
			Anma kopma mukavemeti N/mm <sup>2</sup>							
DN	Tolerans %		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>		1570 N/mm <sup>2</sup> 160 kgf/mm <sup>2</sup>		1770 N/mm <sup>2</sup> 180 kgf/mm <sup>2</sup>	
			F <sub>t</sub>		F <sub>t</sub>		F <sub>min</sub>		F <sub>min</sub>	
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf
10	+5 0	0,425	70,8	722079,8	79,7	8120	53,2	5420	59,8	6100
11		0,514	85,6	8730	96,3	9820	64,4	6560	72,4	7380
12		0,612	102,0	10400	114,7	11700	76,5	7800	86,1	8780
13		0,719	119,7	12200	134,4	13700	89,9	9160	101,0	10300
14		0,833	138,3	14100	155,9	15900	104,0	10600	116,7	11900
15		0,957	158,9	16200	179,5	18300	119,7	12200	134,4	13700
16		1,09	181,5	18500	204,0	20800	136,3	13900	153,0	15600
17		1,23	205,0	20900	230,5	23500	154,0	15700	172,6	17600
18		1,38	229,5	23400	257,9	26300	172,6	17600	194,2	19800
19		1,53	255,0	26000	287,3	29300	192,2	19600	215,8	22000
20		1,70	283,4	28900	318,7	32500	212,8	21700	239,3	24400
22		2,06	342,3	34900	385,4	39300	256,9	26200	289,3	29500
24		2,45	408,0	41600	459,0	46800	306,9	31200	344,2	35100
26		2,87	478,6	48800	538,4	54900	358,9	36600	404,0	41200
28		3,33	555,1	56600	623,7	63600	416,8	42500	468,8	47800
32		4,35	724,7	73900	814,9	83100	544,3	55500	612,0	62400
36		5,51	916,9	93500	1029,7	105000	688,4	70200	774,7	79000
40		6,80	1117,8	115000	1274,9	130000	850,3	86700	956,2	97500
44	8,23	1373,0	140000	1539,7	157000	1029,7	105000	1157,2	118000	

### III) ÇEŞİTLİ ÇELİK MALZEMELERİN ÖZELLİKLERİ VE BİRİMLER

#### EŞKENAR L PROFİL (KÖŞEBENT)

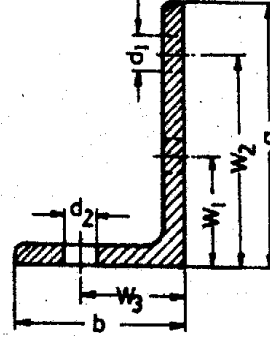
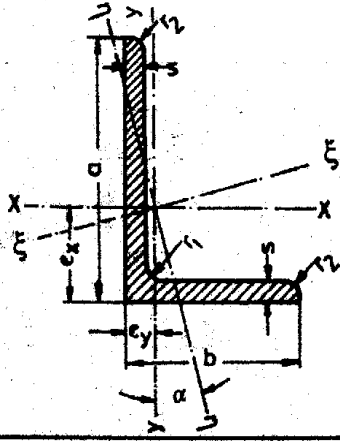


Ölçüler - mm				F	G	Eksen Aralıkları			Ana Eksenler						Yanak Delikleri DIN 997			
a	s	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>						x-x = y-y		ξ - ξ		η-η		d <sub>1</sub>	w <sub>1</sub>		
				cm <sup>2</sup>	kg/m	e	w	v <sub>1</sub>	I <sub>x</sub> =I <sub>y</sub>	W <sub>x</sub> =W <sub>y</sub>	I <sub>x</sub> =I <sub>y</sub>	I <sub>ξ</sub>	I <sub>ξ</sub>	I <sub>η</sub>	W <sub>η</sub>	I <sub>η</sub>	d <sub>1</sub>	w <sub>1</sub>
				cm	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	mm	mm
Yuvarlatılmış kenarlı eşkenar köşebent (sıcak haddelenmiş) DIN 1028																		
20 x 3*)	3.5	2	1.12	0.88	0.60	1.41	0.85	0.39	0.28	0.59	0.62	0.74	0.15	0.18	0.37	4.3	12	
25 x 3*)	3.5	2	1.42	1.12	0.73	1.77	1.03	0.79	0.45	0.75	1.27	0.95	0.31	0.30	0.47	6.4	15	
4			1.85	1.45	0.76		1.08	1.01	0.58	0.74	1.61	0.93	0.40	0.37	0.47			
30 x 3*)	5	2.5	1.74	1.36	0.84	2.12	1.18	1.41	0.65	0.90	2.24	1.14	0.57	0.48	0.57	8.4	17	
4			2.27	1.78	0.89		1.24	1.81	0.86	0.89	2.85	1.12	0.76	0.61	0.58			
(5)			2.78	2.18	0.92		1.30	2.16	1.04	0.88	3.41	1.11	0.91	0.70	0.57			
35 x 4*)	5	2.5	2.67	2.10	1.00	2.47	1.41	2.96	1.18	1.05	4.68	1.33	1.24	0.88	0.68	11	18	
5			3.28	2.57	1.04		1.47	3.56	1.45	1.04	5.63	1.31	1.49	1.01	0.67			
40 x 4*)	6	3	3.08	2.42	1.12	2.83	1.58	4.48	1.56	1.21	7.09	1.52	1.86	1.18	0.78	11	22	
5			3.79	2.97	1.16		1.64	5.43	1.91	1.20	8.64	1.51	2.22	1.35	0.77			
45 x 4	7	3.5	3.49	2.74	1.23	3.18	1.75	6.43	1.97	1.36	10.2	1.71	2.68	1.53	0.88	13	25	
5*)			4.30	3.38	1.28		1.81	7.83	2.43	1.35	12.4	1.70	3.25	1.80	0.87			
50 x 5*)	7	3.5	4.80	3.77	1.40	3.54	1.98	1.10	3.05	1.51	17.4	1.90	4.59	2.32	0.98	13	30	
6			5.69	4.47	1.45		2.04	1.28	3.61	1.50	20.4	1.89	5.24	2.57	0.96			
7			6.56	5.15	1.49		2.11	1.46	4.15	1.49	23.1	1.88	6.02	2.85	0.96			
(55 x 6)	8	4	6.31	4.95	1.56	3.89	2.21	1.73	4.40	1.66	27.4	2.08	7.24	3.28	1.07	17	30	
60 x 5	8	4	5.82	4.57	1.64	4.24	2.32	1.94	4.45	1.82	30.7	2.30	8.03	3.46	1.17	17	35	
6*)			6.91	5.42	1.69		2.39	2.28	5.29	1.82	36.1	2.29	9.43	3.95	1.17			
8			9.03	7.09	1.77		2.50	2.91	6.88	1.80	46.1	2.26	12.1	4.84	1.16			
65 x 7	9	4.5	8.70	6.83	1.85	4.60	2.62	3.34	7.18	1.96	53.0	2.47	13.8	5.27	1.26	21	35	

\*) Tercih edilen kalınlık

Ölçüler - mm				F	G	Eksen Aralıkları			Ana Eksenler						Yanak Delikleri DIN 997				
a	s	R <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			x-x = y-y			ξ - ξ		η-η			d <sub>1</sub>	w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>			
L						e	w	v <sub>1</sub>	I <sub>x</sub> = I <sub>y</sub>	W <sub>x</sub> = W <sub>y</sub>	I <sub>x</sub> = I <sub>y</sub>	I <sub>ξ</sub>	I <sub>ξ</sub>				I <sub>η</sub>	W <sub>η</sub>	I <sub>η</sub>
		cm	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	mm	mm	mm				
Yuvarlatılmış kenarlı eşkenar köşebent (sıcak haddelenmiş) DIN 1028																			
70 x (6) 7*) 9		9	4.5	8.13	6.38	1.93	4.95	2.73	36.9	7.27	2.13	58.5	2.68	15.3	5.60	1.37	21	40	-
75 x 7 8		10	5	10.1	7.94	2.09	5.30	2.95	52.4	9.67	2.28	83.6	2.88	21.1	7.15	1.45	23	40	-
80 x 6 8*) 10		10	5	9.35	7.34	2.17	5.66	3.07	5.58	9.57	2.44	88.5	3.08	23.1	7.54	1.57	23	45	-
90 x 7 9*)		11	5.5	12.2	9.61	2.45	6.36	3.47	92.6	14.1	2.75	147	3.46	38.3	11.0	1.77	25	50	-
100 x 8 10*) 12		12	6	15.5	12.2	2.74	7.07	3.87	145	19.9	3.06	230	3.85	59.9	15.5	1.96	25	55	-
110x10*)		12	6	21.2	16.6	3.07	7.78	4.34	239	30.1	3.36	379	4.23	98.6	22.7	2.16	25	45	70
120 x 10 (11) 12*)		13	6.5	23.2	18.2	3.31	8.49	4.69	313	36.0	3.67	497	4.63	129	27.5	2.36	25	50	80
130 x 12		14	7	30.0	23.6	3.64	9.19	5.15	472	50.4	3.97	750	5.00	194	37.7	2.54	25	50	90
140 x 13		15	7.5	35.0	27.5	3.92	9.90	5.54	638	63.3	4.27	1010	5.38	262	47.3	2.74	28	55	95
150 x 12 (14) 15*)		16	8	34.8	27.3	4.12	10.6	5.83	737	67.7	4.60	1170	5.80	303	52.0	2.95	28	60	105
160 x 15		17	8.5	46.1	36.2	4.49	11.3	6.35	1100	95.6	4.88	1750	6.15	453	71.3	3.14	28	60	115
180 x 16 18*)		19	9	55.4	43.5	5.02	12.7	7.11	1680	130	5.51	2690	6.96	679	95.5	3.50	28	60	135
200 x 16 (18) 20*) 24		18	9	61.8	48.5	5.52	14.1	7.81	2341	162	6.16	3722	7.76	960	122	3.94	28	65	150
L		Yuvarlatılmış kenarlı eşkenar köşebent (sıcak haddelenmiş) NORM DIŞI																	
200 x 22 26 30		18	9	83.5	65.6	5.76	14.1	8.14	3094	217	6.09	4913	7.67	1276	156	3.91	28	65	150
250 x 18 20 22		20	10	87.2	68.4	5.76	17.7	9.67	5213	287	7.73	8294	9.75	2132	220	4.95	28	70	200
24 26 28		20	10	115	90.0	7.08	17.7	10.0	6732	376	7.66	10703	9.66	2761	276	4.91	28	70	200

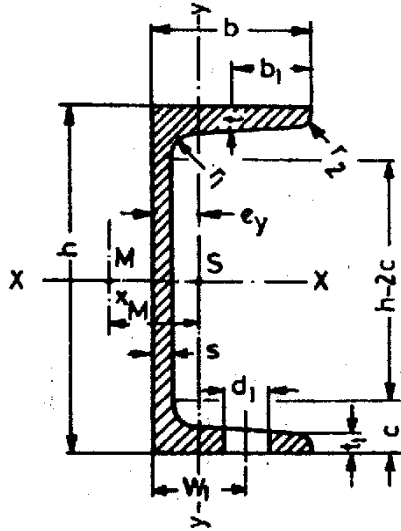
## ÇEŞİTKENAR L PROFİL (TOPAL KÖŞEBENT)



Ölçüler - mm			r1		r2		F		G		Ana Eksenler										Yanak Delikleri DIN 997							
											η-η		x - x			y - y			ξ - ξ		η-η		d1	d2	w1	w3		
a	b	s	cm	kg/m	ex	ey	tan α	lx	wx	ly	wy	ly	lx	wx	ly	wy	lx	wx	ly	wy	lx	wx					ly	wy
<b>Yuvarlatılmış kenarlı çeşitkenar köşebent (sıcak haddelenmiş) DIN 1028</b>																												
30 x 20 x 3		3.5		2		1.42	1.11	0.99	0.50	0.43 1	1.25	0.62	0.94	0.44	0.29	0.56	1.43	1.00	0.25	0.42	8.4	4.3	17	12				
4						1.85	1.45	1.03	0.54	0.42 3	1.59	0.81	0.93	0.55	0.38	0.55	1.81	0.99	0.33	0.42								
40 x 20 x 3		3.5		2		1.72	1.35	1.43	0.44	0.25 9	2.79	1.08	1.27	0.47	0.30	0.52	2.96	1.31	0.30	0.42	11	4.3	22	12				
4						2.25	1.77	1.47	0.48	0.25 2	3.58	1.42	1.26	0.60	0.39	0.52	3.79	1.30	0.38	0.42								
(40 x 25 x 4)		4		2		2.40	1.93	1.36	0.62	0.38 1	3.89	1.47	1.26	1.16	0.62	0.69	4.35	1.33	0.70	0.53	11	6.4	22	15				
45 x 30 x 3		4.5		2		2.19	1.72	1.43	0.70	0.43 6	4.47	1.46	1.43	1.60	0.70	0.86	5.15	1.53	0.93	0.85	13	8.4	30	17				
4						2.87	2.25	1.48	0.74	0.43 6	5.78	1.91	1.42	2.05	0.91	0.85	6.65	1.52	1.18	0.64								
5						3.53	2.77	1.52	0.78	0.43 0	6.99	2.35	1.41	2.47	1.11	0.84	8.02	1.51	1.44	0.64								
50 x 30 x 4		4.5		2		3.07	2.41	1.68	0.70	0.35 6	7.71	2.33	1.59	2.09	0.91	0.82	8.53	1.67	1.27	0.64	13	8.4	30	17				
5						3.78	2.95	1.73	0.74	0.35 3	9.41	2.88	1.58	2.54	1.12	0.82	1.04	1.66	1.56	0.64								
50 x 40 x (4)		4		2		3.46	2.71	1.52	1.03	0.62 9	8.54	2.47	1.57	4.86	1.64	1.19	1.09	1.78	2.46	0.84	13	11	30	22				
5						4.27	3.35	1.58	1.07	0.52 5	10.4	3.02	1.56	5.89	2.01	1.18	1.33	1.76	3.02	0.84								
60 x 30 x 5		6		3		4.29	3.37	2.15	0.68	0.25 6	15.6	4.04	1.90	2.60	1.12	0.78	16.5	1.96	1.69	0.63	17	8.4	35	17				
60 x 40 x 5		6		3		4.79	3.76	1.96	0.97	0.43 7	17.2	4.25	1.89	6.11	2.02	1.13	19.8	2.03	3.50	0.86	17	11	35	22				
6						5.68	4.46	2.00	1.01	0.43 3	20.1	5.03	1.88	7.12	2.38	1.12	23.1	2.02	4.12	0.85								
(7)						6.55	5.14	2.04	1.05	0.42 8	23.0	5.78	1.87	8.07	2.74	1.11	26.3	2.00	4.73	0.85								
65 x 50 x 5		6		3		5.54	4.35	1.99	1.25	0.58 3	23.1	5.11	2.04	11.9	3.18	1.47	28.8	2.28	8.21	1.06	21	13	35	30				
(7)						7.60	5.97	2.07	1.33	0.57 4	31.0	6.99	2.02	15.8	4.31	1.44	38.4	2.25	8.37	1.05								
(9)						9.58	7.52	2.15	1.41	0.56 7	36.2	8.77	2.08	19.4	5.39	1.42	47.0	2.22	10.5	1.05								
70 x 50 x 6		6		3		6.88	5.40	2.24	1.25	0.49 7	33.5	7.04	2.21	14.3	3.81	1.44	39.9	2.41	7.94	1.07	21	13	40	30				
75 x 50 x 7		6.5		3.5		8.30	6.51	2.48	1.25	0.43 3	46.4	9.24	2.36	16.5	4.39	1.41	53.3	2.53	9.58	1.07	23	13	40	30				
(9)						10.5	8.23	2.56	1.32	0.42 7	57.4	11.6	2.34	20.2	5.49	1.39	65.7	2.50	1.9	1.07								

75 x 55 x 5	(7)	7	3.5	6.30	4.95	2.31	1.33	$\frac{0.53}{0}$	35.5	6.84	2.37	16.2	3.89	1.60	43.1	2.61	8.68	1.17	23	17		40	30			
				8.66	6.80	2.40	1.41	$\frac{0.52}{5}$	47.9	9.39	2.35	21.8	5.32	1.59	57.9	2.59	11.8	1.17		17	13					
(9)				10.9	8.59	2.47	1.48	$\frac{0.51}{8}$	59.4	11.8	2.33	26.8	6.68	1.57	71.3	2.55	14.8	1.16								
80 x 40 x 6	8	7	3.5	6.89	5.41	2.85	0.88	$\frac{0.25}{9}$	44.9	8.73	2.55	7.59	2.44	1.05	47.6	2.63	4.90	0.84	23	11		45	22			
				9.01	7.07	2.94	0.95	$\frac{0.25}{3}$	57.6	11.4	2.53	9.68	3.18	1.04	60.9	2.60	6.41	0.84								
80 x 60 x 7	8	4	9.38	7.36	2.51	1.52	$\frac{0.54}{8}$	59.0	10.7	2.51	28.4	6.34	1.74	72.0	2.77	15.4	1.28	23	17		45	35				
80 x 65 x 8	(10)	8	4	11.0	8.66	2.47	1.73	$\frac{0.64}{5}$	68.1	12.3	2.49	40.1	8.41	1.91	88.0	2.82	20.3	1.36	23	21		45	35			
				13.6	10.7	2.55	1.81	$\frac{0.64}{0}$	82.2	15.1	2.46	48.3	10.3	1.89	106	2.79	24.8	1.35		21	17					
90 x 60 x 6	8	7	3.5	8.69	6.32	2.89	1.41	$\frac{0.44}{2}$	71.7	11.7	2.87	25.8	5.61	1.72	82.8	3.09	14.6	1.30	25	17		50	35			
				11.4	8.96	2.97	1.46	$\frac{0.43}{7}$	92.5	15.4	2.85	33.0	7.31	1.70	107	3.06	19.0	1.29								
100 x 50 x 6	8	9	4.5	8.73	6.35	3.49	1.04	$\frac{0.28}{3}$	89.7	13.8	3.20	15.3	3.86	1.32	95.2	3.30	9.78	1.06	25	13		55	30			
				11.5	8.99	3.59	1.13	$\frac{0.25}{8}$	116	18.0	3.18	19.5	5.04	1.31	123	3.28	12.6	1.05		13**)						
(10)				14.1	11.1	3.67	1.20	$\frac{0.25}{2}$	141	22.2	3.16	23.4	6.17	1.12	149	3.25	12.5	1.04								
100 x 65 x 7	(11)	10	5	11.2	8.77	3.23	1.51	$\frac{0.41}{9}$	113	16.8	3.17	37.6	7.54	1.84	128	3.39	21.6	1.39	25	23		55	35			
				14.2	11.1	3.32	1.59	$\frac{0.41}{5}$	141	21.0	3.15	46.7	9.52	1.82	160	3.36	27.2	1.39		21	17					
(11)				17.1	13.4	3.40	1.67	$\frac{0.41}{0}$	167	25.3	3.13	55.1	11.4	1.80	190	3.34	32.6	1.38		17*						
100 x 75 x (7)	(11)	10	5	11.9	9.32	3.06	1.83	$\frac{0.55}{3}$	118	17.0	3.15	56.9	10.0	2.19	145	3.49	30.1	1.59	25	23		55	40			
				15.1	11.8	3.15	1.91	$\frac{0.54}{9}$	148	21.5	3.13	71.0	12.7	2.17	181	3.47	37.8	1.59		23	21					
(11)				18.2	14.3	3.23	1.98	$\frac{0.54}{5}$	176	25.9	3.11	84.0	15.3	2.15	214	3.44	45.4	1.58								
120 x 80 x 8	10	11	5.5	15.5	12.2	3.83	1.87	$\frac{0.44}{1}$	226	27.6	3.82	80.8	13.2	2.29	281	4.10	45.8	1.72	25	23		50	80	45		
				19.1	15.0	3.92	1.95	$\frac{0.43}{8}$	276	34.1	3.80	98.1	16.2	2.27	318	4.07	56.1	1.71								
(12)				22.7	17.8	4.00	2.03	$\frac{0.43}{3}$	323	40.4	3.77	114	19.1	2.25	371	4.04	66.1	1.71								
130 x 65 x 8	(12)	11	5.5	15.1	11.9	4.55	1.37	$\frac{0.26}{3}$	263	31.1	4.17	44.8	8.72	1.72	260	4.31	28.6	1.38	25	21	17	50	90	36		
				18.6	14.6	4.65	1.45	$\frac{0.25}{8}$	321	38.4	4.15	54.2	10.7	1.71	340	4.27	35.0	1.37							35	36
(12)				22.1	17.3	4.74	1.53	$\frac{0.25}{5}$	376	45.5	4.12	63.0	12.7	1.69	397	4.24	41.2	1.37							17*	38
(130 x 90 x12)	12	6	25.1	19.7	4.24	2.26	$\frac{0.46}{8}$	420	48.0	4.09	165	24.4	2.56	492	4.43	92.6	1.92	25	25		50	90	50			
150 x 75 x 9	11	10.5	5.5	19.5	15.3	5.28	1.57	$\frac{0.26}{5}$	455	46.8	4.83	78.3	13.2	2.00	484	4.98	50.0	1.80	28	23		60	105	40		
				23.6	18.6	5.37	1.65	$\frac{0.26}{1}$	545	58.6	4.80	93.0	15.9	1.98	578	4.95	59.8	1.59		23	21					
150 x 100 x 10	(14)	13	6.5	24.2	19.0	4.80	2.34	$\frac{0.44}{2}$	552	54.1	4.78	1.96	25.8	2.86	637	5.13	112	2.15	28	25	80	105	55			
				26.7	22.6	4.89	2.42	$\frac{0.43}{9}$	850	64.2	4.76	232	30.6	2.84	749	5.10	132	2.15								
(14)				33.2	26.1	4.97	2.50	$\frac{0.43}{5}$	744	74.1	4.73	264	35.2	2.82	856	5.07	152	2.14								
(160 x 80 x 12)	13	6.5	27.5	21.6	21.6	5.72	1.77	$\frac{0.25}{8}$	720	70.0	5.11	122	19.6	763	5.26	78.9	1.69	28	23		60	115	45			
180 x 90 x 10	(12)	14	7	26.2	20.5	20.6	6.26	1.85	$\frac{0.26}{2}$	880	75.1	5.80	151	21.2	934	5.97	97.4	1.93	28	25	80	135	50			
				31.2	24.5	24.5	6.37	1.93	$\frac{0.26}{1}$	1040	89.3	5.77	177	25.1	1100	5.94	114	1.92								
200 x 100 x 10	12	15	7.5	29.2	23.0	6.93	2.01	$\frac{0.26}{6}$	1220	83.2	6.48	210	26.3	2.68	1300	6.36	133	2.14	28	25	65	150	55			
				34.8	27.3	7.03	2.10	$\frac{0.26}{4}$	1440	111	6.43	247	31.3	2.67	1530	6.66	158	2.13								
(14)				40.3	31.6	7.12	2.18	$\frac{0.26}{2}$	1650	128	6.41	282	36.1	2.65	1760	6.60	181	2.12								

# U Profil



Flanş iç yüzey eğimi  
 $h \leq 300$  ise % 8  
 $h > 300$  ise % 5

$$h \leq 300 \text{ ise } b_1 = \frac{b}{2}$$

$$h < 300 \text{ ise } b_1 = \frac{b-2}{2}$$

$e_y$  = Ağırlık eksenini aralığı  
 $x_M$  = Ağırlık merkezi ile kayma merkezi arasındaki uzunluk

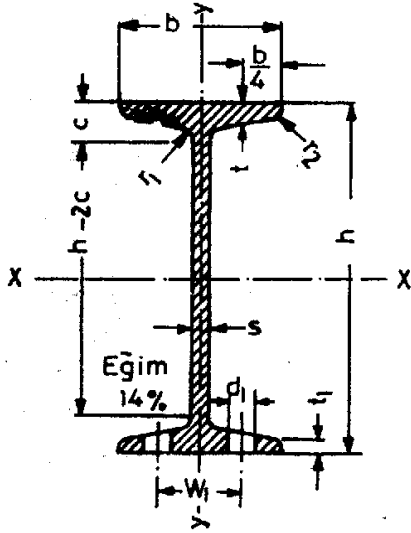
$t_1$  = Flanş ucundaki köşe yuvarlağının başladığı noktadaki flanş kalınlığı

										Flanş iç yüzey eğimi											
Ölçüler – mm									F cm <sup>2</sup>	G kg/m	Ana Eksenler						$e_y$ cm	$x_M$ cm	$s_x$ cm	Flanş Delikleri DIN 997	
											x - x			y - y						$J_x$ cm <sup>4</sup>	$W_x$ cm <sup>3</sup>
U	h	b	s	$t=r_1$	$r_2$	c	$h-2c$	$t_1$	$J_x$ cm <sup>4</sup>	$W_x$ cm <sup>3</sup>	$I_x$ cm	$J_y$ cm <sup>4</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$I_y$ cm	cm	cm	cm	mm	mm		
<b>Yuvarlatılmış kenarlı U – profili (Sıcak haddelenmiş) DIN 1026</b>																					
30x15	30	15	4	4.5	2	9	12	-	2.21	1.74	2.53	1.69	1.07	0.38	0.39	0.42	0.52	0.74	-	4.3	10
30	30	33	5	7	3.5	14.5	1	-	5.44	4.27	6.39	4.28	1.08	5.33	2.68	0.99	1.31	2.2	-	8.4	20
40x20	40	20	5	5.5	2.5	11	18	-	3.66	2.87	7.58	3.79	1.44	1.14	0.86	0.56	0.67	1.01	-	6.4	11
40	40	35	5	7	3.5	14.5	11	-	6.21	4.87	14.1	7.05	1.50	6.68	3.08	1.04	1.33	2.32	-	8.4	20
50x25	50	25	5	6	3	12.5	25	-	4.92	3.86	16.8	6.73	1.85	2.49	1.48	0.71	0.81	1.34	-	8.4	16
50	50	38	5	7	3.5	15	20	-	7.12	5.59	26.4	10.6	1.92	9.12	3.75	1.13	1.37	2.47	-	11	20
60	60	30	6	6	3	12.5	35	-	6.46	5.07	31.6	10.5	2.21	4.51	2.16	0.84	0.91	1.50	-	8.4	18
65	65	42	5.5	7.5	4	16	33	5.8	9.03	7.09	57.5	17.7	2.52	14.1	5.07	1.25	1.42	2.60	-	11	25
80	80	45	6	8	4	17	47	6.2	11.0	8.64	106	26.5	3.10	19.4	6.36	1.33	1.45	2.67	6.65	13**)	25
100	100	50	6	8.5	4.5	18	64	6.5	13.5	10.6	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47	1.55	2.93	8.42	13	30
120	120	55	7	9	4.5	19	82	6.8	17.0	13.4	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59	1.60	3.03	10.0	17   13	30
140	140	60	7	10	5	21	97	7.6	20.4	16.0	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75	1.75	3.37	11.8	17	35
160	160	65	7.5	10.5	5.5	2.5	116	7.9	24.0	18.8	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89	1.84	3.56	13.3	21   17	35
180	180	70	8	11	5.5	23.5	133	8.2	28.0	2.0	1350	150	6.95	114	22.4	2.02	1.92	3.75	15.1	21	40
20	20	75	8.5	11.5	6	24.5	151	8.5	32.3	25.3	1910	191	7.70	148	27.0	2.14	2.01	3.94	16.8	21   23	40
220	220	80	9	12.5	6.5	26.5	166	9.3	37.4	29.4	2690	245	8.48	197	33.6	2.30	2.14	4.20	18.5	23	45
240	240	85	9.5	13	6.5	28	185	9.6	42.3	33.2	360	300	9.2	248	39.4	2.42	2.23	4.39	20.1	25   23	45
260	260	90	10	14	7	30	201	10.4	48.3	37.9	4820	371	9.99	317	47.7	2.56	2.36	4.66	21.8	25	50
280	280	95	10	15	7.5	32	216	11.2	53.3	41.8	6280	448	10.9	399	57.2	2.74	2.53	5.02	23.6	25	50
300	300	100	10	16	8	34	232	12	58.8	46.2	8060	535	11.7	495	67.8	2.90	2.70	5.41	25.4	28	55
320	320	100	14	17.5	8.7	37	247	15.4	75.8	59.5	10870	679	12.1	597	80.6	2.81	2.60	4.82	26.3	28	58
350	350	100	14	16	8	34	283	13.8	7.3	60.6	12840	734	12.9	570	75.0	2.72	2.40	4.45	28.6	28	58
380	380	102	13.5	16	8	33.5	313	14.4	80.4	63.1	15760	829	14.0	615	78.7	2.77	2.38	4.58	31.1	28	60
400	400	110	14	18	9	38	325	15.6	91.5	71.8	20350	1020	14.9	846	102	3.04	31.1	5.11	32.9	29	60

\*\* ) HV bağlantılarında kullanılan civata burada kullanılmaz.32.9



# I Profil



F = Kesit alanı  
 G = Birim ağırlık  
 J = Atalet momenti  
 W = Mukavemet momenti

$$J = \sqrt{\frac{J}{F}} = \text{Atalet yarıçapı}$$

$S_x = x$  - eksenine göre yarı kesitin statik momenti

$$s_x = \frac{J_x}{S_x} = \text{İç kuvvet moment kolu}$$

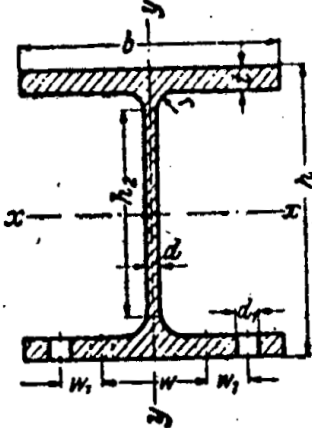
$t_1$  = Flanş ucundaki köşe yuvarlağının başladığı noktadaki flanş kalınlığı

Eğme eksenine göre alınmıştır

I	Ölçüler – mm								F cm <sup>2</sup>	G kg/m	Ana Eksenler						S <sub>y</sub> cm	Flanş Delikleri DIN 997	
	h	b	s r <sub>1</sub>	t	r <sub>2</sub>	c	h-2c	T <sub>1</sub>			x - x			y - y				d <sub>1</sub> mm	w <sub>1</sub> m
											J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm	J <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm			
Flanş iç yüzeyleri eğik Dar Flanşlı I profilleri I Serisi, sıcak haddelenmiş DIN 1025 Bölüm 1																			
80	80	42	3.9	5.9	2.3	10.5	59	4.4	7.57	5.94	77.8	19.5	3.20	6.29	3.00	0.91	6.84	6.4	22
100	100	50	4.5	6.8	2.7	12.5	75	5.0	10.6	8.34	171	34.2	4.01	12.2	4.88	1.07	8.57	6.4	28
120	120	58	5.1	7.7	3.1	14	92	5.7	14.2	11.1	328	54.7	4.81	21.5	7.41	1.23	10.3	8.4	32
140	140	66	5.7	8.6	3.4	15.5	109	6.3	18.2	14.3	573	81.9	5.61	35.2	10.7	1.40	12.0	11	34
160	160	74	6.3	9.5	3.8	17.5	125	6.9	22.8	17.9	935	117	6.40	54.7	14.8	1.55	13.7	11	40
180	180	82	6.9	10.4	4.1	19	142	7.5	27.9	21.9	1450	161	7.20	81.3	19.8	1.71	15.5	13**)	44
200	200	90	7.5	11.3	4.5	20.5	159	8.2	33.4	26.2	2140	214	8.00	117	26.0	1.87	17.2	13	48
220	220	98	8.1	12.2	4.9	2	176	8.8	39.5	31.1	3060	278	8.80	162	33.1	2.02	18.9	13	52
240	240	106	8.7	13.1	5.2	24	192	9.4	46.1	36.2	4250	354	9.59	21	41.7	2.20	20.6	17   13	56
260	260	113	9.4	14.1	5.6	26	208	10.2	53.3	41.9	5740	442	10.4	288	51.0	2.32	2.3	17	60
280	280	119	10.1	15.2	6.1	27.5	225	11.0	61.0	47.9	7590	542	11.1	364	62.1	2.45	24.0	17	60
300	300	125	10.8	16.2	6.5	29.5	241	11.8	69.0	54.2	9800	653	11.9	451	72.2	2.56	25.7	21   17	64
320	320	131	11.5	17.3	6.9	31	258	12.7	77.7	61.0	12510	782	12.7	555	84.7	2.67	27.4	21   17	70
340	340	137	12.2	18.3	7.3	33	274	13.5	86.7	68.0	15700	923	13.5	674	96.4	2.80	29.1	21	74
360	360	143	13.0	19.5	7.8	35	290	14.5	97.0	76.1	19610	1090	14.2	818	114	2.90	30.7	23   21	76
380	380	149	13.7	20.5	8.2	37	306	15.3	107	84.0	24010	1260	15.0	975	131	3.02	32.4	23   21	82
400	400	155	14.4	21.6	8.6	38.5	323	16.2	118	92.4	29210	1460	15.7	1160	149	3.13	34.1	23	86
425	425	163	15.3	23.0	9.2	41	343	-	132	104	36970	1740	16.7	1440	176	3.30	36.2	25   23	88
450	450	170	16.2	24.3	9.7	43.5	363	18.4	147	115	45850	2040	17.7	1730	203	3.43	38.4	25   23	94
475	475	178	17.1	25.6	10.3	45.5	384	-	163	128	56480	2380	18.6	2090	235	3.60	40.4	28   25	96   100
500	500	185	18.0	27.0	10.8	48	404	20.5	179	141	68740	2750	19.6	2480	268	3.72	42.4	28	100
550	550	200	19.0	30.0	11.9	52.5	445	-	212	166	99180	3610	21.6	3490	349	4.02	46.8	28	110
600	600	215	21.6	32.4	13.0	57.5	485	-	254	199	139000	4630	23.4	4670	434	4.30	50.9	28	120

\*\* ) HV bağlantılarında kullanılan civata burada kullanılmaz.

# IP Profil



$b=h$  I P 30 dan küçükler  
 $b=309$  mm I P 30 dan büyükler

		B = h I P 30 dan küçükler için																
		B = 309 mm I P 30 dan büyükler için																
I P	Ölçüler mm						F cm <sup>2</sup>	G kg/m	Eğilme eksenleri için						Flanş delikleri için			Gösterilişi
	h	b	d	t	r	h <sub>2</sub>			x - x			y - y			DIN 995 (Nisan 1927)			
									J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	w <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	J <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	w <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	d <sub>1</sub> mm	w mm	w <sub>1</sub> mm	
I P	Geniş ve paralel flanşlı I çeliği, DIN 1025, yaprak ( 2 Temmuz 1940*)																I P	
<b>(10)</b>	100	100	6.5	10	10	60	26.1	20.5	447	89.3	4.14	167	33.4	2.53	17	54	-	(10)
<b>12</b>	120	120	8	11	11	76	34.6	27.2	852	142	4.96	276	46.0	2.82	17	64	-	12
<b>14</b>	140	140	8	12	12	85	44.1	34.6	1520	217	5.87	550	78.6	3.53	20	80	-	14
<b>18</b>	180	180	9	14	14	120	65.8	51.6	3830	426	7.63	1360	151	4.55	26	100	-	18
<b>20</b>	200	200	10	16	15	140	82.7	64.9	5950	595	8.48	2140	214	5.08	26	110	-	20
<b>22</b>	220	220	10	16	15	160	91.1	71.5	8050	732	9.37	2840	258	5.59	26	120	-	22
<b>24</b>	240	240	11	18	17	170	111	87.4	11690	974	10.3	4150	346	6.11	26	90	35	24
<b>26</b>	260	260	11	18	17	190	121	94.8	15050	1160	11.2	5280		6.61	26	100	40	26
<b>28</b>	280	280	12	20	18	200	144	113	20720	1480	12.0	7320	523	7.14	26	110	45	28
<b>30</b>	300	300	12	20	18	220	154	121	25760	1720	12.9	9010	600	7.65	26	120	50	30
<b>32</b>	320	300	13	22	20	230	171	135	32250	2020	13.7	9910	661	7.60	26	120	50	32
<b>34</b>	340	300	13	22	20	250	174	137	36940	2170	14.5	9910	661	7.55	26	120	50	34
<b>36</b>	360	300	14	24	21	270	192	150	45120	2510	15.3	10810	721	7.51	26	120	50	36
<b>38</b>	380	300	14	24	21	290	194	153	50950	2680	16.2	10810	721	7.46	26	120	50	38
<b>40</b>	400	300	14	26	21	300	209	164	60640	3030	17.0	11710	781	7.49	26	120	50	40
<b>42 ½</b>	425	300	14	26	21	330	212	166	69480	3270	18.1	11710	781	7.43	26	120	50	42 ½
<b>45</b>	450	300	15	28	23	350	232	182	81220	3740	19.0	12620	841	7.38	26	120	50	45
<b>47 ½</b>	475	300	15	28	23	370	235	185	95120	4010	20.1	12620	841	7.32	26	120	50	47 ½
<b>50</b>	500	300	16	30	24	390	255	200	113200	4530	21.0	13530	902	7.28	26	120	50	50
<b>55</b>	550	300	16	30	24	440	263	207	140300	5100	23.1	13530	902	7.17	26	120	50	55
<b>60</b>	600	300	17	32	26	480	289	227	180800	6030	25.0	14440	962	7.07	26	120	50	60
<b>65</b>	650	300	17	32	26	530	297	234	216800	6670	27.0	14440	962	6.97	26	120	50	65
<b>70</b>	700	300	18	34	27	580	324	254	270300	7720	28.9	15350	1020	6.88	26	120	50	70
<b>(75)</b>	750	300	18	34	27	630	333	261	316300	8430	30.8	15350	1020	6.79	26	120	50	(75)
<b>80</b>	800	300	18	34	27	680	342	268	366400	9160	32.7	15350	1020	6.70	26	120	50	80
<b>90</b>	900	300	19	36	30	770	381	299	506000	11250	36.4	16270	1080	6.53	26	120	50	90
<b>(95)</b>	950	300	19	36	30	820	391	307	573000	12060	38.3	16270	1080	6.45	26	120	50	(95)
<b>100</b>	1000	300	19	36	30	870	400	314	644700	12900	40.1	16280	1080	6.37	26	120	50	100

Parantez içindeki değerler mümkünse kullanılmalıdır.

## SAC LEVHA ÖLÇÜLERİ ve KARAKTERİSTİKLERİ

### 4.75 mm. KALINLIĞINA KADAR Kİ ÇELİK LEVHA AĞIRLIKLARI

(Orta ve ince levhalar) DIN 1451/42 (Orta Saç : 3 ÷ 4.75 mm kalınlık , İnce Saç = 3 mm'den aşağı kalınlıkta)												
NUMARASI	KALINLIK	1 M <sup>2</sup> NİN AĞIRLIĞI	LEVHA ÖLÇÜLERİ MM.			NUMARASI	KALINLIK	1 M <sup>2</sup> NİN AĞIRLIĞI	LEVHA ÖLÇÜLERİ MM.			
			1000	1250	1500				800	1000	1250	1500
			2000	2500	3000				1600	2000	2500	3000
MM	KG	Kg	Kg	Kg	mm	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
3	4.5	36	72	112 ½	162	15	1.5	12	15.36	24	37 ½	54
4	4.25	34	68	106 ¼	153	16	1.375	11	14.08	22	34 ½	-
5	4.	32	64	100	144	17	1.25	10	12.8	20	31 ¼	-
6	3.75	30	60	93 ¾	135	18	1.13	9	11.52	18	28	-
7	3.5	28	56	87 ½	126	19	1	8	10.24	16	25	-
8	3.25	26	52	81 ¼	117	20	0.875	7	8.96	14	21 ¾	-
9	3	24	48	75	108	21	0.75	6	7.68	12	18 ¾	-
10	2.75	22	44	68 ¾	99	22	0.625	5	6.40	10	15 ½	-
11	2.5	20	40	62 ½	90	23	0.562	4 ½	5.76	9	14	-
12	2.25	18	36	56 ¼	81	24	0.50	4	5.12	8	12 ½	-
13	2.0	16	32	50	72	25	0.438	3 ½	4.48	7	-	-
14	1.75	14	28	43 ¾	63	26	0.375	3	3.84	6	-	-

YUKARIDAKİ AĞIRLIKLAR GALVANİZLENMİŞ KURŞUNLANMIŞ VEYA KALAYLANMIŞ LEVHALAR İÇİNDE GEÇERLİDİR.

### KALIN ÇELİK LEVHA AĞIRLIKLARI

5 mm ve daha kalın (Kaba levha DIN 1543) kg												
Kaba Saç					Baklavali Saç							
Kalınlık	1 m <sup>2</sup> nin ağırlığı	Levha Ölçüleri(mm)			Ölçüler mm	Kalınlığına göre levha ağırlıkları (kg)						
		1000	1250	1500		4	5	6	7	8	10	
mm	kg	kg	kg	kg	4	5	6	7	8	10		
5	40	80	125	180	800 x 1600	48	58	68	78	-	-	
6	48	96	150	216		76	95	112	124	138	172	
7	56	112	175	252		120	150	175	195	220	-	
8	64	128	200	288		171	207	241	-	315	387	
10	80	160	250	360	1000 x 2000							
12	96	192	300	432	1250 x 2500							
14	112	224	350	504	1500 x 3000							
15	120	240	375	540								
16	128	256	400	576								
18	144	288	450	648								
20	160	320	500	720								
22	176	352	550	792								
25	200	400	625	900								
30	240	480	750	1080								
40	320	640	1000	1440								

Kalınlık 1 m<sup>2</sup> nin ağırlığı

Yumrulu Saç										
4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	mm
32	42	50	57	65	73	80	87	93	113	kg

# BİRİMLER

Enerji, iş ve ısı birimleri	J	Kwh <sup>1</sup>	Kgf.m	KCal	Erg	Psh	Hph	Btu	Ft.lbf	l atm
1 J (jul)=N.m=W.s 1 KWh (Kilowatsaat) 1 Kgf.m (Kilogram kuvvet.mt) 1 Kcal (Kilo kalori) 1 Erg 1 Psh (Metrikbeygircü saat) 1 Hph (Beygircüsaat) Btu (Ing. Isı birimi) Ft. lbf (Foot libre kuvvet) l.atm (Litre atmosfer)	1 3.6·10 <sup>6</sup> 9.80665 4186.8 10 <sup>-7</sup> 2.648·10 <sup>6</sup> 2.6845·10 <sup>6</sup> 1055.06 1.35582 101.33	2.778·10 <sup>-7</sup> 1 2.724·10 <sup>-6</sup> 0.001163 2.778·10 <sup>-14</sup> 0.735499 0.7457 2.931·10 <sup>-4</sup> 3.76617·10 <sup>-7</sup> 2.815·10 <sup>-5</sup>	0.101972 3.671·10 <sup>5</sup> 1 426.939 1.0197·10 <sup>8</sup> 270.000 2.7375·10 <sup>5</sup> 107.586 0.138255 10.333	2.388·10 <sup>-4</sup> 859.845 0.002342 1 2.388·10 <sup>-11</sup> 632.41 641.186 0.251996 3.23832·10 <sup>-4</sup> 0.02420	10 <sup>7</sup> 3.6·10 <sup>13</sup> 9.80665·10 <sup>7</sup> 4187·10 <sup>7</sup> 1 2.648·10 <sup>13</sup> 2.6845·10 <sup>13</sup> 1055·10 <sup>7</sup> 1.35582·10 <sup>7</sup> 101.33·10 <sup>7</sup>	3.777·10 <sup>-7</sup> 1.35962 3.70370·10 <sup>-6</sup> 0.001581 3.777·10 <sup>-14</sup> 1 1.0139 3.985·10 <sup>-4</sup> 5.12056·10 <sup>-7</sup> 3.827·10 <sup>-5</sup>	3.725·10 <sup>-4</sup> 1.34102 3.653·10 <sup>-6</sup> 0.001560 3.725·10 <sup>-4</sup> 0.986320 1 3.930·10 <sup>-4</sup> 5.05051·10 <sup>-7</sup> 3.775·10 <sup>-5</sup>	9.478·10 <sup>-4</sup> 3412.14 0.009297 3.96832 9.478·10 <sup>-11</sup> 2509.62 2544.43 1 0.001285 0.09604	0.737561 2.65522·10 <sup>6</sup> 7.233 3088.02 7.376·10 <sup>-8</sup> 1.95291·10 <sup>6</sup> 1.98·10 <sup>6</sup> 778.168 1 74.74	0.009869 35528 0.09678 41.32 9.869·10 <sup>6</sup> 26131 26439 10.41 0.01338 1

\* (IT Kalori) 1 Cal = 4.1868 J [Milletlerarası kalori]

\* (Thermochem) 1 Cal = 4.1840 J [Isı kimyası kalorisi]

GÜÇ	kgf.m/s	Kw	Kcal/s	erg/s	PS	Hp	Ft.lb/s	Ft.lb/min	Btu/s	Btu/min
1 kgf.m/s Kilogram kuvvet mt/sn 1 Kw (Kilowat) 1 KCal/s (Kilokalori/sn) 1 Erg/s (Erg/sn) 1 PS (Metrikbeygircü) 1 HP (Beygircü) 1 Ft.lb/s (Font libre kuvvet/sn) 1 Ft.lb/min (Font libre kuvvet/dakika) Btu/s (Ing. Isı birimi/sn) Btu/min (Ing. Isı birimi/dakika)	1 101.972 426.9 1.020 x 10 <sup>-8</sup> 75 76.0402 0.138255 2.305 x 10 <sup>-3</sup> 107.586 1.793	0.009807 1 4.1868 10 <sup>-10</sup> 0.735499 0.7457 0.001356 2.260 x 10 <sup>-5</sup> 1.06505 0.01758	0.002342 0.238846 1 2.388 x 10 <sup>-11</sup> 0.175671 0.1781 3.238 x 10 <sup>-4</sup> 5.396 x 10 <sup>-6</sup> 0.251993 4.2 x 10 <sup>-3</sup>	9.807 x 10 <sup>7</sup> 10 <sup>10</sup> 4187 x 10 <sup>7</sup> 1 7.355 x 10 <sup>9</sup> 7.457 x 10 <sup>9</sup> 1.356 x 10 <sup>7</sup> 2.259 x 10 <sup>5</sup> 1055 x 10 <sup>7</sup> 1.758 x 10 <sup>6</sup>	0.013333 1.35962 5.692 1.360 x 10 <sup>-10</sup> 1 1.01387 0.001843 3.072 x 10 <sup>-5</sup> 1.4345 0.02390	0.0131509 1.34102 5.614 1.341 x 10 <sup>-10</sup> 1 1 0.001818 3.030 x 10 <sup>-5</sup> 1.4149 0.02357	7.23301 737.562 3088.05 7.376 x 10 <sup>-8</sup> 542.476 550 1 4.670 x 10 <sup>4</sup> 778.0	433.98 185280 4.426 x 10 <sup>4</sup> 4.426 x 10 <sup>-8</sup> 3.255 x 10 <sup>6</sup> 3.3 x 10 <sup>4</sup> 60 1 1	0.009295 0.94781 3.96832 9.481 x 10 <sup>-11</sup> 0.69712 0.70679 0.001285 2.141 x 10 <sup>-5</sup> 1 0.01667	0.5577 56.89 238.08 5.689x10 <sup>-9</sup> 41.83 42.41 0.07712 1.285x10 <sup>-3</sup> 60 1

1 Poncelet = 100 kgf.m/s

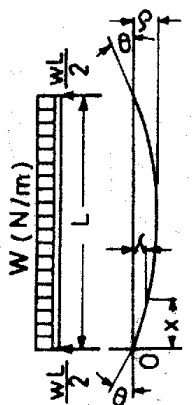
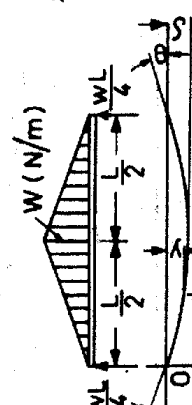
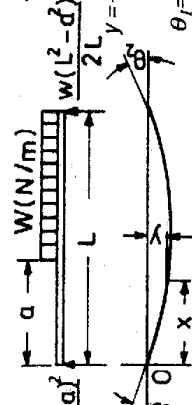
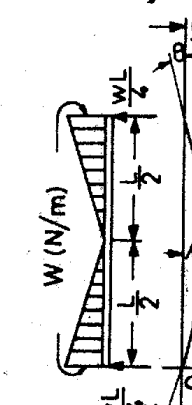
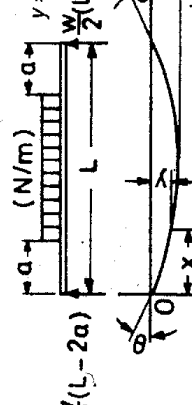
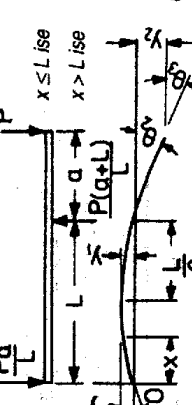
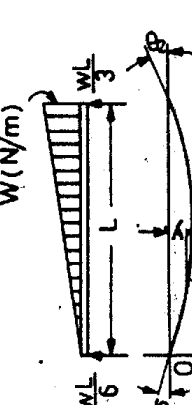
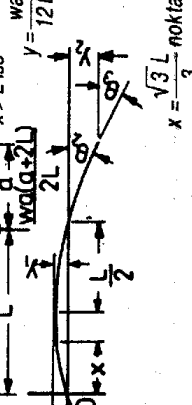
BASINÇ	atm Atmosfer	at kg/cm <sup>2</sup>	psi lbf/in <sup>2</sup>	Torr mm Hg	Bar	Paskal N/m <sup>2</sup>
1 atm (Normal Atmosfer) o C'de 760mm Cıvanın ağırlığı 1 at (Metrik Atmosfer) 1 Psi 1 Torr 1 Bar=10 <sup>6</sup> Dyn/cm <sup>2</sup>	1 0.967841 0.0680460 1.31579·10 <sup>-3</sup> 0.986923	1.03323 1 0.0703070 1.35951·10 <sup>-3</sup> 1.01972	14.6559 14.2233 1 0.0193368 14.5038	760 735.559 51.7149 1 750.062	1.013250 0.980685 0.0689476 1.33322·10 <sup>-3</sup> 1	101325 98066.5 6895 133.32 10 <sup>5</sup>

## BİRİMLERİN AS ve ÜS KATLARINA GÖRE ALDIKLARI ÖN TAKILAR

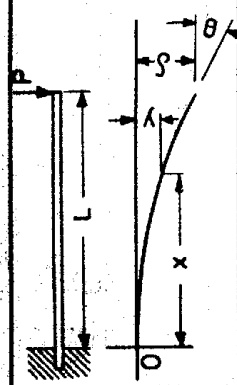
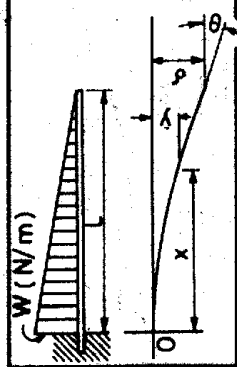
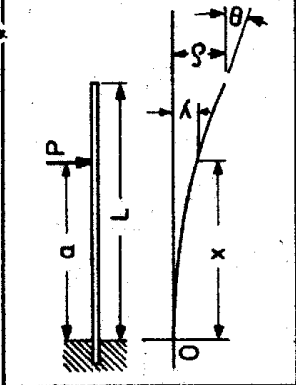
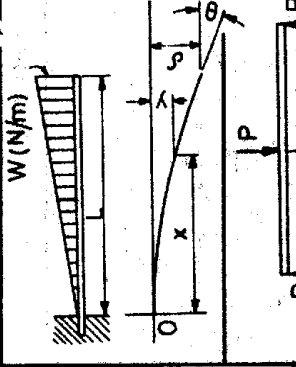
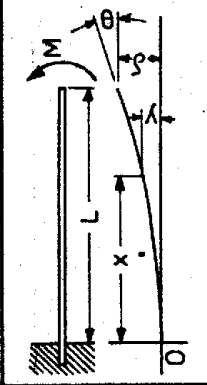
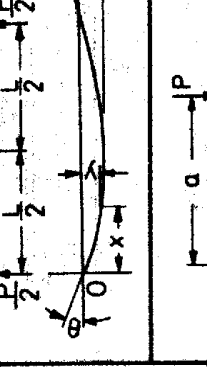
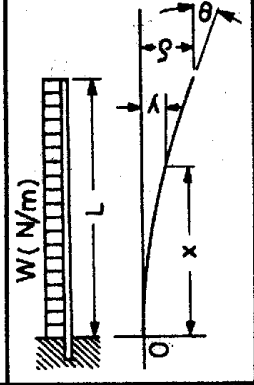
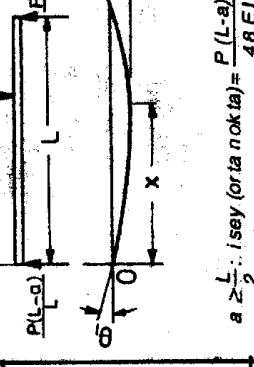
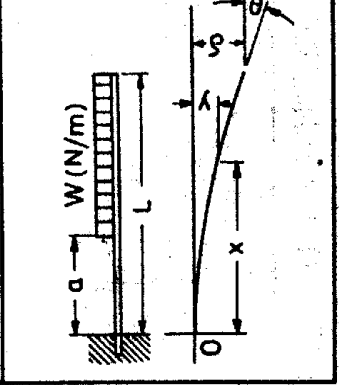
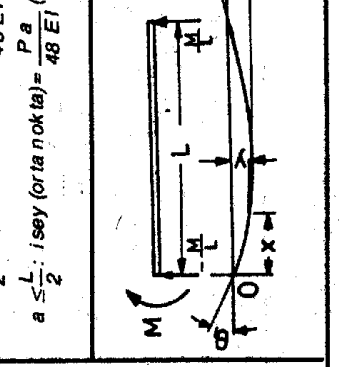
"10 <sub>n</sub> un katları	Ön takı	Ön takı işaretleri
10 <sup>13</sup>	Exa	E
10 <sup>15</sup>	Peta	P
10 <sup>12</sup>	Tera	T
10 <sup>9</sup>	Giga	G
10 <sup>6</sup>	Mega	M
10 <sup>3</sup>	Kilo	k
10 <sup>2</sup>	Hekto	h
10	Deka	da
10 <sup>-1</sup>	Desi	d
10 <sup>-2</sup>	Santi	c
10 <sup>-3</sup>	Mili	m
10 <sup>-6</sup>	Mikro	μ
10 <sup>-9</sup>	Nano	n
10 <sup>-12</sup>	Piko	p
10 <sup>-15</sup>	Femto	f

KUVVET	Birim Anafizi	N	Dyn	kgf	lbf	Poundal
1 Newton (N) = kg.m/s <sup>2</sup> MKS Sistem 1 DIN (Dyn) = gr.cn/sn <sup>2</sup> Metrik Mutlak Sistem CGS 1 Kilogram kuvvet(kgf)=kg.9.80665m/sn <sup>2</sup> Metrik (Teknik) Yercekimi Sistemi 1 Libre kuvvet (lbf) = lb.32.174 l/sn <sup>2</sup> Ing Teknik yercekimi sistemi 1 Poundal = lb. ft/sn <sup>2</sup> Ing Mutlak dinamik sistemi	1 10 <sup>5</sup> 10 <sup>5</sup> 9.80665 4.4480 0.1383	1 1 1 980665 444805 13825	10 <sup>5</sup> 1 1 980665 444805 13825	0.101972 1.01972·10 <sup>-6</sup> 1 0.4536 0.0141	0.224809 2.24809·10 <sup>-8</sup> 1 2.20462 1 0.03108	7233 7.233·10 <sup>-5</sup> 70.93 32.17 1

BAZI ORTAK KESİTLERİN ÖZELLİKLERİ

 $y = \frac{Wx}{24EI} (L^3 - 2Lx^2 + x^3)$ $\theta = \frac{WL^3}{24EI}$ $\delta = \frac{5WL^4}{384EI}$	 $x \leq L/2 \text{ ise } y = \frac{Wx}{960EI} (5L^2 - 2x^2)$ $\theta = \frac{5WL^3}{192EI}$ $\delta = \frac{WL^4}{120EI}$
 $x \leq a \text{ ise } y = \frac{W(L-a)^2 x}{24EI} (L^2 + 2aL - a^2 - 2x^2)$ $x > a \text{ ise } y = \frac{W(L-a)^2}{24EI} [x - a]^4$ $\theta_1 = \frac{W(L-a)^2}{24EI} (L^2 + 2aL - a^2)$ $\theta_2 = \frac{W}{24EI} (L-a)^2$ $a \leq \frac{L}{2} \text{ ise } y(\text{orta nokta}) = \frac{384EI}{5L^4 - 12aL^2 + 8a^3}$ $a \geq \frac{L}{2} \text{ ise } y(\text{orta nokta}) = \frac{w(L-a)^2}{96EI} (L^2 + 4aL - 2a^2)$	 $x \leq L/2 \text{ ise } y = \frac{Wx}{960EI} (15L^4 - 40L^2 x^2 + 40Lx^3 - 16x^4)$ $\theta = \frac{WL^3}{64EI}$ $\delta = \frac{3WL^4}{640EI}$
 $x \leq a \text{ ise } y = \frac{Wx(L-2a)}{24EI} (L^2 + 2aL - 2a^2 - 2x^2)$ $a < x < L/2 \text{ ise } y = \frac{Wx(L-2a)}{24EI} (L^2 + 2aL - 2a^2 - 2x^2) + \frac{W}{24EI} [x-a]^4$ $\theta = \frac{W(L-2a)}{24EI} (L^2 + 2aL - 2a^2)$ $\delta = \frac{W(L^2 - 4a^2)}{384EI} (5L^2 - 4a^2)$	 $y = \frac{Pax}{6EI} (L^2 - x^2)$ $y = \frac{Pax}{6EI} (L-x)^2 + \frac{P(a+L)}{6EI} [x-L]^3$ $\theta_1 = \frac{PaL}{6EI} \theta_2 = \frac{3EI}{PaL} \theta_3 = \frac{Pa}{6EI} (2L+3a)$ $x = \frac{\sqrt{3}L}{3} \text{ noktasında } \delta = \frac{\sqrt{3}PaL^2}{27EI} \quad y_1 = \frac{PaL^2}{16EI} \quad y_2 = \frac{Pa^2}{3EI} (a+L)$
 $y = \frac{Wx(L-x)^2}{360EI} (7L^2 - 3x^2)$ $\theta_1 = \frac{7WL^3}{360EI} \quad \theta_2 = \frac{WL^3}{45EI}$ $y(\text{orta nokta}) = \frac{5WL^4}{768EI}$	 $y = \frac{Wax^2}{12EI} (L-x)$ $y = \frac{Wax^2}{12EI} + \frac{W x-L ^3}{24EI} [2a(2L+a) - L(x-L)]$ $\theta_1 = \frac{WaL}{12EI} \quad \theta_2 = \frac{WaL}{6EI} \quad \theta_3 = \frac{Wa^2}{6EI} (L+a)$ $x = \frac{\sqrt{3}L}{3} \text{ noktasında } \delta = \frac{\sqrt{3}WaL^2}{54EI} \quad y_1 = \frac{WaL^2}{32EI} \quad y_2 = \frac{Wa^3}{24EI} (4L+3a)$

# BAZI ORTAK KESİTLERİN ÖZELLİKLERİ

 $y = \frac{Px^2}{6EI} (3L-x)$ $\theta = \frac{PL}{2EI}$ $\delta = \frac{PL^3}{3EI}$	 $y = \frac{W}{120EI} [(L-x)^5 + 5Lx - L^5]$ $\theta = \frac{WL^3}{24EI}$ $\delta = \frac{WL^4}{30EI}$
 $x \leq a \text{ ise } y = \frac{Px^2}{6EI} (3a-x)$ $x > a \text{ ise } y = \frac{Px^2}{6EI} (3a-x) + \frac{P}{6EI} (x-a)^3$ $\theta = \frac{Pa}{2EI}$ $\delta = \frac{Pa^2}{6EI} (3L-a)$	 $y = \frac{Wx^2}{120EI} (x^3 - 10Lx^2 + 20L^3)$ $\theta = \frac{WL^3}{8EI}$ $\delta = \frac{11WL^4}{120EI}$
 $y = \frac{Mx}{2EI}$ $\theta = \frac{ML}{EI}$ $\delta = \frac{ML}{2EI}$	 $x \leq \frac{L}{2} \text{ ise } y = \frac{P}{48EI} (3Lx - 4x^3)$ $\theta = \frac{PL^2}{16EI}$ $\delta = \frac{PL^3}{48EI}$
 $y = \frac{Wx^2}{24EI} (x^2 + 6L - 4Lx)$ $\theta = \frac{WL^3}{6EI}$ $\delta = \frac{WL^4}{8EI}$	 $x \leq a \text{ ise } y = \frac{P(L-a)x}{6EI} [a(2L-a) - x^2]$ $x > a \text{ ise } y = \frac{P(L-a)x}{6EI} [a(2L-a) - x^2] + \frac{P}{6EI} (x-a)^3$ $\theta_1 = \frac{Pa}{6EI} (L-a) \quad \theta_2 = \frac{Pa}{6EI} (L^2 - a^2)$ $a \geq \frac{L}{2} : y _{x=\frac{L}{2}} = \frac{P(L-a)}{48EI} (8aL - L^2 - 4a^2)$ $a \leq \frac{L}{2} : y _{x=\frac{L}{2}} = \frac{Pa}{48EI} (3L^2 - 4a^2)$ $a \geq \frac{L}{2} : \text{isey (orta nokta)} = \frac{P(L-a)}{48EI} (8aL - L^2 - 4a^2)$ $a \leq \frac{L}{2} : \text{isey (orta nokta)} = \frac{Pa}{48EI} (3L^2 - 4a^2)$
 $x \leq a \text{ ise } y = \frac{w(L-a)x^2}{12EI} [3(L+a) - 2x]$ $x > a \text{ ise } y = \frac{w(L-a)x^2}{12EI} [3(L+a) - 2x] + 2\frac{w}{24EI} (x-a)^4$ $\theta = \frac{w}{6EI} (L^3 - a^3)$ $\delta = \frac{w}{24EI} (3L^4 - 4a^3 + a)$	 $y = \frac{Mx}{6EI} (L-x)(2L-x)$ $\theta = \frac{ML}{3EI} \quad \theta_2 = \frac{ML}{6EI}$ $\delta = \frac{\sqrt{3}ML^2}{27EI} \quad y \text{ (orta nokta)} = \frac{ML^2}{16EI}$