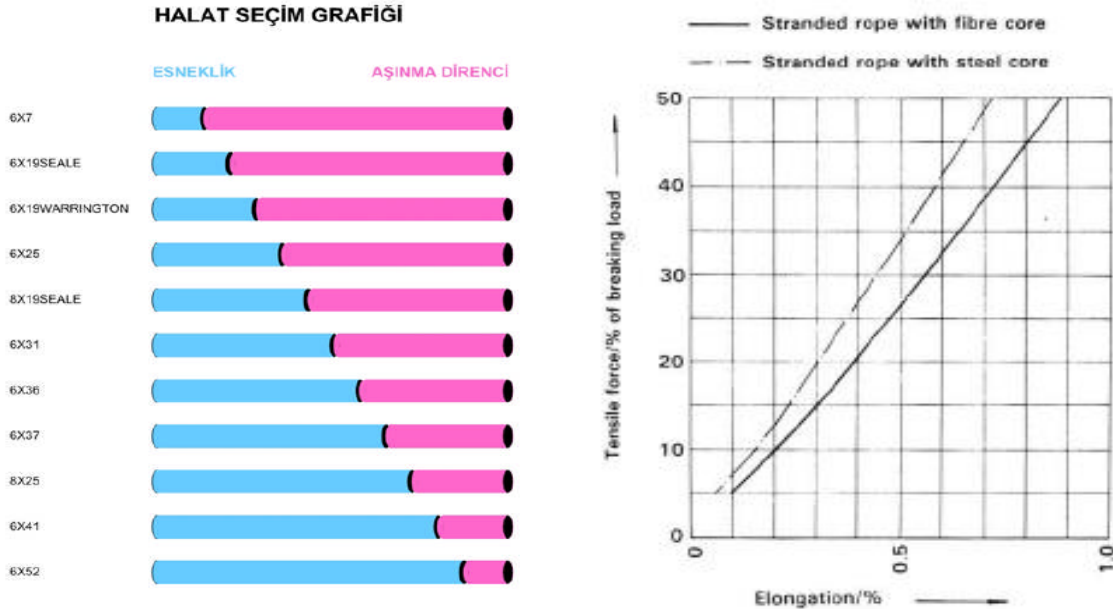


## REGÜLATÖR HALAT HESABI İLE İLGİLİ GELEN SORULARA VERİLEN CEVAPLAR

**Soru 1: Regülatör halatlarında uzama hesabı yapılması zorunlu mudur? Hesapta kullanılan %L oranının 1 den küçük olması,  $E=63000 \text{ N/mm}^2$  değerleri her halat için geçerli midir?**

Regülatör halatlarında geçmişte yaygın olarak kullandığımız 6 mm lif özlü halatlar belirli bir yükseklik, tek yönlü güvenlik tertibatları ve gergi kasnak merkezinde 15-20 kg ağırlık kullanan asansörler için denenmiş, hesapları yapılmış bir uygulama biçimiydi. Düşük hızlarda, ortalama trafik yüküyle, orta mesafe yükseklik ve küçük gergi ağırlıkları için sorun çıkarmayan ve uzun süre sorunsuz kullanılan bu yaygın sistem, uygulamaların değişimiyle beraber yeniden değerlendirilmek durumundadır. Hızlar değişmiş, kuyu boyları ve trafik yükü büyümüş, üstelik çift yönlü güvenlik tertibatı kullanımıyla halata etki eden kasnak merkezi gergi ağırlıkları 3-4 kat artmış durumdadır. Bu durumda her firma ana model uygulamaları için %L halat uzama kontrolü yapmalıdır. Halat güvenlik hesabının yapılmış olması ve halatın güvenli değerler içinde olması, %L uzama hesabının da uygun olacağı anlamına gelmez. Özellikle yüksek katlı ve büyük gergi ağırlıklı asansörlerde halat kesitine bağlı olarak %L hesabı yapılmalıdır. Halat minimum kopma kuvveti değerlerinin çok artması halat güvenlik hesabını kurtarıırken, halat kesitinin ve E değerinin aynı oranda artmaması halatın uzama hesabını kurtarmayabilmektedir. Buda regülatör halatlarının kısa sürelerde deformasyona uğramasına, bozulmalara sebep olabilmektedir.

Halat seçimleri halatın esneklik ve aşınma direnci göz önüne alınarak yapılır. Halatın esnekliği arttıkça aşınma direnci azalır. Aynı şekilde halatın kopma mukavemeti artıp halat sertleştikçe de halatın %L elastik uzama oranı azalmaktadır. Halatın elastik uzama bölgesini geçmesi durumunda deformasyon başlar ve halat bozulur. Aşağıda Asansör Halatları- Prof. Dr. Mahir Kutay-Günhan Yanbay ve Elevator Mechanical Design-Lubomir Janovski kitaplarından konuyla ilgili grafikleri verdim. Tablolardan görüleceği gibi %L halat uzama oranları lif özlü halatlarda daha fazla iken çelik özlü halatlarda daha azdır.



Asansörlerde her uygulamada farklı hız, farklı kuyu boyu, farklı trafik yoğunluğu, farklı gergi ağırlıkları kullanmaya başlanması durumunda alışageldik hesap ve uygulamanın geçerli sayılmayacağı açıktır. Halat uzama formülünü tekrar yazarsak, gerilmenin gerinmeye oranı elastikiyet modülünü verir.

$$E = \sigma / \varepsilon, \quad \sigma = E * \varepsilon, \quad \varepsilon = L / L_0, \quad \sigma = E * L / L_0, \quad \sigma = F / A, \quad F / A = E * L / L_0$$

$$L = (F * L_0) / (E * A)$$

$$\%L = (L / L_0) * 100$$

$$\%L = (F_{\max} * 100) / (E * A)$$

$$\sigma = \text{Gerilme N/mm}^2$$

$$L_0 = \text{Tek taraf halat boyu (mm)}$$

$$\varepsilon = \text{gerinme oranı}$$

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

$$A = (\pi * d^2 * x) / 4 \text{ mm}^2 \text{ halatın gerçek kesit alanı (genel olarak } x = 0,49 \text{ 6x19 halatlar için, } x = 0,44 \text{ 8x19 halatlar için)}$$

Bu hesaplama için  $F_{\max}$  değerini bulmamız gerekir.  $F_{\max}$  değeri normal kullanma esnasında regülatör gergi ağırlığının halat kolunda yarattığı çekme kuvveti ve halat ağırlığının oluşturduğu toplam kuvvetten ( $T_1$ ) oluşmaktadır. Bunun hesaplanması ana yazıda anlatılmıştır. Orta seviyeli ve düşük ivmeli asansörlerde  $F_{\max}$  hesaplaması doğrudan ağırlıkların hesaplanması ile alınır.

$$(F_{\max} = T_1)$$

Yapılan saha gözlemlerinde hızlanma ve yavaşlama ivme değeri yüksek olan, uzun seyir mesafesine sahip, orta ve üstü trafik yüküne sahip asansörlerde beklenenden daha fazla halat deformasyonu görülmektedir. Ana askı halatlarında en az 12 kat güvenlik aranmaktadır buda halatın en çok %8 civarında yüklendiği anlamına gelir. Regülatör halatlarında ise yüklenme oranı 8 kat güvenlikten dolayı %12,5 e kadar çıkabilmektedir. Uzun halat boylarında yüksek ivme değerleri regülatör ve gergi kasnaklarındaki ataletin yenilmesi esnasında halatın gerilmesinde kayda değer ek bir artma oluşturmaktadır. Bu ek yüklenme halat yükünde etkili olmakta ve halatta uzama olarak elastik bölgeyi geçmeye sebep olabilmektedir. Bu yüzden uzun seyir mesafesine sahip, orta ve üstü trafik yükü olan asansörlerde  $k_2$  çarpanının da dikkate alınması tavsiye edilmektedir. Uzun halat boylarında yüksek ivme değeri  $L_0$  halat uzamasında önemli bir faktördür. Bu tür asansörlerde  $F_{\max}$  hesaplamasında  $k_2$  çarpanı kullanılması halat ömrünün uzamasında etkili olacaktır. (Bu değer pratikte görüldüğü kadarıyla yüksek ivmeli ve ağır trafik yükü olan asansörlerde daha büyük alınabilir.)

$$F_{\max} = k_2 * T_1 = 1,2 * T_1 \quad (k_2 = 1,2 \text{ çalışır durumda darbe katsayısı TS EN 81-20 5.7.4.4})$$

Bu kuvvete göre hesaplanan %L değeri genel olarak %1 den az olmalıdır. Ama ana yazıda verilen örnekteki hesapta alınan %L değeri ve (x) çarpanı başta yapılan avan proje uygulamaları için geçerli genel bir kabuldür. Uygulama projelerinde gerçekte kullanılan halatlar için, hem halat kesit oranı (x) çarpanı için hem de %L değeri için kullanılan halata uygun gerçek değerler alınmalıdır. TS EN 12385-5 standardı her farklı halat tipi için kesit oranını ilgili halatın çizelgesinde vermiştir. Kullanılan uygulamaya özel halatın kılavuzunda da bu değerler verilmektedir.

Gene yukarıda bahsedilen aynı kitaplarda %L değerleri için örnekler verilmiştir. Asansör Halatları Kitabında verilen değerlerde çelik özlü halat, lif özlü halata göre daha küçük uzama yüzdesine sahiptir.

Tablo 5, Rezerv dayanım yüzdesi

Kompozisyon	% Uzama
6 Damarlı lif özlü halatlar	0,50 --- 0,75
6 Damarlı çelik özlü halatlar	0,25 --- 0,50
8 Damarlı lif özlü halatlar	0,75 --- 1,00

Gene Lubomir Janovski de elastik bölge %L uzamaları için örnek vermiştir.

The company Gustav Kocks GmbH states the following elastic elongation for its ropes:

6 x 19 + FC	0.5%,
8 x 19 + FC	0.6%,
DRAKO 300T	0.4%,

all values at the load of 14% of the calculated breaking load.

E değeri de her halat için değişir. Hesapta verilen 63000 N/mm<sup>2</sup> değeri genelde kullanılan 6 mm 8\*19 lif özlü çelik halat için verilmiş bir değerdir. Orta kesim asansörlerde avan projede kullanılacak bir değerdir. Her halat tipi için bu değerler farklılaşır. Uygulamalarda değerlerin gerçek olarak tablolardan veya halatın broşüründen alınmaları gerekir. Asansör Halatları makalesinde bununla ilgili örnek bazı değerler verilmiştir.

Tablo 6. Rezerv dayanım yüzdesi

Kompozisyon	E ( N / mm <sup>2</sup> )	
	% 0 --- % 20 Yük bölgesi için	%21 --- % 65 Yük bölgesi için
6x7-FC	80.700	90'000
6x19-FC	75.000	83'000
6x37-FC	68.000	76'000
8x19-FC	56.000	62'000
6x19-IWRC	93.000	103'500
6x37-IWRC	85.000	96'500

Lubomir Janovski de kitabında halatların elastikiyet modülleri E ile ilgili değerlerine yer vermiştir.

According to Schweizerische Seil-Industrie AG the modulus of elasticity of steel wire is 196 kN/mm<sup>2</sup> and varies with steel ropes:

1.0 - 1.25 x 10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup> for stranded wire ropes with steel core,  
0.7 - 1.0 x 10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup> for stranded wire ropes with fibre core.

Görüldüğü gibi her asansör için kullanılan gergi ağırlığı, regülatör halatı ve kuyu boyuna göre F<sub>max</sub> hesaplanmalı, buna göre E, A gerçek değeri dikkate alınarak hesaplama yapılmalı ve halata uygun %L değeri ile karşılaştırılmalıdır. Halat güvenlik katsayısı uygun olabilir ama elastik uzama %L değerini kurtarmıyor ise halat çok çabuk deforme olabilir, bozulabilir. Bu yüzden %L hesabı model olan her asansör için en az bir kere yapılmalıdır.

## Soru 2: Regülatör tahrik kasnakları V kanal mı olmak zorundadır?

Bu alışkanlık eskiden gelen bir uygulama yöntemidir. Daha önceleri asansörde sadece aşağı yönde güvenlik tertibatı kullanılıyordu. Regülatörler de sadece aşağı yönde kilitlemede etkili olacak şekilde monte ediliyordu. Regülatör gergi ağırlıkları da bu amaç için tasarlanmıştı. Genelde kasnak merkezine doğrudan asılmış ağırlıklar ve hareketli mafsal kolu ile halat gerginliğini sağlayan sistemler kullanılıyordu. Avare bir kasnak olan yani tahrik amacı olmayan, bu yüzden U kanal olarak kullanılan gergi kasnakları yandaki resimlerde görüldüğü gibi kendilerine doğrudan bağlanmış ağırlıklar ile germe işlemini yapıyorlardı.



Gergi ağırlığının ve halat ağırlığının yarısının kilitleme esnasında halatı germe görevi göreceğini düşünürsek ( $T_1$ ), regülatörün kilitleme esnasında tertibat kolunu çekme kuvvetinin ( $T_2$ ) büyük olması için,  $e^{f\alpha}$  değerinin büyük olması gerekecektir. ( $T_2 = T_1 * e^{f\alpha}$ )  $\alpha$  açısının 180 derece radyan karşılığı 3,1416 sabit olduğu durumda  $e^{f\alpha}$  çarpanının büyük olması için ( $f$ ) sürtünme kuvvetinin büyük olması gerekir. Daha küçük ağırlıklar ile daha büyük çekme kuvveti oluşturmak içinde sürtünme değeri en yüksek olan dar açılı V kanallar tercih edilmiştir. Ayrıca V kanallarda aynı kasnak hem 6, hem 8, hem de 10 mm halat için kullanılabilir. Bu da bir avantaj olarak kullanılmıştır. (Kasnak açıları standartta sınırlandırılmıştır, bu değerler içinde kalmak gerekir)

Daha sonraki dönemlerde asansörde her iki yönde güvenlik tertibatı kullanılması durumu gündeme gelince uygulama farklılık göstermiştir. Yukarı yönde güvenlik tertibatını kabinde çift yönlü güvenlik tertibatı olarak kullanan asansörlerde, yukarı yönde de güvenlik tertibatını çalıştırmak için en az 300 N bir çekme kuvveti istenmiştir. Aşağı yönde etkili olan  $T_2$  kuvveti  $e^{f\alpha}$  çarpanı ile büyürken ( $T_2 = T_1 * e^{f\alpha}$ ), yukarı yönde ana yazıda da anlatıldığı gibi güvenlik tertibatı kolunu çekmek için sadece  $T_1$  kuvveti doğrudan etkili olmaktadır. Bu durumda eskiden  $T_1$  kuvveti 100-150 N civarında olup, dar V kanal açısı yardımıyla yüksek  $e^{f\alpha}$  çarpanıyla  $T_2$  kuvveti 500 N değerine çıkabilirken, çift yönlü güvenlik tertibatı uygulamasında  $T_1$  kuvvetinin, yukarı yönde de etkili olabilmesi için kendisinin en az 300 N olması gerekmektedir. Buda gergi kasnağı merkezinde en az 62 kg bir çekmeyi zorunlu hale getirmiştir.

Bunu sağlamak içinde ya doğrudan büyük ağırlıklı askı tertibatı, ya da mafsal kolunu uzatarak moment kolunun uzatılması yöntemi kullanılmaktadır. Ancak burada sorun  $T_1$  kuvvetinin kendisinin artık eskisinden üç dört kat daha büyük olduğudur. Bunun sonucunda pratikte oluşacak bazı farklı sorunlar dikkate alınmalıdır.



$T_1$  kuvvetinin büyümesi sonucunda ( $T_2 = T_1 * e^{f\alpha}$ ) eşitliğinde  $T_2$  değeri de çok büyüyecektir. Buda halatın minimum kopma kuvvetinin  $T_2$  kuvvetinin en az 8 katından büyük olması zorunluluğundan dolayı halatın daha büyük çaplı seçilmesine yol açar. Bundan kaçınmak için  $e^{f\alpha}$  çarpanının küçültülmesi gerekir.  $\alpha$  açısı sabit olduğuna göre, daha küçük ( $f$ ) değerine sahip olan geniş kanal açılı V kanal veya altı kesik U kanallar kullanılır. Yüksek hızlı ve büyük gergi ağırlıklı asansörlerde doğrudan U kanal bile kullanılması durumu ortaya çıkabilmektedir. Bu tür kasnakların ( $f$ ) sürtünme değeri dar kanal açılı V kanalların oldukça altında değerler verir. Ama  $e^{f\alpha}$  değeri en az 2 den büyük bir değer olmalıdır. (Frenleme esnasında mekanizma kolunu çekme anında en az  $T_2 - T_1 > 300$  N olmalıdır)

Regülatör kasnak kanalları şekil ve açıları tamamen ihtiyaca yönelik olarak ( $f$ ) sürtünme değerine uygun olarak seçilmelidir. V veya U kanal olması ve kanal açıları tamamen hesaplara göre belirlenir, halat tutma, kayma, minimum kopma kuvveti gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Dar açılı V kanalda yeterli güvenlikte olmayan bir halat, geniş açılı V kanalda veya U kanalda yeterli güvenlikte çıkabilir. Gergi ağırlıkları arttığı için kanal açılarının da buna göre yeniden hesaplanması ve yapılandırılması doğru olur.

### **Soru 3: TS EN 12385-5 halat standardındaki durdurucu halat ne anlama gelmektedir.**

Aslında böyle bir soru gelmedi, bu soruyu ben kendime sordum. Çünkü sıralamada kullanılan ifadeler bana biraz garip gelmişti. O zamanda herhalde böyle demek istemiştir gibi yorumlar yapmıştık.

#### **“5.3.3.2 Askı halatları**

- a) Çekme tahrikli asansörler için Çizelge 6 ile Çizelge 8’e bakınız.**
- b) Halatlı hidrolik asansörler için Çizelge 6 ile Çizelge 8’e bakınız.”**

Bunun gerçek yazımı aşağıdaki gibidir.

“5.3.3.2 *Suspension ropes*

a) *for traction drive lifts, see Tables 6 to 8*

b) *for roped hydraulic lifts, see Tables 6 to 8”*

Buradaki hata Çizelge 6 **ila** çizelge 8 e bakınız yerine “Çizelge 6 **dan** Çizelge 8 e kadar bakınız olmalıydı. Yani Çizelge 7 de bu kategoriye dahil demektir. Ama Türkçe çeviride Çizelge 7 dahil değilmiş gibi bir anlam çıkmaktadır. Burada kapsam hatası yapılmıştır.

“5.3.3.3 *Ana taşıyıcı halat*

*Halat mukavemet sınıfı; 1370/1770; 1570/1770; 1570 veya 1770'den birisi olmalıdır. Çizelge 6 ilâ Çizelge 8'e bakınız.”*

Bu çeviriye bakınca asansör ana taşıyıcısı, yani askı halatları kastediliyor anlamı çıkmaktadır. Gene yalnız Çizelge 6 ve Çizelge 8 kapsama dahil edilmiştir. Benimde dikkatimi çeken bu ifade olmuştu, çünkü yukarıda zaten askı halatlarını tarif etmişti. Yeniden aynı şeyi söylemesi garip geldi, İngilizcesine bakmak ihtiyacı hissettim.

“5.3.3.3 *Governor ropes*

*The rope grade shall be one of the following: 1370/1770; 1570/1770; 1570 or 1770, see Tables 6 to 8.”*

Metnin aslında regülatör halatları ifade edilmektedir ve gene Çizelge 6, Çizelge 7 ve Çizelge 8 bu kapsam içine alınmıştır. Bu çeviride hem anlam hem de kapsam olarak hata vardır. Ana taşıyıcı veya askı halatları ile ilgili bir ifade kullanılmamıştır.

“5.3.3.4 *Durdurma halatları*

*Halat mukavemet sınıfı; 1370/1770, 1570 veya 1770 olmalıdır. Çizelge 6, Çizelge 7, Çizelge 9 ve Çizelge 10'a bakınız.”*

Bu ifadeyi de bizler regülatör halatları olarak kabul ettik (aklımıza başkaca yerde durdurma halatı gelmedi çünkü) ve regülatör halatlarının lif özlü olmasını istedik. Ama çizelge 9 ve Çizelge 10 daki kalın halatlara bir mana verememiştik. Aslı aşağıdaki gibiymiş. Dengeleme halatlarını tarif ediyormuş. Burada da anlam hatası yapılmıştır.

“5.3.3.4 *Compensating ropes*

*The ropes grade shall be one of the following: 1370/1770; 1570 or 1770, see Tables 6, 7, 9 and 10.”*

Bildiğiniz gibi İngilizce standartlar çok pahalı standartlardır ve her daim bunları satın alabilmek mümkün olmamaktadır. Türkçeye çevrilmiş bir standart olunca ayrıca İngilizcesine de bakma ihtiyacı hissedilmemelidir. Ama TS EN 81-20 deki hataların hala düzeltilmediği göz önüne alınırsa bu üzerine gidilmesi gereken ciddi bir konudur. Sanayiye hüküm koyacak bu tür işlemlerin daha ciddi olarak ele alınması gerekliliği ortadadır. Soru gelmemesine rağmen durum konusunda aydınlatıcı olması için soruyu kendim sordum ve yazının sonuna eklemeyi uygun gördüm.

Ana yazıda yapılan hesaplar örnek olması için yapılmıştır. Bazı yanlış anlamalara yol açmamak için hem gelen sorulara verilen cevapları hem de bazı konuları açıklamak için bu yazının yayınlanması gerekmiştir. Umarım faydalı olur ve yanlış anlamaların önüne geçer.

Kolaylıklar diliyorum.

Serdar Tavaslıoğlu

Elk. Müh.