

“TS EN 81-20 Madde 5.7.2.3.1 Kılavuz rayları üzerinde etkili olan aşağıdaki kuvvetler, müsaade edilebilir gerilmeler ve kılavuz rayların sehimlerinin hesaplanmasında dikkate alınmalıdır:

a) Aşağıdakiler nedeniyle kılavuz patenlerinden oluşan yatay kuvvetler (Bu maddeler aynı)

b) Aşağıdakilerden kaynaklanan dikey kuvvetler:

1) Güvenlik tertibatının frenleme ve kılavuz rayları üzerinde sabitlenmiş kenetlenme tertibatının tutma (frenleme) kuvvetlerinden,

2) Kılavuz raylar üzerinde sabitlenmiş yardımcı parçalardan,

3) Kılavuz ray ağırlığından ve

4) Ray klipslerinin (kelepçelerinin) kuvvetleriyle itmeden.”

b).3) ve **b).4)** fıkraları yeni tanımlanmış kuvvetlerdir, üzerinde durulması ve incelenmesi gerekir. **b).3)** de geçen Kılavuz ray ağırlığının dikey kuvvetlerde tanımlanmış olması, burkulma hesaplarını değiştirdiği gibi, normal kullanma işletme ve yükleme hesaplamalarında da burkulma hesaplamalarının dikkate alınmasını gündeme getirmiştir. Bu kuvvet ($M_g \cdot g_n$) olarak tanımlanmıştır. M_g kılavuz rayların bir hattının kütlesi (kg) olarak alınmalıdır.

b)4) fıkrasında geçen Ray klipslerinin itmelerinden oluşan kuvvet ise F_p olarak tanımlanmıştır. Alttan veya üstten sabitlenmiş raylarda $F_p = n_b \cdot F_r$ olarak formüle edilir. Burada F_p bir kılavuz rayda bulunan tüm konsolların itme kuvveti, F_r ise Konsol başına üstündeki tırnakların itme kuvveti olarak tanımlanmıştır. Herhangi bir tarafından sabitlenmemiş raylarda (karşı ağırlık rayları gibi) formül $F_p = n_b \cdot F_r / 3$ şeklinde kullanılmaktadır.

Ray konsollarının itmesi ile oluşan kuvvet F_p dışında, hesaplara yeni olarak eklenen kavram “birleşik sehim” olmuştur. Bina yapısından oluşan sehimin, yanal kuvvetlerden oluşan sehim hesaplarına eklenmesi zorunluluğu aşağıdaki madde de tanımlanmıştır.

“TS EN 81-20 Madde 5.7.2.1.2 Kılavuz patenlerinde ve kılavuz rayların düz doğruluğunda rol oynayan kılavuz rayları ve konsolların sehminin birleşimi, asansörün güvenli çalışmasını sağlayabilmek için dikkate alınmalıdır.”

Buna göre sehim hesapları aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

$$\delta_x = (0,7 \cdot F_x \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_y) + \delta_{str-x} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = (0,7 \cdot F_y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_x) + \delta_{str-y} \leq \delta_{perm}$$

Standartta verilen formülasyonda yeni olan F_p (Bir kılavuz rayda bulunan tüm konsolların itme kuvveti) ile δ_{str-x} (X eksenindeki bina yapısının eğilme miktarı (mm)) ve δ_{str-y} (Y eksenindeki bina yapısının eğilme miktarı (mm)), değerleridir. Ancak bu değerler Madde 5.7.2.3.5 Not ve EK E 2 de tanımlandığı gibi esas olarak çelik veya buna benzer esnemesi yüksek yapılarda dikkate alınması gereken etkenlerdir. Bu konudaki açıklamalar aşağıda verilmiştir.

“Madde 5.7.2.3.5, Not— F_p ; desteklenmiş bir kılavuz ray yolu boyunca, sabitlemelerin, konsolların sayısına ve klipslerin tasarımına bağlıdır. Küçük seyirler için binanın (ahşaptan yapılmamışsa) oturma etkisi azdır ve konsolların elastisitesiyle absorbe edilebilir. Kaymayan klipslerin kullanılması, ortak uygulamadır. Seyir yüksekliği 40 m’yi geçmeyen durumlar için F_p kuvveti, formülde ihmal edilebilir.”

Gene EK E 2 de konu hakkında şöyle denmektedir.

“E.2 Kılavuz rayları destekleri

Beton, tuğla veya briketten yapılan bina inşaatları dikkate alındığında, kılavuzu destekleyen kılavuz ray konsolları, kuyu duvarlarının hareketi nedeniyle oluşan yerinde oynamalara maruz kalmayacağı kabul edilebilir (baskıdan farklı, bk. Madde 5.7).....

Güvenlik tertibatı, vb.nin güvenlik nedeniyle devreye girmesi, kılavuz raylarının toplam müsaade edilebilir sehimi (sapması); bina yüzeyinin eğimli olması nedeniyle kılavuz raylarının yerinde oynamasını ve kabin tarafından kılavuz üzerine uygulanan yük nedeniyle bunun kendi kendine sapmasını içermelidir.

Bu nedenle, bu destekleme yapılarını tasarlayan ve imalatını yapan sorumluların, asansör tedarikçisiyle tüm yük şartlarında bu yapıların uygun olduğunu garanti etmesi için iletişime geçmeleri önemlidir.”

Standardında açıkça belirttiği gibi gerek birleşik sehim, gerekse ray konsollarından gelecek itme kuvveti, bina yapımcısı tarafından bildirilecek kuvvetlerdir. Çok yüksek yapılarda veya çelik yapılarda bina esnemesi önemli bir etkidir ancak daha az katlı betonarme binalarda bu etkiler göz ardı edilebilir. Yukarıdaki yazılardan bir sonuç çıkarmak gerekirse 40 mt seyir mesafesine kadar ahşap binalar hariç bütün binalarda, 40 mt seyir mesafesinden yüksek ama çok yüksek katlı olmayan ve yapımcısı tarafından sehim bildirilmeyen betonarme yapılarda bu kuvvetlerin dikkate alınması zorunlu değildir. Ancak yapımcısının bildirmesi durumunda bu kuvvetler hesaplara dahil edilmelidir. Asansörcünün de bina yapımcısına sorması ve uyarması gerekir, taraflar karşılıklı olarak sorumlu tutulmaktadır. Binada ilave edilmesi gereken ek sehim olması durumunda, bu sehim dikkate alınmazsa mekanik frenlerin çalışması, kapıların çalışması ve kapı kilitleme düzeneklerinin çalışması risk yaratacak bir hale gelebilir.

TS EN 81-20/50 standardında hesaplama yöntemleriyle ilgili olarak yeni bir yaklaşım oluşturulmuştur. Daha önce sadece standardın verdiği hesap yöntemi zorunlu tutulurken, bu yöntem ek olarak iki yol daha kabul edilmiştir. Madde 5.7.4.7 de hesaplama ile ilgili açıklama yapılmıştır. **b)** şıkkında Eurocode 3 olarak isimlendirilen EN 1993-1-1 yöntemi (TS EN 1993-1-1 Çelik yapıların tasarımı - Bölüm 1-1: Genel kurallar ve binalara uygulanacak kurallar (Eurocode 3)), **c)** şıkkında ise Sonlu elemanlar metodunun da (FEM) kullanılabileceği belirtilmektedir.

“TS EN 81-20 Madde 5.7.4.7 Hesaplama

Kılavuz rayları aşağıdakilere göre hesaplanmalıdır:

- a) EN 81-50:2014, Madde 5.10 veya*
- b) EN 1993-1-1 veya*
- c) Sonlu Elemanlar Metodu (FEM).”*

Hesaplamalara yeni kuvvetlerin ilavesiyle yük tablosunda da değişiklikler yapılmıştır. Hesaplamalarda nelerin dikkate alınacağı bu tablolara göre belirlenmelidir. Bu değişiklikler 5.7.3 maddesinde tanımlanmıştır.

“TS EN 81-20 Madde 5.7.3 Yükler ve kuvvetler birleşimi

Dikkate alınacak yükler, kuvvetler ve yük durumları, Çizelge 13'te verilmiştir.”

Farklı yük durumlarında göz önüne alınacak yükler ve kuvvetler									
Yük durumları	Yükler ve kuvvetler	P	Q	M_{cwt}/M_{bwt}	F_S	F_P	M_g	M_{aux}	WL
Normal çalışma	Çalıştırma	+	+	+	-	+ ^a	+	+	+
	Yükleme + boşaltma	+	-	-	+	+ ^a	+	+	+
Güvenlik tertibatının çalışması		+	+	+	-	+ ^a	+	+	-
Not – yük ve kuvvetler aynı anda (eş zamanlı) etki etmeyebilir.		^a madde 5.7.2.3.5 e bakılmalıdır. (40 mt seyir üstü esnek binalarda)							

Bu genel değerlendirme ve değişikliklerin incelenmesinden sonra rayların hesaplaması incelenmelidir.

B) KILAVUZ RAYLARIN HESAP ESASI

Standart ray hesaplamaları ile ilgili olarak TS EN 81-50 standardında bir kılavuz vermiştir. Ray hesaplamaları ray üzerine etki eden burkulma ve eğilme gerilmelerinin hesaplanması, sehim hesapları, daha önce ray boynu gerilmesi olarak hesaplanan yeni standartta flanş eğilme gerilmesi olarak tanımlanan hesapların yapılmasını içerir. Yapılması gereken hesaplar ve buna göre ray boyutlandırmasının yapılması aşağıdaki madde de belirtilmiştir.

“TS EN 81-50 Madde 5.10.1 Hesaplama aralığı

Kılavuz rayları, aşağıdaki gerilmeler dikkate alınarak boyutlandırılmalıdır:

- Eğilme gerilmesi,
 - Birleşik eğilme,
 - Burkulma gerilmesi,
 - Basma gerilmesi/çekme gerilmesi,
 - Birleşik eğilme ve basma/çekme gerilmesi,
 - Birleşik burkulma ve eğilme,
 - Flanş eğilme gerilmesi.
- Ayrıca, sehimler incelenmelidir.”

Bu kabuller doğrultusunda eğilme ve burkulma gerilmeleri hesaplanabilir. Ancak bu hesaplamalardan önce iki değer üzerinde durulmalıdır. Bunlardan bir tanesi, statik yüklerin dinamik hale getirilmesi için yapılan kabuller ve **k** çarpanı değerlendirmesidir. Diğer nokta ise bulunacak gerilmelerin uygun olup olmadığına karar verebilmek için güvenli gerilim değerlerinin belirlenmesidir.

Ray hesaplamaları için katsayıların tespiti ve izin verilen gerilim değeri

Hesaplama esaslarına geçmeden önce statik yüklerin dinamik hale getirilmesi için yapılan kabuller ve **k** çarpanının değerlerine ve emniyetli gerilme miktarlarına bakmak gerekir. **k** çarpanı için standart bir tablo vermiştir. Bu tabloya göre frenleme ve normal çalışma şartlarına bağlı olarak farklı **k** çarpanı değerleri alınmalıdır. MRL asansörlerde şaselerin raylara bağlanması durumunda, yukarı yönde frenleme dikkate alınarak **k₃** dinamik çarpanı **k₁** değeri olarak kabul edilmeli, eğer asansörde yukarı yönde frenleme makine freni ile çözülmüş ise sıçrama dikkate alınarak bir değer konmalıdır. TS EN 81-20 standardı ile tampon etkili frenlerin kaldırıldığı, mekanik fren olarak ani etkili veya kayma fren kullanılacağı unutulmamalıdır.

Aşağıdakilerden kaynaklanan darbe	Darbe faktörü	Değer
Bağımlı (sabit) makara tipi olmayan ani frenlemeli güvenlik tertibatı çalışmasından	k_1	5
Bağımlı (sabit) makara tipi olmayan ani frenlemeli güvenlik tertibatı çalışmasından veya enerji biriktiren tip tamponlu kenetlenme tertibatından veya enerji biriktiren tip tampondan	k_1	3
Kademeli güvenlik tertibatı çalışmasından veya enerji dağıtan tip tamponlu kenetlenme tertibatından veya enerji dağıtan tip tampondan	k_1	2
Boru kırılmasından	k_1	2
Çalışır durumda	k_2	1.2
Kılavuz raylarına sabitlenmiş yardımcı parçalar ve diğer işletim senaryolarından	k_3	(imalatçı)

k dinamik etki çarpan değerleri gibi, yapılacak hesaplarda kullanılması gereken emniyetli gerilme değerlerinin de bilinmesi gerekir. Hesap sonuçlarının olumlu olduğunun kriteri bu değerler ile yapılacak karşılaştırma olacaktır. Asansörde kabul edilecek emniyetli gerilme değerleri madde 5.7.4.5 de belirtilmiştir.

“TS EN 81-20 Madde 5.7.4.5 Müsaade edilebilir gerilmeler

Müsaade edilebilir gerilmeler, aşağıdaki formülle belirlenmelidir:

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

Burada

R_m Çekme gerilmesi, N/mm^2 ,

σ_{perm} Müsaade edilebilir gerilme N/mm^2 ,

S_t Güvenlik faktörüdür.”

Ray hesaplarında kullanılan yöntem, standartta belirtilen omega yöntemidir. Jager yöntemi olarak bilinen bu yöntemde λ_0 hesaplamaları yerine, gerilme değerleri (σ_{AK} gerilme mukavemeti ve orantılı mukavemet σ_0 değerleri) **emniyet katsayısı 1,5** alınarak baştan belirtilir. Oluşacak gerilmelerin omega katsayısı kadar Jager eğrisi değerlerinin altında olduğu, dolayısıyla güvenli olduğu karşılaştırması yapılır. Ray 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 (σ_{em}) değeri belirlenmesi gerekecektir. Gerilmelerin hesaplanmasında kıstas, her farklı durum için hesaplanan gerilmenin izin verilen gerilmeden (σ_{perm}) küçük olmasıdır.

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 tertibatı çalışmasında katsayısı **$S_t = 3,00$** , normal çalışmada **$S_t = 3,75$** , kopma değeri (A_5)>%12 olan raylarda güvenlik tertibatı çalışmasında katsayısı **$S_t = 1.80$** , normal çalışmada **$S_t = 2,25$** , olarak belirlenmiştir. Bu değerler güvenlik tertibatı çalışması sırasında izin verilebilecek en yüksek gerilme değerini belirlemede kullanılır.

“TS ISO 7465 Madde 5 İmalat ve malzemeler Kılavuz raylar soğuk çekme veya işlenerek yapılabilir. Bu standarttaki raylar, imal usulüne göre soğuk çekilmiş raylar “A” ile, işlenmiş raylar “B” ile ve yüksek kaliteli işlenmiş raylar ise “BE” harfleri ile gösterilir.

Ray imalâtında kullanılacak çelik malzemenin çekme dayanımı 370 N/mm^2 den az ve 520 N/mm^2 den fazla olmamalıdır. Bu amaçla, ISO 630'a uygun olarak soğuk çekme raylarda E 235 B sınıfı, işlenerek imal edilen raylarda E 275 B sınıfı çeliklerin kullanılması tavsiye edilir.”

Aşağıdaki tabloda çekme dayanımına göre malzemelerin alınması gereken emniyet gerilme değerleri verilmiştir. Genel olarak soğuk çekme raylar **R_m 370 N/mm^2** , işlenmiş raylar ise **440-520 N/mm^2** çeliklerden yapılırlar. Kullanılan rayın cinsinin üreticisinden veya belgesinden doğrulanması ve hesapların ona göre yapılması gerekir. Bu çelikler kopma değeri (A_5)>%12 olan çeliklerdir, katsayılar buna göre alınmıştır.

Yük durumu	R_m		
	370 N/mm^2	440 N/mm^2	520 N/mm^2
Güvenlik tertibatının çalışmasında σ_{perm} N/mm^2 (1,8)	205	244	290
Normal kullanma yüklenmesinde σ_{perm} N/mm^2 (2,25)	165	195	230

Statik yüklerin dinamik hale getirilmesi ve bulunacak gerilmelerin uygun olup olmadığının değerlendirileceği emniyetli gerilme değer bilgisi oluştuktan sonra, standardın istediği gerilmeler hesaplanabilir ve sonuçların uygunluğu değerlendirilebilir. Standardın verdiği sıraya göre gidilirse önce eğilme gerilmesi incelenmelidir.

Eğilme gerilmesi

Bu hesaplama sıralamasına göre önce “ σ_m ” eğilme gerilmesi incelenecektir. Eğilme gerilmesi σ_m , eğilme momentinin (M_m), malzeme mukavemet momentine (W) oranıdır. Standart eğilme gerilmesi hesapları için bazı kabuller oluşturulmuştur. Hesaplama esasları da bu kabuller üzerinden gerçekleştirilir. Formüllerde kullanılan bazı çarpanları anlamak için bu kabulleri bilmek gerekir. Bu kabuller aşağıdaki madde de verilmiştir.

“TS EN 81-50 Madde 5.10.2.1 Kılavuz rayın farklı eksenlerindeki eğilme gerilmesinin hesaplanmasında aşağıda belirtilen kabuller yapılabilir:

- Kılavuz ray, birbirinden (L) mesafesinde bulunan esnek bağlantı noktalarına sahip (mafsalları bulunan) mütemadi bir kiriştir;
- Eğilme gerilmesine neden olan bileşke kuvvet birbirine komşu iki tespit noktasının ortasına etki eder;
- Eğilme momentleri kılavuz ray profilinin tarafsız eksenine etki eder.”

Bir taraftan sabitlenmiş, L mesafesinde mesnetli, ortadan etki edilen mütemadi kiriş için eğilme gerilmesi ile ilgili hesap yöntemi 5.10.2.1 maddesinde verilmiştir.

“TS EN 81-50 Madde 5.10.2.1 Kılavuz rayın farklı eksenlerindeki (Şekil 4) eğilme gerilmesinin hesaplanmasında aşağıda belirtilen kabuller yapılabilir:

Profil eksenlerine dik olarak etki eden yatay kuvvetlerden - σ_m - eğilme gerilmesinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmalıdır:

$$\sigma_m = M_m / W \quad M_m = (1/2 F_h) \cdot (1/2 L_k) \cdot 3/4 = (3 \cdot F_h \cdot L_k) / 16$$

σ_m Eğilme gerilmesi (N/mm^2)

M_m Rayda oluşan Eğilme momenti (Nmm)

W Kullanılan rayın Mukavemet momenti (mm^3)

F_h Farklı yük durumlarında kılavuz raylara patenler tarafından uygulanan yatay kuvvet (N)

L_k Kılavuz ray konsolları arasındaki en büyük uzaklık (mm)”

Eğilme momentini oluşturacak yanal kuvvet F_h çalışma moduna göre belirlenmelidir. Farklı çalışma modlarında farklı eksenlere göre moment kolları oluşur. Hesaplama esasları bölümünde çalışma modlarına göre F_h kuvvetinin X ve Y eksenlerine göre formülasyonu verilecektir. Ayrıca eğilme hesapları ile ilgili olarak uygulamaya yönelik standartta aşağıdaki kabullerde yapılmıştır.

“TS EN 81-50 Madde 5.10.2.3 İki den fazla kılavuz ray kullanılıyorsa ve kılavuz ray profilleri birbirinin aynı ise, kuvvetlerin kılavuz raylar arasında eşit dağıldığı kabul edilebilir.”

“TS EN 81-50 Madde 5.10.2.4 Farklı kılavuz raylar üzerine etki eden birden fazla güvenlik tertibatı kullanılıyorsa, bütün frenleme kuvvetinin güvenlik tertibatları arasında eşit dağıldığı kabul edilebilir.”

“TS EN 81-50 Madde 5.10.2.5 Aynı kılavuz ray üzerine etki eden, birbiri üstüne düşey olarak yerleştirilmiş birden fazla güvenlik tertibatı kullanıldığında, kılavuz rayın frenleme kuvvetinin bir noktaya etki ettiği kabul edilmelidir.”

Burkulma gerilmesi

Ray burkulma hesaplarında yukarıda da değinildiği gibi “omega” yöntemi olarak isimlendirilen Jager yöntemi kullanılır. Bu yöntemde, momenti oluşturacak kuvvet, “ λ ” narinlik derecesine bağlı şekilde “ ω ” omega katsayısı kadar artırılarak, karşılaştırılacak emniyetli gerilme değerine göre bir güvenlik seviyesi oluşturulur. Böylece kullanılacak malzemelerde malzemenin moment kolu ve atalet yarıçapına bağlı olarak tespit edilen “ ω ” katsayısı kadar

yeterli güvenlik derecesi sağlanır. Aşağıda “omega” yöntemi için “λ” narinlik derecesinin hesaplanması ve “ω” omega değerinin bulunması anlatılmıştır. Standartta Omega yöntemi kullanılması aşağıdaki madde de tanımlanmıştır.

“TS EN 81-50 Madde 5.10.3 Burkulma

Burkulma gerilmelerinin hesaplanması için “omega” yöntemi aşağıdaki formüllerle kullanılmalıdır.”

Burkulma gerilmesi $\sigma_k = [(F_v + k_3 \cdot M_{yardımcı}) \cdot \omega] / A$

Formüldeki ω değerini hesaplayabilmek için önce “λ” narinlik derecesini hesaplamak gerekir.

$$\lambda = L_k / i_{min} \quad L_k = L$$

$i_{min} = (I/A)^{1/2}$ formülleri kullanılır. (Formülde L harfi olarak küçük L ile I karıştığı için büyük L olarak kullanılmıştır. Ray değerlerinde küçük olan i_{min} kullanılmalıdır.)

Burada

- λ Narinlik derecesi
- i_{min} Atalet (eylemsizlik) yarıçapı mm
- L_k Burkulma uzunluğu
- L Kılavuz ray konsolları arası mesafe mm
- I Eylemsizlik momenti mm^4
- A Kesit mm^2

Bulunan narinlik derecesine göre hesap yöntemi ile veya “ω” tabloları kullanılarak ω değeri hesaplanır. Narinlik derecesi arttıkça kırılgenlikte artacağı için daha büyük bir “ω” güvenlik katsayısı gerekir. Aşağıda hesap yöntemi için formülasyon verilmiş olup, broşür sonuna da ω tabloları konmuştur.

Çekme dayanımı $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$ olan çelik için:

$$20 \leq \lambda \leq 60: \omega = 0,00012920 \cdot \lambda^{1,89} + 1;$$

$$60 < \lambda \leq 85: \omega = 0,00004627 \cdot \lambda^{2,14} + 1;$$

$$85 < \lambda \leq 115: \omega = 0,00001711 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04;$$

$$115 < \lambda \leq 250: \omega = 0,00016887 \cdot \lambda^{2,00}$$

Çekme dayanımı $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$ olan çelik için:

$$20 \leq \lambda \leq 50 \omega = 0,00008240 \cdot \lambda^{2,06} + 1,021;$$

$$50 < \lambda \leq 70 \omega = 0,00001895 \cdot \lambda^{2,41} + 1,05;$$

$$70 < \lambda \leq 89 \omega = 0,00002447 \cdot \lambda^{2,36} + 1,03;$$

$$89 < \lambda \leq 250 \omega = 0,00025330 \cdot \lambda^{2,00}.$$

Çekme dayanımı (R_m) 370 N/mm² ile 520 N/mm² arasında olan çeliklerin “omega” değerleri, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmalıdır. Özellikle işlenmiş raylarda genelde 440 N/mm² malzeme kullanıldığı için bu hesaplama kullanılmalıdır.

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

Eğilme ve burkulma gerilmeleri hesaplandıktan sonra σ_{perm} göre uygunluk değerlendirmesi yapılmalıdır.

Birleşik Eğilme ve Burkulma gerilmeleri

Burkulma ve eğilme gerilmeleri hesaplandıktan sonra birleşik eğilme ve basınç gerilmeleri yapılmalıdır. Burkulma ve eğilme gerilmelerinin matematiksel olarak toplandığına dikkat etmek gerekir. (kesme-koparma geometrik toplama) Bu hesaplamalar standartta aşağıdaki maddelerde tanımlanmıştır.

“TS EN 81-50 Madde 5.10.4 Birleşik eğilme ve basma/çekme veya burkulma gerilmeleri Birleşik eğilme ve basma/çekme veya burkulma gerilmeleri, aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmalıdır:

Eğilme gerilmeleri	$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$
Eğilme ve basma/çekme gerilmeleri	$\sigma = \sigma_m + (F_v + k_3 \cdot M_{yardımcı}) / A \leq \sigma_{perm}$
Eğilme ve burkulma gerilmeleri	$\sigma = \sigma_k + 0,9 \sigma_m \leq \sigma_{perm}$

Burada;

A Kılavuz rayın kesit alanı (mm^2),

F_v Kabin, veya karşı ağırlık kılavuz rayı üzerine etkiyen düşey kuvveti (N),

k_3 Darbe çarpanı,

$M_{yardımcı}$ Yardımcı donanımın kılavuz raylarda meydana getirdiği kuvvet (N),

σ Birleşik gerilme (N/mm^2),

σ_k Burkulma gerilmesi (N/mm^2),

σ_m Eğilme gerilmesi (N/mm^2),”

σ_{perm} Müsaade edilebilir gerilme (N/mm^2),

σ_x X eksenindeki eğilme gerilmesi (N/mm^2),

σ_y Y eksenindeki eğilme gerilmesi (N/mm^2).

Çeşitli çalışma modlarında inceleme yaparken, farklı eksenlerdeki yanal kuvvetlerin oluşturduğu gerilmeler hesaplanacak ve birleşik eğilme gerilmesi için toplanacaktır. Daha sonra burkulma gerilimi ile birlikte σ_{perm} dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Bu hesaplamalarda önemli olan bir diğer nokta, daha önce ray boynu eğilmesi olarak yaptığımız, yeni standartta flanş eğilmesi olarak tanımlanan hesabın yapılmasıdır.

Flanş Eğilmesi Gerilmesi (Ray boynu eğilmesi)

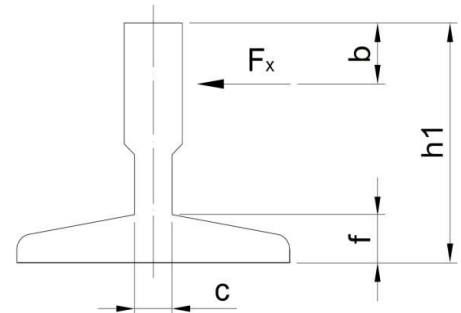
Dengesiz yüklerden oluşan eğilme kuvvetinin bileşkelerinden olan F_x kuvveti, aynı zamanda ray boynunu da eğmeye çalışır. Bağlama pabuçlarındaki eğilme hesaba katılmalıdır. Ray boynu c de eğilmeyi oluşturacak kuvvet F_x olacaktır. Bu noktada standart, tekerlekli patenler ile sürtünmeli patenleri ayırmış ve hesap formülleri farklılaşmıştır. Standart bu konudaki yaklaşımını aşağıdaki madde de tanımlamıştır.

“TS EN 81-50 Madde 5.10.5 Flanş eğilmesi

Flanş eğilmesi hesaba katılmalıdır. T-profil kılavuz raylarda aşağıdaki formüller kullanılmalıdır:

$\sigma_F = (1,85 * F_x) / c^2 \leq \sigma_{perm}$ Makaralı (yuvarlanmalı-tekerlekli) kılavuz patenler için

$\sigma_F = (F_x * (h_1 - b - f) * 6) / (c^2 * (L + 2 * (h_1 - f))) \leq \sigma_{perm}$ Kaymalı kılavuz patenler için



b Fren pabuçu kaplama genişliğinin yarısı (width of guide shoe, paten derinliği olarak)(mm),

c Ray profilinin ayağı ile başı arasındaki bağlantı parçası (boyun) genişliği (mm),

f Kılavuz ray profil başı ile kendi bağlantısındaki kılavuz rayın ayak (taban) derinliği (mm),

F_x Flanşa kılavuz pateninden uygulanan kuvvet (N),
 h_1 Kılavuz ray yüksekliği (mm),
 L Fren pabucu kaplama uzunluğu (length of guide shoe, paten boyu olarak) (mm),
 σ_F Yerel flanş eğilme gerilmesi (N/mm²),
 σ_{perm} Müsaade edilebilir gerilme (N/mm²).”

Eğilme miktarı (sehim)

Rayda oluşan kuvvetlere göre raydaki sehim hesaplanmalıdır. Ancak yeni standart binadan kaynaklanan sehimi de dikkate alarak, birleşik sehimin hesaplanmasını istediği için yeni formül aşağıdaki gibi verilmiştir. Bina esnemesinden kaynaklanacak olan δ_{str-x} ve δ_{str-y} değerleri eklenerek standardın müsaade ettiği emniyet değerleri içinde kalındığı kontrol edilmelidir. Bu değerler esneme değeri yüksek binalarda bina yapımcısı tarafından verilmelidir.

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

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

δ_{perm} Müsaade edilebilir azami eğilme miktarı (mm),

δ_x X eksenindeki eğilme miktarı (mm),

δ_y Y eksenindeki eğilme miktarı (mm),

δ_{str-x} X eksenindeki bina yapısının eğilme miktarı (mm),

δ_{str-y} Y eksenindeki bina yapısının eğilme miktarı (mm);

E Elastikiyet modülü (N/mm²)

F_x X eksenindeki mesnet kuvveti (N),

F_y Y eksenindeki mesnet kuvveti (N),

I_x X eksenindeki atalet momenti (mm⁴),

I_y Y eksenindeki atalet momenti (mm⁴);

L Ray konsolları arasındaki azami mesafe (mm).

F_x kuvvetine I_y eylemsizlik momenti, F_y kuvvetine de I_x eylemsizlik momentinin karşı koyacağına dikkat edilmelidir. Bu madde de bahsedilen (δ_{perm}) izin verilen sehim miktarları da asansör hesaplarında önemli bir yer tutmaktadır. Ray boyutlarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken bir kriterdir. Asansörde müsaade edilen sehim miktarları madde 5.7.4.6 da tanımlanmıştır.

“**TS EN 81-20 Madde 5.7.4.6 Müsaade edilebilir sehimler (sapmalar)** T-profil kılavuz raylar ve bunların sabitlemeleri (konsollar, ayırma kirişleri) için müsaade edilebilir hesaplanmış azami sehimler δ_{perm} aşağıdaki verilmiştir:

a) Güvenlik tertibatı devrede iken kabinin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuz raylarında her iki yönünde $\delta_{perm} = 5 \text{ mm}$,

b) Güvenlik tertibatsız karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuz raylarında her iki yönünde $\delta_{perm} = 10 \text{ mm}$.”

C) RAYLARIN ÇALIŞMA DURUMLARINA GÖRE HESAPLANMALARI

Yukarıda bahsedilen hesaplama esaslarına bağlı olarak asansördeki çeşitli çalışma durumlarına göre hesaplamalar yapılmalıdır. Bu çalışma modlarını;

1. Güvenlik tertibatı çalışması (σ_{perm} değeri (1,8) S_f Güvenlik faktörüne göre alınmalıdır)
2. Normal çalışma, İşletme (σ_{perm} değeri (2,25) S_f Güvenlik faktörüne göre alınmalıdır)
3. Normal çalışma, Yükleme (σ_{perm} değeri (2,25) S_f Güvenlik faktörüne göre alınmalıdır)

olarak tanımlayabiliriz. Her bir çalışma modu askı eksenini, emniyetli gerilim değeri ve farklı kuvvetlerle çalıştığı için ayrı ayrı incelenmelidir. Aşağıda çalışma durumları ve yapılması gereken hesaplar verilmiştir.

1. Güvenlik tertibatının devreye girmesi

Bu çalışma modunda Güvenlik tertibatının çalışmasında σ_{perm} değerleri, kullanılan ray cinsi dikkate alınarak (1,8) S_f Güvenlik faktörüne göre değerlendirilmelidir. k_1 çarpanı değeri kullanılan mekanik fren cinsi dikkate alınarak seçilmelidir.

a. Eğilme gerilmesi

Eğilme gerilmesinde profile etki eden kuvvet F_h iki eksenli bir kuvvettir. Kuvvetlerden profilin eksenlerine her iki eksende dik olarak etki eden F_x ve F_y kuvvetlerinin oluşturduğu gerilmeler ayrı ayrı hesaplanmalı ve eğilme gerilmesi her iki eksendeki gerilmenin toplamı olarak bulunmalıdır. Burada oluşan yanal F_h kuvvetleri için TS EN 81-50 Ek C Madde C.2.1.1 de verilen formüller kullanılabilir.

“C.2.1.1 Eğilme gerilmesi

a) Kılavuz rayın Y eksenine ilişkin kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_x = [k \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_q + P \cdot x_p)] / h \cdot n$$
$$\sigma_y = M_y / W_y \quad M_y = (3 \cdot F_x \cdot L_k) / 16$$

b) Kılavuz rayın X eksenine ilişkin kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_y = [k \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_q + P \cdot y_p)] / (h \cdot n / 2)$$
$$\sigma_x = M_x / W_x \quad M_x = (3 \cdot F_y \cdot L_k) / 16$$

$$\text{Toplam Eğilme gerilmesi} \quad \sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

Burada

F Eksendeki bükülme kuvveti

g_n Yerçekimi ivmesi

Q Beyan yükü

P Kabin toplam ağırlığı

k çalışma durumuna ve güvenlik tertibatına bağlı darbe katsayısı

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

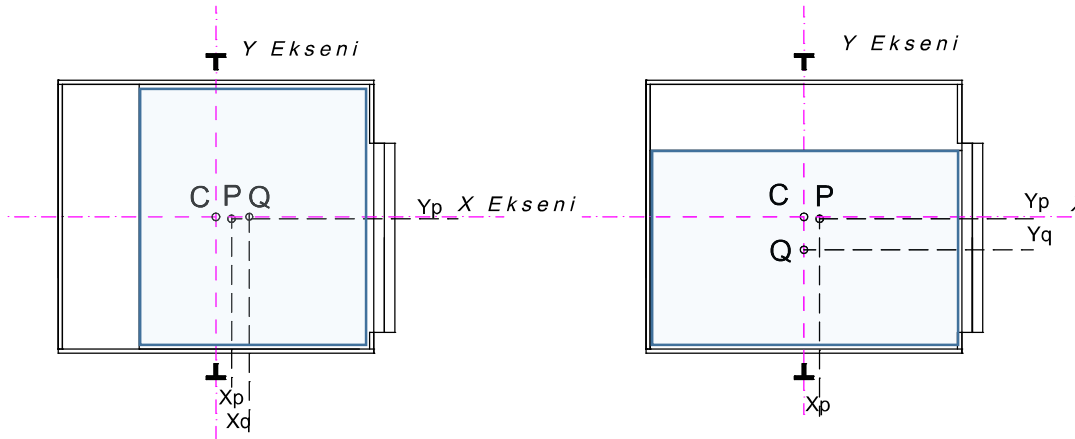
y_p Kabin toplam ağırlık merkezinin y ekseninde ilgili noktaya moment kolu uzunluğu

h Kabin kılavuz patenleri arasındaki mesafe

n Kılavuz rayların sayısı”

Asansörde kullanılan F_x kuvvetinin yönü ile ray mukavemet momenti ekseninin yönü aynı değildir. Bu yüzden F_x kuvveti rayın Y ekseninde mukavemete etki ettiği için, M_x hesaplamasında F_y , M_y hesaplamasında F_x kuvvetinin kullanıldığına dikkat etmek gerekir.

Güvenlik tertibatı eğilme gerilmesi hesabında x_p , x_q , y_p , y_q değerleri ray merkezine göre belirlenmelidir. Beyan yükünün x ve y eksenlerinde %75 dengesiz dağıldığı dikkate alınarak, her iki durum incelenmeli ve en büyük gerilmelerin olduğu durum kabul edilmelidir. Güvenlik tertibatının devreye girdiği durumda beyan yükünün eksenlere göre eşitsiz ağırlımı aşağıda gösterilmiştir.



Durum 1, x eksenini için yük dağılımı

Durum 2, y eksenini için yük dağılımı

b. Burkulma gerilmesi

Burkulma gerilmesinde mekanik frenin çalışması, yardımcı donanımlardan gelen etkiler, rayların ağırlığı ve konsolların itme etkisi dikkate alınmalıdır.

Burkulma gerilmesi

$$\sigma_k = [(F_v + k_3 \cdot M_{\text{yardımcı}}) \cdot \omega] / A$$

Güvenlik tertibatı devreye girmesi burkulma gerilmesi hesabında, kabin veya karşı ağırlık için b) fıkrasında dikey kuvvet olarak tanımlanan F_v kuvvetini hesaplamak gerekir. F_v kuvveti standartta 5.7.2.3.5 maddesinde tanımlanmıştır.

“TS EN 81-20 Madde 5.7.2.3.5 Baskı veya germe kuvveti sonucu olarak kabinin, karşı ağırlığın veya dengeleme ağırlığının dikey kuvveti F_v , aşağıdaki formül kullanılarak uygun bir şekilde hesaplanmalıdır (değerlendirilmelidir).

Kabin için

$$F_v = [k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q) / n] + (M_g \cdot g_n) + F_p$$

Dengeleme veya karşı ağırlıklar için

$$F_v = [k_1 \cdot g_n \cdot M_{\text{cwt}} / n] + (M_g \cdot g_n) + F_p$$

Alttan veya üstten sabitlenmiş raylarda

$$F_p = n_b \cdot F_r$$

Herhangi bir yerden sabitlenmemiş raylarda

$$F_p = n_b \cdot F_r / 3$$

Burada;

F_p Bir kılavuz rayda bulunan tüm konsolların kuvvetiyle itme (betonun çekilmesinin veya binanın normal oturması nedeniyle), (N),

F_r Konsol başına tüm klipslerin kuvvetiyle itme (N),

g_n Standart serbest düşme ivmesi (9,81 m/s²),

k_1 Dinamik darbe faktörü (kılavuz rayı üzerinde güvenlik tertibatı etkisizse $k_1 = 0$),

M_g Kılavuz raylarının bir hattının kütlesi, kilogram (kg),

n Kılavuz rayların sayısı,

n_b Bir kılavuz ray için konsolların sayısı,

P Boş kabinin ve örneğin, kabin, seyir kablosu, dengeleme halatları/zincirleri (varsa),

vb. nin parçaları gibi kabin tarafından desteklenen bileşenlerinin kütlesi, kilogram (kg),

Q Beyan yükü, kilogram (kg).”

$(M_g \cdot g_n) + F_p$ kısmi için daha önce açıklama yapılmıştı. Eğer sistemde raylara bağlanarak kullanılan ($M_{\text{yardımcı}}$) yardımcı donanım varsa, Gerilme hesabı yapılırken F_v kuvvetine k_3 dinamik etki çarpanı ile çarpılarak ilave edilmelidir. Bu formüller ile hesaplama yapılarak Burkulma gerilmesi σ_k hesaplanabilir. Daha önce incelendiği gibi σ_{perm} değeri dikkate alınarak, birleşik gerilme, flanş eğilmesi gerilmesi ve sehim hesapları yapılır.

c. Birleşik gerilme

Eğilme gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

Eğilme ve basma/çekme gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_m + (F_v + k_3 \cdot M_{yardımcı}) / A \leq \sigma_{perm}$$

Eğilme ve burkulma gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_k + 0,9 \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

d. Flanş eğilmesi gerilmesi

$$\sigma_F = (1,85 \cdot F_x) / c^2 \leq \sigma_{perm} \quad \text{Makaralı (tekerlekli) kılavuz patenler için}$$

$$\sigma_F = (F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6) / (c^2 \cdot (L + 2 \cdot (h_1 - f))) \leq \sigma_{perm} \quad \text{Kaymalı kılavuz patenler için}$$

e. Sehîm miktarları

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

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

2. Normal çalışma, işletme

Bu çalışma modunda Güvenlik tertibatının çalışmasında σ_{perm} değerleri kullanılan ray cinsi dikkate alınarak (2,25) S_f Güvenlik faktörüne göre değerlendirilmelidir. Dinamik dönüştürücü olarak k_2 çarpanı elektromekanik fren etkisi dikkate alınarak belirlenmelidir. Özel bir durum yoksa bu değer 1,2 olarak alınabilir. Eğilme gerilmesinde x_p, x_q, y_p, y_q değerleri kabin halat askı merkezine göre belirlenmelidir.

a. Eğilme gerilmesi

Eğilme gerilmesi için F_x ve F_y , TS EN 81-50 Ek C madde C.2.1.1 Eğilme gerilmesi maddesinde verilen şekilde formüle edilmelidir.

“C.2.2.1 Eğilme gerilmesi

a) Kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan kılavuz rayın Y eksenine ilişkin eğilme gerilmesi:

$$F_x = k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_q - x_s) + P \cdot (x_p - x_s)] / n \cdot h$$

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

b) Kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan kılavuz rayın X eksenine ilişkin eğilme gerilmesi:

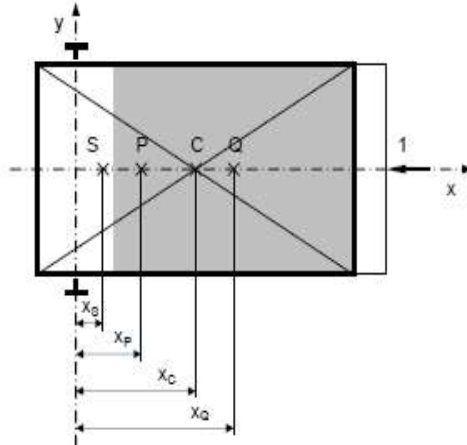
$$F_y = k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_q - y_s) + P \cdot (y_p - y_s)] / (h \cdot n / 2)$$

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

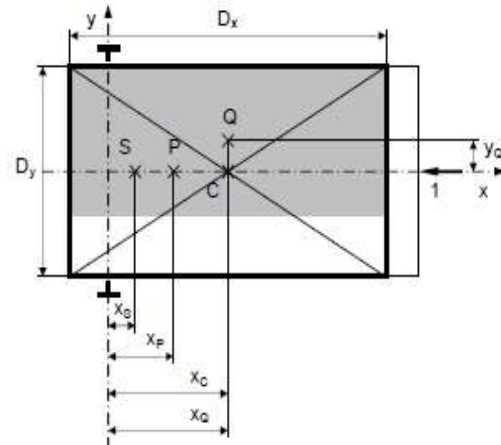
Toplam Eğilme gerilmesi $\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$

Yük dağılımı olumsuz halleri X ve Y eksenlerine göre ayrıca dikkate alınmalıdır.

Durum 1: x- eksenî



Durum 2: y- eksenî



b. Burkulma gerilmesi

Burkulma gerilmesinde, yardımcı donanımlardan gelen etkiler, rayların ağırlığı ve konsolların itme etkisi dikkate alınmalıdır. Daha önceki hesaplarda normal çalışma, işletme şartlarında burkulma hesapları yapılmıyor idi. Ancak ray ağırlıklarının burkulma hesaplarına dahil edilesiyle beraber her çalışma modu için burkulma hesaplarının da yapılması gerekmektedir. Ancak “ω” değerinin gerilme formülünde kullanılmadığına dikkat etmek gerekir. Güvenlik tertibatı çalışması olmadığı için sadece ray ağırlığı ve F_p kuvvetleri incelenmektedir. Raylara bağlanmış donanımlar dikkate alınmalıdır.

$$F_v = (M_g \cdot g_n) + F_p$$
$$\sigma_k = (F_v + k_3 \cdot M_{\text{yardımcı}}) / A$$

c. Birleşik gerilme

Eğilme gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{perm}}$$

Eğilme ve basma/çekme gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_m + (F_v + k_3 \cdot M_{\text{yardımcı}}) / A \leq \sigma_{\text{perm}}$$

d. Flanş eğilmesi gerilmesi

$$\sigma_F = (1,85 \cdot F_x) / c^2 \leq \sigma_{\text{perm}} \quad \text{Makaralı (yuvarlanmalı-tekerlekli) kılavuz patenler için}$$

$$\sigma_F = (F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6) / (c^2 \cdot (L + 2 \cdot (h_1 - f))) \leq \sigma_{\text{perm}} \quad \text{Kaymalı kılavuz patenler için}$$

e. Sehim miktarları

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

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

3. Normal çalışma, Yükleme

Bu çalışma modunda Güvenlik tertibatının çalışmasında σ_{perm} değerleri, kullanılan ray cinsi dikkate alınarak (2,25) S_f Güvenlik faktörüne göre değerlendirilmelidir. Burkulma gerilmesinde, yardımcı donanımlardan gelen etkiler, rayların ağırlığı ve konsolların itme etkisi dikkate alınmalıdır. Asansör hareket halinde olmadığı için k_2 çarpanı dikkate alınmamalıdır. Eğilme gerilmesinde Q değeri yerine, Kabinin yüklenmesi veya boşaltılması sırasında, bir kabin girişinde eşığın orta noktasında etki eden bir eşik kuvveti F_s göz önüne alınmalıdır. Eşik kuvvetinin büyüklüğü madde 5.7.2.3.6 da belirtildiği gibi alınmalıdır.

“TS EN 81-50 Madde 5.7.2.3.6 Kabinin yüklenmesi veya boşaltılması sırasında, eşik üzerindeki dikey bir kuvvet F_s , kabin girişinin eşığı üzerine merkezi olarak etki edeceği kabulü gereklidir. Eşik üzerine uygulanan kuvvet miktarı aşağıdaki gibi olmalıdır:

— İnsan taşıma asansörleri için: $F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q$

— Yük taşıma asansörleri için: $F_s = 0,6 \cdot g_n \cdot Q$

— Tertibat ağırlığı beyan yükünde dâhil değilse, ağır askılama tertibat durumunda yük taşıma asansörler için: $F_s = 0,85 \cdot g_n \cdot Q$

Eşik üzerine kuvvet uygulandığında kabin, boş olarak kabul edilmelidir. Birden fazla girişe sahip kabinlerde, eşik üzerindeki kuvvet, sadece en elverişsiz girişlerde uygulanmasına gerek vardır.”

Aşağıdaki hesaplamalar yapılmalıdır.

a. Eğilme gerilmesi

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 , TS EN 81-50 Ek C madde C.2.3.1 de belirtildiği şekilde hesaplanmalıdır.

“C.2.3.1 Eğilme gerilmesi

a) Kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan kılavuz rayın Y eksenine ilişkin eğilme gerilmesi:

$$F_x = [g_n * P * (x_p - x_s) + F_s * (x_i - x_s)] / n * h$$

$$M_y = (3 * F_x * L_k) / 16$$

$$\sigma_y = M_y / W_y$$

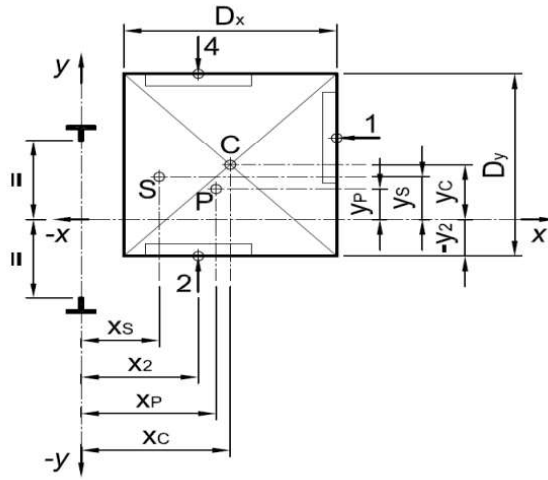
b) Kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan kılavuz rayın X eksenine ilişkin eğilme gerilmesi:

$$F_y = [g_n * P * (y_p - y_s) + F_s * (y_i - y_s)] / (h * n / 2)$$

$$M_x = (3 * F_y * L_k) / 16$$

$$\sigma_x = M_x / W_x$$

$$\text{Toplam Eğilme gerilmesi} \quad \sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$



b. Burkulma gerilmesi

Burkulma gerilmesinde, yardımcı donanımlardan gelen etkiler, rayların ağırlığı, raylara bağlı donanım ve konsolların itme etkisi dikkate alınmalıdır.

$$F_v = (M_g * g_n) + F_p$$

$$\sigma_k = (F_v + k_3 * M_{yardımcı}) / A$$

c. Birleşik gerilme

Eğilme gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

Eğilme ve basma/çekme gerilmeleri

$$\sigma = \sigma_m + (F_v + k_3 * M_{yardımcı}) / A \leq \sigma_{perm}$$

d. Flanş eğilmesi gerilmesi

$$\sigma_F = (1,85 * F_x) / c^2 \leq \sigma_{perm} \quad \text{Makaralı (yuvarlanmalı-tekerlekli) kılavuz patenler için}$$

$$\sigma_F = (F_x * (h_1 - b - f) * 6) / (c^2 * (L + 2 * (h_1 - f))) \leq \sigma_{perm} \quad \text{Kaymalı kılavuz patenler için}$$

e. Sehim miktarları

$$\delta_y = (0,7 * F_y * L^3) / (48 * E * I_x) + \delta_{str-y} \quad \text{y-y düzleminde} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = (0,7 * F_x * L^3) / (48 * E * I_y) + \delta_{str-x} \quad \text{x-x düzleminde} \leq \delta_{perm}$$

(Normal kullanma, İşletme) ve (Normal kullanma, Yükleme) şartlarında aynı emniyetli gerilme değerleri alınmaktadır. Bu yüzden bu modlara ait en yüksek F_x ve F_y değerleri alınarak Burkulma, Flanş eğilmesi ve Sehim miktarlarını hesaplarını bir defa yapmak ve doğrulamayı sağlamak yeterli olabilir. En büyük oluşabilecek kuvvet için malzemenin yeterliliğinde sağlama yapılabildiyse, küçük kuvvetler içinde bunun yeterli olacağı açıktır.

D) KARŞI AĞIRLIK RAY HESAPLARI

Kabin hesapları dışında karşı ağırlık rayları içinde hesapların yapılması gerekir. Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı için standart kabullerini aşağıdaki madde de tanımlamıştır.

“TS EN 81-20 Madde 5.7.2.3.3 Bir karşı ağırlık Mcwt veya dengeleme ağırlığının Mbwt kılavuz kuvvetleri, aşağıdakiler dikkate alınarak değerlendirilmelidir:

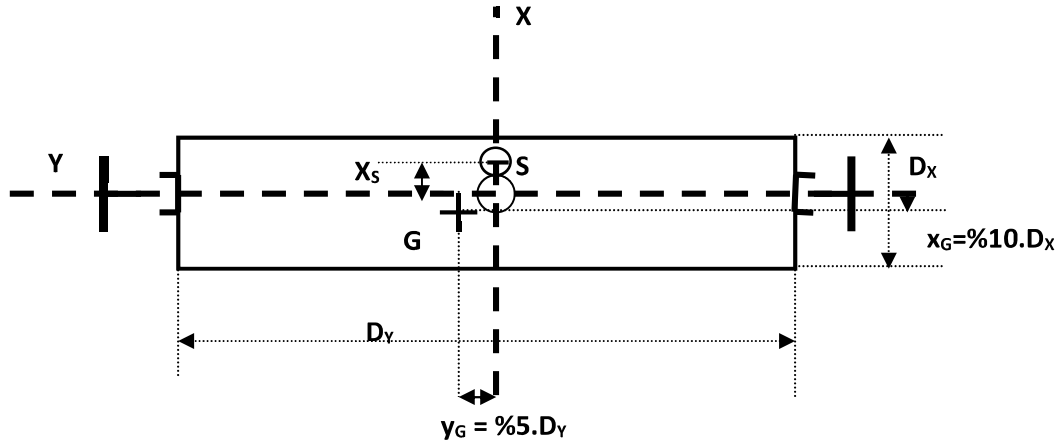
- Kütlenin etki noktası,

- Askılama ve

- Gerilmiş veya gerilmemiş dengeleme halatları/zincirleri (varsa) nedeniyle kuvvetler.

Merkezi olarak kılavuzlanan ve asılan bir karşı ağırlıkta veya dengeleme ağırlığında, kütlenin etki noktasının ağırlık veya dengeleme ağırlığının yatay kesit alanının ağırlık merkezinden kaçıklığı (eksantirikliği), genişliğin en az % 5'i ve derinliğin % 10'u olarak göz önüne alınmalıdır.”

G kütlesi olarak kabul edeceğimiz ağırlık kütlesi kaçıklık kabullerine göre ray hesapları yapılmalıdır. Mekanik fren tertibatı olmayan veya üzerinde ağırlık taşımayan ray sistemlerinde kuvvetler küçük olmasına rağmen, özellikle üzerinde donanım taşıyan MRL sistem ağırlık raylarında bu hesaplamalar önem taşımaktadır. Tahrik sistemlerinin raylara bağlanması ve taşıtırılmasında hesapların yapılmadan ray kesitleri seçilmesi büyük risklerin doğmasına yol açabilir. MRL asansörlerde ($k_3.M_{yardımcı}$) değeri yukarı yönde frenleme dikkate alındığında $[k_1.g_n.(P+Q+Makine+halat) / n]$ değeri olarak alınmalıdır. n makine şasesi ağırlığını taşıyan ray sayısıdır. Karşı ağırlık ray hesapları aşağıdaki gibi yapılmalıdır. (Aşağıdaki örnekte açıklayıcı olması için askı noktası **S**, x ekseninde kaçık alınmıştır.)



G Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı kütlesinin 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

1. Karşı ağırlık güvenlik tertibatının devreye girmesi

Eğilme gerilmesi

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

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

$$\sigma_y = M_y / W_y$$

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

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

$$\sigma_x = M_x / W_x$$

$$\text{Toplam Eğilme gerilmesi} \quad \sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

Burkulma eğilmesi

$$\text{Dengeleme veya karşı ağırlıklar için} \quad F_v = [k_1 \cdot g_n \cdot M_{cwt} / n] + (M_g \cdot g_n) + F_p$$

Alttan veya üstten sabitlenmiş raylarda

$$F_p = n_b \cdot F_r$$

Herhangi bir yerden sabitlenmemiş raylarda

$$F_p = n_b \cdot F_r / 3$$

$$\text{Burkulma gerilmesi} \quad \sigma_k = [(F_v + k_3 \cdot M_{yardımcı}) \cdot \omega] / A$$

Eğilme ve burkulma gerilmeleri

$$\sigma_M = \sigma_x + \sigma_y < \sigma_{em}$$

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

Flaş eğilmesi (Ray boynu eğilmesi)

$$\sigma_F = (1,85 \cdot F_x) / c^2 \leq \sigma_{perm} \quad \text{Makaralı (tekerlekli) kılavuz patenler için}$$

$$\sigma_F = (F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6) / (c^2 \cdot (L + 2 \cdot (h_1 - f))) \leq \sigma_{perm} \quad \text{Kaymalı kılavuz patenler için}$$

Raydaki sehim kontrolü

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

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

2. Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında normal hareket

Bu durumda moment kolu eksenini olarak **S** noktası alınmalı ve hesaplar buna göre yapılmalıdır. Normal hareket, Yükleme hesapları yapılmayacaktır.

Eğilme gerilmesi

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

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

$$\sigma_y = M_y / W_y$$

Ağırlık merkezi kaçıklığı olumsuz durum şartı için her zaman ters tarafta düşünülmelidir.

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

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

$$\sigma_x = M_x / W_x$$

Eğer S noktası y ekseninde de kaçık olsaydı formülde ($y_G + y_S$) kullanılacaktır.

Burkulma gerilmesi

$$F_v = (M_g \cdot g_n) + F_p$$
$$\sigma_k = (F_v + k_3 \cdot M_{yardımcı}) / A$$

Eğilme ve basınç gerilmeleri

$$\text{Eğilme gerilmesi} \quad \sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$
$$\text{Eğilme ve basma/çekme gerilmeleri} \quad \sigma = \sigma_M + (F_v + k_3 \cdot M_{yardımcı}) / A < \sigma_{perm}$$

Flanş eğilmesi (Ray boynu eğilmesi)

$$\sigma_F = (1,85 \cdot F_x) / c^2 \leq \sigma_{perm} \quad \text{Makaralı (yuvarlanmalı-tekerlekli) kılavuz patenler için}$$
$$\sigma_F = (F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6) / (c^2 \cdot (L + 2 \cdot (h_1 - f))) \leq \sigma_{perm} \quad \text{Kaymalı kılavuz patenler için}$$

Raydaki sehim kontrolü

$$\delta_y = (0,7 \cdot F_y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_x) + \delta_{str-y} \quad \text{y-y düzleminde} \leq \delta_{perm} = 5 \text{ mm}$$

$$\delta_x = (0,7 \cdot F_x \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_y) + \delta_{str-x} \quad \text{x-x düzleminde} \leq \delta_{perm} = 5 \text{ mm}$$

3) 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

$$\delta_x = (0,7 \cdot F_x \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_y) < \delta_{em} = 10 \text{ mm}$$

$$\delta_y = (0,7 \cdot F_y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_x) < \delta_{em} = 10 \text{ mm}$$

KAYNAKÇA

1. ASANSÖR UYGULAMALARI Serdar Tavaslıoğlu Final yayınları Kasım 2005
2. TS EN 81-20 Asansörler - Yapım Ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları - İnsan Ve Yük Taşıma Amaçlı Asansörler - Bölüm 20: İnsan Ve Yük Asansörleri
3. TS EN 81-50 Asansörlerin yapımı ve kurulumu için güvenlik kuralları - İnceleme ve deneyler - Bölüm 50: Asansör bileşenlerinin tasarım kuralları, hesaplamaları, incelemeleri ve deneyleri
4. TS ISO 7465 İnsan ve yük asansörleri - Asansör kabinleri ve karşı ağırlıkları için kılavuz raylar - T tipi
5. TS EN 81-1 + A3 Asansörler - Yapım Ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları - Bölüm 1: Elektrikli Asansörler

