

## ASANSÖRDE ELEKTRİKİ DURUŞLAR

Serdar TAVASLIOĞLU, Elk. Müh.  
SERKON ÖZEL EĞİTİM VE TEKNİK DANIŞMANLIK LTD. ŞTİ.  
serdartaavaslioglu@hotmail.com

### ÖZET

Asansör hareketlerinde duruşların tasarlanması önemli adımlardan biridir. Asansör güvenliğinde son çare olarak başvurulmuş mekanik duruşların dışında, asansörün kendi kontrolünde gerçekleştirdiği elektrikli duruşlarında planlanması gerekir. Bu çalışmada elektrikli duruşlar ve hesaplamalarda dikkat edilecek noktalar üzerinde durulmaya çalışılmıştır. Özellikle yeni teknolojinin kullanıldığı asansörlerde bu sorun daha ayrıntılı olarak ele alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Mekanik duruş, elektrikli duruş, sınır kesiciler

### GİRİŞ

Asansörde dikkate alınması gereken risklerin başında asansörün hızlanması ve yavaşlaması gelir. Duran bir asansörde veya ivmesiz olarak sabit hızda seyir yapan bir asansör kabininde seyahat eden insan bünyesi için bir tehlike söz konusu değildir. Ancak azalan veya çoğalan ivmelenmeler dikkat edilmesi gereken noktalardır. İnsan bünyesinin hızlanma (acceleration) ve yavaşlama (deccelaration) ivmelerine karşı belirli bir mukavemeti vardır. Mukavemet değerlerinin üstünde ivmelerle karşılaşılması vücutta geçici veya kalıcı hasarlara yol açabilir. Geçici olarak sayılabilecek rahatsızlıkların başında, kan akış hızında etki yaratacak ivmelenmeler sayılabilir. Bu ivmelenmelerin belirli değerlere yaklaşması halinde, kan akışında oluşacak basınç değişimi, baş dönmesi, sarhoşluk hissi, dengesizlik gibi rahatsızlıklara yol açabilir. İvme değerlerinin daha artması ise, kan basıncında yarattığı değişikliklere bağlı olarak, baygınlık, kan basıncı artışı sonucu kılcal damarlarda çatlama, kemikler arasındaki kıkırdak dokuda zedelenmelere yol açabilir.

İvme değerlerinin dayanım sınırlarını aşması durumunda ise bu hasarlar kalıcı olabilir, düşme, çarpma gibi etkilerin eklenmesiyle de istenmeyen daha kötü durumlar ortaya çıkabilir. Bu yüzden EN 81-1 Standardı, ivme değerlerini belirlemiş ve sınırlandırmıştır. EN 81-1 Standardı olabilecek en yüksek ivme değerlerini, kaymalı güvenlik tertibatları için (1 m/s hız üstünde) madde 9.8.4 te, tamponlar için madde 10.4.1.2.1. de vermiştir. Değerler  $0,2 g_n$  ile  $1 g_n$  değerleri arasında olabilir ve  $2,5 g_n$  den büyük ivme değeri ancak 0,04 s'den uzun sürmemesi durumunda kabul edilebilir. Bu değerler asansörde kabul edilebilecek en yüksek ivme değerleridir.

Normal hareketlerde  $0,8 m/s^2$ 'lik bir ivme, konforlu ve hissedilmeyen ivme ayarı olarak alınır. Hızlı asansörlerde hız değişiminde çok uzun mesafelere yayılmamak için ivme değerleri  $1,5 m/s^2$ 'lere çıkartılabilir. Bu ivme değerlerinde kalkışta bir basınç,

duruşlarda ise boşluk hissi oluşur. Bunun üstündeki değerlere çıkıldıkça ivmelenmeleri vücut daha fazla ve rahatsız olarak hissetmeye başlar.

Rahatsız edici ve paniğe yol açan bir duruş olan paraşüt sisteminin devreye girmesinde ise ortalama ivme değerinin  $0,6-0,7 g_n = 5,88-6,85 m/s^2$  olması, iyi sonuç olarak kabul edilmektedir. Aynı şekilde tamponlara çarparak oluşan bir duruşta da aynı ivme değerlerinin sağlanması iyi uygulama sayılacaktır. Elde edilecek bu değerler, Standardın zorunlu duruşlarda iyi olarak kabul ettiği, ama kullanıcılar ve asansörcülerin pek karşılaşmak istemedikleri, oldukça rahatsız edici ivme değerleridir.  $9,81 m/s^2$  ivme ise kabul sınırının sonudur.

Asansör hareketlerinde montaj esnasında her zaman ivmeyi ölçebilmek mümkün olmamaktadır. Asansör ayarları için ivme yerine hıza göre belirlenecek bir duruş mesafesi de, ortalama değer olarak istenen ivmenin elde edilmesinde kabul edilen bir yol olarak uygulanmaktadır. Burada hesaplanmaya çalışılan, asansörün kontrol panosunca planlanan kontrollü duruşları olmayıp, mekanik olarak veya elektromanyetik frenin devreye girmesiyle oluşan mekanik zorlama etkili acil durum duruşlarıdır.

Kinetik enerjinin Potansiyel enerjiye eşitlenmesi ve düzenlenmesi sonucu elde edilen

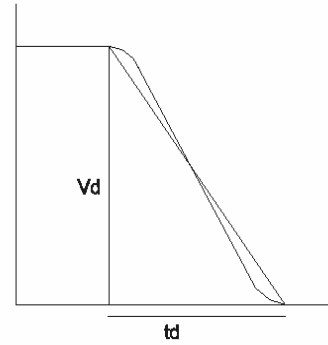
$v_d^2 = 2as$  formülünü kullanarak  $v$  maksimum duruş mesafesi hesabında

$a = 0,2 g_n = 0,2 * 9,81 = 1,962 m/s^2$ ,

Minimum duruş mesafesinde  $a = 1 g_n = 9,81 m/s^2$  kabul ederek duruş mesafeleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$s_{min} = v_d^2 / (2 * 9,81) = v_d^2 / 19,62 m$$

$$s_{max} = v_d^2 / (2 * 1,962) = v_d^2 / 3,924 m$$



$v_d^2$  : Asansör duruşunun başladığı hız

(Not: sadece fren mesafeleri değerlendirileceği için, regülâtörün devreye girme mesafesi ile ilgili kısım dikkate alınmamıştır. Formül IAEE yayınından alınmıştır)

Bu düşünceler ışığında asansör duruşlarını inceleyebiliriz.

## ASANSÖRDE HAREKETLER VE İVMELER

Asansörde hızlanma ve yavaşlama hareketleri ile ivmeleri, iki ana başlık altında incelenebilir. Bunları normal kullanmada planlanan kontrol altındaki hareketler ve beklenmeyen acil durum duruşları olarak tanımlanabilir.

**1- Kumanda edilen planlı normal kullanım hareketleri:** Kumanda edilen hareketler olarak asansörün normal seyrini ve revizyon hızında yapılan, yükleme rampası hareketi, elektrikli elle kurtarma ve bakım seyirlerini alabiliriz. Bu hareketler bilinçli olarak yapılan, kumanda panosunca kontrol edilen ve eğrileri belirlenmiş hareketlerdir. İvmelenmeler, asansör kabininin harekete başlamasından istenen hıza çıkıncaya kadar yükselen bir ivme ile başlar. Belirlenen beyan hızına ulaşma ile ivmelenme son bulur. İstenen seyir mesafesinin sonuna yaklaşma ile, seyir hızından

duruş hızına geliş ve durma hareketi sırasında oluşan azalan ivme ile devam eder. Katta duruş anında seviyeleme hareketleri de ayrı birer hareket ve ivme olarak değerlendirilir.

**a. Asansörün hızlanması,** tahrik motorunun, kendi ataleti ve asansörün hareketli kısımlarının ataletini yenerek hareketi başlatıp hızlanması ile oluşur. Yüğü yukarı çekişte, yenilmesi gereken statik ve dinamik momentler, motorun devrini alması sırasında uygun bir ivmelenme yaratması için hesaplanmış ve güç seçimleri buna göre yapılmıştır. Motor gücünün doğru seçilmesi bu noktada önem taşır. Bu ayarlama doğrudan beslemeli asenkron motorlarda volan ağırlıkları, uygun motor sarımları, rotor yapıları (E:M:K lar) ve motor güçleri seçilerek, hız kontrollü sistemlerde ise frekansın ve akımın kontrolü veya uyarı akımlarının ayarlanması ile tork kontrolü yapılarak sağlanmaktadır. Hidrolik asansörlerde de kalkışta aynı hızlanma söz konusudur. Ayrıca valf ayarları ile istenen uygunlukta bir kalkış ayarı yapılır. Uygun seçimlerin yapılmaması, motorun bayılmasına veya kalkışta silkelemelere yol açacaktır.

Yükün diğer taraftan ağır olması ve aşağı yönde yer çekimi etkisiyle ağır olan tarafın kendisinin hızlanmak istemesi durumunda ise, elektrik motoru, jeneratör etkisi gösterir ve yükte kalkışta gösterdiği eğriye yakın bir eğriyle asansörün hızını belirlenen ivme değerlerine yakın bir değerde tutar. Burada en önemli faktör, elektrik motorunun motor-jeneratör etkisi ile kalkış ivmesini, slip kayma değerlerine bağlı olarak belirlenen değer  $\pm$  % 5–8 arasında bir değerde sabit tutmaya çalışmasıdır. Böylece ağır yükün aşağı inmesi durumundaki ivmelenmede, motorun jeneratör durumundaki frenleme etkisiyle kontrol altında tutulur. Hız değişimleri motorun (+/-) slip değerleri arasında kalmaktadır.

**b. Asansörün yavaşlaması,** doğrudan beslemeli asenkron elektrik motorlarında elektro-manyetik fren yardımıyla sağlanmaktadır. Fren ayarı uygun bir sıklıkla, konforlu bir duruş sağlayacak şekilde yapılmaktadır. Hız kontrollü sistemlerde ise yavaşlama ivmesi doğrudan frekans, akım veya uyarı akımlarındaki ayarlamalarla yapılmaktadır. Ayrıca 0,8 m/s üzerindeki hızlarda doğrudan seviyeleme hızına geçiş engellenmiştir. (“EN 81–1 Madde 14.2.1.2 - Kapılar Açıkken Seviyeleme ve Otomatik Seviyeleme “ ye göre, kata yaklaşma hızı düşük hız ile veya kilit açılma bölgesine girildiği andaki hızın 0,8 m/s’yi, kapılar açıkken yapılan otomatik seviyeleme hızının ise 0,3 m/s’yi aşmaması sağlanmış olmalıdır.)

Bu durumda kademeli bir hız geçişi ve duruş sağlanarak asansörün yavaşlama ivme değeri düşürülmüştür. Beyan hızı 0,8 m/s bile olsa, yüklü iniş durumunda hız %8-10 arasında artabileceğinden, bu hızlarda da kademeli bir sistem kullanılması, tek hız için üst seviyenin 0,63 m/s olarak alınması genel kabul görmüş bir uygulamadır. Aynı şekilde güvenlik tertibatlarındaki duruşlarda da 0,8 m/s hız üzerinde ani duruşlar yasaklanmıştır. (EN 81-1 M 9.8.2, 9.9.1) Çünkü hesaplarda da görüleceği gibi bu hızda ani duruşlarda ivme değeri  $1g_n$ ’i aşabilir. Seviyeleme hızları ve dolayısıyla belirli değerlerde oluşabilecek ivmeler standartta belirlenmiştir.

**2- Acil durum duruşları:** Acil durum duruşlarını mekaniki duruşlar ve elektriki duruşlar olarak ikiye ayırmak mümkündür.

**a.Mekanik acil duruşlar**, genel olarak asansörün aŗađı veya yukarı yönde güvenlik tertibatının çalıŗması ve kabin veya karŗı ağırlığın tamponlara çarpması olarak değerlendirebiliriz. Hidrolik asansörlerdeki oturma ve kenetleme tertibatlarının devreye girmesi sonucu oluŗan duruşlarda aynı özelliكتedir.

Her mekanik duruş, asansör sisteminde bir darbedir. Kabin ve karŗı ağırlık süspansiyonları, raylar, güvenlik tertibatları, halatlar, makine motor, tamponlar bu duruşlardan etkilenir ve hasar görebilir. Ayrıca her zaman ayarlanan ivme değerlerini yakalamak mümkün olmayabilmektedir. Kuyu şartlarının değişken olması, izin verilen ivme değerlerinden daha yüksek ivmelerin oluŗmasına sebep olabilmektedir. Bu yüzden, mekanik duruşlar, elektriki duruşun sağlanamadığı ve son çare olarak devreye giren, pek de istenmeyen duruşlardır.

**b. Elektriki acil duruşlar**, güvenlik zincirindeki bir ikaz üzerine, asansörün kendisini kendi imkânları ile durdurması sonucu oluŗur. Güvenlik zincirinin kırılması üzerine, kontrol panosu, motorun ve elektro-manyetik frenin elektriğini keserek, asansörü durdurur. Doğrudan beslemeli asenkron motorlarda elektro manyetik frenin devreye girmesi ile, hız kontrollü sistemlerde ise “acil stop giriŗi” (Emergency stop) yardımıyla asansör mümkün olan en kısa mesafede durdurulur. (“Acil stop giriŗi” asansör invertörlerinde bulunur. Bu tür giriŗi bulunmayan sanayi tipi invertörleri kullanmaktan kaçınmak gerekir. EN 81-1 Madde 10.5.3.1.c.) Ancak bu duruşlar, olması muhtemel olarak dikkate alınan ve daha önceden ayarlanması yapılmıŗ mesafelerde gerçekteşen daha yumuŗak duruşlardır.

Bir örnek vermek gerekirse 1 m/s hızda tampona çarparak veya güvenlik tertibatının devreye girmesi sonucu 10-15 cm de gerçekteşecek bir duruşta, ivme değerı 4,5-5 m/s<sup>2</sup> olurken, elektro manyetik fren yardımıyla 20-25 cm de oluŗacak bir duruşta ivme değerı 2-2,5 m/s<sup>2</sup> olmaktadır. Birinci durumda sert ve tertibatlara zarar veren bir duruş söz konusu iken ikinci durumda daha yumuŗak ve sisteme zarar vermeyen bir duruş söz konusudur.

## DURUŞ ÖNCELİĞİ

Asansör tasarımında birinci hedef, acil durumun oluŗması şartlarından önce asansörü elektriki olarak durdurmaya çalıŗmak, ancak mümkün olmaması durumunda mekanik olarak durdurmaktır. Her mekanik duruş sonrası bazen büyük boyutlarda oluŗabilen tahribatın düzeltilmesi gerekir. Burada mümkünse, elektriki olarak daha önceden ayarlanmış mesafede ve kontrol altında bir ivme ile duruş hedeflenmektedir. Çünkü asansör sisteminde mekanik duruşlarda oluŗan hasarların dışında, ivme değerlerini istenen değerlerde tutabilmek her zaman mümkün değildir. Çok iyi ayarlanmış veya güvenlik şartlarına tam uyan bir tertibat bile, hava durumuna (sıcak, soğuk, nem gibi), toza, yağlanmaya, malzeme sertliklerinin biraz sapmasına veya bir önceki acil duruş çalıŗmasının yakınında oluŗmasına bağlı olarak çok değişik ve beklenmeyen tehlikeli sonuçlar verebilmektedir.

Standart, asansör tasarımında bu konuda gereken önlemleri almaya çalıŗmıŗtır. Güvenlik tertibatının devreye girmesinden önce regülatör kontağının devreye girmesi ve elektriki bir duruş sağlanmaya çalıŗılması standartta hedeflenen bir konudur. Regülatör

kontak, mekanik duruşların daha ciddi tehlike gösterdiği özellikle 1 m/s üzerindeki hızlarda, asansör regülatörün kilitleme hızına ulaşmadan önce devreye girerek asansörü elektriki olarak durdurmaya çalışır.

*EN 81-1 Madde 9.9.11.1 - Hız regülatörü veya başka bir tertibat Madde 14.1.2'ye uygun bir elektrik güvenlik tertibatı vasıtasıyla, kabin hızı aşağı veya yukarı yönde regülatörün devreye girdiği hıza ulaşmadan asansör motorunu durdurmalıdır. Ancak, 1 m/s'den büyük olmayan beyan hızlarında bu tertibat hız regülatörünün devreye girdiği hıza ulaşıldığı anda çalışabilir.*

Normalde regülatör kontaklarının devreye girdiği hızın, beyan hızının %115 inin üstünde ancak regülatörün devreye girdiği hızın altında olması beklenir. Her ne kadar standart 1 m/s hızlarda regülatör ile kontak aynı anda çalışmasına izin versede, 1 m/s hızlarda da regülatörde kontak regülatör kilitleme hızından önce devreye girme özelliğinin aranması, asansörcülere birçok durumda kolaylık sağlayacaktır.

Diğer bir mekanik durdurma yöntemi, asansörün sınır seviyeleri aşması durumunda tamponlara çarparak durmasıdır. Asansörün hızının regülatörün devreye girme hızının altında olduğu kabul edilir. Asansörün beyan yükü ile yüklü durumda ve beyan hızının %115 inde tamponlara çarpması durumunda ivmenin  $1 g_n$  i aşmaması istenir. Bu kabul edilir bir durumdur ama gene Standart, tamponlara çarparak durma yerine önce sınır kesicilerin çalışmasını ve elektriki duruşun sağlanmasını öncelikle ister. Ancak asansörün elektriki olarak durdurulamaması durumunda, tamponlara çarparak duruş kabul edilmektedir. Sınır kesicilerinde asansörü, taşıyıcı süspansiyonlarının tamponlara çarpmadan durmasını sağlayacak bir mesafeye konması ister.

*EN 81-1 Madde 10.5.1. Asansörde sınır güvenlik kesicileri bulunmalıdır. Sınır güvenlik kesicileri, son durak seviyelerinin aşılması durumunda mümkün olduğunca çabuk çalışacak bir şekilde yerleştirilmeli, ancak normal işletmeyi aksatmamalıdır. Bunlar, kabin veya karşı ağırlık tamponlara değmeden çalışmalıdır. Sınır güvenlik kesicileri, tüm tampon stroku boyunca devrede kalmalıdır.*

(Bu şart hidrolik asansörlerde alt kesici için geçerli değildir. Sürtünme tahrikli asansörlerde yeterli mesafenin olmaması durumunda, pek istenen bir durum olmasa da yavaşlayarak bir çarpma kabul edilmektedir.)

Her iki mekanik duruşta da Standart, ivme değerlerinin belirlenen seviyelerde olması durumunda dahi, asansörün önce elektriki olarak daha yumuşak ve darbe oluşturmadan durdurulmasını istemektedir. Asansörcü açısından da istek bu yöndedir. Darbe sonrası tertibatları tekrar düzgün olarak çalışır hale getirmek, kontak ayarlarını yapmak, rayları ayarlamak, raspalamak, süspansiyonlarda bozulma, eğilme varsa bunları düzeltmek, bazen dişli bozulmaları için uzun uğraşlar vermek, karşılaşılmak istenmeyen bir durumdur.

Güvenlik tertibatı çalışmasında, ayarları düzgün yapmak, raylarda düzensizlikleri ayarlamak, uygun güvenlik tertibatını ve beyan hızına uygun regülatörü seçerek, ayarlı regülatör kontak kullanmak yeterli bir önlemdir. Ancak sınır kesicilerin seçimleri ve

tampon çarpma mesafeleri her zaman uygun şekilde olmamaktadır. Özellikle son dönemde kullanılmaları hızla yayılan yeni tip sürücü ve motorlarda bu duruma daha fazla dikkat etmek gerekmektedir. Standardın sınır kesicilerin çalışması ile ilgili maddesini doğrudan beslemeli motorlar ve kademesiz hızlı motorlar için iki ayrı şekilde incelemek faydalı olabilir.

Önce standardın ilgili maddesini incelemek yararlı olacaktır.

*EN 81-1 10.5.3.1 - Sınır güvenlik kesicileri;*

*a) Tamburlu ve zincirli asansörlerde, zorlayıcı mekanik etkiyle motor ve frenin akımını Madde 12.4.2.3.2'ye göre doğrudan kesmelidir.*

*b) Tek veya çift hızlı, sürtünme tahrikli asansörlerde ise:*

*1) Yukarıda, a) şikkındaki gibi devre açılmalı, veya*

*2) Madde 14.1.2'ye uygun bir elektrik güvenlik tertibatı, Madde 12.4.2.3.1, Madde 12.7.1 ve Madde 13.2.1.1'e göre motor ve fren devrelerini besleyen, kontakları seri bağlı iki adet kontaktörün bobin devrelerini zorlayıcı mekanik etkiyle açmalıdır.*

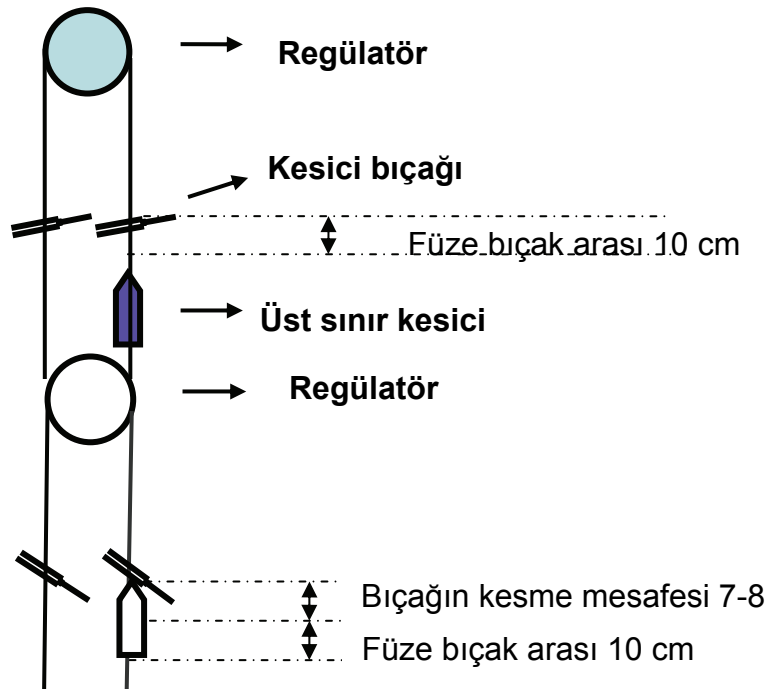
*c) Değişken gerilimli veya kademesiz hız ayarlı asansörlerde tahrik tertibatını gecikmesiz olarak, meselâ sistemin izin verdiği en kısa sürede, durdurmalıdır.*

## TEK VEYA ÇİFT HIZLI, SÜRTÜNME TAHRİKLİ ASANSÖRLERDE SINIR KESİCİLERİN KONMASI

Tek veya çift hızlı, sürtünme tahrikli asansörlerde kullanılan doğrudan beslemeli asenkron elektrik motorlarında duruş, elektro manyetik fren ile sağlanmaktadır. Asansörün beyan hızı ile en alt veya üst sınır seviyesini geçtiğinde kullanılan sınır kesici sistemin asansörde bir darbeye yol açmadan asansörü durdurması istenir. Özellikle bu kaçma anında asansör kabini içinde kullanıcıların bulunması söz konusu ise, zaten korkan insanların bir de darbe ile karşılaşması, kendilerine bir şey olmasa bile asansör firması hakkında şüpheye düşmelerine yol açacak kadar ciddi bir durumdur. İlk söylenen şey asansörün düştüğü veya çakıldığıdır ve hemen firma suçlanır. Hiçbir firmada böyle bir durumla karşılaşmış müşterisini kaybetme riski ile karşılaşmak istemez. Madde 10.5.3.1 b1 şartını sağlayan klasik bıçaklı kesici sisteminin kullanıldığı bir asansörde tampon çarpma mesafeleri incelenecek olursa:

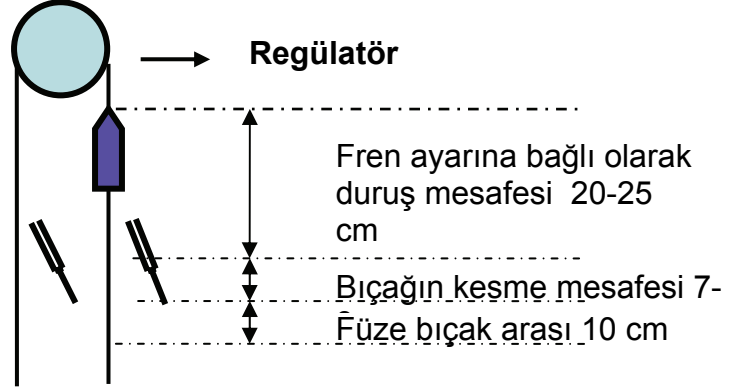
1. Kesici bıçaklar ile füze arasında 10 cm lik bir mesafe bırakılmış olsun. Bu durumda asansör önce bu 10 cm lik mesafeyi beyan hızında kat edecektir. Füzelerin kesici bıçaklarına teması ile bıçaklarda hareket başlar.

2. Füzenin hareketine devam etmesi sonucunda bıçaklar yukarıya doğru kalkacak ve kesici şalteri devreye sokacaktır. Asansörün elektriği ancak bu noktada kesilir ve



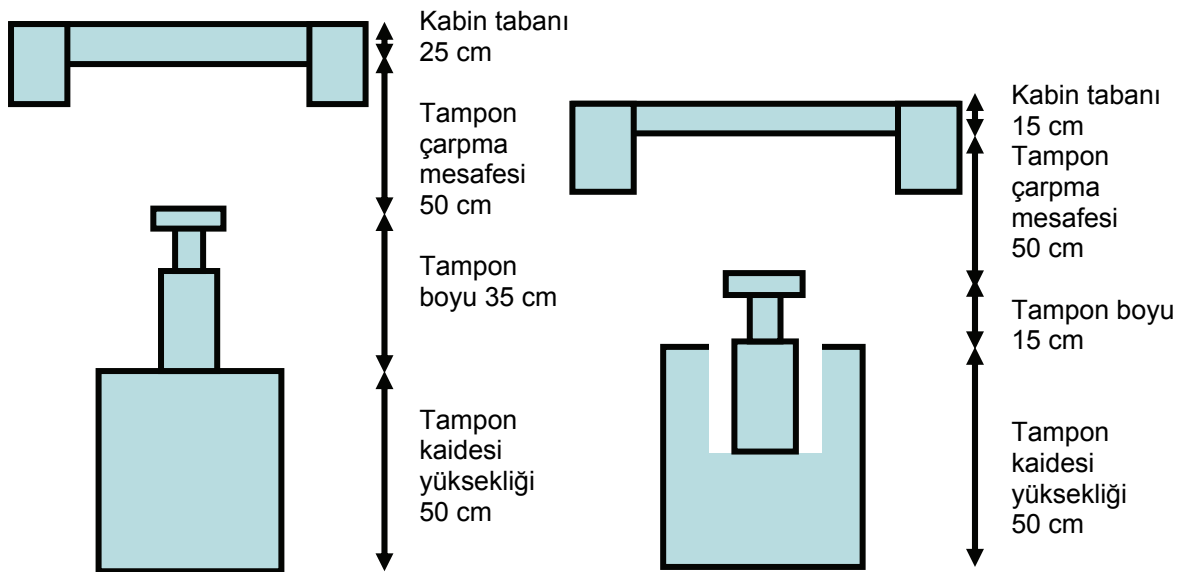
elektromanyetik fren devreye girer. Ancak bunun olabilmesi için asansör 7-8 cm daha hareket etmek zorunda kalmıştır.

3. 1 m/s hızda bir asansörde fren ayarının düzgün olduğunu ve beyan hızında 20-25 cm de duracak şekilde ayarlandığını kabul edersek, asansörün bir darbe ile karşılaşmadan durabilmesi için en az 40 cm lik bir mesafeye ihtiyacı olduğu görülecektir.



Bıçaklı şalterlerin zamanla motorda iki faza kalmalara sebep olduğu açıktır. Ayrıca bıçaklarda kaynama riski büyük olup, bıçaklardaki gevşemelerde çok görülen arızalardır. Bu yüzden Madde 10.5.3.1 b2 şartını sağlayan, 5-10 cm mesafeye hareket kontaktörlerinin devresini kesecek makaralı şalterlerin konduğunu ve 3-4 cm de devreye girdiklerini düşünelim, fren ayarını 20 cm den daha aşağıya çekemeyeceğimiz için gene de tamponlara çarpmadan yumuşak bir duruş için en az 30 cm'lik bir mesafeye ihtiyaç duyacağımız açıktır. Asansör montörlerinin fren ayarlarını yumuşak duruş için yavaş hıza göre yaptıklarını ve 30-35 cm gibi mesafelerde asansörün durabildiğini, ayrıca halat uzamalarının karşı ağırlık ile tampon arası mesafeyi çok çabuk bozduğunu dikkate alırsak, bu durumda 50-60 cm gibi bir tampon mesafesinin bırakılması darbesiz duruş için gerekli olacaktır.

Ancak böyle bir mesafe için kuyu dibi derinliği incelenirse 150-160 cm'lik bir derinliğe ihtiyaç duyulacağı açıktır. Ancak her zaman bu tür kuyulara rastlamak mümkün değildir. Daha az bir kuyu dibi ölçüsü için bazı mesafelerde azaltmalar yapılabilir. Tamponu sadece strok boyu dışarıda kalacak şekilde kaideye gömsek ve kabin tabanında özel bir çalışma yaparak tampon boyunu 15 cm ye düşürsek bile bize 130 cm kuyu dibi gerekmektedir.



Eğer bu ölçününde altında bir kuyu dibi ile karşı karşıya isek bu durumda sınır kesicinin çalışma mesafesi için risk analizi yapmak gerekecektir. Özel bir imalat yapılmadığı ve özel önlem alınmadığı durumlarda 50 cm koruyucu bariyerden vazgeçmek söz konusu değildir. Poliüretan tampon kullanılması durumunda da kazanç ancak 2 cm olacaktır. 15 cm kabin tabanı ölçüsü artık sınıra yaklaşmış bir ölçüdür. Bu durumda ancak tampon çarpma mesafesinden kısılabılır. Fakat 20-25 cm fren duruş mesafesini kısıbilmemiz için asansörün sınır seviyesini yavaş hızda geçmesini kesin şartı ile sağlamamız gerekecektir. Bu durumda ikinci hıza geçiş, geniş takozla tahrik edilen bir makaralı şalter ile (asansör salınımlarında genede makaralı şalteri tahrik edebilecek durumda olan) sağlanmalıdır. Ancak zorunlu yavaşlama için birinci hız kontaktörünün yapışık kalma ihtimali de ortadan kaldırılmalıdır. Yapışık kalmaya karşı birinci hız kontaktörüne seri bağlı bir ikinci kontaktörün de kullanılması gerekir. Motor duruşunu seri bağlı iki kontaktörle yapar gibi, birinci hız kontaktörüne seri bir kontaktör ilave ederek, ikinci hıza geçişi güvence altına almak gerekir.

Bu durumda asansör son katlara mecburi yavaşlama şalterlerine girerek inecektir. Sınır seviyenin geçilmesi durumunda asansör yavaş hızda olacağı için, asansörü 6-8 cm de bile durdurmak mümkün olabilir. 5 cm e konmuş ve 3-4 cm de devreye giren bir sınır kesici makaralı şalter ve 6-8 cm de duracak bir asansörde tampon mesafeleri 15 cm'e kadar indirilebilir. 20 cm tampon çarpma mesafesi uygun bir mesafe olarak kabul edilse bile 1 m kuyu dibi olan bir asansör, mecburi yavaşlama tertibatı kullanılarak, standardın zorunlu tuttuğu kuyu dibi ölçüleri sağlanıp, tamponlara çarpma olmadan durdurulabilir. Buda mekanik durdurucudan önce elektriki duruş hedefini sağlayacak bir tasarım çözümü olacaktır. Bu durumlarda regülatör alt makaranın uygun şekilde monte edilebilmesi için güvenlik tertibatının kabin üstünde olması gerektiği unutulmamalıdır.



Ancak böyle bir tasarımda elektriki duruş sağlanırken oluşabilecek diğer riskler göz ardı edilmemelidir. 1,60 m derinliği olan bir kuyuda, asansör yavaşlamaya başlayıp ikinci hıza geçtiğinde kuyu tabanı ile arasında en az 2 m mesafe kalmaktadır. Kuyu dibinde bulunacak bir montörün kendisini sakınacak zamanı ve mesafesi bulunmaktadır. Yetersiz kuyu dibinde bu şartın sağlanabilmesi için, ikinci hız makarasının yavaşlamanın gerçekleşmesinden sonra en az 1,80 m mesafe sağlayacağı bir yüksekliğe konması gerekir. Ayrıca bu durum kuyu dibinde açık görülür bir şekilde uyarıyla anlatılmalıdır. Bu tür kuyu diplerine “baretsiz girilmeyeceği” ibaresi özel olarak talimatlara eklenmelidir. Stop butonu, kabinin aşağı inmesi durumunda etek saçı veya başka bir tertibat tarafından ulaşılması engellenmeyecek şekilde monte edilmelidir.

Bu tür çalışmalar yapmak isteyen firmaların, muhakkak geliştirdikleri risk analizini, sertifika aldıkları Onaylanmış Kuruluşa onaylatmaları gerektiğinin de üzerinde özellikle durmak gerekir.



## DEĞİŞKEN GERİLİMLİ VEYA KADEMESİZ HIZ AYARLI ASANSÖRLERDE SINIR KESİCİLERİN KONMASI

Değişken gerilimli veya kademesiz hız ayarlı asansörlerde motorların kumandası Madde 12.7.3 te belirtilmiştir.

*EN 81-1 Madde 12.7.3 - Alternatif veya Doğru Akım Motorlarının Statik Elemanlarla Beslenmesi ve Kumandası*

*Aşağıdaki metotlardan biri kullanılmalıdır:*

*a) İki bağımsız kontaktör motor akımını kesmelidir.*

*İki kontaktörden birinin ana kontaklarının asansör durduğunda devreyi açmaması durumunda, en geç bunu takip eden hareket yönü değişiminde, asansörün yeniden hareket etmesi engellenmelidir.*

*b) Aşağıdaki elemanlardan oluşan bir devre sistemi:*

*1) Devreyi bütün kutuplarıyla kesen bir kontaktör.*

*Kontaktör bobini en az her hareket yönü değişiminden önce devre dışı kalmalıdır. Kontaktörün bırakmaması durumunda, asansörün yeniden hareket etmesi engellenmelidir ve*

*2) Statik elemanlardaki enerji akışını kesen bir kumanda tertibatı ve*

*3) Asansörün her duruşunda, enerji akışının kesilip kesilmediğini kontrol eden bir denetleme tertibatı.*

*Normal çalışmadaki duruşlarda, statik elemanlardaki enerji akışının kesilmesi etkili olmazsa, denetleme tertibatı kontaktörün devreyi açmasını sağlamalı ve asansörün yeniden hareket etmesini engellemelidir.*

Standartın koyduğu iki alternatif koşul, a ve b şıkları incelenmelidir.

1. Standartın koyduğu iki şarttan ilk madde olan a şıkkı uygulanması daha kolay bir yol olduğu için tercih edilmektedir. Ancak genel alışkanlık olarak bütün güvenlik devrelerinin bir zincir oluşturması ve zincirin kırılması durumunda motoru ve freni besleyen iki seri kontaktörün düşürülmesi bu tür sistemlerde sakıncalı bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Asansörün duruşu esnasında güvenlik zincirinin motora hareket vermeyi önlemesi yeterli bir güvenlik sağlamamaktadır. Çünkü bu sistemlerde invertör önce dinamik bir frenleme oluşturmakta, sonra freni açarak motora hareket vermektedir. Frenin açılmasını da kontrol etmek gerekir veya kontrol elemanlarını besleyen fazı da kesmek gerekmektedir. Bu durumda b şıkkı şartlarının yerine getirilmesi daha uygun bir yöntem olarak değerlendirilmelidir.

2. Asansör hareketi esnasında bir kapatma söz konusu olduğunda ise PWM kontrol özelliğinden dolayı motora giden kablolarda 2000 V anahtarlama gerilimleri ve darbe akımları ile karşılaşmaktadır. Standartın getirdiği AC 13 kontaktörler ise 1000 V çalışma gerilimine göre hava aralıklarını seçmiş ve akım atlama adımlarını hesaplamışlardır. Akımın kesilmemesi ve arkın söndürülememesi tehlikesi söz konusudur.

3. Invertör sistemlerinde oluşan yüksek doğru akım barasında anahtarlama yapılması, oluşan yüksek darbe akım ve voltajları yüzünden invertöre zarar verebilmektedir. Buda çok sakıncalı bir durumdur.

Sistemde dişlisiz senkron motorların kullanılması durumunda ise daha başka dikkat edilmesi gereken noktalar oluşmaktadır.

Asansör makinası frenleri hesaplanırken sistemin beyan hızında, %125 yükte ve en olumsuz durumda durdurulması hedeflenir ve hesaplar buna göre yapılır. Frenleme momentinin hesaplanmasında statik ve dinamik momentlerin hesaplanması gerekir.

$$M_b = M_{st} + M_i$$

Statik moment hesabında kasnağın bir tarafına etki eden yükün oluşturduğu momenti makine verimliliği ve dişli oranı dikkate alarak hızlı şafta aktarmak gerekir. Dikkat edilirse momentte dişli oranı ve verimlilik kadar bir küçülme söz konusudur.

$$M_{st} = [(1.25Q + P - G) / i + H] * g_n * (D / (2 * i_G)) * \eta$$

Dinamik moment hesabında ise

$$M_i = I * \alpha \quad (\text{Nm})$$

I = Rotor, fren kaplini, sonsuz vidanın atalet momentleri, Sarı dişli ve tahrik kasnağının atalet momentleri, Lineer hareket eden sistemin elemanlarının atalet momentleri toplamını içermelidir.

$\alpha$  = Açısal ivmedir.

Yavaş şaftta oluşan atalet momentleri hızlı şaftta her kısmın verimliliği dikkate alınarak aktarılmalıdır. Ancak Atalet momenti yarıçapın karesi ile orantılı olacağı için dişli oranının karesi ile bölünmelidir. (Dişli oranı çap oranıdır ve aktarma çapın karesi kadar azalarak yapılmalıdır) Örnek olması açısından lineer hareket eden sistemin elemanlarının atalet momentleri hesabı inceleyelim.  $I_1$  olarak hızlı şaft ataletlerini,  $I_2$  olarak kasnağın ve sarı dişlinin ataletlerini kabul edelim. Bu hesaplamalar bu çalışmanın konusu olmadığı için incelenmeyeceklerdir.  $I_3$  olarak lineer hareket eden sistemlerin hızlı şafta aktarılmış ataletini kabul edersek, önce yavaş şaftta oluşan  $I_3'$  atalet momentini hesaplamak gerekir.

Ötelenen ve dönen kinetik enerjiler, aktarım verimlilikleri dikkate alınarak eşitlenirse

$$(1/2) I_3' \omega^2 = (1/2) [(1.25Q + P + G) * v^2 + H(i * v)^2] * \eta_{Rs} * \eta_s$$

$$\omega = i * v / (D/2) = 2 * i * v / D$$

$$I_3' = [(1.25Q + P + G) + (i^2 * H)] * (D^2 / 4 * i^2) * \eta_{Rs} * \eta_s$$

$$I_3 = I_3' * \eta_G / i_G^2$$

$$\eta = \eta_R * \eta_s * \eta_G$$

$$I_3 = [1.25Q + P + G + (i^2 * H)] * [D^2 / (4 * i^2 * i_G^2)] * \eta$$

$\omega$  açısal hız

i palanga oranı

$i_G$  dişli oranı

$\eta$  toplam verimlilik

$\eta_{Rs}$  = Halat verimi,  $\eta_s$  = Tahrik kasnağı verimi,  $\eta_G$  = makine dişli verimi

Burada üzerinde durmak istediğim nokta, dişlili makinalarda frenlemenin hızlı şaft tarafında yapılması ve yavaş şaftta oluşan momentlerin hızlı şafta aktarılırken statik momentin dişli oranı ve dinamik momentin dişli oranı karesi kadar azalan bir oranda aktarılması, frenleme kuvvetini azaltan etkilerdir. Ancak dişlisiz bir makinada frenleme ana şaftta yapılmaktadır ve fren kuvveti açıktır ki dişlili bir makinaya göre çok yüksek olacaktır. Fren tasarımı,

1. Tek bir fren çenesinin beyan hızında ve beyan yükünde asansörü durdurabilme kabiliyetine göre,
2. Her iki frenin beyan hızında %125 yüklü durumda aly seviyede asansörü durdurabilme kabiliyetine göre,

hesaplanarak yapılır. Ama uygulamada genel olarak her iki çene birden çalışır.

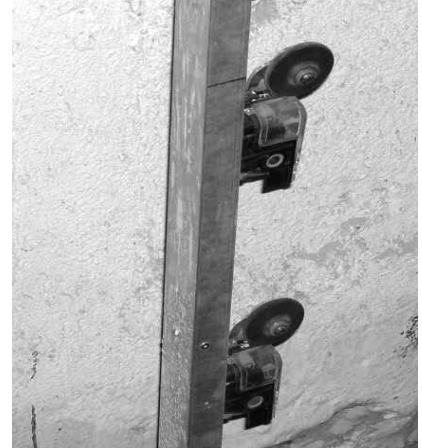
Dikkate alınması gereken bir diğer nokta daimi mıknatıslı senkron bir motorda duruş güvenliği açısından, motorun elektriğinin kesilmesinde stator uçları kısa devre edilmektedir. Daimi mıknatıs özelliğinden dolayı rotor uyarı akımı faal olan ve uçları kısa devre edilmiş bir jeneratör etkisi gösteren senkron motor, çok büyük bir dinamik frenleme etkisi gösterir. Kuvvetli elektromanyetik frenlerin etkisine, kuvvetli bir dinamik fren etkisinin eklenmesi, asansörde mekanik frenlerin devreye girmesi etkisi göstermektedir. Bu etki beyan yükü yarısından az yüklenmiş ve aşağı inen asansörde daha fazla olacaktır. Sistemdeki darbe kadar, oluşan yüksek kısa devre akımlarından senkron motorunda zarar görmesi söz konusudur.

Bu yüzden bu sistemlerde sınır kesicilerin konmasında Standartta belirtilen c şıkkı dikkate alınmalıdır.

*EN 81-1 Madde 10.5.3.1 - Sınır güvenlik kesicileri;*

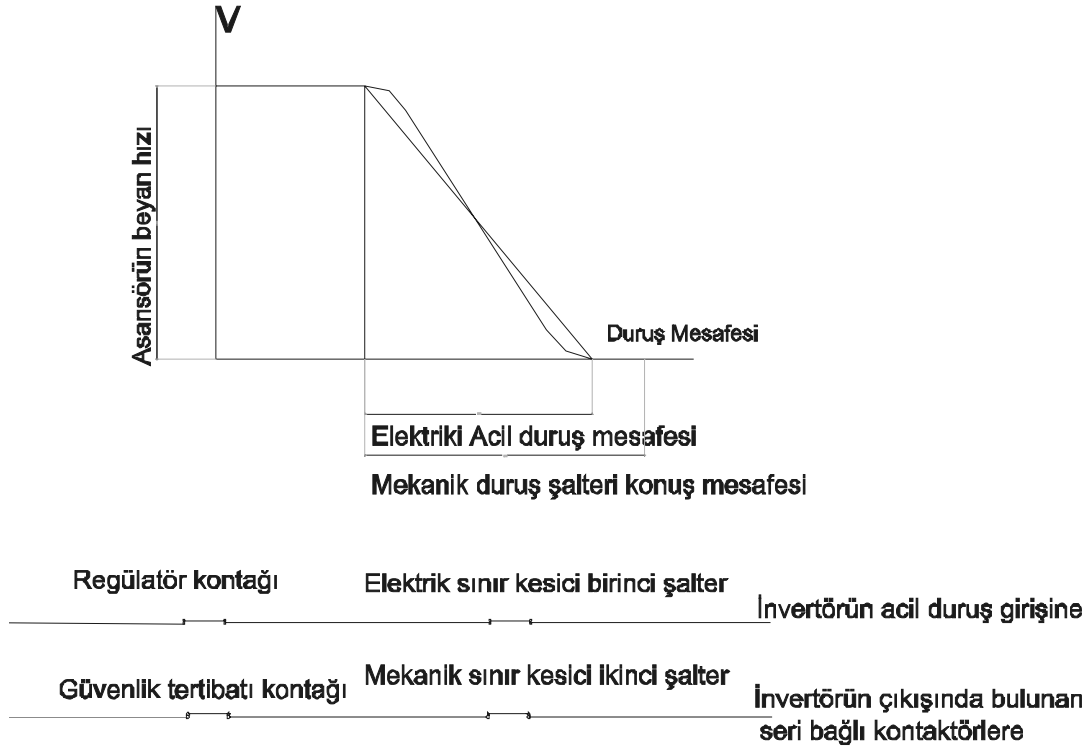
*c) Değişken gerilimli veya kademesiz hız ayarlı asansörlerde tahrik tertibatını gecikmesiz olarak, meselâ sistemin izin verdiği en kısa sürede, durdurmalıdır.*

Bu durumda asansör sınır kesici tesisatı ayrı olarak çekilmeli ve sınır kesici şalterlerin sinyali invertörün acil duruş girişine girmelidir. Invertörde acil duruş eğrisi ve ivmeleri tanımlanmalıdır. Böylece sınır kesicilere girilmesi durumunda asansörde zararlı olabilecek ivme ve hasarların önüne geçilmiş olur. Ancak 1 m/s üzerindeki hızlarda ikinci bir emniyetin kullanılması uygun olacaktır. İlk şalter elektriki kesici olarak acil duruş girişine bağlanmasına rağmen ikinci bir şalter (güvenlik şalteri) invertör çıkışındaki kontaktörlerin devresini kesecek şekilde konmaktadır. İki şalter arası mesafe kuyu üst mesafelerine göre iki ayrı yöntem kullanılarak belirlenebilir.



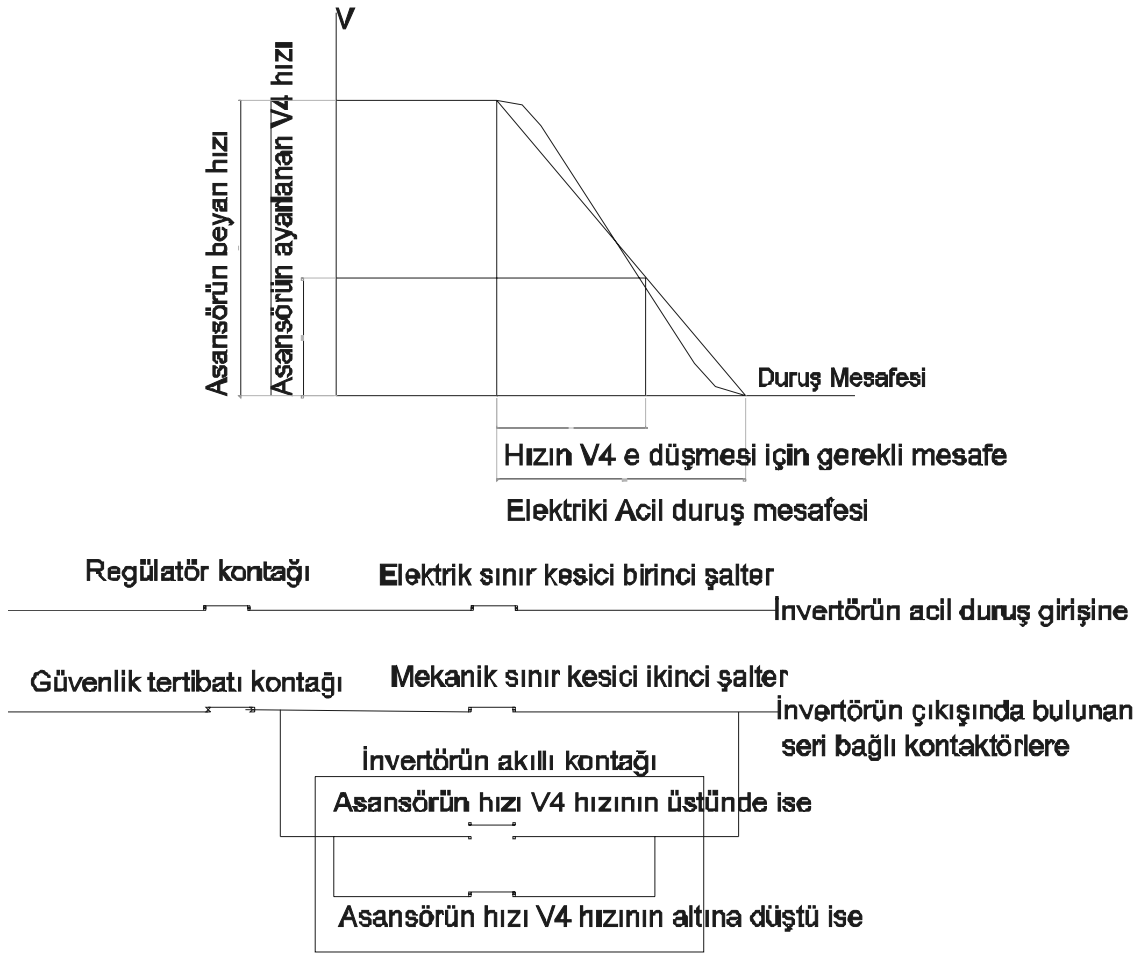
1. **Mesafe kontrolü:** Asansörün sınır kesici seviyesine birinci şalter bağlanır. Bu şalter invertörün acil stop girişine bağlanır. Asansörün bu şaltere girmesi durumunda invertör asansörü kendi imkânları ile belirlenen ivme değerlerine bağlı olarak durduracaktır. Gene asansörün hareket halinde iken güvenlik tertibatı duruşundan önce devreye girmesi ve asansörü elektriki olarak durdurması istenen regülatör

kontakta bu devreye bağlanmalıdır. Asansörün Duruş ivmesi üzerinden hızın 0,0 m/s ye düştüğü mesafe hesaplanır ve bu mesafe sonrasında ikinci mekanik duruşu sağlayacak şalter konur. İvertörün elektriki duruşu sağlayamaması durumunda ikinci şalter devreye girecek ve invertör çıkışındaki seri bağlı iki kontaktörü düşürecek ve dolayısıyla fren devresini açacaktır. Bu devre paraşüt tertibatının da bağlandığı güvenlik zincirinin bir parçası olarak devam etmelidir. Aşağıda basit olarak devre bağlantıları gösterilmiştir.



- Hız kontrolü:** Kuyu üst mesafelerinde her zaman iki şalteri arka arkaya sıralayıp, ikinci şaltere duruş için yeterli mesafenin bulunması söz konusu olmayabilir. Bu durumda invertör içinde bulunan akıllı kontaklardan birisi kullanılabilir. Hızın belirlenen değerin (0,80 m/s üzerinde olamaz) üzerinde olması durumunda açık, hızın bu değerin altında olması durumunda kapalı olacak kontak, ikinci mekanik duruş şalterine paralel bağlanabilir. Bu durumda birinci şalterin devreye girmesi ve eğriye göre asansörü yavaşlatması durumunda ikinci şaltere gelindiğinde hız 0,60-0,80 m/s altına düşeceği için, ikinci şalter kısa devre olacak ve asansörün kendi imkanları ile durmasına olanak tanıyacaktır. Bir anlamda mekanik şalter hız kontrol kontağı ile kısa devre edilmektedir. Eğer yavaşlama sağlanmadı ise akıllı kontak açık olacağı için, ikinci şalter devreye girecek ve asansörde duruşu sağlayacaktır. Bu devrenin Standart Madde 12.7.4 e göre 14.1.2.3 e uygun elektrik güvenlik devresi olmak zorunluluğu yoktur.

Aşağıda basitçe devre şeması verilmiştir.



Her iki durumda önce invertörün devreye gireceği ve elektrikli bir duruş gerçekleştireceği hesaplanmıştır. İinvertörde oluşabilecek bir hata durumunda ise tehlike göze alınarak invertör çıkışlarından elektriğin kesilmesi yolu ile sert bir frenlemenin oluşması, ama asansörün durdurulması hedeflenmektedir. Bununla sağlanamaması durumunda asansörün beyan yükünde ve %115 hızda çarpması durumunda dahi istenen ivme değerleri içinde asansörü durduracak olan tamponlar devreye girecektir. Her şart altında güvenli bir duruş sağlanmış olacaktır ama bu esas istenen durum değildir.

Bu tür asansörlerde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta, motor şaftının ana şaft olmasından dolayı yüksek momentler oluşması ve elle kurtarmanın yapılamamasıdır. Elektrikli elle kurtarma sisteminin bu asansörlerin ayrılmaz bir parçası olarak kullanılması gerekir. Tabii ki elektrikli elle kurtarmanın daima faal olabilmesi için, regülatör halat uzama kontağının kilitsiz olmasına özellikle dikkat edilmelidir. Asansörde kısa devre edilmesine müsaade edilmeyen tek kontak olan regülatör halat uzama kontağının, herhangi bir sarsıntıda devreyi kesmesi, elektrikli elle kurtarmanın yapılmasına engel olacağı için, bu asansörlerde hayati tehlikenin oluşmasına sebep olabilir. Regülatör halat uzama kontakları kilitsiz kontak olarak kullanılmalıdır.

**SONUÇ**

- 1.Asansörlerde hareket halinde iken acil bir durumda önce elektriki duruş sağlanmaya çalışılmalıdır. Darbeli, insana ve sisteme zarar verecek mekanik duruşlardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Tasarım çözümlerinde bu nokta özellikle ele alınmalı, mekanik duruşlara son çare olarak bakılmalıdır.
- 2.Hızlı ve dişlisiz makinaların kullanıldığı asansörlerde güvenlik zinciri yeniden gözden geçirilmelidir. Asansör dururken devreye giren (stoplar, kapı kontakları gibi) veya son şart olarak düşünülen (paraşüt, tampon gibi) kontakların dizilimi ile asansör hareket halindeyken devreye giren ve elektriki duruş sağlaması istenen (regülatör, sınır kesici gibi) güvenlik kontaklarının dizilimi farklı olarak ele alınmalıdır. Birinci dizilimde hedef asansörün bütün hareket kabiliyetinin durdurulması, motor ve fren elektrik bağlantısının kesilmesi olmalı ama ikinci dizilimde hedef asansörün kendi imkânları ile durmasının sağlanması olmalıdır. Özellikle hızın 1,6 m/s ve üzerinde olması durumunda bu ayırım daha fazla önem taşımaktadır.
- 3.Sınır kesicilerin çözümünde darbesiz ve asansörün kendi imkânları ile bir duruşun sağlanması hedef alınmalıdır. Özellikle İntertörlü sistemlerde sınır kesicilerin çalışması, tasarım çalışmasında üzerinde durulması gereken bir konudur. Tamponlara çarparak yapılacak bir duruş her ne kadar standardın kabul ettiği bir çözümse de, işletme şartlarında istenen bir durum olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır.

#### KAYNAKLAR

1. Elevator Mechanical Design, LUBOMİR YANOVSKY
2. Asansör Uygulamaları Kasım 2005, Serdar TAVASLIOĞLU
3. Elevator Micropedia, The İnternational Association Of Elevator Engineers; G.C.Barney, D.A.Cooper,&İnglis
4. TS 10922 EN 81/1 Asansörler- Yapım ve Montaj için Güvenlik Kuralları- Bölüm 1, Nisan 2001