

TAHRİK KASNAKLI ASANSÖRLERDE STANDART DIŞI KÜÇÜK ÇAPLI ÇELİK TEL HALATLARIN UYGUNLUĐUNUN İNCELENMESİ

Yusuf Aytac Onur

Yrd.Doç.Dr., Bülent Ecevit Üniversitesi
Makine MühendisliĐi Bölümü
67100, Zonguldak
aytacnur@hotmail.com

ÖZET

Günümüzde, teknolojinin gelişmesine paralel olarak büyüyen daha fazla konfor ile yaşama isteği, yapılarda, yakın gelecekte kullanılacak asansör sayısının bugünden daha fazla olacağı gerçeğini açığa çıkarmaktadır. Bu durum, asansör mühendislerini kullanım alanı oldukça geniş olan asansör tesisleri için bina içerisinde ayrılan kuyu adı verilen boşluğa tesis edilecek daha konforlu, daha kompakt, daha az enerji tüketen asansörler yapmaya yöneltmektedir ve günümüzde asansör verimliliği konusunu kritik bir öneme taşımıştır. Asansör verimliliğinde göz önünde bulunduran konulardan biri de asansör tesisinde kullanılan tahrik grubu elemanları boyutlarındaki küçülmenin sağlanarak binada daha az yer kaplayan, daha az maliyetli, daha az enerji tüketen tasarımların gerçekleştirilmesidir.

Bu çalışmada, asansör verimliliğine konu olan, daha küçük boyutlu EN 81-1 standardı dışı asansör halatlarının kullanılması durumundaki emniyet, yiv basıncı ve tahrik kabiliyeti hesaplamaları yapılmıştır. Bunun için, 8 katlı bir konutun 4 kişilik insan asansöründe, farklı halat donanımlarında, EN 81-1 standardı dışında kalan 4 mm çapında, çelik özlü, özel halat kullanılarak örnek bir uygulama sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çelik tel halatlar, halatlı asansörler, asansör emniyet hesaplamaları

The Use of Non-Standardized Steel Wire Ropes with Small Diameter in Traction Elevators

ABSTRACT

Nowadays, the development of technology is growing in parallel with the desire to live in greater comfort, in buildings the reveal that the number of elevators to be used in the near future will be more than today. This situation is tending elevator engineers to designate elevators whose application area is wide, to be installed in buildings well with more comfortable, compact, energy saver and today this has carried elevator efficiency to the critical importance. One of the subject considered in the elevator efficiency is that realise the more compact, fewer cost, energy saver elevators designing smaller drive members.

In this study, safety, thread pressure and drive capability calculations have been performed in the condition that the use of non- EN 81-1 standardized elevator ropes that smaller diameter in the installation that is subject of elevator efficiency. For this, a case study has been presented by using non- EN 81-1 standardized special rope with steel core, 4 mm in diameter in different roping system in which number of floor is 8 and elevator with 4 passengers is used.

Keywords: Steel wire ropes, traction elevators, elevator safety calculations

Geliş tarihi : 01.07.2012
Kabul tarihi : 02.10.2012

Onur, Y. A. 2012. "Tahrik Kasnaklı Asansörlerde Standart Dışı Küçük Çaplı Çelik Tel Halatların UygunluĐunun İncelenmesi," TMMOB MMO Mühendis ve Makina Dergisi, cilt 53, sayı 632, s. 30-39

1. GİRİŐ

Asansörler, yük ve insanları, emniyet gereksinimlerini sağlayarak, düşey doğrultuda taşımak için tasarlanırlar. Güvenlik, emniyet, yolcu konforu ve ucuzluk gibi konular asansör imalatçıların, geçmişten bugüne göz önünde bulundurduğu ana tasarım parametreleridir. Enerji verimliliği konusunun öneminin ve piyasa rekabet koşullarının gün geçtikçe artması, asansörlerde katlar arası taşıma işinin daha az enerjiyle sağlanması, asansör tahrik grubu elemanlarının daha küçük boyutlarda tasarlanması konularını kritik bir öneme taşımıştır.

İyi bir asansör, yüksek kapasiteli, düzgün (rahat) kullanışlı ve ekonomik işletim sağlamalıdır. İvmelenme ve frenleme rahatsız etmeyecek düzeyde ve kesin durmayı sağlayacak tarzda olmalıdır. Ayrıca elektrik tahrik sistemi az masraflı ve verimli olmalıdır. Bakım masrafları da düşük düzeyde olmalıdır [1]. Bu özelliklere ek olarak günümüzde asansör tesislerinden aynı işi daha az enerji harcayarak sağlaması da beklenmektedir.

Elektrik tahrikli asansörlerde genellikle insanlar ve yükler, askı halatlarının tahrik ve saptırma kasnakları ile beraber kullanılarak, tahrik kasnağı yivi ile halatlar arasındaki sürtünme yoluyla sağlanan kaymadan sürtünmeli tahrik ile düşey doğrultuda taşınırlar.

Yazarlar [2] klasik dişli kutulu asansör sistemleri ve modern doğrudan tahrikli asansör sistemlerinin genel bir incelemesini ve verimlilik üzerine bir çalışma sunmuşlardır. Yazar [3] asansörlerde tahrik kabiliyetinin hesaplanması, tahrik elemanlarının tanıtımı ve hesaplanmasıyla ilgili bir makale yayınlamıştır. Yazarlar [4] sürtünmeli tahrik grubunu oluşturan elemanları ve hesaplama esaslarını bir makale olarak yayınlamışlardır.

Bu çalışmada, sekiz katlı bir konutun dört kişilik insan asansöründe, farklı halat donanımları için standart dışı 4 mm çaplı asansör halatlarının kullanılmasının emniyete, yiv basıncına ve tahrik kabiliyetine etkileri incelenmiştir. Bunun için 8 milimetre çapında asansör halatlarının kullanıldığı, bir tahrik ve bir saptırma kasnağı olan klasik asansör sistemi ve 4 milimetre çapında asansör halatlarının kullanıldığı halat donanım oranı 1:1 ve 2:1 olan iki farklı asansör sistemi kullanılmıştır.

2. ASANSÖR HALATLARI, SEÇİMİ VE HESAPLAMALARI

Lifli veya çelik telli bir öz etrafına, bir veya birkaç kat halinde helisel olarak sarılmış ve bitkisel veya metalik malzemeden yapılmış, halat demetlerinin meydana getirdiği elemana halat adı verilir. Halatlar; kolay bükülebilmeleri ve rahat kullanılmaları nedeniyle yük kaldırma ve taşıma, kuvvet iletimini sağlamak bakımından, çekici eleman olarak oldukça yaygın kullanılmaktadırlar [5].

Asansör tesislerinde kabin ve karşı ağırlıklar paralel sarımlı çelik tel halatlarla taşınırlar. Paralel sarımlı halatların demetini teşkil eden teller, aynı yönde birbirine paralel ve aynı sarım uzunluğu ile tek bir operasyonla örülmüşlerdir. Demet örüm şekillerine göre; Seale, Filler, Warrington, Warrington-Seale, Seale- Filler olarak adlandırılır [6]. Ayrıca, asansör halatları, düz veya çapraz sarımlı olabilir. Düz sarımlı halatlarda halat telleri daha geniş temas yüzeyine sahiptir ve bu durum düz sarımlı halatlarda, demeti teşkil eden halat telleri arasındaki birim basınç değerini düşürür ve halatın ömrünü artırır. Asansörlerde çapraz sarımlı halatlar kullanıldığında ise bu tip halatların sahip olduğu, açılma ve bükülme eğilimlerinin daha az olması ve dolayısıyla daha kolay taşınabilmeleri avantajlarını beraberinde getirirler [7].

TS EN 81-1 [8], TS EN 12385-5 [9] ve TS 1812 [10] standartlarında, günümüzde elektrikle çalışan asansörlerde kullanılan çelik tel halatlardan istenen minimum gereksinimler belirlenmiştir. TS 1812'e göre, kabin ve karşı ağırlıkta kullanılan çelik halatların anma çapı en az 8 mm ve tel anma dayanımı en az 1570 N/mm² olmalıdır. Tesiste en az iki adet çelik halat kullanılmalıdır. Makara çapı, çelik halat çapının en az 40 katı olmalıdır. Askı halatı emniyet katsayısı, halatı tahrik eden eleman tambur olduğunda en az 12, makara olduğunda iki halat kullanıldığı durum için en az 16 ve üç veya daha fazla halat kullanıldığı durum için en az 12 olmalıdır. TS EN 12385-5'e göre çekme tahrikli asansörlerde halat mukavemet sınıfları, lif özlü halatlar için, 1180/1770 (ikili anma çekme mukavemet sınıfı), 1370/1770 (ikili anma çekme mukavemet sınıfı), 1570 (tekli anma çekme mukavemeti), 1770 (tekli anma çekme mukavemeti) ve çelik özlü halatlar için 1370/1770 (ikili anma çekme mukavemet sınıfı), 1570/1770 (ikili anma çekme mukavemet sınıfı), 1570 (tekli anma çekme mukavemeti), 1770 değerlerinden (tekli anma çekme mukavemeti) (bütün birimler N/mm²) biri olmalıdır. Asansör halatlarında; lif öz, kendisi bağımsız halat olan çelik öz (IWRC), çelik esaslı kompozit öz veya çelik olmayan ve liften farklı özler kullanılmaktadır. TS EN 81-1'e göre çelik halatların anma çapı en az 8 mm olmalıdır. Halat teli tekli anma çekme mukavemeti 1570 N/mm² veya 1770 N/mm², ikili anma çekme mukavemet sınıfı halatlar için halatın dış telleri 1370 N/mm² ve iç telleri için 1770 N/mm² olmalıdır. Tesiste en az iki adet çelik halat kullanılmalıdır. Makara çapı, demet sayısına bakılmaksızın, çelik halat çapının en az 40 katı olmalıdır. Askı halatlarının güvenlik faktörü eklenti-N kullanılarak hesaplanmalıdır. Hiçbir surette güvenlik faktörü, üç veya daha fazla halatlı tahrik kasnaklı asansörlerde 12, 2 halatlı tahrik kasnaklı asansörlerde 16, tamburlu asansörlerde ise 12'den az olmamalıdır. Güvenlik faktörü bir halatın minimum kopma yükünün asansörün zeminde hareketsiz iken anma yükü ile yüklü olduğu andaki o halatın maruz kaldığı en büyük yüke oranı alınarak hesaplanır. TS EN 81-1 eklenti-N'de minimum güvenlik faktörü (S_f) denklemi verilmiştir. Bu denklem kullanılarak hazırlanmış minimum güvenlik faktörü değerleri

makaraların eşdeğer sayısı (N_{equiv}) ve çap oranına (D/d_p) bağlı olarak yine aynı standartta grafik halinde sunulmuştur. Askı halatlarının makaralar ve tahrik kasnağı üzerindeki ters veya düz eğilmeleri halatların bozunmalarına yol açmaktadır. Bu bozunma tahrik kasnağı yivinin geometrisi (U veya V yivi) ile değişir. Her bir eğilmenin mertebesi düz eğilme sayısına eşitlenebilir. Bir düz eğilme, halatın, nominal halat yarıçapından yaklaşık %5 ile %6 daha büyük olan yarıçapına sahip yarım daire yiv üzerinden geçmesi olarak tanımlanır. Düz eğilme sayılarına bağlı makaraların eşdeğer sayısı hesaplaması, tahrik kasnağı eşdeğer sayısı ve saptırma makaralarının eşdeğer sayısının tespit edilmesi, yiv geometri ve açılara bağlı tahrik kasnağı eşdeğer sayısı değişimleri, tablo halinde ilgili standartla verilmiştir [5]. Tahrik kasnağı eşdeğer sayısı, kasnak yiv geometrisinin türüne ve kanal açılara göre değişmektedir. Yarım daire yiv geometrisi için bu değer 1 olarak alınır. Tahrik kabiliyetinin arttırmak için yapılan çift sarımlarda bu değer 2 olarak alınır. Saptırma makaralarının eşdeğer sayısı K_p , kasnak ile makaraların çaplarının oranı faktörü; N_{ps} , düz eğilmeye neden olan makaraların sayısı; N_{pr} , ters yönde eğilmeye neden olan makaraların sayısı ve $K_p = (D_i/D_p)^4$ değişkenleri kullanılarak hesap edilebilir. Ters yönde eğilme, 2 ardışık sabit makaradaki halat temas uzunluğunun, halat çapının 200 katından daha az olduğu durumda göz önünde bulundurulur [8].

Elektrikli asansörlerde askı halatlarının seçimi, asansör tesisinde tercih edilen halat donanım tipine göre en az hesaplanan minimum güvenlik faktörünü sağlayacak şekilde yapılır. Asansör askı halatlarının güvenlik faktörü denklem (1) kullanılarak hesaplanır [7].

$$n.N = \left(\frac{Q+K}{i} + m_L \right) g.f_s \quad (1)$$

burada, n , askı halatlarının sayısı; N , bir halatın minimum

kopya yükü (N); Q , kabin anma yükü (kg); K , kabin ağırlığı (kg); m_L , halat ağırlığı (kg); g , yer çekimi ivmesi (m/s^2); f_s , güvenlik faktörü, i , halat donanım oranı olarak alınır. Halat ağırlığı $m_L = i.n.(H+2).q$ formülü ile hesaplanabilir. H , seyir mesafesi (m); q , bir halatın birim ağırlığı (kg/m) olarak alınır.

Minimum güvenlik faktörünü sağlayacak şekilde seçilen askı halatları için tahrik kasnağı yivlerinde meydana getireceği basınç değerlerinin, izin verilebilir maksimum basınç değerini aşır aşımadığı tespit edilmelidir. Asansör tahrik kasnağı yiv geometri, tahrik kabiliyetini arttırmak için, V-kama yiv (Şekil 1a), yarım daire yuvarlak yiv (Şekil 1b) ve alttan oyuk yiv (Şekil 1c) olmak üzere üç farklı tipte imal edilirler.

Burada, D , tahrik kasnağı çapı (mm); d , halat çapı (mm); γ , V-kama açısı, β , alttan oyuk açısı; b , oyuk genişliği (mm) olarak alınır.

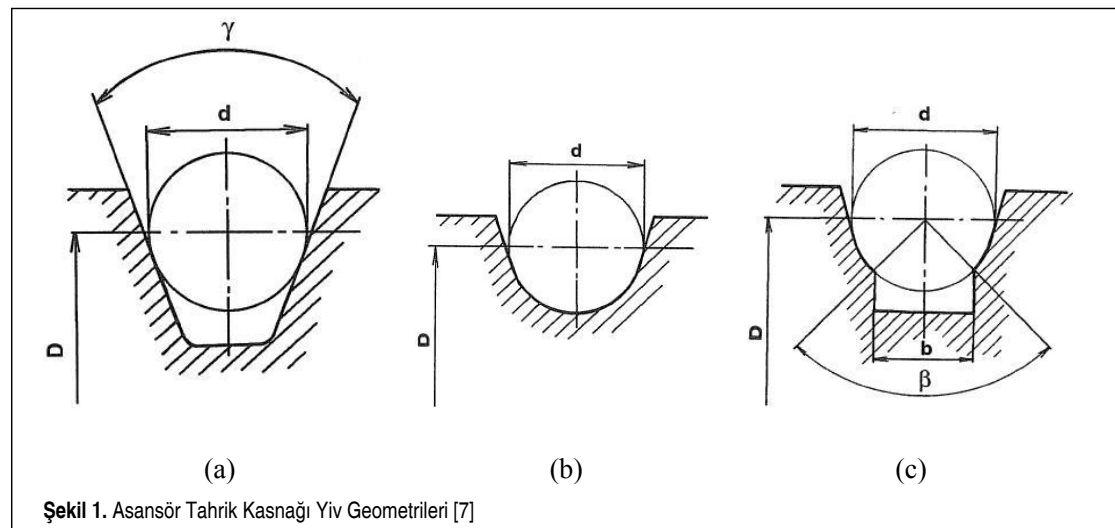
Yarım daire yuvarlak yiv ve alttan oyuk yiv, U yiv genel başlığı altında toplanabilir. Yarım daire yuvarlak yiv, alttan oyuk yiv özel halidir ve U yivlerde U yarı açısı (β) sıfır olduğunda yuvarlak yiv geometrisi elde edilir.

Yiv geometrilerine göre tahrik kasnağı yivi ile askı halatı arasında oluşan yüzey basınç değerleri de değişmektedir. Bu basınç değerleri TS 1812’de belirtilen, halat hızına bağlı yüzey basınç emniyet değerinden küçük olmalıdır. Yüzey basınç emniyet değeri denklem (2) ile hesaplanabilir.

$$p_{em} = \frac{12.5 + 4.v_c}{1 + v_c} [N/mm^2] \quad (2)$$

burada, v_c , kabin anma hızında hareket ederken halatların hızı (m/s) olarak alınır.

V-kama yivli bir tahrik kasnağında yiv ile halat arasında meydana gelen maksimum yüzey basınç değeri denklem (3) ile hesaplanabilir [7].



Şekil 1. Asansör Tahrik Kasnağı Yiv Geometri [7]

$$p_{maks} = \frac{3.\pi.T}{2.D.d.\sin(\gamma/2)} [N/mm^2] \quad (3)$$

burada, $T = (((Q+K)/i+m_L).g)/n$, yani, kabin en alt katta ve anma yükü ile yüklü olduğu halde halat vasıtasıyla tahrik kasnağına gelen statik kuvvet (N); D , tahrik kasnağı çapı (mm); d , nominal halat çapı (mm) γ , V-kama açısı olarak alınır.

Altan oyuk yivli bir tahrik kasnağında yiv ile halat arasında meydana gelen maksimum yüzey basınç değeri denklem (4) ile hesaplanabilir [7].

$$p_{maks} = \frac{8T.\cos(\beta/2)}{D.d.(\pi - \beta - \sin(\beta))} [N/mm^2] \quad (4)$$

burada, β , Şekil 1c’de belirtilen alttan oyuk açısı olarak alınır.

Yarım daire yuvarlak yivli bir tahrik kasnağında yiv ile halat arasında meydana gelen maksimum yüzey basınç değeri denklem (4)’de, $\beta=0$ yapılarak elde edilir.

Tahrik kasnağında yivleri ile halatlar arasında meydana gelen yüzey basınç değeri arttıkça yivler ve halatlar üzerindeki aşınma artar, askı halatlarının çalışma ömrü düşer, yüksek hızlarda fark edilebilir derecede gürültü artar.

Ayrıca, sürtünme tahrikli asansör tesisinin tahrik kabiliyetinin de herhangi bir kayma oluşmaması için kontrol edilmesi gerekmektedir. TS 1812 standardında belirtildiği gibi tahrik kabiliyeti, iki kritik hal olan “kabin %125 anma yükü (Q) ile yüklü ve alt durakta iken” ve “kabin boş ve en üst durakta iken” halleri için kontrol edilir.

Kabinin boş veya dolu olması, kabinin asılma şekli, dengeleme halatı, kumanda kablosu, makine dairesinin yukarıda veya aşağıda olması vb. durumlar karşısında tahrik kasnağı kollarındaki kuvvetlerde değişim olur. Ayrıca cisimler harekete geçerken veya durmaya meylederken kütle kuvvetlerinin etkisinde kaldıklarından asansör tesislerinde halat kollarındaki kuvvet oranları da değişir. Bu durumda Eytelwein bağıntısı genel bir biçimde denklem (5)’deki gibi yazılır [1].

$$\frac{S_1}{S_2}.C_1.C_2 \leq e^{f.\alpha} \quad (5)$$

burada, S_1 , askı halatının tahrik kasnağına sarılan kolundaki kuvvet (kg), S_2 , askı halatının tahrik kasnağına boşalan kolundaki kuvvet C_1 , ivme faktörü; C_2 , yiv faktörü; f , tahrik kasnağı yivi ile halat arasındaki sürtünme faktörü; α , askı halatlarının tahrik kasnağına sarılma açısı (rad) olarak alınır.

Şekil 1’de gösterilen farklı yiv geometrileri için denklem (5)’de belirtilen f sürtünme faktörü değerleri hesap edilmelidir. V-kama yiv geometrisi için sürtünme faktörü denklem (6) kullanılarak hesaplanabilir.

$$f = \mu_0 / \sin(\gamma/2) \quad (6)$$

burada, μ_0 , tahrik kasnağı malzemesi ile çelik halat arasındaki sürtünme katsayısı; γ , V-kama açısı olarak alınır.

Altan oyuk yiv için sürtünme faktörü denklem (7) kullanılarak hesaplanabilir.

$$f = 4.\mu_0.(1 - \sin(\beta/2)) / (\pi - \beta - \sin(\beta)) \quad (7)$$

burada, μ_0 , tahrik kasnağı malzemesi ile çelik halat arasındaki sürtünme katsayısı; β , Şekil 1c’de belirtilen alttan oyuk açısı olarak alınır.

Yarım daire yuvarlak yiv için sürtünme faktörü, alttan oyuk yiv için verilen sürtünme faktörü formülündeki, U yarı açısı (β) değeri sıfır alınarak tespit edilir.

İki kritik halden ilki olan “kabin %125 anma yükü (Q) ile yüklü ve alt durakta iken” hali için denklem (8)’deki S_1 / S_2 oranı denklem (8) ile hesaplanır.

$$S_1/S_2 = ((1.25.Q+K)/i + m_L) / (Z/i) \quad (8)$$

Burada Z , karşı ağırlık kütlesi (kg) olarak alınır.

İkinci kritik hal “kabin boş ve en üst durakta iken” hali için denklem (8)’deki S_1 / S_2 oranı denklem (9) ile hesaplanır.

$$S_1/S_2 = ((Z/i) + m_L) / (K/i) \quad (9)$$

Tablo 1’de, asansör kabin anma hızına göre C_1 faktörü değişimleri verilmiştir. Yiv faktörü (C_2), yarım daire veya alttan oyuk yivler için 1, V-kama yivler için 1.2 olarak alınır.

Tablo 1. Kabin Anma Hızına Göre C_1 Katsayısı [10]

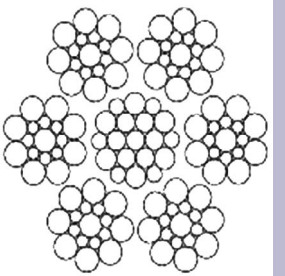
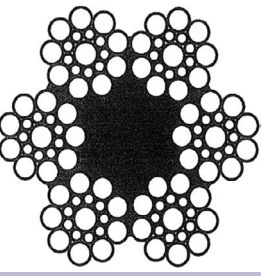
Kabin anma hızı (m/s)	C_1
0-0.63 (dahil)	1.10
0.63-1.00 (dahil)	1.15
1.00-1.60 (dahil)	1.20
1.60-2.50 (dahil)	1.25

3. ÖRNEK BİR UYGULAMA

Bu çalışmada, sekiz katlı bir konutta kullanılacak dört kişilik insan asansöründe farklı halat donanımları için standart dışı 4 mm çaplı asansör halatlarının kullanılmasının emniyete, tahrik kasnağı yiv basıncına ve tahrik kabiliyetine etkileri incelenmiştir. Bunun için, Şekil 2’de gösterilen halat donanımlarına sahip asansör sistemleri kullanılarak emniyet, yüzey basınç ve tahrik kabiliyeti hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan emniyet hesaplamaları sonucu elde edilen sonuçlar, asansör askı halatlarının yetersiz emniyetiyle çalışacağını gösteriyor-sa bir sonraki hesaplama aşamalarına geçilmemiştir.

4 mm çapında, günümüzde hem çap değeri olarak hem de halat teli tekli anma mukavemet sınıfı olarak ulusal ve uluslararası standartları dışında kalan özel asansör halatı [11] bu ça-

Tablo 2. İncelenen Asansör Halatlarının Teknik Özellikleri ve Kesit Görünüşleri

Demet kompozisyonu	6x19 Seale	6x19 Seale
Öz tipi	Çelik	Lif
Nominal halat çapı	4 mm	8 mm
Tel anma dayanımı	1960 N/mm ²	1570 N/mm ²
Minimum kopma yükü (N)	12.6 kN	33.3 kN
Birim ağırlık (q)	0.069 kg/m	0.238 kg/m
Kesit görünüşü		

İşmada, klasik 8 mm çapındaki 6x19 seale asansör halatının kullanılması durumundaki hal ile karşılaştırılabilir sonuçlara ulaşabilmek için kullanılmıştır. 4 mm çapında ve 8 mm çapındaki 6x19 seale asansör halatlarının teknik özellikleri ve kesit görünüşleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Sekiz katlı bir konutta kullanılacak dört kişilik insan asansörü için parametreler aşağıda verilmiştir:

Kabin anma yükü	$Q = 320$ kg
Kabin ağırlığı	$K = 450$ kg
Karşı ağırlık kütlesi	$Z = 610$ kg
Seyir mesafesi	$H = 24$ m
Kabin anma hızı	$V = 1$ m/s

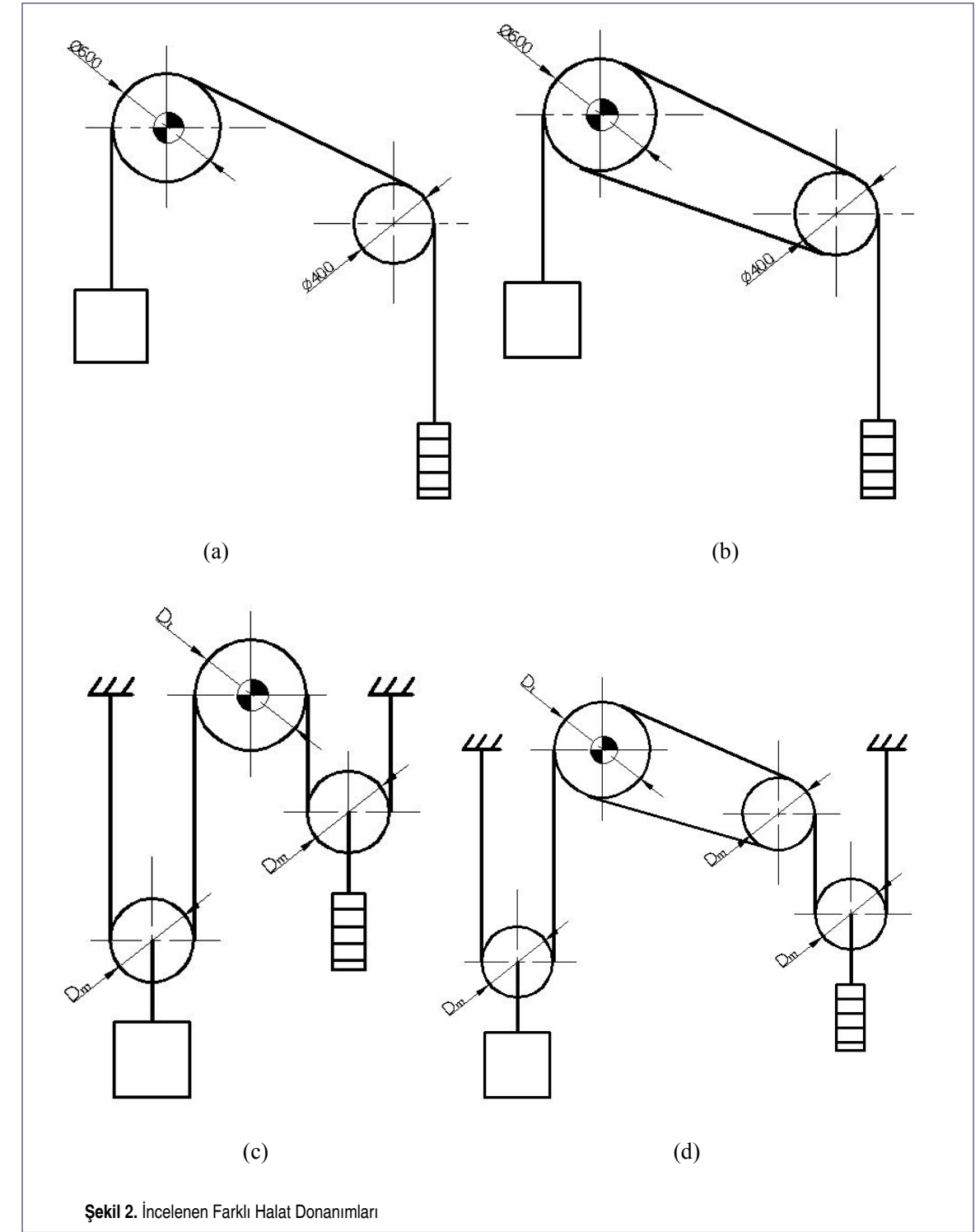
Asansör sisteminde dengeleme halatı kullanılmamıştır.

Şekil 2a’da gösterilen halat donanımı 1:1 askı oranına (i) sahiptir. Böyle bir asansör sistemi 4 mm çapındaki dört adet özel asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, güvenlik faktörü (f_g) hesaplanır. Bu durumda güvenlik faktörü 6.61 olarak bulunmuştur. Güvenlik faktörü değeri asansör sistemleri için uygun olmadığından 4 mm çapındaki özel asansör halatının Şekil 2a’da gösterilen halat donanımına sahip asansör sisteminde çalıştırılmaması gerekir. İlave olarak tahrik kabiliyeti hesaplamasına gerek yoktur.

Halata gelen yükleri azaltmak, güvenlik faktörünü artırıcı yönde etki yapacağından Şekil 2c’deki 2:1 askı oranına (i) sahip olan halat donanımı, asansör sisteminde kullanıldığı durum için 4 mm çapındaki halat denenecektir. Böyle bir asansör sistemi 4 mm çapındaki dört adet özel asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, Tablo 2’de belirtilen halat minimum kopma yükü (N) değeri kullanılarak güvenlik faktörü (f_g) hesaplanır. Bu durumda güvenlik faktörü 12.86 olarak bulunmuştur. Şekil

2c ve Şekil 2d’de, D_r tahrik kasnağı çapını (mm); D_m makara çapını (mm) göstermektedir. Minimum güvenlik faktörü değerleri, makaraların eşdeğer sayısı (N_{equiv}) ve çap oranına (D_i/d_i) bağlı olarak TS EN 81-1 eklenti-N’de grafik halinde sunulmuş olduğu önceki bölümde belirtilmiştir. Şekil 2c’deki halat donanımına sahip bir asansör sisteminde, tahrik kasnağı V-kama yiv geometrisine sahip ise, kama açısı (γ) 40°, tahrik kasnağı ve makaraların çapları aynı olursa, $N_{equiv(t)}$ ve $N_{equiv(p)}$ değerleri sırasıyla 7.1 ve 2, makaraların eşdeğer sayısı (N_{equiv}) ise 9.1 olur. $N_{equiv(p)}$ hesabında makaraların kabin tarafı veya karşı ağırlık tarafında olması durumu göz önünde bulundurulmamıştır. Böylece tüm makaraların eğilmeye etkisi dahil edilerek minimum güvenlik faktörü değeri yükseltilmiştir. Minimum güvenlik faktörü değerinin, artan N_{equiv} değeri ile birlikte artacağı TS EN 81-1 eklenti-N’deki grafikte görülmektedir. Tahrik kasnağı çapının belirlenmesinde, tahrik kasnağın çapının halat çapına oranı (D_i/d_i) 40’dan büyük olması kaidesine bağlı kalır. Fakat standartta verilen grafiğe göre, minimum emniyet faktörü D_i/d_i oranı 40 ve N_{equiv} sayısı 9.1 için 18 olmalıdır. Güvenlik faktörü yetersizdir. Bu nedenle, D_i/d_i oranı artırılmalıdır. D_i/d_i oranı 51 olduğu durumda, Şekil 2c’deki halat donanımına sahip bir asansör sisteminden beklenen minimum güvenlik faktörü değeri, tespit edilen güvenlik faktörü değeri, 12.86’dan daha küçük olacaktır. Sonuç olarak, 4 mm çapındaki dört adet özel asansör halatının, Şekil 2c’deki halat donanımına sahip bir asansör sisteminde kullanılması durumunda tahrik kasnağı çapı (D_i) minimum 204 mm çapa sahip olmalıdır. Böylece asansör tesisinden beklenen minimum güvenlik faktörü değeri sağlanmış olur.

Şekil 2c’deki halat donanımına sahip bir asansör sisteminde tahrik kabiliyetinin kontrolüne geçmeden önce V-kama yivi-

**Şekil 2.** İncelenen Farklı Halat Donanımları

ne sahip tahrik kasnağı ile halat arasında sarılmadan dolayı oluşan yüzey basıncının kontrolü yapılacaktır. Yüzey basıncı emniyet değeri denklem (2) kullanılarak hesap edildiğinde, bu değer 6.83 N/mm² olduğu bulunur. 2:1 askı oranına (i) sahip olan halat donanımlarında, halatların hızının, kabin anma hızının iki katı olduğu unutulmamalıdır. V-kama yivli bir tahrik

kasnağında yiv ile halat arasında meydana gelen maksimum yüzey basınç değeri denklem (3) kullanılarak hesap edildiğinde, bu değer 16.54 N/mm² olduğu bulunur. V-kama yiv kullanıldığında oluşan maksimum yüzey basıncı, yüzey emniyet basıncından oldukça yüksek olduğundan, V-kama yivli tahrik kasnağı bu asansör sistemi için kullanılamaz. Eğer V-kama yiv

kullanılmak isteniyorsa maksimum yüzey basıncı değerini, yüzey emniyet basıncının altına düşürmek için tahrik kasnağı çapı artırılmalıdır. Denklem (3) kullanılarak, tahrik kasnağı çapı, 204 mm yerine, en az 495 mm olması gerektiği tespit edilmiştir. Tahrik kasnağı çapının bu şekilde artması, asansör elektrik motorunun vermesi gereken döndürme momenti değerini oldukça arttıracaktır. V-kama yiv kullanıldığında oluşan maksimum yüzey basıncı, yüzey emniyet basıncından oldukça yüksek olduğundan kama açısını değiştirmenin yaratacağı basınç düşüşü yeterli olmayacaktır. Bunun yerine tahrik kasnağı yiv geometrisinin attan oyuk yiv olduğu durum göz önünde bulundurulacaktır. Alttan oyuk açısı (β) 90° olarak alınır ve denklem (4) kullanılırsa alttan oyuk yivli bir tahrik kasnağında yiv ile halat arasında meydana gelen maksimum yüzey basıncı 11.89 N/mm^2 olduğu bulunur. Bu değer de yüzey emniyet basıncından oldukça yüksek olduğundan, alttan oyuk yivli bir tahrik kasnağı da bu asansör sistemi için kullanılamaz. Bu nedenle, ilave olarak minimum güvenlik faktörü hesabına gerek duyulmamıştır. Eğer alttan oyuk yiv ($\beta=90^\circ$) kullanılmak isteniyorsa maksimum yüzey basıncı değerini, yüzey emniyet basıncının altına düşürmek için tahrik kasnağı çapı artırılmalıdır. Denklem (4) kullanılarak, tahrik kasnağı çapı, 204 mm yerine, en az 360 mm olması gerektiği tespit edilmiştir. Tahrik kasnağı çapının bu şekilde artması, asansör elektrik motorunun vermesi gereken döndürme momenti değerini arttıracaktır. Alttan oyuk yiv kullanıldığında oluşan maksimum yüzey basıncı, yüzey emniyet basıncından oldukça yüksek olduğundan alttan oyuk açısını (β) değiştirmenin yaratacağı basınç düşüşü yeterli olmayacaktır. Bunun yerine tahrik kasnağı yiv geometrisinin yarım daire yuvarlak yiv olduğu durum göz önünde bulundurulacaktır. Yarım daire yuvarlak yivli bir tahrik kasnağında yiv ile halat arasında meydana gelen maksimum yüzey basıncı 3.9 N/mm^2 olduğu bulunur. Şekil 2c'deki halat donanımına sahip bir asansör sistemi, 4 mm çapındaki, dört adet özel asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, standardda belirtilen minimum güvenlik faktörü göz önünde bulundurularak ($N_{equiv}=3$ ve $D/d_r=40$ için $f_{min}=12 < f_g=12.86$) tahrik kasnağı çapı 160 mm seçilmiştir. Çeşitli yiv geometrileri için yüzey basıncı kontrolü yapılarak yarım daire yuvarlak yivli bir tahrik kasnağında meydana gelen maksimum yüzey basıncı değerinin, yüzey emniyet basıncından küçük ve dolayısıyla uygun olduğu tespit edilmiştir. Son olarak seçilen asansör sistemindeki tahrik kabiliyeti kritik iki hâl için kontrol edilecektir. İki kritik halden ilki olan “kabin %125 anma yükü (Q) ile yüklü ve alt durakta iken” hali için denklem (5) ve denklem (8) birlikte kullanıldığında (S_1/S_2). C_1, C_2 değeri 1.65, e^{f_a} değeri 1.43 olarak bulunmuştur. Bu hesaplamada, $\beta=0$, $\mu_0=0.09$, $C_1=1.15$, $C_2=1$ ve kasnak üzerinde halat sarım açısı $\alpha=180^\circ$ olarak alınmıştır. Şekil 2c'deki halat donanımına sahip

bir asansör sistemi, 4 mm çapındaki, dört adet özel asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı sağlanmasına rağmen tahrik kabiliyeti yeterli değildir ve bu asansör sisteminde kayma oluşabilir. Bu nedenle, ikinci kritik hâl “kabin boş ve en üst durakta iken” hali için ilave bir hesaplama yapılmasına gerek görülmemiştir. Sonuç olarak, tahrik kabiliyeti bakımından Şekil 2c'deki halat donanımına sahip bir asansör sistemi kullanılmamalıdır ya da tahrik kasnağı yivi ile halat arasındaki sürtünme faktörü (f) en az 0.16 olacak şekilde bir tasarım değişikliğine gidilmelidir. V-kama yive veya alttan oyuk yive sahip bir tahrik kasnağı kullanılarak istenilen minimum sürtünme faktörü sağlanabilir fakat bu durum da yukarıda belirtilen izin verilebilir yüzey emniyet basıncı değerleri aşılabacağından Şekil 2c'deki halat donanımına sahip bir asansör sistemi kullanılmamalıdır.

Şekil 2c'deki halat donanımına sahip bir asansör sisteminin tahrik kabiliyetini arttırmak için Şekil 2d'deki halat donanımına sahip bir asansör sistemi göz önünde bulundurulmuştur. Bu sistemde tahrik kasnağı saptırma makarasına çift sarımlı olarak sarılmış ve sarım açısı değeri artırılmıştır. Tahrik kasnağı üzerinde halat sarım açısı, örneğin, $\alpha=165^\circ$ olduğu durumda, tahrik kasnağına eğer çift sarım yapılırsa tahrik kasnağı üzerinde halat sarım açısı $\alpha=180^\circ+165^\circ$ şeklinde artacaktır ve sürtünmeli sistemin tahrik kabiliyeti artacaktır. Şekil 2d'deki 2:1 askı oranına (i) sahip olan halat donanımlı bir asansör sistemi, 4 mm çapındaki dört adet özel asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, çift sarım nedeniyle halat ağırlığındaki artışın etkisinin az olduğu varsayılarak ihmal edilirse, güvenlik faktörü değişmeyecek ve 12.86 olacaktır. Bu sistemde, tahrik kasnağı ve makaraların çapları aynıdır. Şekil 2d'deki çift sarımlı asansör sisteminde, $N_{equiv(i)}$ ve $N_{equiv(p)}$ değerleri sırasıyla 2 ve 4, makaraların eşdeğer sayısı (N_{equiv}) ise 6 olur. $N_{equiv(p)}$ hesabında makaraların kabin tarafı veya karşı ağırlık tarafında olması durumu göz önünde bulundurulmamıştır. TS EN 81-1 eklenti-N'deki minimum güvenlik faktörü değerlendirme grafiği kullanılarak $N_{equiv}=6$ ve $D/d_r=46$ için $f_{min}=12.66 < f_g=12.86$ olarak bulunur. Bu nedenle, çap oranı dikkate alınarak, tahrik kasnağı çapı 184 mm seçilmiştir. Çift sarımlı yarım daire yuvarlak yivli bir tahrik kasnağında meydana gelen maksimum yüzey basıncı değeri, aynı yüklerin taşınacağı için, tek sarımlı yarım daire yuvarlak yivli bir tahrik kasnağına göre değişmeyeceğinden, maksimum yüzey basıncı Şekil 2c'deki sistem için belirtildiği gibi 3.9 N/mm^2 olduğu, bu değer için yüzey emniyet basıncından küçük ve dolayısıyla uygun olduğu tespit edilmiştir. Son olarak seçilen asansör sistemindeki tahrik kabiliyeti kritik iki hâl için kontrol edilecektir. İki kritik halden ilki olan “kabin %125 anma yükü (Q) ile yüklü ve alt durakta iken” hali için denklem (5) ve denklem (8) birlikte kullanıldığında (S_1/S_2). C_1, C_2 değeri 1.65, e^{f_a} değeri 1.99 olarak bulunmuştur. Bu hesaplamada, $\beta=0$, $\mu_0=0.09$, $C_1=1.15$, $C_2=1$ ve kasnak üzerinde halat tek sarım açısı $\alpha=345^\circ$ olarak alınmıştır.

İki kritik halden ikincisi “kabin boş ve en üst durakta iken” hali için kontrol edilir. Denklem (5) ve denklem (9) birlikte kullanıldığında (S_1/S_2). C_1, C_2 değeri 1.63, e^{f_a} değeri 1.99 olarak bulunmuştur. TS 1812 standardında belirtildiği gibi tahrik kabiliyeti, iki kritik hâl için kontrol edilmiş ve Şekil 2d'deki halat donanımına sahip bir asansör sisteminin yeterli tahrik kabiliyetine; yani sistemden beklenen yük taşıma görevini kaymadan, sürtünme tahriki ile yapabileceği tespit edilmiştir.

Şekil 2d'deki 2:1 askı oranına (i) sahip halat donanımlı, 184 mm çaplarında tahrik kasnağı ve makaraları olan bir asansör sistemi, 4 mm çapındaki, dört adet özel asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı ve

yeterli tahrik kabiliyetine sahip olduğu yapılan hesaplama çalışmaları sonucu tespit edilmiştir.

Şekil 2a'da gösterildiği gibi, çapı 600 mm olan bir tahrik ve çapı 400 mm olan bir saptırma kasnağı olan klasik halat donanımına sahip asansör sistemi, Tablo 2'de teknik özellikleri verilen 4 adet, 8 mm çapındaki 6x19 seale lif özlü asansör halatının kullanılması durumundaki hâl için emniyet, yüzey basıncı, tahrik kabiliyeti hesabı da karşılaştırılabilir sonuçlara ulaşabilmek için yapılmıştır. Bu asansör sisteminin güvenlik faktörü 17.08 olarak bulunmuştur. Şekil 2a'daki halat donanımına sahip bir asansör sisteminde, tahrik kasnağı yarım daire yuvarlak yiv geometrisine sahip ise, tahrik kasnağı ve

Tablo 3. Farklı Halat Donanım ve Çaplarına Göre Elde Edilen Sonuçlar

Halat Donanımı	d (mm)	f_g	S_r	Yiv tipi	ρ_{em} (MPa)	ρ (MPa)	Tahrik Kabiliyeti	Öneri	Sonuç
Şekil 2a	4	6.61	-	-	-	-	-	i ve/veya f_g artırılmalı	emniyetsiz
Şekil 2c	4	12.86	18	V (40°)	-	-	-	$D_i/d_r=40$ artırılarak, S_r azaltılmalı $D_i/d_r \geq 51$ $D_i \geq 204$ mm olmalıdır	$D_i \geq 204$ mm seçilerek, basınç ve tahrik kabiliyeti kontrolü yapılır
Şekil 2c (devam)	4	12.86	<12.86	V (40°)	6.83	16.54	-	Yiv basıncı uygun değil $D_i \geq 495$ mm seçilerek basınç düşürülür veya yiv tipi değiştirilmeli	$D_i \geq 495$ mm asansör elektrik motorunu döndürme momentini oldukça artırır, enerji verimliliği bakımından uygun değil, yiv tipi değiştirilmeli
Şekil 2c (devam)	4	12.86	<12.86	Altan oyuk ($\beta=90^\circ$)	6.83	11.89	-	Yiv basıncı uygun değil $D_i \geq 360$ mm seçilerek basınç düşürülür veya yiv tipi değiştirilmeli	$D_i \geq 360$ mm asansör elektrik motorunu döndürme momentini çok artırır, enerji verimliliği bakımından uygun değil, yiv tipi değiştirilmeli
Şekil 2c (devam)	4	12.86	12	Yarım daire yuvarlak	6.83	3.90	-	Tahrik kabiliyeti kontrolü	Tahrik kabiliyeti kontrolü
Şekil 2c (devam)	4	12.86	12	Yarım daire yuvarlak	6.83	3.90	yetersiz	Tahrik kabiliyeti yeterli değil $f_{min}=0.16$ olmalıdır veya çift sarımlı donanım tercih edilmeli	Tahrik kabiliyeti yetersiz, malzeme değişimi yerine çift sarımlı donanım tercih edilmeli
Şekil 2d	4	12.86	12.66 ($D/d_r=46$ olursa)	Yarım daire yuvarlak	6.83	3.90	yeterli	$D_i \geq 184$ mm olmalı	Yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı, yeterli tahrik kabiliyeti
Şekil 2a	8	17.08	7.3 (min.12)	Yarım daire yuvarlak	8.25	1.035	yetersiz	Tahrik kabiliyeti yeterli değil, çift sarımlı donanım tercih edilmeli	Tahrik kabiliyeti yetersiz, malzeme değişimi yerine çift sarımlı donanım tercih edilmeli
Şekil 2b	8	17.08	8.9 (min.12)	Yarım daire yuvarlak	8.25	1.035	yeterli	Yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı, yeterli tahrik kabiliyeti	Yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı, yeterli tahrik kabiliyeti

saptırma kasnağı çapları sırasıyla 600 mm ve 400 mm olursa, $N_{equiv(i)}$ ve $N_{equiv(p)}$ değerleri sırasıyla 1 ve 5.06 ve makaraların eşdeğer sayısı (N_{equiv}) ise 6.06 olur. Standartta verilen grafiğe göre, minimum emniyet faktörü D_t/d_r oranı 75 ve N_{equiv} sayısı 6.06 için yaklaşık 7.3 olmalıdır. Sistemin güvenlik faktörü yeterlidir. Tahrik kasnağı yivlerinde oluşan maksimum yüzey basıncı değerinin, yüzey emniyet basıncını geçip geçmediğini kontrol ettiğimizde, yarım daire yuvarlak yiv için oluşan maksimum yüzey basıncı değerinin denklem (4) kullanılarak $1.035 N/mm^2$ olduğu, bu değer yüzey emniyet basıncından $((12.5+4)/(1+1))$ küçük ve dolayısıyla uygun olduğu tespit edilmiştir. Son olarak Şekil 2a'daki asansör sistemindeki tahrik kabiliyeti kritik iki hal için kontrol edilecektir. İki kritik halden ilki olan "kabin %125 anma yükü (Q) ile yüklü ve alt durakta iken" hali için $(S_1/S_2).C_1.C_2$ değeri 1.65, $e^{f\alpha}$ değeri 1.39 olarak bulunmuştur. Bu hesaplamada, $\beta=0$, $\mu_0 = 0.09$, $C_1 = 1.15$, $C_2 = 1$ ve kasnak üzerinde halat tek sarım açısı $\alpha = 165^\circ$ olarak alınmıştır. Şekil 2a'daki halat donanımına sahip bir asansör sistemi, 8 mm çapındaki, dört adet 6x19 Seale lif özlü asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı sağlanmasına rağmen tahrik kabiliyeti yeterli değildir ve bu asansör sisteminde kayma oluşabilir. Bu nedenle, ikinci kritik hal "kabin boş ve en üst durakta iken" hali için ilave bir hesaplamaya gidilmesine gerek görülmemiştir.

Şekil 2a'daki halat donanımına sahip bir asansör sisteminin tahrik kabiliyetini arttırmak için Şekil 2b'deki halat donanımına sahip bir asansör sistemi göz önünde bulundurulmuştur. Bu sistemde tahrik kasnağı saptırma makarasına çift sarımlı olarak sarılmış ve sarım açısı değeri artırılmıştır. Şekil 2b'deki 1:1 askı oranına (i) sahip olan halat donanımlı bir asansör sistemi, 8 mm çapındaki dört adet 6x19 seale lif özlü asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, çift sarım nedeniyle halat ağırlığındaki artışın etkisinin az olduğu varsayılarak ihmal edilirse, güvenlik faktörü değişmeyecek ve 17.08 olacaktır. Şekil 2b'deki çift sarımlı asansör sisteminde, $N_{equiv(i)}$ ve $N_{equiv(p)}$ değerleri sırasıyla 2 ve 10.12, makaraların eşdeğer sayısı (N_{equiv}) ise 12.12 olur. Standartta verilen grafiğe göre, minimum emniyet faktörü D_t/d_r oranı 75 ve N_{equiv} sayısı 12.12 için yaklaşık 8.9 olmalıdır. Sistemin güvenlik faktörü yeterlidir. Çift sarımlı yarım daire yuvarlak yivli bir tahrik kasnağında meydana gelen maksimum yüzey basıncı değeri, aynı yüklerin taşınacağı için, tek sarımlı yarım daire yuvarlak yivli bir tahrik kasnağına göre değişmeyeceğinden maksimum yüzey basıncı Şekil 2a'daki sistem için belirtildiği gibi $1.035 N/mm^2$ olduğu, bu değer yüzey emniyet basıncından küçük ve dolayısıyla uygun olduğu tespit edilmiştir. Son olarak Şekil 2b'deki asansör sistemindeki tahrik kabiliyeti kritik iki hâl için kontrol edilecektir. İki kritik halden ilki olan "kabin %125 anma yükü (Q) ile yüklü ve alt durakta iken" hali için

$(S_1/S_2).C_1.C_2$ değeri 1.65, $e^{f\alpha}$ değeri 1.99 olarak bulunmuştur. İki kritik halden ikincisi "kabin boş ve en üst durakta iken" hali için kontrol edilir. $(S_1/S_2).C_1.C_2$ değeri 1.62, $e^{f\alpha}$ değeri 1.99 olarak bulunmuştur. TS 1812 standardında belirtildiği gibi tahrik kabiliyeti, iki kritik hal için kontrol edilmiş ve Şekil 2b'deki halat donanımına sahip bir asansör sisteminin yeterli tahrik kabiliyetine yani sistemden beklenen yük taşıma görevini kaymadan, sürtünme tahriki ile yapabileceği tespit edilmiştir. Şekil 2b'deki 1:1 askı oranına (i) sahip halat donanımlı asansör sistemi, 8 mm çapındaki dört adet 6x19 seale lif özlü asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı ve yeterli tahrik kabiliyetine sahip olduğu yapılan hesaplamalar sonucu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların araştırmacılar tarafından daha iyi bir şekilde gözlemlenebilmesi için tablo halinde verilmesi uygun olacaktır. Tablo 3'te sekiz katlı bir konutta kullanılacak dört kişilik insan asansöründe kullanılması düşünülen 4 mm ve 8 mm çaplarındaki iki farklı kompozisyondaki asansör halatları için taşınacak yükler göz önünde bulundurularak emniyet, tahrik kasnak yiv yüzey basıncı ve tahrik kabiliyeti kontrolü hesaplama sonuçları gösterilmiştir. Ayrıca, yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen sonuçlar ve yeterli emniyet veya tahrik kabiliyeti oluşmayan ve yiv yüzey basıncı bakımından emniyetsiz olan halat donanım şekline göre öneriler Tablo 3'te sunulmuştur.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, asansör verimliliğini arttırmak için, sekiz katlı bir konutta kullanılacak dört kişilik insan asansöründe farklı halat donanımları için standard dışı 4 mm çaplı asansör halatlarının kullanılmasının emniyete, tahrik kasnağı yivlerine yaptığı basınca ve tahrik kabiliyetine etkileri incelenmiştir. Ayrıca, 8 mm çapında geleneksel asansör halatlarının kullanıldığı, bir tahrik ve bir saptırma kasnağı olan klasik asansör sistemi için de aynı hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar sunulmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, sekiz katlı bir konutta kullanılacak dört kişilik insan asansöründe, Şekil 2d'deki 2:1 askı oranına (i) sahip halat donanımlı, 184 mm çaplarında tahrik kasnağı ve makaraları olan bir asansör sistemi, çalışmada belirtilen parametreler dikkate alınarak, 4 mm çapındaki, dört adet 6x19 seale çelik özlü standart dışı özel asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı ve yeterli tahrik kabiliyetine sahip olduğu yapılan hesaplamalar sonucu tespit edilmiştir. Sekiz katlı bir konutta kullanılacak dört kişilik insan asansöründe, Şekil 2b'deki 1:1 askı oranına (i) sahip halat donanımlı, 600 mm çapında tahrik kasnağı ve 400 mm çapında makarası olan bir asansör sistemi, çalışmada belirtilen parametreler dikkate alınarak, 8 mm çapındaki, dört adet 6x19 seale lif özlü asansör halatı ile birlikte kullanıldığında, yeterli emniyet, uygun yüzey basıncı ve yeterli tahrik kabiliyetine sahip olduğu ya-

pılan hesaplamalar sonucu tespit edilmiştir. İki farklı asansör halat donanımı için elde edilen sonuçlara bakıldığında, 4 mm çapındaki halatların kullanıldığı durumda, 184 mm tahrik kasnağı, 8 mm çapındaki halatların kullanıldığı durumda ise 600 mm tahrik kasnağı kullanılmıştır. Tahrik kasnağı çapının oldukça düşük kullanılabilmesi olanağı kullanılacak elektrik motoru döndürme momenti değerini düşürecek ve daha küçük boyutlarda tasarının sağlanması yanında daha az enerji gereksinimine ihtiyaç duyulacaktır. Standart dışı 4 mm çapındaki çelik halatların, küçük çaplı tahrik kasnağı ile asansör tesisinde kullanılması durumunda askı halatının tahrik kasnağı yivlerinde meydana getireceği basınç değeri, 8 mm çapındaki çelik halatların asansör tesisinde kullanılması durumunda askı halatının tahrik kasnağı yivlerinde meydana getireceği basınç değerine göre oldukça artmıştır. Basınç değerinin düşürülebilmesi için farklı yiv geometrileri denenmiş ve bu çalışmada göz önünde bulundurulmuş parametreler ile yarım daire yuvarlak yiv geometrisinin kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

SEMBOLLER

S_f	: Minimum güvenlik faktörü
N_{equiv}	: Makaraların eşdeğer sayısı
D_t	: Tahrik kasnağı çapı (mm)
d_r	: Halatların çapı (mm)
γ	: V- kanal açısı ($^\circ$)
β	: U- kanal açısı ($^\circ$)
N	: bir halatın minimum kopya yükü (N)
Q	: kabin anma yükü (kg)
K	: kabin ağırlığı (kg)
m_L	: halat ağırlığı (kg)
g	: yer çekimi ivmesi (m/s^2)
f_g	: güvenlik faktörü
i	: halat donanım oranı
H	: seyir mesafesi (m)

q	: bir halatın birim ağırlığı (kg/m)
C_1	: ivme faktörü
C_2	: yiv faktörü
f	: sürtünme faktörü
α	: sarılma açısı (rad)
μ_0	: sürtünme katsayısı

KAYNAKÇA

1. **İmrak, C.E., Gerdemeli, İ.** 2000. Asansörler ve Yürüyen Merdivenler, Birsan Yayınevi, İstanbul.
2. **Duru, H.T., Demiröz, R.** 2009. Asansörlerde Modern Dişlisiz Tahrik Sistemleri ve Enerji Verimliliği, III.Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, Kocaeli.
3. **Toralkar, S.** 2009. Traction in Elevators, Elevator World India, 84-88.
4. **İmrak, C.E., Gerdemeli, İ.** 1999. Bilgisayar Destekli Asansör Tahrik Grubu Tasarımı I, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(2), 35-50.
5. **Cürgül, İ.** 1995. Transport Tekniği Cilt I, Kocaeli Üniversitesi yayınları, İzmit.
6. Url-1 <<http://www.adivarcelikhalat.com>>, son erişim tarihi: 12.01.2010.
7. **Janovsky, L.** 1999. Elevator Mechanical Design Third Edition, Elevator World, Inc., U.S.
8. TS EN 81-1, 2011. Asansörler-Yapım ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları- Bölüm 1: Elektrikli Asansörler, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
9. TS EN 12385-5, 2005. Çelik Tel Halatlar – Güvenlik – Bölüm 5: Asansörler İçin Halatlar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
10. TS 1812, 1988. Asansörlerin Hesap, Tasarım ve Yapım Kuralları (Elektrikle Çalışan İnsan ve Yük Asansörleri İçin)
11. Url-2 <http://www.pfeifer-drako.de/en_nav/aufzugtechnik/aufzugseile/neuheiten/>, son erişim tarihi: 20.06.2011.