

2009 Kasım

www.guven-kutay.ch

MUKAVEMET DEĞERLERİ

EMNİYET DEĞERLERİ

05-3

M. Güven KUTAY

İÇİNDEKİLER

3.	HESAPLARDA EMNİYET	3.1
3.1.	Genel.....	3.1
3.2.	Gerekli emniyet katsayısı.....	3.2
3.2.1.	Yükleme periyodu diyagramı ve yüklem eğrisi diyagramı.....	3.2
3.3.	Kopma karşılaştırmasında emniyet katsayısı.....	3.5
3.3.1.	Statik yüklemde emniyet katsayısı.....	3.5
3.3.2.	Dinamik yüklemde emniyet katsayısı	3.6
3.3.3.	Deformasyonda emniyet katsayısı	3.8
3.3.4.	Stabilitede (flambajda) emniyet katsayısı.....	3.8
3.3.5.	Malzemenin emniyetli mukavemet değeri.....	3.9
4.	Konu İndeksi.....	4.11

3. HESAPLARDA EMNİYET

3.1. Genel

Konstrüktör günlük hesaplarında emniyetle karar vermek ister. Bunun içinde bilinçli olarak ne büyük, nede küçük bir emniyet sınırı çizmek ister.

Mukavemet hesapları bildiğimiz gibi, pratikte üretilmek istenilen parçaların, teoride anlatılan ve kanıtlanan kanunlara uydurularak hesaplanmasıdır. Gerçekteki gerilmelerin hesaplanarak tam olarak belirlenmesi hemen hemen olanaksızdır. Aşağıda bu sapmanın bir kaç nedenini sayacağız:

- Parçanın ölçülerinin toleransları olduğundan, alınan nominal değerler ile pratikteki değerler biri birini tutmayacaktır.
- Bir kuvvet veya moment tarafından oluşan zorlanmadaki gerilmelerin hesabını tam yapmak olanağına karşın, enerji, darbe, deformasyon v.b. şekilde oluşan gerilmeleri tam ve doğru hesaplamak olanaksızdır.
- Korozyon ve diğer nedenlerden ötürü aşınmalar zamanla parçanın boyutlarını değiştirecektir.
- Malzemenin mukavemet değerleri, malzemenin molükül yapısının değişmesinden dolayı, sabit olmayıp değişkendir.
- Yüklemeler ve zorlamalardaki dalgalanma veya değişkenlik tam olarak matematiksel belirtilemezler.
- Üretim sırasında malzemenin özellikleri elde olmadan değişir.

Bu ve buna benzer nedenlerden ötürü, bir parçanın konstruksiyonu ve hesabı yapılırken bütün bu sayılan nedenlerin göz önüne alınması olanaksızdır. Bundan ötürüde şu gerçeği unutmamak gereklidir:

Bir parçanın hesaplanmasında hiç bir zaman kesin bir emniyet yoktur, ama parçanın kopup bozulmadan çalışma olasılığı vardır.

Bütün bu kusurlara karşın, bilinen nominal değerlerle 2. kısımda görüldüğü gibi parçadaki gerilmeler ve 3. kısımda görüldüğü gibi malzemenin mukavemet değerleri bulunur ve bu değerler birbiriyle karşılaştırılır. Karşılaştırma oranı " **hesaplanan emniyet katsayısı** " olarak adlandırılır ve S_{he} ile gösterilir.

Bu hesaplanan emniyet katsayısı, ya S_{ist} ile gösterilen " **istenilen emniyet katsayısı** " veya S_{GER} ile gösterilen " **gerekli emniyet katsayısı** " ile karşılaştırılır.

İstenilen emniyet katsayısı, ya konstrüktör tarafından belirlenir veya şefi koşul olarak verir, yada herhangi bir müessese tarafından koşul olarak talimatlarda belirlenmiştir.

Gerekli emniyet katsayısı ise, ya daha önce belirli bir kurala dayanarak hesaplanmıştır veya herhangi hesaplanmış bir belgeden alınmıştır.

3.2. Gerekli emniyet katsayısı

Gerekli emniyet katsayısının saptanması için şu şekilde düşünülür:

Bir taraftan parçanın bozulma sonuçları göz önüne alınır. Şöyle ki:

- İnsan hayatının tehlikeye girmesi,
- İşletmenin uzun zaman çalışmaması,

ki bu sebepler büyük ekonomoik sorumluluklar getirir. Diğer taraftan ekonomik ve teknik değerler göz önüne alınmalıdır. Şöyle ki, fazla emniyet parçanın boyutlarının büyük olmasını doğurur.

- Buda malzeme ve işleme maliyetini yükseltir,
- Büyük kütle kuvvetleri doğurur,
- Büyük kütle kuvvetleri fazla enerji gerektirir.

Bütün bunları düşünüp, emniyet katsayısını seçebilmek için yükleme durumunu, sınır değerler oranını ve En büyük yükün Yükleme Yüzdesini " EYY " bilmek yararlıdır.

Bunlar ya konstruksiyon isteklerinde verilmiştir, veya bizim bu değerleri bulmamız gereklidir.

En büyük yükün yükleme yüzdesi EYY'yi yaklaşık olarak, ya önerilerden alınır veya yükleme periyodundan bulunur.

3.2.1. Yükleme periyodu diyagramı ve yükleme eğrisi diyagramı

Bir makina veya makina parçası çeşitli biçimde zorlanır ve yüklenir. Genellikle bu yükleme belirli bir zamanda tekrar eder. Bu tekrar edilen zamanı "**yükleme periyo-du**" veya "**yük akış çemberi**" olarak adlandırabiliriz. Yükleme periyodu diyagramı böylece kurulur. Yükleme periyodu diyagramından da "**yükleme eğrisi**" diyagramı çıkar. Böylece makina veya makina parçasının yüklenme eğrisi diyagramından en yüksek yüklenme yüzdesi okunur.

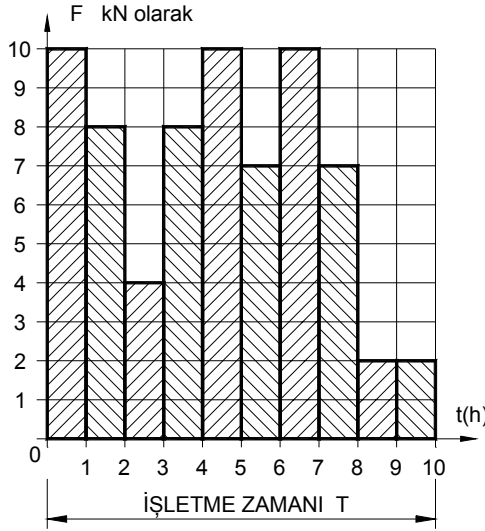
Yüklenme periyodu diyagramı

Bir koordinat sistemi alınır. Bu sistemin Y-ekseni yük veya kuvveti gösterecek şekilde, X-eksenide yükleme periyodu zamanını gösterecek şekilde işaretlenir. Yükleme periyodu diyagramı yapılacak makinanın periyod zamanındaki yükleme büyüklükleri sütun sütun bu diyagrama yerleştirilir.

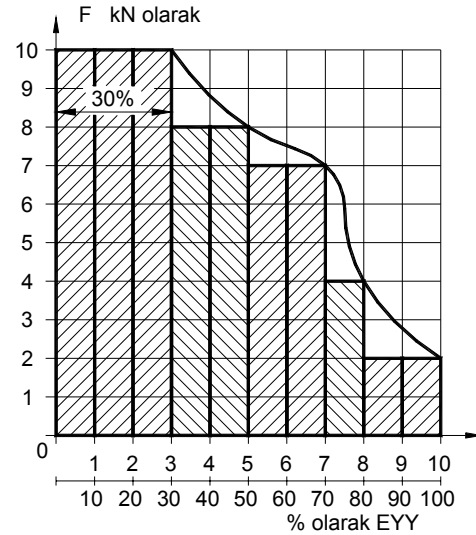
Örnek: Maksimum 10 kN ile yüklenen bir makina, günde 10 saat, sabah saat 8 den akşam 18 e kadar çalışıyor. Her gün yapılan iş birbirinin aynı ve günlük çalışma akımı şöyle:

Saat 8 den 9 a kadar 10 kN	Saat 9 dan 10 a kadar 8 kN
Saat 10 dan 11 e kadar 4 kN	Saat 11 den 12 e kadar 8 kN
Saat 12 den 13 e kadar 10 kN	Saat 13 den 14 e kadar 7 kN
Saat 14 den 15 e kadar 10 kN	Saat 15 den 16 a kadar 7 kN
Saat 16 dan 17 e kadar 2 kN	Saat 17 den 18 e kadar 2 kN

Yüklenme periyodu diyagramı yapılnca Şek. 3.1 deki diyagram ortaya çıkar.



Şek. 3.1, Yükleme periyodu diyagramı



Şek. 3.2, Yükleme eğrisi diyagramı

Yükleme eğrisi diyagramı

Bir kordinat sistemi alınır. Bu sistemin Y-ekseni yük veya kuvveti gösterecek şekilde, X-eksenide yükleme zamanını yüzde olarak gösterecek şekilde işaretlenir. Yükleme periyodu diyagramından, yapılacak makinanın periyod zamanındaki yüklenme büyüklükleri alınıp, büyüklüklerine göre, zaman yüzdesiyle sütun sütun bu diyagrama yerleştirilir. Böylece Yükleme eğrisi diyagramı doğar.

Örnekteki değerler böyle bir diyagrama yerleştirilirse, Şek. 3.2 da görülen diyagram ortaya çıkar. Burada Almanca Häufigkeit der Höchstlast HHL ile Türkçe **En yüksek yükleme yüzdesi** \equiv EYY nin aynı olduğunu belirtmekte fayda vardır.

Tabela 3.1, Emniyet katsayısının belirlenmesinde göz önüne alınacak etkenler

Fazla emniyeti gerektiren durumları	Az emniyetin yeterli olduğu durumlar
--	---

Yapılan hesaplara göre	
<ul style="list-style-type: none"> yaklaşık hesaplama Hesap yöntemi az garantili. Örneğin aşınma, yenmeler göz önüne alınmamış. 	<ul style="list-style-type: none"> Hesabın bütün etki eden büyüklükler gayet doğru alınarak yapılması. Hesap metodu tam garantili.

Malzeme ve imalat şekline göre	
---------------------------------------	--

<ul style="list-style-type: none"> Malzemenin kalite ve özelliklerini belirten bilgiler üzerine, ya hiçbir belge yok, veya yalnız standartlardan alınan değerlerle yetinilmiş. Örneğin: malzemenin kimyasal bileşimi, Isıl işlemi, toleransları, kontrolü v.b Malzemeyi imal edenle parçayı imal edenler ya belli değil veya deneyimi olmayan firma veya kişiler. Tek bir parça imalatı Kontrol imkanları sınırlı. 	<ul style="list-style-type: none"> Malzemenin kalite ve özelliklerini belirten bilgiler üzerine gayet geniş ve ayrıntılı belgeler mevcut ve emin vede inanılır şekilde parça kontrol edilmiş veya edilecek. Örneğin: malzemenin kimyasal bileşimi, Isıl işlemi, toleransları v.b Malzeme ve parça devamlı imal edilen ve bilinen bir parça. Deneyimler çok. Malzeme ve ısıl işlem vede parçanın büyüklüğü devamlı imalat yapılan parçalar çerçevesinde. Seri imalat, devamlı kalite kontrolü ve küçük parça. Gayet geniş şekilde kontrol mekanizması yürürlükte. Örneğin: ilk önce prototip yapılacak, tam yük ve resmi makamların istediği yük deneyleri yapılacak. Parçanın her tarafını kontrol etmek ve ölçmek olanaklı.
--	--

Montaj ve işletme koşullarına göre	
---	--

<ul style="list-style-type: none"> İşletme ve kullanma koşulları belirsiz, bakım zayıf, hiç yok gibi. Makinada emniyet sübabı vazifesini gören hiç bir parça yok. 	<ul style="list-style-type: none"> İşletme ve kullanma koşulları tam bilinen, örneğin: Yüklenme periyodu diyagramı yapılmış. Parçaları aşırı yüke karşı koruyacak emin ve inanılır emniyet sistemi var.
---	---

Zarar sonucuna göre	
----------------------------	--

<ul style="list-style-type: none"> Kopmaya karşı (genelde Genel bozulma). Hata ve hasar sonu insan canı tehlikede. Örneğin: Hava veya uzay araçları, asansörler. Yedek parçası olmayacaksa, veya yedek parça temini uzun zaman alacaksa. Parçanın değeri diğer makinadaki parçalara göre çok yüksekse, yani pahalıysa. Tamiri zor veya çok zor ise. 	<ul style="list-style-type: none"> Erozyon, korozyon ve aşınmaları, ani kopma ve kırılma sonucu bozulma yok, olacaklar tahmin edilebilecek durumda. Aşınma veya kaynama, örneğin: yağlama yağını seçmekle kontrol altına alınabilinen durum. Yedekparça hazırsa veya çok çabuk temin etme olanağı varsa. Parçanın değeri diğer makinadaki parçalara göre pek farklı değilse, yani ucuzsa. Tamiri gayet basit ise.
---	--

Hesaplarda emniyeti, yapılan hesap cinsine göre düşünmek gereklidir. Yapılan hesaplarda şu karşılaştırmalar yapılır:

- Kopma,
- Deformasyon,
- Stabilite.

Bu üç gruptaki emniyet durumunu inceleyelim.

3.3. Kopma karşılaştırmasında emniyet katsayısı

3.3.1. Statik yüklemde emniyet katsayısı

Statik yükleme etkisinde olan parçalarda kopmaya karşı yapılan mukavemet hesaplarında karşılaştırma değeri olarak malzemenin, DIN 50145 deki çekme deneyi sonucu elde edilen, kopma mukavemet değeri σ_{KO} ile hesaplanan parçadaki gerilme karşılaştırılır.

Çelik, alışımlı çelik, çelik döküm, alüminyum, alüminyum alışımları, bakır, bakırlı alışımlar v.b. malzemeleri, diğer tanımıyla esneme özelliği normal olan malzemeleri, birinci grup malzeme olarak tanımlayalım. Bu malzemelerde, akma mukavemet değeri karşılaştırma değeri olarak alınır.

Kır döküm, tahta, keramik, v.b. malzemeleri, diğer tanımıyla esneme özelliği hemen hemen olmayan malzemeleri, ikinci grup malzeme olarak tanımlayalım. Bu malzemelerde, kopma mukavemet değeri karşılaştırma değeri olarak alınır.

Birinci grup malzeme için:

$$F. 1 \quad S_{he} = \frac{\sigma_{AK0,2}}{\sigma_{he}} \geq S_{GER} \quad \text{veya} \quad S_{he} = \frac{\tau_{AK0,2}}{\tau_{he}} \geq S_{GER}$$

İkinci grup malzeme için:

$$F. 2 \quad S_{he} = \frac{\sigma_{KO}}{\sigma_{he}} \geq S_{KO} \quad \text{veya} \quad S_{he} = \frac{\tau_{KO}}{\tau_{he}} \geq S_{KO}$$

σ_{KO}, τ_{KO}	N/mm ²	malzemenin kopma mukavemet değeri
σ_{he}, τ_{he}	N/mm ²	parçadaki gerilmeler
S_{he}	1	hesaplanan emniyet katsayısı
S_{KO}	1	kopmaya karşı gerekli emniyet katsayısı

Burada kopmaya karşı gerekli olan emniyet katsayısı S_{KO} şu şekilde seçilir:

Birinci grup malzemeler ki, biz burada bunları esneme özelliğine sahip malzemeler olarak tanımladık,

$$S_{KO} = 1,2 - 2,0$$

İkinci grup malzemeler ki, biz burada bunları esneme özelliği hemen hemen olmayan malzemeler olarak tanımladık,

$$S_{KO} = 2,4 - 4,0$$

Burada:

Küçük değerler: Kuvvet ve etkileyen bütün faktörler tam ve doğru belirlenmiş vede hasar sonucu kabullenecek derecede zararsız ise seçilir.

Büyük değerler: Kuvvet ve etkileyen bütün faktörler tam ve doğru belirlenmemiş vede hasar sonucu kötü ve düşündürücü ise seçilir.

3.3.2. Dinamik yüklemde emniyet katsayısı

Dinamik yükleme etkisinde olan parçalarda kopmaya karşı yapılan mukavemet hesaplarında karşılaştırma değeri olarak malzemenin şekillenme mukavemet değeri σ_{SK} veya τ_{SK} ile parçadaki hesaplanan gerilme karşılaştırılır.

F. 3

$$S_{he} = \frac{\sigma_{SK}}{\sigma_{he}} \geq S_{DGER} \quad \text{veya} \quad S_{he} = \frac{\tau_{SK}}{\tau_{he}} \geq S_{DGER}$$

σ_{SK}, τ_{SK}	N/mm ²	malzemenin şekillenme mukavemet değeri
σ_{he}, τ_{he}	N/mm ²	parçadaki gerilmeler
S_{he}	1	hesaplanan emniyet katsayısı
S_{DGER}	1	gerekli olan devamlı emniyet katsayısı

Burada gerekli olan devamlı emniyet katsayısı S_{DGER} şu şekilde seçilir:

Dinamik yüklenmelerde emniyet katsayısı, sınır değerler oranı " κ " ile en yüksek yüklenme yüzdesi "EYY" nin bir fonksiyonu olarak kabul edilir. Aşağıda de verilen değerler yol gösterici değerler olarak kabul edilmelidir. Bunların daki verilen etkenler göz önüne alınarak düzeltilmesi salık verilir.

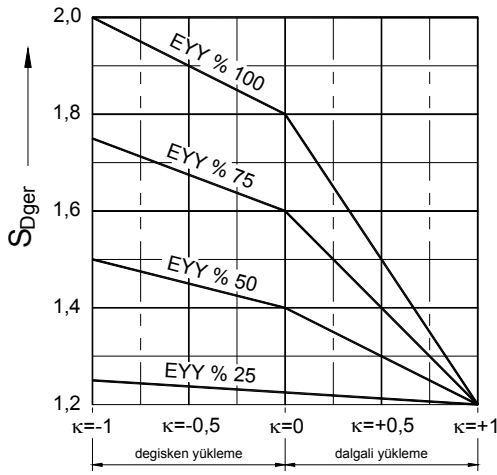
En yüksek yüklenme yüzdesi "EYY" için değerler:

Motorlar, pompalar, türbinler,	EYY = % 100
Takım tezgahları, tezgah makinaları, iş makinaları, konvoyörler, güç makinaları,	EYY = % 50
Kaldırma araçları, vinçler, ceraskallar,	EYY = % 25

Tabela 3.2, Dinamik yüklenmeler için kopmaya karşı gerekli olan devamlı emniyet katsayısı

EYY %	Esnek malzemeler için κ 'ya bağlı S_{DGER}						Gevrek malzemeler için κ 'ya bağlı S_{DGER}					
	-1	-0,5	0	+0,5	0,75	+1	-1	-0,5	0	+0,5	0,75	+1
100	2,00	1,90	1,80	1,50	1,35	1,20	4,00	3,80	3,60	3,00	2,70	2,40
75	1,75	1,67	1,60	1,40	1,30		3,50	3,35	3,20	2,80	2,60	
50	1,50	1,45	1,40	1,30	1,25		3,00	2,90	2,80	2,60	2,50	
25	1,25	1,23	1,22	1,21	1,20		2,50	2,48	2,45	2,43	2,40	

Burada esnek malzeme için verilen değerleri bir diyagrama aktaracak olursak Şek. 3.3 deki diyagramı buluruz.



Şek. 3.3, Günlük çalışmalarda önerilen emniyet katsayısı

$$F_{\max} = 10 \text{ kN}$$

ve

$$F_{\min} = 5 \text{ kN}$$

olduğunu kabul edelim. Burada yapılacak hesaplarda kullanılacak devamlı mukavemet için gerekli emniyet katsayısı ne kadardır ?

Elektrik motoru için en yüksek yüklenme yüzdesi EYY = %100 dür. Burada sınır değerler oranını bulacak olursak:

$$\kappa = F_{\min} / F_{\max} = 5 / 10 = 0,5 \text{ dir.}$$

$\kappa = + 0,5$ doğrusunun EYY = % 100 çizgisini kestiği noktanın Y-eksenindeki değeri, yani S_{DGER} okunursa 1,5 bulunur.

Burada kullanılacak kopmaya karşı gerekli olan devamlı emniyet katsayısı $S_{DGER} = 1,5$ dur.

Burada diyagramın Y-ekseni devamlı mukavemet hesaplarında kullanılan gerekli emniyet katsayısının " S_{DGER} " değerini gösterir. X-ekseni dinamik yüklenme durumlarının sınır değerler oranı κ değerini gösterir. En yüksek yüklenme yüzdesi "EYY" içinde, yüzde grubuna göre diyagramın içindeki çizgiler öngörülmüştür.

Okuma örneği:

Bir makinanın parçasının elektrik motoru ile tahrik edildiğini kabul edelim. Parçaya gelen yüklerin:

3.3.3. Deformasyonda emniyet katsayısı

Konstruksiyonu yapılan parçada mukavemet hesapları akma mukavemeti değeri karşılaştırması ile yapılıyorsa şu bağıntının kontrolü gereklidir.

$$F. 4 \quad S_{he} = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{he}} \geq S_{AK}$$

S_{he}	1	akmaya karşı hesaplanan emniyet katsayısı
σ_{AK}	N/mm ²	malzemenin akma mukavemet değeri
σ_{he}	N/mm ²	parçaki hesaplanan gerilme
S_{AK}	1	akmaya karşı gerekli emniyet katsayısı

Genelde önerilen "akmaya karşı emniyet katsayısı S_{AK} " şu büyüklüktedir:

$$S_{AK} = 1,2 - 2,0$$

Eğer malzemenin özellikleri tam biliniyorsa akmaya karşı emniyet katsayısı S_{AK} malzemenin deformasyon kabiliyetine göre aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$F. 5 \quad S_{AK} = 2 - \sqrt{\frac{A_5}{50}} > 1,2$$

A_5	%	malzemenin $L_0/d_0=5$ bağıntısıyla kopma uzaması oranı
σ_{AK}	N/mm ²	malzemenin akma mukavemet değeri
σ_{KO}	N/mm ²	malzemenin kopma mukavemet değeri
S_{AK}	1	akmaya karşı gerekli emniyet katsayısı

Basıncılı kaplardaki hesaplarda, akmaya karşı gerekli emniyet katsayısı, ya yerel standartlardan alınmalı, eğer böyle bir standart yok ise Alman basınçlı kap imalatçıları önerisi "AD-Merkblatt B1" den alınması önerilir.

3.3.4. Stabilitede (flambajda) emniyet katsayısı

Stabilite hesaplarında özellikle ince sütunların flambaj hesabında oldukça büyük emniyet katsayısı seçilir. Flambaj diğer deyişle Burkulma hesaplarındaki "**burkulmaya karşı gerekli emniyet katsayısı**" S_{BK} olarak gösterilir. Flambaj hesabındaki karşılaştırma (Tabela 3.3) şu şekildedir:

F. 6

$$S_{bk} = \frac{\sigma_{bk}}{\sigma_b} \geq S_{BK}$$

S_{bk}	1	hesaplanan burkulma emniyet katsayısı
σ_{bk}	N/mm ²	parçadaki burkulma gerilmesi değeri
σ_b	N/mm ²	parçadaki basma gerilmesi
S_{BK}	1	burkulmaya karşı gerekli emniyet katsayısı

Tabela 3.3, Burkulmaya karşı gerekli emniyet katsayısı S_{BK} değerleri

Flambajın tanımı	Parçanın tanımı	Gerekli emniyet katsayısı
Elastik flambaj	küçük parçalar	6 - 8
	büyük parçalar	4 - 6
Elastik olmayan flambaj	küçük ve büyük parçalar	3 - 5
Basma zorlamasında		1,8 - 4

Çelik konstruksiyon, vinç ve köprü hesaplarında narin ve basmaya çalışan çubuklarda Alman resmi ve mesleki kuruluşları omega yöntemi önerirler. Omega yöntemi Alman standardı DIN 4114 de hesap yöntemi olarak tam verilmiştir. Bu kitaptada omega yöntemi ile hesabın nasıl yapılacağı ve bir örnek sunulmuştur. DIN 4114 e göre yapılan hesaplarda ayrıca emniyet katsayısı almak gerekli değildir. Eğer böyle bir katsayı alınırsa gereksiz yere parçanın boyutları büyütülmüş olur.

3.3.5. Malzemenin emniyetli mukavemet değeri

Yapılan hesaplarda karşılaştırmanın emniyet katsayısı ile yapılacağını anlattık. Kitabın başında genel bilgiler kısmında, parçanın boyutlandırılması için "**malzemenin emniyetli mukavemet değerine**" gerek olduğunu anlatmıştık.

Malzemenin emniyetli mukavemet değeri malzemenin mukavemet değeri ve emniyet katsayısının tanımına göre değişir.

Örneğin:

Kopmaya karşı statik yüklenmede, birinci grup esnek malzemeler için malzemenin emniyetli mukavemeti :

$$\sigma_{EM} = \sigma_{AK0,2} / S_{KO}$$

$$\tau_{EM} = \tau_{AK0,2} / S_{KO}$$

Kopmaya karşı statik yüklenmede, ikinci grup esnek olmayan gevrek malzemeler için malzemenin emniyetli mukavemeti :

$$\sigma_{EM} = \sigma_{KO} / S_{KO}$$

$$\tau_{EM} = \tau_{KO} / S_{KO}$$

Kopmaya karşı devamlı dinamik yüklenmede malzemenin emniyetli mukavemeti :

$$\sigma_{EM} = \sigma_{SK} / S_{DGER}$$

$$\tau_{EM} = \tau_{SK} / S_{DGER}$$

F. 7

$$\sigma_{EM} = \frac{\sigma_D \cdot b_1 \cdot b_2}{\beta_{Çt} \cdot S_{DGER}} \quad \text{veya} \quad \tau_{EM} = \frac{\tau_D \cdot b_1 \cdot b_2}{\beta_{Çt} \cdot S_{DGER}}$$

Akmaya karşı malzemenin emniyetli mukavemeti :

$$\sigma_{EM} = \sigma_{AK} / S_{AK}$$

$$\tau_{EM} = \tau_{AK} / S_{AK}$$

Vinç üretiminde yapılacak çelik konstruksiyon hesapları DIN 15 018 ve FEM e göre yapılmalıdır. Bu standartlarda emniyet katsayıları da verilmiştir. Hesaplar bu esaslara göre yapılmalı veda ayrıca emniyet katsayısı alınmamalıdır.

Genelde yukarıda verilen emniyet katsayıları Tabela 3.4 da toplanmıştır. Tabela 3.4 deki katsayı değerleri bir çok literatürde önerilen emniyet katsayısı olarak verilmiştir.

Burada bu tabelayı tekrar vererek genel değerler hakkında bir bilgi verilmek istenmektedir. Önerilen katsayı, kabul yolu yukarıda ayrıntılı olarak belirtildiğinden tekrara gerek yoktur.

Tabela 3.4, Emniyet katsayıları

Isı durumu	Hesaplarda emniyet katsayısı		
	Kopmaya karşı S_{KO}	Deformasyona karşı S_{AK}	Stabiliteye karşı S_{BR}
$T_i > T_Ç$	1,2 - 4,0	1,2 - 2,0	3,0 - 5,0

$T_Ç$ Çevre ısısı ; T_i İşletme ısısı

4. Konu İndeksi

Akmaya karşı emniyet katsayısı	3.8
Burkulmaya karşı gerekli emniyet katsayısı	3.8
Deformasyonda emniyet katsayısı	3.8
Dinamik yüklemde emniyet katsayısı	3.6
En büyük yükün yüklenme yüzdesi	3.2
Gerekli emniyet katsayısı.....	3.1
Hesaplanan emniyet katsayısı.....	3.1
Istenilen emniyet katsayısı.....	3.1
Kopma karşılaştırmasında emniyet katsayısı	3.5
Malzemenin emniyetli mukavemet değeri	3.9
Stabilitede (flambajda) emniyet katsayısı	3.8
Statik yüklemde emniyet katsayısı	3.5
Yük akış çemberi	3.2
Yükleme eğrisi.....	3.2
Yükleme periyodu.....	3.2