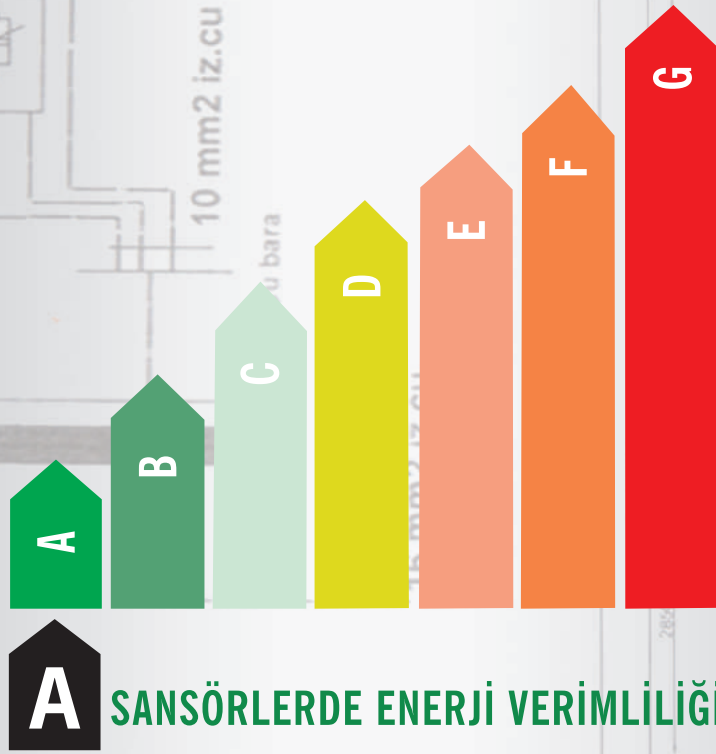


# ASANSÖR SEMPOZYUMU

## BİLDİRİLER KİTABI

21 - 23 Mayıs 2010 - İzmir Fuar Alanı



tmmob  
elektrik mühendisleri odası



tmmob  
makina mühendisleri odası

EMO YAYIN NO: SK/2010/5  
MMO YAYIN NO: E/2010/542

# ASANSÖR SEMPOZYUMU

21-22-23 Mayıs 2010

İzmir

## BİLDİRİLER KİTABI



tmmob  
elektrik mühendisleri odası



tmmob  
makina mühendisleri odası



tmmob  
elektrik mühendisleri odası



tmmob  
makina mühendisleri odası

1. Basım, İzmir  
Mayıs 2010

EMO Yayın No : SK/2010/5  
MMO Yayın No : E/2010/542

ISBN 978-9944-89-982-6

Adres

Ihlamur Sok. No : 10 06420 Kızılay/Ankara  
Tel : 312 425 32 72 Faks : 312 471 3818  
e-posta : emo@emo.org.tr <http://www.emo.org.tr>

Meşrutiyet Cad. Meşrutiyet Apt. No :19/6 Kızılay/Ankara  
Tel : 444 86 66  
e-posta:mmo@mmo.org.tr <http://www.mmo.org.tr>

621.877

ASA

Asansör Sempozyumu [3:İzmir:2010]  
Bildiriler Kitabı/EMO.--1. bs.--İzmir: EMO Yayınları, 2010  
260 s.;25,5 cm(SK/2010/5)  
978-9944-89-982-6  
Sempozyumlar-Asansörler

Dizgi Tasarım  
Elektrik Mühendisleri Odası  
Makina Mühendisleri Odası

Baskı  
Altındağ Grafik Matbaacılık

*Bu eserin yayın hakkı Elektrik Mühendisleri Odası ve Makina Mühendisleri Odası'na aittir. Kitaptaki bilgiler kaynak gösterilerek kullanılabilir.*

## SUNUŞ

Günümüzde her alanda olduğu gibi asansör teknolojileri alanında da çok hızlı bir gelişme ve değişim yaşanmaktadır. Bu gelişmelere uyum sağlamak, ürün ve hizmet kalitesini arttırmak, rekabet edebilme gücünü sürekli olarak sağlayabilmek için sektörde bilgi, beceri ve iş alışkanlıklarına sahip nitelikli insan gücüne sağlanmasına yardımcı olmak amacıyla TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası ve TMMOB Makina Mühendisleri Odası kendi meslek alanlarını doğrudan ilgilendiren asansör sektörüne yönelik çalışmalarını her anlamda artırarak meslek, üye ve toplum yararı çerçevesinde yoğunlaştırmaktadır.

Gelişen teknolojilerin izlenmesi, AR-GE çalışmaları ile yerli sanayimizin dünyadaki gelişmelerle rekabet edebilmesi, güvenli, ekonomik, verimli ürün ve hizmetin, enerjinin etkin ve verimli kullanımı, fen ve sağlık koşullarına uygun tasarım, projelendirme, imalat, montaj, bakım ve işletme şartlarının sağlanabilmesi için mühendis istihdamı her geçen gün önem kazanmaktadır.

Asansör ve yürüyen merdiven sektörünün gelişimi için, dünyada ve ülkemizde gerçekleştirilen bilimsel ve teknik çalışmaların paylaşılması, ulusal ve AB teknik mevzuatlarının ülkemize etkilerinin tartışılması ve iyi anlaşılması, mühendis, mimar, sanayici, akademisyen, kurum ve kuruluş temsilcisi, ara teknik eleman ve son kullanıcı olmak üzere tüm kesimlerin bir araya getirilmesi Odalarımızın hedefleri arasındadır.

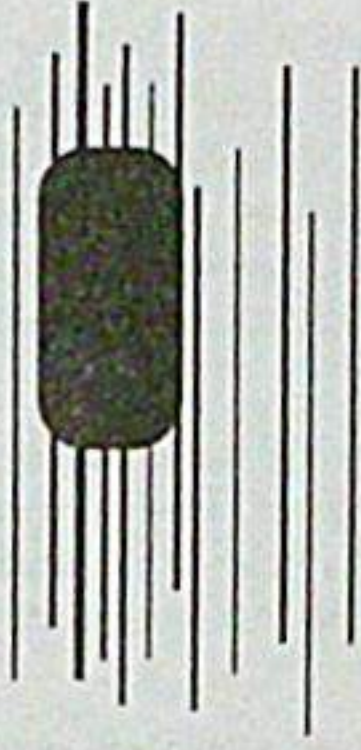
Asansör ve yürüyen merdiven sektörüne yönelik 1993 yılından itibaren bir çok kez etkinlik düzenleyen TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası ve TMMOB Makine Mühendisleri Odası artık gelenekselleşmiş bir hal alan Asansör Sempozyumu'nu 21-23 Mayıs 2010 tarihlerinde İzmir Fuar Alanında yeniden gerçekleştirecektir.

Ülkemizde asansör ve yürüyen merdiven sektörüne yönelik önemli etkinliklerden biri olan **ASANSÖR SEMPOZYUMU'nun** gerçekleştirilmesini sağlayan Sempozyum Yürütme, Düzenleme ve Danışma Kurulu Üyeleri'ne, Sempozyumda bildiri sunan, oturum başkanlıklarını yürüten, panelde, kurs ve çalıştaylarda yer alarak konunun tartışılmasına katkıda bulunan, delege olarak katılan, bildiri kitabına reklam veren tüm kişi, kurum ve kuruluşlara, Sempozyuma katkı sağlayan Efor Fuarcılık firmasına, Asansör Sempozyumu Logo Yarışmasına katılanlar yarışmacılar ve üretilen eserleri değerlendiren jüri üyelerine, sempozyumun içeriğinin oluşturulmasında destek veren Asansör Sanayicileri Platformu ve bu kapsamda özel katkı sağlayan Asansör Yürüyen Merdiven Sanayicileri Derneğine Oda Yönetim Kurullarımız adına teşekkür ederiz.

Saygılarımızla

TMMOB  
Elektrik Mühendisleri Odası  
Yönetim Kurulu

TMMOB  
Makina Mühendisleri Odası  
Yönetim Kurulu



# asansör sempozyumu

Asansör Sempozyumu Kurumsal Logo Yarışması'nda Birinci Seçilen Eser

## Seçici Kurul

- Barış AYDIN (EMO İzmir Şube Temsilcisi)
- Ömer DURMAZ (Grafik Tasarımcı- DEÜ GSF Öğretim Görevlisi- GMK Üyesi)
- Ferda YAMANLAR (MMO İzmir Şube Temsilcisi)
- Hakan ERTEP (İEÜ GSTF Görsel İletişim Tasarımı Bölüm Başkanı Doç. Dr.)
- Tansel ÖZALP (Grafik Tasarımcı – YÜ Öğretim Görevlisi)
- Semih Akın TOZLU (Grafik Tasarımcı - Reklam Merkezi Kurucu Üye)
- Öcal ZEHİR (Grafik Tasarımcı - DEÜ GSF Öğretim Görevlisi- GMK Üyesi)

## Sempozyum Düzenleme Kurulu

• Musa ÇEÇEN	EMO	• Ali Ekber ÇAKAR	MMO
• Belgin TÜRKAY	EMO	• Recep NARİNOĞLU	MMO Adana Şube
• Naim TOYGAR	EMO	• Müfit GÜLGEÇ	MMO Ankara Şube
• Galip CANSEVER	Yıldız Teknik Üniv.	• Remzi ERİŞLER	MMO Bursa Şube
• Abdullah ESKİKAYA	EMO Adana Şube	• Rıza DÜZELLİ	MMO Denizli Şube
• Mehmet Ali KIRAN	EMO Ankara Şube	• Hakan SUBAŞI	MMO Diyarbakır Şube
• Orhan ÜLKER	EMO Antalya Şube	• Hasan ÇETİNBAŞ	MMO Edirne Şube
• Şenol BAYSAN	EMO Bursa Şube	• İbrahim ÖZÇAKIR	MMO Eskişehir Şube
• Önder ÖZDİPÇİNER	EMO Denizli Şube	• Orhan ATILLA	MMO İstanbul Şube
• Sorgül AYTEK	EMO Diyarbakır Şube	• Turgay ŞİRVAN	MMO İzmir Şube
• Faruk DELLALBAŞI	EMO Gaziantep Şube	• Amaç SARIGÜLÜ	MMO İzmir Şube
• Fevzi YILDIRIM	EMO İstanbul Şube	• Çetin SÖZAL	MMO Kocaeli Şube
• Murat YAPICI	EMO İzmir Şube	• Süleyman ALTAY	MMO Konya Şube
• Nuray ÖZ	EMO Kocaeli Şube	• Esra DÜNDAR	MMO Mersin Şube
• Kamer GÜLBELAZ	EMO Mersin Şube	• Aycan TÜRKEL	MMO Samsun Şube
• Mustafa ÖZMETİN	EMO Samsun Şube	• Sezgin ÇAKIN	MMO Trabzon Şube
• M. Yılmaz ODABAŞ	EMO Trabzon Şube	• Ali METE	MMO Zonguldak Şube

## Sempozyum Yürütme Kurulu

• Alp Arslan TEMUR	EMO İzmir Şube	• Berkay ERİŞ	MMO İzmir Şube
• Barış AYDIN	EMO İzmir Şube	• Engin TURGAY	MMO İzmir Şube
• Bülent ÇARŞIBAŞI	EMO İzmir Şube	• Ferda YAMANLAR	MMO İzmir Şube
• Ertan BEYAZIT	EMO İzmir Şube	• Halim AKIŞIN	MMO İzmir Şube
• Murat YAPICI	EMO İzmir Şube	• Mehmet AY	MMO İzmir Şube
• Onur ERCAN	EMO İzmir Şube	• Mehmet KARA	MMO İzmir Şube
• Sinan GÜNGÖR	EMO İzmir Şube	• Oktay GÜVENİLİR	MMO İzmir Şube
• Tolga SÜRGEVİL	EMO İzmir Şube	• Ünsal SOLMAZOĞLU	MMO İzmir Şube
• Zehni YILMAZ	EMO İzmir Şube	• Zeki KIRAL	MMO İzmir Şube

## Sempozyum Sekreterleri

Barış AYDIN

EMO İzmir Şube

Zafer GÜNEŞ

MMO İzmir Şube

## Sempozyum Danışma Kurulu

- |                     |                        |                           |                       |
|---------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| • Abdurrahman AKSÖZ | • Güray AKTAŞ          | • Kamer GÜLBAYAZ          | • Ömürhan Avni SOYSAL |
| • Alev AĞRI         | • Gürsel ALKAN         | • Mehmet Cumhur DURMUŞ    | • Rifat DEMİRÖZ       |
| • Altan BAŞARAN     | • Halil İbrahim OKUMUŞ | • Nazif Mert SARIGÖLÜ     | • Sadık ARMUTLU       |
| • Aycan ALBAYRAK    | • Hüseyin Tarık DURU   | • Battal Murat ÖZTÜRK     | • Selçuk DİKMEN       |
| • Bülent DAŞOLUK    | • Hakkı TAÇKIN         | • Murat ÇELİK             | • Serkan İPEK         |
| • Cafer BAYRAKTAR   | • Halil Selçuk BAKAN   | • Murat KURUHALILOĞLU     | • Tuncer SARIGÖLÜ     |
| • Dağistan SEÇEN    | • Hikmet RENDE         | • Mustafa KAVUKÇU         | • Ulvi KADAKAL        |
| • Ercüment HIZAL    | • Hüseyin ÖNDER        | • Mustafa MIHÇILAR        | • Ünver TEKİRLİ       |
| • Ergin AKTAŞ       | • İbrahim ARSLAN       | • Mustafa ÖZMETİN         | • Volkan GÜL          |
| • Ersan BARLAS      | • İbrahim KAPLAN       | • Mustafa Selim ÇAKIROĞLU | • Yaşar KELEKÇİ       |
| • Ertuğrul DÜRAK    | • İdris EKMEK          | • Nafi BARAN              | • Yavuz GÜÇLÜ         |
| • Faik Kemal ÖZOĞUZ | • İlhan KIROĞLU        | • Oğuz YANIK              | • Hasan KURŞUNGÖZ     |
| • Ferhat ÇELİK      | • İmdat KÖLEMENOĞLU    | • H. Onur ERCAN           | • Onur GÜVEN          |
| • Güner YILDIRIM    | • İsmail ÖZSUMAN       | • Sabri DUMAN             | • Vuray TEZCAN        |
|                     |                        |                           | • Şükrü ÇAĞLAR        |

## Destekleyen Kuruluşlar

- Akdeniz Üniversitesi  
Celal Bayar Üniversitesi  
Dokuz Eylül Üniversitesi  
Ege Üniversitesi  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Pamukkale Üniversitesi  
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı  
Ege Asansör ve Yürüyen Merdiven Sanayicileri Derneği  
Ege Bölgesi Sanayi Odası  
Tüm Asansör Sanayici ve İş Adamları Derneği  
Asansör ve Yürüyen Merdiven Sanayicileri Derneği

## Sponsorlar

- Çanta Sponsoru : Witar Asansör Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.  
Çi-Bükmot Sponsoru : Asray San. Tic. Ltd. Şti.

## İÇİNDEKİLER

<b>Asansör Kazaları, Önlemler, Denetim</b> Nafi BARAN	1
<b>Yeni Yaklaşım Ve Asansör Yönetmeliğine (95/16/At) Göre Uygunluk Değerlendirmesi Neticesinde Montajcının Veya Aksam İmalatçısının CE İşaretine Erişimi Ve Ürünlerin Piyasaya Arzı</b> İlyas Menderes Büyüklü	10
<b>İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan_Kablolu Taşıma Tesisatı Yönetmeliğine (2000/9/AT) Göre Üreticilerin Sorumluluğu ve Piyasa Gözetimi Denetimi Faaliyeti</b> Gül Bocutoğlu Dölek	22
<b>Ülkemizde Yayınlanan İmar Kanunu Ve İmar Yönetmeliklerinin Uygulamaları</b> Halim Akışın	32
<b>Elektromekanik Taşıyıcılar Bakım Ve Onarım Teknisyeni Meslek Standardı Geliştirilmesi</b> Mahir Dursun, Haydar Battaloğlu, Ş.Ünal Sarıbaş, Semih Özden, Mustafa Köroğlu	48
<b>Bilgi Toplumlarında Mesleki Ve Teknik Eğitimin Önemi</b> Altan Or	56
<b>Mesleki Teknik Eğitimde, Teknik Eleman Yetiştirilmesi</b> Mehmet Küçük	65
<b>Asansör Karkas Mukavemet Hesabında Yeni Bir Yaklaşım</b> Ali Fethi Okyar	70
<b>Asansörlerde Kayar Frenler Ve Tasarım Problemleri</b> Fatih C.Babalık, Kadir Çavdar	77
<b>Bir Asansör Kabini Süspansiyonu İçin Düşme Analizi</b> Zeki Kırıl, Binnur Gören Kırıl, Mustafa Özkan	84
<b>Asansörlerde Stand-By Enerji Sarfıyatı</b> K.Ferhat Çelik	92
<b>Hidrolik Asansör Tahrik Sistemlerinde Güç Gereksinimi, Verimlilik, Isı Oluşumunun Nedenleri Ve Önleyici Yöntemler</b> Turhan Altınörs	105
<b>Kuyu Dibi Ve Son Kat Ölçüleri Düşük Asansörler</b> Stefanos Parizyanos	120
<b>Engeller; Hukuksal mı, Teknik mi, Sosyal mi, Ekonomik mi?</b> Sefa Targıt	133



<b>Yaşlı/Engellileri De Kapsayan Asansörlerin Avrupa Birliği Standartlarına Uyumlandırılması</b>	143
M.Akif Şenol, M.Cengiz Taplamacıoğlu, Doğan Gökhan Ece	
<b>Yolcu Ve Yük Asansörlerinde Uzaktan Alarm</b>	150
Ünsal Solmazoğlu	
<b>Yeni Asansör Direktifi</b>	156
Abdullah Aydemir	
<b>Emi ve Emc</b>	162
Battal Murat Öztürk	
<b>Dişlisiz Asansör Makinelerinde Dengesiz Yükte Kalkış Geri Kaymalarının İyileştirilmesi Ve Sincos Enkoderler</b>	182
Melih Küçükçalık	
<b>Asansör Elektrik Donanımı Ve Elektromanyetik Etkileşim</b>	190
Melih Aybey	
<b>Çelik Tel Halat Demetinin Modellenmesi Ve Sonlu Elemanlarla Analizi</b>	202
C.Erdem İmrak, Özgür Şentürk	
<b>Asansörlerde Yağlamaların Önemi</b>	214
Erhan Erdem, Latif Dalli	
<b>Asansörde Elektriki Duruşlar</b>	238
Serdar Tavashioğlu	
<b>Depreme Dayanıklı Asansörler ve Manuel Kabin-İçi Kurtarma Sistemi</b>	252
K.Ferhat Çelik	
<b>Doğrudan Tahrikli Asansör Sistemlerinde Kullanılan Mıknatıs Uyarımalı Senkron Motorların Çalışma Ve Boyutlandırılma İlkeleri</b>	262
H.Tarık Duru, Rifat Demiröz	
<b>Frekans Kontrollü Asansörler ve Güvenlik</b>	271
Alparslan Temur	
<b>Standarda Uygunluk Şartlarında Oluşabilecek Kazalar</b>	276
Sedat Yıldız	
<b>Teleferik Ve Telesiyej Tekniği (Halatla İletim Tekniği)</b>	283
Mustafa Demirsoy, Mine Demirsoy	
<b>Yürüyen Merdiven Sektöründe Çelik Konstrüksiyon İmalatına Farklı Bir Yaklaşım</b>	291
Koray Kalay	

<b>Asansör Tasarım Programlarının Kısa Tarihi Ve Programlardan Beklentiler</b> Süleyman Kavas	306
<b>Teleferik Tesislerinde Kullanılan Elemanlar</b> Mustafa Demirsoy, Mine Demirsoy	315
<b>Redüktörlü Asansör Tahrik Makinelerinde Elektromekanik Frenleme Sistemi</b> Tayyar Bige	323
<b>Asansör Yönetmeliği Temel Güvenlik Gereklere Ve Standartlar</b> Sadullah Zadeoğlu	338
<b>İzmir’de Asansör Denetimleri, Asansörlerin Güvenlik Seviyelerinin İncelenmesi</b> S.Zafer Güneş, Barış Aydın,	352

# ASANSÖR KAZALARI & ÖNLEMLER & DENETİM

Nafi BARAN  
nafi.baran@mmo.org.tr

## Makine Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

### Özet

Bu çalışmada amaç , asansörlerde meydana gelen veya gelebilecek kazaların nedenleri ve kazaların önlenmesinde yapılması gerekenlerin tespiti yapılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Asansörde Kazaları , Önlemler , Denetim

### 1. Giriş

Genel olarak kazaların oluşum nedenleri ; ortamlarda bulunan tehlikeli durumlardan ve/veya kişilerin tehlikeli davranışlarından kaynaklanmaktadır. Bu iş kazalarında da , trafik kazalarında da , asansör kazalarında da böyledir.

Asansör, binalarda insanları ve/veya yükleri kapalı bir kabin içinde bir duraktan diğerine düşey doğrultuda taşıyan elektro - mekanik sistemlerdir.

Avrupa'da 19. yüzyılın başlarında sanayi devrimiyle başlayan ve günümüze kadar devam eden süreçte; endüstrinin gelişimi ve kırsal bölgelerden endüstrinin yoğun olduğu bölgelere nüfusun kayması sonucu konut ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Bu bölgelerde arsaların değerlendirilmesi sonucu çok katlı konutların yapımını gündeme getirmiştir. Çok katlı konutların olmazsa olmazlarının başında asansörler gelir.

Özellikle son 25 yıl içinde hızın 10 m/s üzerine çıkması ve günümüzde 22 m/s hızlarda asansörlerin yapımına başlaması gibi gelişmeler asansörler de konfor ve güvenlik önlemlerinin daha da geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur.

Ülkeler insan hayatına konfor ve kolaylık sağlayan taşıma sistemi asansörleri; kanun, tüzük, yönetmelik ve standartlar hazırlayarak tasarım aşamasından imalatına, imalatından bakım aşamasına, bakımından periyodik kontrol aşamasına kadar kontrol altında tutulması sağlamışlardır.

Asansörler yasal mevzuata uyulması koşuluyla güvenli sistemlerdir. Yasal mevzuat ve standartlar asansördeki gelişmelere bağlı olarak yenilenmektedir.

Standard ve yönetmeliklerin amacı ; insan ve/veya yük asansörlerinin çalışması, bakımı ve acil durumlar sırasında muhtemel kaza risklerine karşı insan ve eşyaları korumak amacıyla ilgili güvenlik kurallarını ve asansörlerde olması muhtemel çeşitli kazalarla ilgili muhtemel riskleri önlemektir. Kazanın oluşmasına neden olabilecek muhtemel riskler;

- a) Koparma;
- b) Ezme;
- c) Düşme;
- d) Darbe;
- e) Mahsur kalma;
- f) Yangın çıkması;
- g) Elektrik çarpması;
- h) Aşağıdaki nedenlerden malzemelerin hasara uğraması:

- 1) Mekanik hasar;
- 2) Aşınma;
- 3) Paslanma.

Güvenliği sağlanacak kişiler:

- a) Kullanıcılar;
- b) Servis ve bakım personeli;
- c) Asansör kuyusu, makina dairesi ve varsa makara dairesi dışındaki kişiler.

Güvenliği sağlanacak malzemeler:

- a) Kabindeki yükler;
- b) Asansörün parçaları;
- c) Asansörün monte edildiği bina.

Ülkemizde asansörlerle ilgili yönetmelik Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından yayınlanmaktadır.

Asansör Yönetmeliği 12.05.1989 tarih ve 20163 sayılı Resmi Gazetede yayınlandı. (Yürürlükten kaldırıldı.)

Asansör Yönetmeliği 20.12.1995 tarih ve 22499 sayılı Resmi Gazetede yayınlandı. (Yürürlükten kaldırıldı.)

95/16/AT Asansör Yönetmeliği 15.02.2003 tarih ve 25021 sayılı Resmi Gazetede yayınlandı. (Yürürlükten kaldırıldı.)

95/16 AT Asansör Yönetmeliği 31.01.2007 tarih ve 26420 sayılı Resmi Gazetede yayınlandı. (Yürürlükte)

Asansör İşletme Ve Bakım Yönetmeliği 18 Kasım 2008 tarih ve 27058 sayılı Resmi Gazetede yayınlandı. (Yürürlükte)

95/16 AT Asansör Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik 14 Ağustos 2009 tarih ve 27319 sayılı Resmi Gazete’de yayınlandı.(Yürürlükte)

### **Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği’ne göre;**

.....

#### **Bakım**

MADDE 6 – (1) Bu Yönetmelik kapsamındaki asansörlerin kullanılması esnasında, can ve mal güvenliğini teminen sürekli kontrol altında tutulabilmesi için;

a) Asansörü monte eden veya onun yetkili servisi, monte edilen asansör için garanti süresi boyunca aylık bakım ve servis hizmetlerini vermek zorundadır. Garanti süresi içinde bina sorumlusu ile asansörü monte eden veya onun yetkili servisi arasında aylık bakım ve servis hizmetleri sözleşmesi yapılması zorunludur.

b) Bina sorumlusu garanti süresinin bitiminden sonra asansörü monte eden veya onun yetkili servisiyle veya bir başka asansör monte eden veya onun yetkili servisiyle aylık bakım ve servis hizmetleri sözleşmesi yapmak zorundadır.

.....

## **Bakımla ilgili diğer hususlar**

MADDE 8 –

.....

b) Bakım yapan firmalar, asansörlerin bakımını bu Yönetmeliğe uygun olarak yapacak olup, can ve mal güvenliği yönünden asansörün risk taşıması durumunda, bina sorumlusunu yazılı olarak bilgilendirir. Bilgilendirme yapıldıktan sonra bina sorumlusu, asansörün uygun hale getirilmesini sağlayacaktır. Bakım yapan firmanın yazılı ihtarına rağmen uygunsuzluk giderilmediği takdirde sorumluluk bina sorumlusuna ait olacaktır.

c) Bakım işini üstlenen firma, bakım sözleşmesi imzalanması akabinde söz konusu asansör için detaylı bir durum tespit raporu hazırlayıp, bina sorumlusuna verecektir.

ç) Bakım yapan firma, bakımını yaptığı asansörün durumu hakkında talep edilmesi halinde, ilgililere gerekli her türlü bilgiyi verecektir.

d) Bakımı yapan firma, bina sorumlusunun, iki kişiden az olmamak üzere asansör sayısını dikkate alarak belirleyeceği sayıda kişiye acil durumlarda kurtarma çalışması konusunda eğitim vermek zorundadır. Verilen bu eğitim bir tutanakla kayıt altına alınacaktır. Ayrıca kurtarma çalışmalarını içeren talimat, kurtarma çalışmasını yapacak olanların kolaylıkla görebilecekleri yerlerde muhafaza edilecektir. Bina sorumlusu, eğitim alan kişilerin değişmesi halinde yeni görevlilere eğitim verilmesini sağlayacaktır.

.....

f) Asansör bakımı yapılırken, yürürlükte bulunan bakım ile ilgili standartlar.

## **Bina sorumlusu**

MADDE 9 –

(1) Bina sorumlusu; asansörün bu Yönetmelik kurallarına uygun olarak güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla ayda en az bir defa düzenli olarak bakımını yaptırmaktan ve kullanıcıların can ve mal güvenliğinin tam olarak sağlanması amacıyla ile gerek kullanım hatalarından, gerekse harici müdahalelerden meydana gelebilecek tehlikelerin önlenmesi için ilk yıllık kontrolünü asansörün hizmete alınmasını müteakip iki yıl sonra, devamında ise yılda en az bir kere yaptırmaktan sorumludur.

## **Yıllık kontrol**

MADDE 10 – (1) Yapının bağlı bulunduğu Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlarca, asansörün hizmete alınmasını müteakip iki yıl sonra, devamında yılda en az bir kere olmak üzere, her asansörün kontrolü yapılır. Ancak, kadrosunda yeterli sayıda Elektrik/Elektronik ve Makine Mühendisi bulunmayan Belediye veya Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar, yıllık kontrol işini, o asansörün yapımında görev almamış Yetkili Mühendisler tarafından yaptırabilirler. Bu mühendisler tarafından can ve mal güvenliği yönünden tesisin işletilmesine engel bulunmadığına dair en az üç nüsha halinde bir rapor düzenlenir. Hazırlanan raporun birer nüshası Belediyede veya Valilikte veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle

yetkilendirilen kurum ve kuruluşlarda, bakım yapan firma ve bina sorumlusunda muhafaza edilir. Bu raporun tanzim ettirilmesinin takibi sorumluluğu, asansörün bulunduğu bina sorumlusuna aittir.

(2) Yıllık kontrol, asansörün bakımını üstlenen firma nezaretinde gerçekleştirilecektir.

(3) Bu Yönetmeliğin 7 nci maddesinin (b) bendinin (1), (2), (3) numaralı alt bentlerinde yer alan ve bakım çalışması olarak değerlendirilmeyen asansöre ait değişiklikler sonrasında veya meydana gelebilecek bir kaza sonrasında yıllık kontrol tekrarlanacaktır.

(4) Yıllık kontrol neticesinde, asansörün çalışmasında can ve mal güvenliği açısından bir tehlike söz konusu ise; asansörün çalışmasına can ve mal güvenliği sağlanıncaya kadar izin verilmez. Buna rağmen, asansörün çalıştırılmasından bina sorumlusu sorumludur.

(5) 1/1/2012 tarihinden itibaren yapının bağlı bulunduğu Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar, bina sorumlularının yapacakları başvurular uyarınca yapılacak yıllık kontrolleri, TS EN 17020 standardına göre asansör konusunda akredite olmuş A tipi muayene kuruluşlarına yaptıracaklardır. Bu kuruluşça verilecek olan muayene raporu üç nüsha olarak tanzim edilerek, birer nüshası Belediyede veya Valilikte veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlarda, bakım yapan firmada ve bina sorumlusunda muhafaza edilecektir. Yıllık kontrolün yaptırılıp yaptırılmadığının denetiminden ise Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar sorumludur.

#### **Aykırı davranışlarda uygulanacak hükümler**

MADDE 11 – (1) Bu Yönetmeliğin hizmete ilişkin hususlarına aykırı hareket edenler hakkında; 23/2/1995 tarihli ve 4077 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun, tarafların bu Kanun kapsamı dışında kaldığı durumlarda ise genel hükümler geçerlidir.

Yukarıdaki yönetmeliğin Madde 10 ‘ da belirtildiği gibi , kadrosunda yeterli teknik elemanı bulunmayan ilgili kurumlar bu kontrolleri asansörler konusunda uzman Elektrik - Elektronik ve/veya Makine Mühendislerine yaptırabilirler. Bu tip kontrollerin uzman ve tarafsız mühendisler tarafından yapılmalıdır. Yıllık Kontrol işini bir çok bölgede ilgili belediyelerle yapılan protokoller sonucu TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası ve Makina Mühendisleri Odası Şubeleri’ne vermiştir. Odaların görevlendirdiği ve eğitim sürecinden geçirip yetkilendirdiği uzman Elektrik ve Makina Mühendislerince, yönetmelik hükümleri çerçevesinde asansörlerin yıllık kontrolü yapılarak bir rapor düzenlenmektedir. Asansörde bulunan eksik ve hataların durumuna göre kırmızı (eksikler giderilmeden kullanılamaz), mavi (Eksikler ivedilikle giderilmelidir) ve yeşil (kullanılabilir) etiketten birisi asansöre yapıştırılmıştır. Düzenlenen üç nüsha raporda belirtilen (varsa) eksik ve hataların can güvenliği açısından önlemlerin alınmasının zorunluluğunu ve yetkili firmalarca giderilmesi gerekliliği belirtilmektedir.

Türkiye’de yılda yaklaşık 7.000–15.000 asansör, 400 de yürüyen merdiven üretiminin yapıldığı (2005’te 8.500 asansör üretilmiştir) ve üretimin her yıl artması nedeniyle, her yıl için farklı rakamlar esas alınmıştır. 2004 oranları 125 bin, 2005 oranları 135 bin, 2006 oranları 150 bin, 2007 oranları 160 bin, 2008 yılı için 170 bin, 2009 yılı için de 175 bin asansör gibi yaklaşık rakamlar üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Bu sektörde faaliyet gösteren yetkili firma sayısı yaklaşık 430 civarındadır. Herhangi bir yetki almadan, deyim yerindeyse korsan olarak çalışan firma sayısı ise yaklaşık 2 bin civarındadır.

Bu sektörde istihdam edilen Makina Mühendisi sayısı ise yaklaşık 750’dir.

Odamızca yapılan denetimler son 6 yıl itibarıyla 9 ilden 19 ile ve 16 belediyeden 38 belediye sınırlarına yükselmiş olmasına karşın tablonun sunduğu oransal gerçekler ürkütücüdür.

Aşağıdaki tablo kontrol edilen asansörlere ilişkindir ve eksikler zamanla kontrollerle giderilebilecektir. Ancak kullanımda olan toplam 175 bin asansörden 154 bin 570’i, oran olarak da % 88,3’ü Odamızın yürüttüğü gibi bir kamu denetiminden tamamen yoksun bulunmaktadır.

2004–2009 yıllarında Odamız ile protokolü bulunan toplam 51 belediye (Ankara, Edirne, Eskişehir, İzmir, Kayseri, Mersin, Samsun, Trabzon, Zonguldak Şubelerimize bağlı bazı belediyeler) sınırları içinde kullanımda olan asansör kontrollerine ilişkin veriler ise tablo (1) de şöyledir [1]

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Toplam	6 Yıllık Ortalama Oran (%)
<b>Kontrol Edilen Asansör (Yüzdeler Türkiye’deki toplam asansör sayısına göre verilmiştir.)</b>	<b>8.245</b> (%4,7)	<b>19.228</b> (%11)	<b>13.080</b> (% 7,5)	<b>13.312</b> (%7,6)	<b>10.622</b> (%6,1)	<b>9.756</b> (%5,6)	<b>75.229</b>	<b>7,10</b>
<b>Mavi Etiketli – Eksiklikler Giderildikten Sonra Kullanılabilir Asansör (Yüzdeler “Kontrol Edilen Asansör” sayısına göre verilmiştir.)</b>	1.502 (% 18,2)	2.752 (% 14,3)	1.849 (% 14,1)	1.958 (% 14,7)	1.296 (% 12,2)	2.975 (% 30,5)	<b>12.332</b>	<b>17,33</b>
<b>Kırmızı Etiketli – Kesinlikle Kullanılamaz Asansör (Yüzdeler “Kontrol Edilen Asansör” sayısına göre verilmiştir.)</b>	3.696 (%44,8)	12.217 (% 63,5)	6.900 (% 52,8)	7.263 (% 54,6)	4.856 (% 45,7)	4.645 (% 47,6)	<b>39.577</b>	<b>51,50</b>
<b>Yeşil Etiketli – Kullanılmasında Sakınca Olmayan Asansör (Yüzdeler “Kontrol Edilen Asansör” sayısına göre verilmiştir.)</b>	3.047 (% 37)	4.259 (% 22,2)	4.331 (% 33,1)	4 091 (% 30,7)	4.470 (% 42,1)	2.136 (% 21,9)	<b>22.334</b>	<b>31,17</b>

Tablo (1)

Son 6 yıl kontrollerinin ortalamasını aldığımızda ise şu oranlara ulaşılmaktadır:

- Eksikleri bulunan asansörler % 17,33
- Kullanılamaz durumdaki asansörler % 51,50
- Kullanılabilir asansörler ise % 31,17 oranındadır.

Genel olarak bu tablo halkımızın can güvenliğinin nasıl büyük bir tehlike içinde olduğunun açık kanıtıdır. Bu asansörlerin yalnızca bilinmeyen küçük bir yüzdesi yetkisiz, yetersiz ve denetimsiz firmalarca “kontrol” edilmektedir.

Asansörlerin denetimleri Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Valilikler ve Belediyeler aracılığı ile yapılmaktadır. Tespit edilen eksiklikler sonucunda 1705 ve 765 sayılı yasalar ve diğer yasal mevzuatlar kapsamında idari ve mali işlem yapılmaktadır. Ancak yeterli sayıda denetim elemanlarının bulunmamasından kaynaklı denetimler yapılamamaktadır. Buda kazalara davetiye çıkarmaktadır.

Odamız MMO ve EMO'nun kamu adına yürütmek istediği kontrollerin kamu kurumları ve belediyelerce yeterince desteklenmediği, bunun sonucu olarak da toplumun can ve mal güvenliğinin tehlikeye atıldığı görülmektedir. İlgili kurumlar yıllık kontrolleri bünyesinde yeteri kadar teknik kadro yoksa meslek odaları gibi tarafsız kurumlarla protokoller yaparak denetimleri yapmalıdır.

Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği Madde 10/5 göre;

'1/1/2012 tarihinden itibaren yapının bağlı bulunduğu Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar, bina sorumlularının yapacakları başvurular uyarınca yapılacak yıllık kontrolleri, TS EN 17020 standardına göre asansör konusunda akredite olmuş A tipi muayene kuruluşlarına yaptırılacaktır....' hükmü getirilmiştir.

Denetimlerin tarafsız kurum ve kuruluşlarca düzenli olarak yapılması asansör kazalarının önlenmesinde en önemli etkenlerdendir. MMO 24 Mayıs 2004 tarihinden beri TS EN 17020 standardına göre asansör konusunda akredite olmuş A tipi muayene kuruluşudur. Düzenli olarak denetimleri yapmakta olup denetimler bir nevi üretilen ürünün kalite kontrolüdür.

### ASANSÖR KAZALARININ OLUŞUM NEDENLERİ VE ÖNLEMLER

Asansörler ; avan proje ve uygulama tasarım aşamasından imalatına, imalatından bakım aşamasına, bakımından periyodik kontrol aşamasına kadar kontrol edilmelidir. Kanun, tüzük, yönetmelik ve standartlara uygun olarak üretimi yapılmalıdır. Uyulmadığı takdirde asansör kazalarının oluşması kaçınılmazdır. Kazaların oluşum nedenleri aşağıdaki kaza döngüsünde verilmektedir.





**RİSK 1 :** Asansörün frenlerinin devre dışı kalması, fren balatalarının aşınması, fren tahrik kasnağı irtibatının kesilmiş olması, tahrik gücünün yetersizliği, kumanda sistemi arızalarından kaynaklanan nedenlerle kontrolsüz aşağı ya da yukarı yönde hareket ile kazalara neden olması.

**ÖNLEM :** Kabin süspansiyon üzerindeki fren tertibatı ve fren tertibatını devreye sokan regülatör tertibatının çalışır durumda olması sağlanması. Makine motor grubu fren balatalarının aşınmamış olması ve fren ayarının yapılmış olması. Halat sarım açısı ve yiv şeklinin uygun olmasının sağlanması gerekmektedir.



**KAZALAR KADER DEĞİLDİR !**

**Binmeden önce düşünün**  
Elektrik Mühendisleri Odasının Ankara Şubesi'nin tek tek yaptığı binimdeki riskli asansörlerin biri de Sağlık Bakanlığında çıktı

**Asansörün çoğu 'kırmızı'**

**RİSK 2 :** Kabin katta yokken kat kapısının açılması sonucu oluşan kazalar.(Kilit dilinin kapı kasasına yeterince girmemiş olması ve/veya temizlik esnasında suyun kilitin içine girip kilit elektriksel denetimini devre dışı bırakması, kilitin arızalı olması)

**ÖNLEM :** Durak kapısı kilitlerinin kapı kanadına en az 7 mm girmesinin denetlenmesi ve elektriksel olarak ta denetiminin sağlanması gerekmektedir.



**İtfaiye 1 saat uğraştı**  
Devrim ağız devrim ağız 4 kişi katlından asansör boşluğuna düşen Burcu çakırdığı zeminin 1 saat sonra çıkartılarak acil acil kaldırıldı

**5 yaşındaki Deniz Özgür'ün asansörde sıkışıp ölmesi**

**İSTANBUL**

**RİSK 3 :** Kapısız kabinlerde, hareketli kabin ile asansör kuyu duvarı arasına sıkışan nesnelere, insanlar ve hayvanlar için açık bir tehlike oluşturmaktadır.

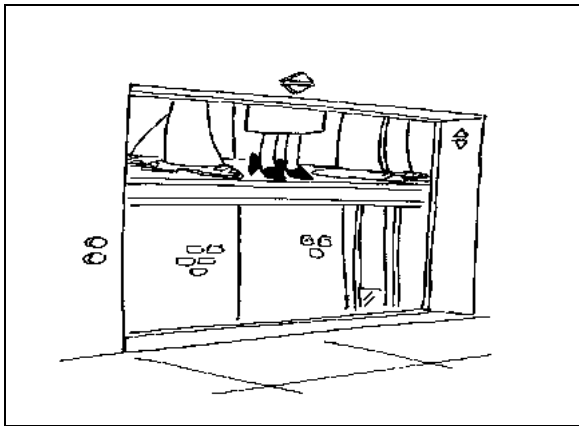
Oyuncak, tekerlekli sandalye, bebek arabası gibi hacimli gereç kullanan kişi ve çocuklar özellikle bu risk altındadır. Bu türden kazalar genellikle insan ve hayvanların ciddi bir şekilde yaralanması ile sonuçlanmakta, ölümcül kazaların esas kaynağını oluşturmaktadır. En etkili çözüm, kabin kapısının olmasıdır.

**ÖNLEM :** Kapısız kabinlerde kabin ile duvar arasına insan ve /veya yüklerin sıkışmasını engellemek için kabin kapısı, fotosel veya eşik kontağı konulmalıdır. Çocukları, evcil hayvanları (kedi, köpek vs.) ve yükler kontrol altında tutulmalıdır.



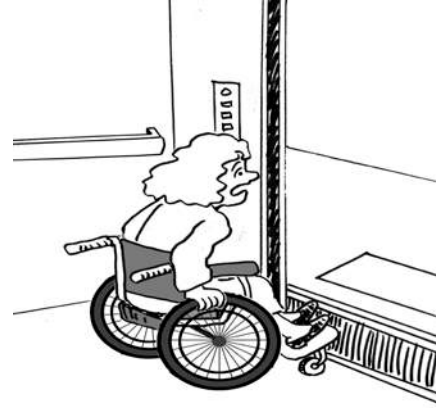
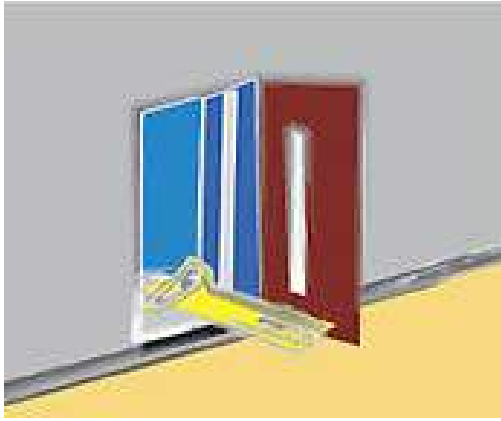
**RİSK 4 :** Ara katlarda kabin içindeki mahsur kalan kişilerin kurtarma yönergelerine uyulmadan bilinçsiz bir şekilde kabinden çıkmaya-çıkarılmaya çalışılmaları sonucu oluşan kazalar.

**ÖNLEM :** Asansör kabini kat arasında kaldığı zaman kabin içindekileri kurtarma işleminde kapı kilit anahtarını kullanılması tehlikelidir. Kurtarma işlemi makina-motor grubu üzerindeki el freni yardımıyla kurtarma eğitimi almış kişiler tarafından yapılmalıdır.



**RİSK 5 :** Eski asansörlerin, özellikle tek hız tahrikli asansörlerin tahrik ve kumanda sistemleri, kabini katta gereken hassasiyetle durdurmaya müsait değildirler. Bu durum, yolcular için kabine girerken veya kabinden çıkarken, eşığe takılma riskini oluşturur. Bu risk doğal olarak, kabin eşığı ile kat seviyesi arasındaki fark arttıkça artmakta, özürü ve yaşlılar için de, özellikle daha tehlikeli hal almaktadır.

**ÖNLEM :** Böyle asansör sistemlerini, garantili kabul edilebilecek seviyeleme hassasiyetine getirebilecek kontrol sistemleri vardır. Kabin kat seviye ayarları uygun hale getirilmelidir.



**RİSK 6 :** Otomatik kapılı asansörlerde kapının giriş-çıkış sırasında kullanıcıları sıkıştırması ile oluşan kazalar

**ÖNLEM :** Kabin kapısına giriş ve çıkışta çarpmayı engellemek için fotosel konulmalıdır. Fotosel çalışır durumda olmalıdır.



**RİSK 7 :** Durak kapısı camlarının kırık/kırılabilir olması veya camın bulunmamasından dolayı oluşan kazalar.

**ÖNLEM :** Kat kapısı camları mutlaka telli cam veya lamine cam olmalıdır, Düz veya buzlu cam kesinlikle takılmamalıdır. Kat kapı camları telli dahi olsa el ve parmak girecek kadar açıklık olduğunda cam değiştirilinceye kadar güvenlik nedeniyle asansör işletmeye kapatılmalıdır



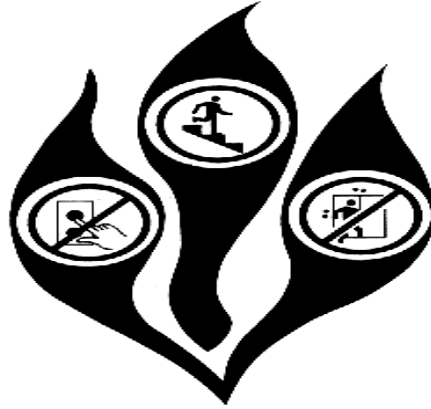
**RİSK 8 :** Kabin içine konan yüklerin dengeli konumlandırılmamış olması ve seyir halinde bu yüklerin kayması sonucu oluşabilecek kazalar.

**ÖNLEM :** Kabin içine konan yüklerin dengeli yüklenmesine dikkat edilmeli, kabin hareket halinde iken bu yüklerin kaymaması için önlem alınmalıdır.



**RİSK 9 :** Bir yangın ve deprem anında asansörde mahsur kalınması sonucu oluşan kazalar

**ÖNLEM :** Bir yangın ve deprem anında kaçış için asansör yerine merdivenler kullanılmalıdır. Kuyu boşluğuna kağıt ve benzeri yanıcı maddelerin atılması önlenmeli, Buradan başlayacak bir yangının kısa sürede kabini etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.



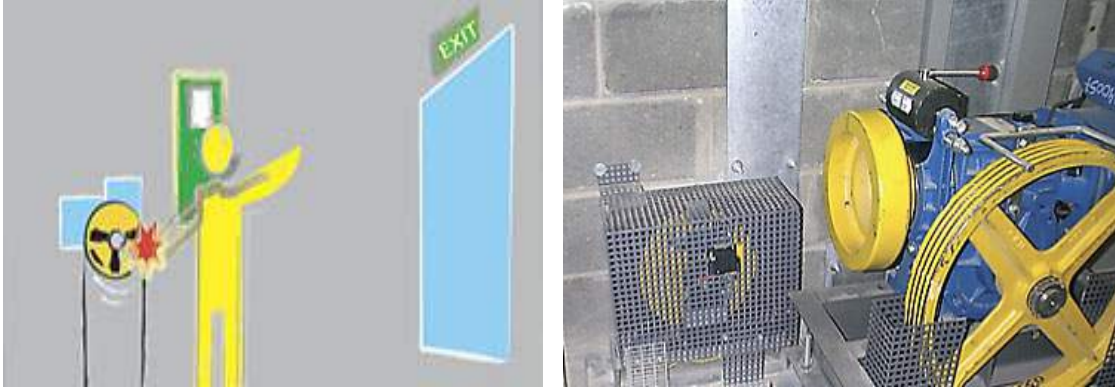
**RİSK 10 :** Makina dairesindeki aydınlatma tesisatının uygun olmamasından dolayı oluşan kazalar.

**ÖNLEM :** Makina dairesindeki aydınlatma tesisatı çalışır durumda bulundurulmalıdır.



**RİSK 11 :** Makina dairesindeki döner parçaların sıkışması sonucu oluşan kazalar.

**ÖNLEM :** Makina dairesindeki döner parçaların muhafaza altına alınması.



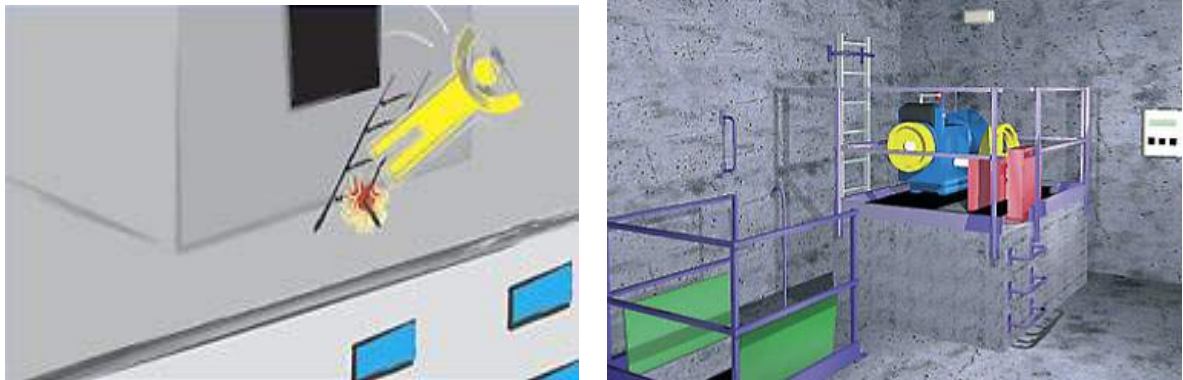
**RİSK 12 :** Makina dairesindeki elektrik panosu bağlantı kablolarının korumasız olması sonucu oluşan kazalar.

**ÖNLEM :** Makina dairesindeki elektrik panosu bağlantı kablolarının koruma muhafazası altına alınması.



**RİSK 13 :** Makina dairesindeki merdiven ve korkuluklarının olmaması veya dayanımsız ve sabitlenmemiş durumda bulunması.

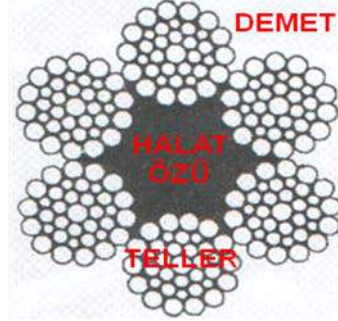
**ÖNLEM :** Makina dairesindeki merdiven ve korkulukların standarta uygun hale getirilmesi.



**RİSK 14 :** Askı halatlarının kopması halinde oluşacak tehlike son derece açıktır.

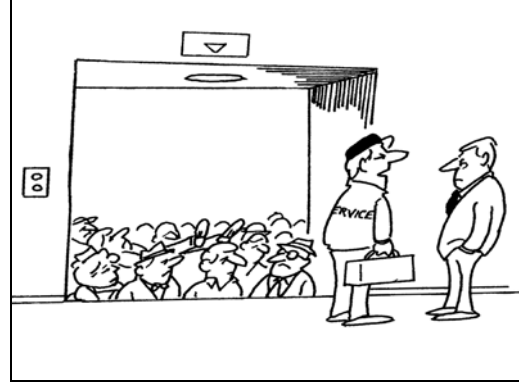
**ÖNLEM :** Halatların düzenli bir şekilde kontrolü ve zamanında değiştirilmesi.

Askı halatının belli bir uzunluğundaki kırık halat lifi sayısını temelde kriter olarak kabul eden birkaç ülke dışında. Avrupa standardında halat değiştirme şartları tarif edilmemiştir.



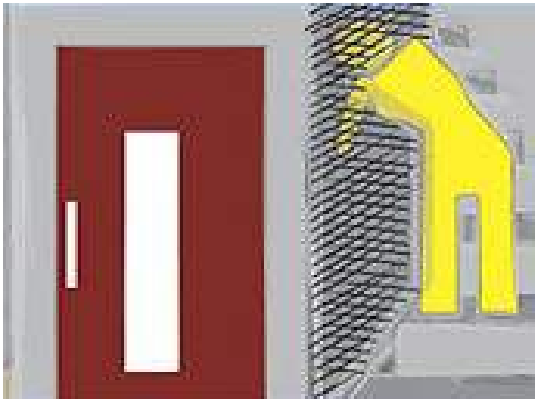
**RİSK 15 :** Kabin boyutlarının standart dışı olarak büyük seçilmesinden dolayı veya yüklenen yükün yoğunluğunun yüksek olmasından dolayı kabinin kontrolsüz bir şekilde aşağı doğru düşmesinden dolayı oluşan kazalar.

**ÖNLEM :** Kabinin aşırı yüklenmesini önlemek için standart kabin ölçülerinin olması ve aşırı yük tertibatının bulunması.



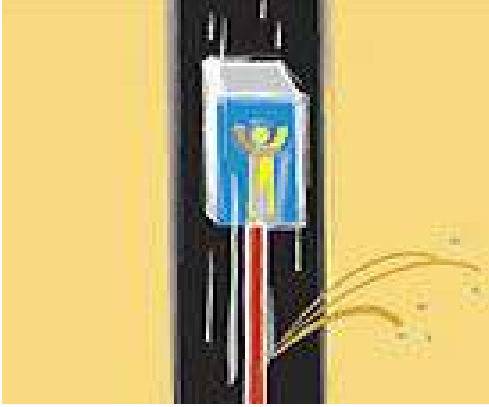
**RİSK 16 :** Asansör kuyusunun çevresinin tehlike oluşturacak şekilde açık veya yanıcı maddelerden oluşması sonucu oluşan kazalar.

**ÖNLEM :** Asansör kuyusu çevresi yanmaz ve dayanıklı malzemelerden oluşmalıdır. Kuyuya ulaşılmalıdır.



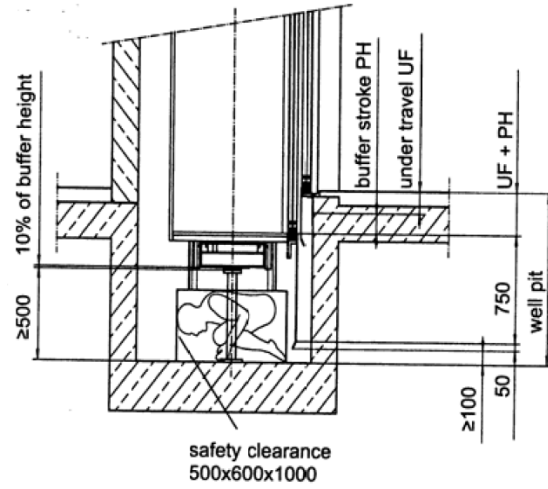
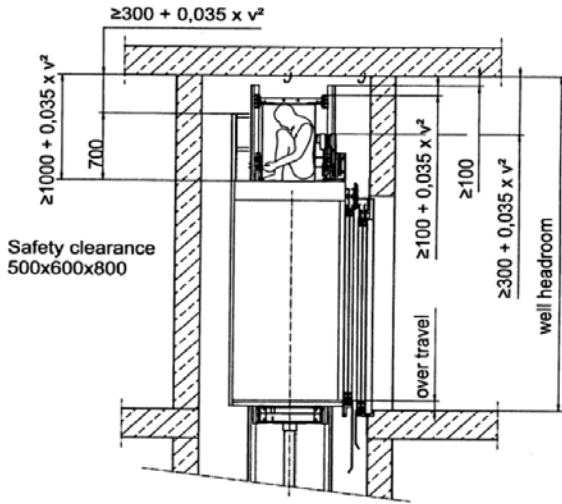
**RİSK 17 :** Hidrolik asansörlerde silindir ile güç ünitesi arasındaki borunun patlaması veya rekorun gevşemesi sonunda yağın pistondan aniden boşalması sonucu kabinin yere çakılması sonucu oluşan kazalar.

**ÖNLEM :** Düşmeyi engelleyici silindire akuple edilen CE Belgeli debi sınırlama valfi veya patlak emniyet valfini kullanılması gerekmektedir.



**RİSK 18 :** Kuyu alt üst boşluğuna sıkışma sonucu olan kazalar.

**ÖNLEM :** Kuyu alt üst boşluğu güvenlik hacimlerinin bulunabileceği gibi dizayn edilmelidir. Elektro mekanik olarak güvenlik önlemler alınmalıdır.



#### Kaynaklar

- [1] "Asansörlerde Durum Raporu Uygulamalar Ve Yapılması Gerekenler" Yayın No: MMO/2010/525
- [2] "Basından Kaza Fotoğrafları"
- [3] "Karikatürler Elevator World"

# ASANSÖR BAKIM VE İŞLETME YÖNETMELİĞİ

İlyas Menderes BÜYÜKLÜ  
Sanayi ve Ticaret Bakanlığı  
Sanayi Genel Müdürlüğü  
Asansör ve Teleferik Şubesi  
0.312.219 65 00 / 2526  
[menderes.buyuklu@sanayi.gov.tr](mailto:menderes.buyuklu@sanayi.gov.tr)

## ÖZET :

Türkiye ile Avrupa Birliği arasında imzalanan (1/95) sayılı Ortaklık Konseyi Kararının 8 (1) inci maddesi gereği, Türkiye, bu Karar'ın yürürlüğe giriş tarihinden itibaren beş yıl içinde, ticaretin önündeki teknik engellerin kaldırılması konusundaki Topluluk belgelerini iç hukuk sisteminin bünyesine dahil edileceği garantisi Avrupa Birliğine vermiştir.

Ancak asansörlerin piyasaya arzıyla birlikte hizmete alınması ve işletilmesi amacıyla 15/02/2003 tarihli ve 25021 sayılı Resmi Gazete'de 95/16/AT Asansör Yönetmeliği yayımlanmış olup, Komisyondan gelen eleştiriler neticesinde Avrupa Birliği mevzuatı kapsamında yer alan 95/16/EC Direktifi ile birebir uyumlu hale getirilmesi, yüksek riskli ürün grubunda yer alan asansörlerin, hizmete alındıktan sonra işletme süresi boyunca sürekli kontrol altında tutulabilmesi gayesiyle, ayrı bir düzenlemenin hazırlanması ve mevzuatımıza kazandırılması ihtiyacını ortaya çıkarmış bulunmaktadır.

Gümrük Birliği anlaşmasıyla verilen garantiden dolayı, 15/02/2003 tarihli ve 25021 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 95/16/AT Asansör Yönetmeliğinin revize edilmesine karar verilmiştir.

Bu hedef doğrultusunda, 95/16/AT Asansör Yönetmeliği revize edilmiş ve 31/01/2007 tarihli ve 26420 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak 95/16/EC Lift Directive ile bire bir uyumlu hale getirilmiştir. Ayrıca asansörlerin hizmete alındıktan sonra işletilmesi, bakımı ve yıllık kontrolleri ile ilgili hususların belirlenmesi, asansörün işletme hayatı boyunca kontrol altında tutulabilmesi amacıyla da, 18/11/2008 tarihli ve 27058 sayılı Resmi Gazete'de "Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği" adı altında ayrı bir yönetmelik Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından yayımlanarak mevzuatımıza kazandırılmıştır.

Söz konusu Yönetmelik, başta sektör olmak üzere ilgili taraflara tanınan 6 aylık geçiş döneminin ardından, 18/5/2009 tarihinden itibaren de zorunlu uygulamaya girmiştir.

## 1. YÖNETMELİĞİN TEMEL AMACI:

İnsanların ve/veya yüklerin taşınmasında kullanılan asansörlerin hizmete alındıktan sonra çevrenin, insanların ve canlıların sağlık ve güvenliğini tehdit etmeyecek şekilde kullanımlarını sağlamak üzere; işletilmesi, bakımı ve yıllık kontrolleri için uyulması gereken kuralları asgari şartlarda belirlemektir.



## **2. YÖNETMELİĞİN KAPSAMI:**

31/1/2007 tarihli ve 26420 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 95/16/AT Asansör Yönetmeliği kapsamında monte edilmiş asansörleri ve aynı Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden önce monte edilmiş ve halen faal olan asansörleri kapsar.

Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği’nin kapsamı incelendiğinde, 95/16/AT Asansör Yönetmeliği’nin kapsamı asansörlerin piyasaya arzı noktasına kadar olup, piyasaya arzla birlikte Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği’nin kapsamının başladığı ve devam ettiği görülmektedir.

## **3. YÖNETMELİĞİN DAYANAĞI:**

08/01/1985 tarihli ve 3143 sayılı Sanayi ve Ticaret Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununun 2 nci ve 33 üncü maddeleri ile 23/2/1995 tarihli ve 4077 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanununun 19 uncu maddesine dayanılarak hazırlanmıştır.

**3.1.** 08/01/1985 tarihli ve 3143 sayılı Sanayi ve Ticaret Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun:

**3.1.1.** Sanayi ve Ticaret Bakanlığı’nın görevleri:

a) Günün şartlarına ve teknolojinin gereklerine göre ülkenin sanayi politikasının belirlenmesine, sanayinin geliştirilmesine ve yönlendirilmesine ait tedbirlerin hazırlanmasına yardımcı olmak, kalkınma plan ve programlarında yer alan ilke ve hedeflere uygun şekilde tespit, tanzim ve idare etmek, bu konularda ilgili kuruluşlar arasında gereken işbirliği sağlayacak tedbirleri almak,

b) Ülke şartlarına uygun teknolojinin sağlanması, geliştirilmesi ve dağılımı için yurt içi ve yurt dışı kurum ve kuruluşlarla temas kurmak ve gereği halinde işbirliği yapmak, sanayi işletmeleri arasında teknolojik entegrasyonu temin etmek için gereken tedbirleri tespit etmek ve uygulanmasını sağlamak,

c) Tasarrufların sanayi yatırımlarına kanalize edilmesine yardımcı olmak, bölge ve illerin sanayileşme potansiyellerine ait araştırma, planlama ve proje çalışmalarını yapmak ve yaptırmak ve gerektiğinde tatbik etmek,

d) Sanayi bölge ve sitelerinin kurulmasına izin vermek, bu kuruluşları desteklemek ve denetlemek, bu konularda ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği yapmak ve gerekli mevzuatı hazırlamak, küçük sanayi ve el sanatları ile ilgili her türlü araştırma, geliştirme ve koordinasyon hizmetlerini yürütmek, organize sanayi bölgeleri ile küçük sanayi sitelerinin kurulması ile ilgili bütün faaliyetlerin koordinasyonunu sağlamak,

e) Sanayi işletmelerine ait sicilleri tutmak, envanter yapmak, istatistiki bilgi toplamak ve değerlendirmek,

f) (Mülga bent: 23/08/1993 - KHK-518/30 md.)

**g) Sanayi mamullerinin standartlarını hazırlamak veya hazırlatmak, normlarını temin veya tespit etmek ve kalite kontrolünü yapmak veya yaptırmak, gerektiğinde sanayi mamullerinin fiyatlarını tespit etmek,**

h) Sınai mamullerin yurt içinde ve yurt dışında tanıtılması ve pazarlanması konusunda ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği yapmak,

i) Sanayii geliştirmek için kalite kontrolü merkez ve laboratuvarlarını kurmak veya kurdurmak ve kurulmuş müesseselerle işbirliği yapmak,

j) İç piyasadaki başlıca gıda ve ihtiyaç maddelerinin fiyat hareketlerini takip etmek ve iç piyasayı denetlemek,

k) Şirketlerle ilgili hizmetleri yürütmek ve bunları denetlemek,

l) (Değişik bent: 23/10/1989 - KHK - 384/1 md.) 11/01/1989 tarihli ve 3516 sayılı Ölçüler ve Ayar Kanununda belirtilen ölçüler ve ayar hizmetleri kapsamına dahil bulunan hizmetleri yürütmek,

m) Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığına bağlı tarımsal amaçlı kooperatiflerle Tarım Kredi Kooperatifleri ve birlikleri hariç olmak üzere tarım satış kooperatifleri ve birlikleri ile genel hükümlere tabi kooperatiflerin ve birliklerin kuruluş, işleyiş ve denetimlerine ait işlem ve hizmetleri yürütmek,

n) Devlet adına ürün alımı ile ilgili işleri ve bu faaliyetler için gerekli kredilerle ilgili hizmet ve işlemleri yürütmek,

o) İhraç malları ve diğer bakanlıkların yetkileri dışındaki malların standardizasyonu ile ilgili çalışmaları yürütmek,

**p) (Mülga bent: 18/12/1987 - KHK - 303/2 md.; Yeniden düzenlenen bent: 10/08/1993 - KHK- 494/2 md.) Sağlıklı bir rekabet düzeninin oluşturulmasına yönelik politikaların belirlenmesi amacıyla inceleme, araştırma ve düzenlemelerde bulunmak,**

r) Ticaret ve sanayi odaları, deniz ticaret odaları, ticaret borsaları ve esnaf derneklerine ait hizmetleri ve bankacılık mevzuatı ile Bakanlığa verilen hizmetleri ilgili diğer bakanlıklarla işbirliği suretiyle yürütmek,

**s) (Ek bent: 10/08/1993 - KHK-494/2 md.) Evrensel kabul görmüş tüketici haklarının sağlanması ve korunmasına yönelik hukuki ve idari tedbirleri almak, tüketicinin korunmasını sağlayıcı inceleme, araştırma ve düzenlemelerde bulunmak.**

t) Çeşitli mevzuatla Sanayi ve Ticaret Bakanlığına verilen diğer görev ve hizmetleri yapmak.

### **3.1.2. Bakanlığın Düzenleme Görev ve Yetkisi:**

Bakanlık, kanunla yerine getirmekle yükümlü olduğu hizmetleri tüzük, yönetmelik, tebliğ, genelge ve diğer idari metinlerle düzenlemekle görevli ve yetkilidir.

### **3.2. 23/2/1995 tarihli ve 4077 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun:**

#### **3.2.1. Mal ve Hizmet Denetimi:**

Tüketicie sunulan mal ve hizmetler; ilgili bakanlıklar tarafından Resmi Gazetede yayımlanarak mecburi uygulamaya konulan standartlar dahil olmak üzere uyulması zorunlu olan teknik düzenlemeye uygun olmalıdır.

İlgili bakanlıklar, bu esaslara göre denetim yapmak veya yaptırmakla görevlidir. Mal ve hizmet denetimine ilişkin usul ve esaslar her bir ilgili bakanlıkça ayrı ayrı tespit ve ilân edilir.

### **4. YÖNETMELİKTE YER ALAN TANIMLAR:**

Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliğinde geçen tanımların bir kısmı 95/16/AT Asansör Yönetmeliğinden birebir alınmış olup, geri kalan tanım hükümleri ise anılan Yönetmelik kapsamında düzenlenmiş bulunmaktadır.

#### **4.1. ASANSÖR:**

Belirli seviyelerde hizmet veren, sabit ve yataya 15 dereceden fazla bir açı oluşturan raylar boyunca hareket eden bir kabine sahip olup; insanların, insanların ve yüklerin, bir kişi kabine zorlanmadan girebiliyorsa ve kabinin içinde bulunan veya kabin içindeki kişinin erişim mesafesinde yer alan kumandalarla teçhiz edilmiş ise sadece yüklerin taşınmasına yönelik bir tertibattır.

#### **4.2. ASANSÖR MONTE EDEN:**

Asansörlerin tasarım, imalat, montaj ve piyasaya arzından sorumlu olan, asansöre CE uygunluk işaretini iliştiiren ve AT uygunluk beyanı düzenleyen gerçek veya tüzel kişidir.

#### **4.3. AT UYGUNLUK BEYANI:**

Asansör monte edenin piyasaya arz ettiği asansörün, 95/16/AT Asansör Yönetmeliği hükümlerine uygunluğunu beyan ettiği belgedir.

#### **4.4. BAKIM:**

Asansörün hizmete alınmasından sonra tasarlandığı biçimde, kullanım ömrü boyunca kendisinin ve bileşenlerinin, fonksiyonlarını ve güvenlik gereklerinin devamlılığını sağlamaya yönelik bütün işlemlerdir.

#### **4.5. BİNA SORUMLUSU:**

Asansörün, güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla düzenli olarak bakımını, onarımını ve yıllık kontrolünü yaptırmaktan sorumlu olan, binanın maliki veya kat maliki/malikleri veya bunların yetki verdiği gerçek veya tüzel kişidir.

#### **4.6. KURTARMA ÇALIŞMASI:**

Asansör içerisinde insanın/insanların mahsur kaldığına dair bilginin alınmasıyla başlayan, asansörün teknik dosyasında yer alan kurtarma talimatına uygun olarak yapılan ve insanın/insanların serbest kalmasıyla sonuçlanan çalışmadır.

#### **4.7. YETKİLİ MÜHENDİS:**

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliğine bağlı Elektrik Mühendisleri Odası ve Makine Mühendisleri Odasınınca asansörlere yönelik olarak proje, montaj, bakım, tadilat, standartlar ve mevzuat üzerine mesleki yeterliliği belgelendirilen Elektrik / Elektronik ve Makine Mühendisleridir.

#### **4.8. YETKİLİ SERVİS:**

Asansör monte edenin, asansörlerin bakım hizmetlerini yürütmek için; sorumluluğu kendinde olmak üzere noter huzurunda yapılan sözleşme ile yetki verdiği TSE Hizmet Yeterlilik Belgesine sahip gerçek veya tüzel kişidir.

Can ve mal güvenliği bakımından özel önem arz etmesi sebebiyle, yetkili servis tanımında, asansörlerin bakım ve tamir yetkisi tüm montajcılar ile birlikte sorumluluk yine monte edenlerde olmak üzere noter huzurunda yapılan sözleşmeler ile yetkilendirilen servislere de verilmiştir. Söz konusu düzenleme ile can ve mal güvenliği açısından önemli bir ürün olan asansörlerde, bakım ve servis hizmetlerinde sorumluluk monte edene yüklenmiş olup, tüketicinin güvenliğinin sağlanması ön plana alınmıştır. Böylece bir taraftan da bakım ve tamirde monte edenlerin de kullanıcılara karşı sorumluluğunun sürdürülmesi temin edilmiştir. Bununla birlikte, herhangi bir asansörün montajını gerçekleştiren monte eden, diğer monte edenlere ve onların yetkili servislerine yetki verilmek suretiyle de söz konusu hizmet sektöründeki rekabetin artırılmasına imkân tanınmıştır. Söz konusu Yönetmelik hazırlanırken, sektörün yer aldığı pazarda rekabet gücünün artırabilmesi hususu da amaçlanmış olup, Rekabet Hukukuna paralellik arz edecek şekilde asgari kriterler belirlenmiştir.

Asansörlerin ağırlıklı tüketici ürünü olması münasebetiyle, kullanım ömürleri boyunca Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği 7. maddesinin 1. fıkrası (a) bendinde yer alan ve bakımın kapsamı olarak belirtilen faaliyetlerde etkin görev alacak olan yetkili servislerin yapısının teşkilinde tamamen 4077 sayılı Kanun ve bu Kanun kapsamında yayımlanmış olan yönetmeliklere uyum sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca söz konusu tanımda yer aldığı üzere yetki vermek için düzenlenecek olan sözleşmelerin daha resmi nitelik kazanarak bağlayıcı özellik taşıyabilmesi amacıyla noter huzurunda yapılmasını öngören düzenleme ise Bakanlığımızın yetkili servis açılımına ne kadar yüksek hassasiyet gösterdiğinin bir kanıtıdır.

#### **4.9. YILLIK KONTROL:**

Asansörün, güvenli ve işletme yönünden uygun şekilde çalıştığının tespiti için, hizmete alınmasını müteakip iki yıl sonra, devamında yılda en az bir kere bina sorumlusu tarafından yaptırılacak kontrollerdir.

## **5.ASANSÖRLERİN TESCİLİ:**

Asansörün monte edildiği binaya uygunluğu ile ilgili işlemler, Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar tarafından 03/5/1985 tarihli ve 3194 sayılı İmar Kanunu ve ilgili diğer kanunlar ve bu kanunlar kapsamında yürürlükte bulunan mevzuata göre yürütülür.

Asansörlerin yapılarla bütünleşik sistemler veya tesisatlar olmaları münasebetiyle, yapı ruhsatı verecek olan kurum – kuruluşlara (belediye veya valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar) yapı ile ilgili projelerin hazırlanarak sunulması zorunluluğu ve akabinde asansörün monte edildiği binaya uygunluğu ile ilgili yürütülecek olan işlemler, 03/5/1985 tarihli ve 3194 sayılı İmar Kanunu ve ilgili diğer kanunlar ve bu kanunlar kapsamında yürürlükte bulunan mevzuata göre yerine getirilmesi gerekmektedir.

Söz konusu Yönetmelik kapsamına giren asansörlerin kayıt altına alınabilmesi amacıyla, işletmeye alınacak asansörler, belediyeye veya belediye hudutları dışındaki yapılar için valiliğe veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlara tescil ettirilir. Asansör monte eden, asansörün AT Uygunluk Beyanı ile birlikte adı geçen kuruluşlara başvurarak asansörün tescilini yaptırır.

Ancak Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği'nin 5. maddesi 1. ve 2. fıkrasında ifade edildiği üzere, asansörün 95/16/AT Asansör Yönetmeliği ile birlikte İmar Mevzuatına da uygun olacak bir şekilde binaya uygun bir şekilde monte edildiğinin kontrolüne dair yürütülecek olan işlemler ile tescil işlemi tamamen birbirinden farklı aşamalarda yerine getirilmesi gereken prosedürlerdir.

Tescil işlemi; ilgili teknik düzenlemesi gereği monte edildiği yapıya uygunluğunun imar mevzuatı açısından kontrolü ile birlikte kullanıcının hizmetine sunulan asansörün kayıt altına alınması işleminden ibaret olup, asansör monte edenin 95/16/AT Asansör Yönetmeliği kapsamında piyasaya arzını sağladığı her bir asansör için düzenlediği AT Uygunluk Beyanı ile birlikte belediyeye veya belediye hudutları dışındaki yapılar için valiliğe veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlara (Organize Sanayi Bölgesi, Teknopark, Teknokent Yönetimleri v.b.) başvurusuyla yapılan resmi bildirim neticesinde tamamlanmış olacaktır.

Belediyeler veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilikler veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlarca yapılan tesciller, altı aylık dönemler itibarıyla asansörün bulunduğu ildeki Sanayi ve Ticaret İl Müdürlüğüne listeler halinde bildirilir.

## **6.BAKIM:**

Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği'nin üçüncü bölümünün, bakımın kapsamı ile ilgili hususlar içeren 7 nci maddesinde, bakımın, yağlama, temizleme, kontroller, kurtarma çalışmaları, ayarlama işlemleri, kullanıma veya yıpranmaya bağlı olarak meydana gelebilen ve asansörün karakteristiklerini etkilemeyen bileşen onarımı veya değiştirilmesi işlemlerinden oluşmaktadır. Ayrıca bakım olarak tanımlanan kapsamdaki işlemlerin söz konusu yönetmelikte belirlenen asgari koşullarda yerine getirilmesi gerekmektedir.

## **6.1. BAKIMLA İLGİLİ HUSUSLAR:**

Bu Yönetmelik kapsamındaki asansörlerin kullanılması esnasında, can ve mal güvenliğini teminen sürekli kontrol altında tutulabilmesi için;

**6.1.1.** Asansörü monte eden veya onun yetkili servisi, monte edilen asansör için garanti süresi boyunca aylık bakım ve servis hizmetlerini vermek zorundadır. Garanti süresi içinde bina sorumlusu ile asansörü monte eden veya onun yetkili servisi arasında aylık bakım ve servis hizmetleri sözleşmesi yapılması zorunludur.

**6.1.2.** Bina sorumlusu garanti süresinin bitiminden sonra asansörü monte eden veya onun yetkili servisiyle veya bir başka asansör monte eden veya onun yetkili servisiyle aylık bakım ve servis hizmetleri sözleşmesi yapmak zorundadır.

**6.1.3.** Asansör monte edenle yetkili servisi arasında yapılacak olan yetkili servis sözleşmesi, montaj ve revizyon konuları hariç, sadece bakım ve servis konularını içerir.

**6.1.4.** Asansör monte eden, yaptığı her tip ve özellikteki asansörün yedek parçalarını 10 (on) yıl süreyle temin etmek ve kendisince monte edilen asansöre aylık bakım ve servis hizmeti veren bir başka asansör monte edenin veya onun yetkili servisinin veya bina sorumlusunun bu konudaki talebini acilen ve normal piyasaya koşullarında karşılamak zorundadır.

Bununla birlikte asansör monte eden, kendi bilgi ve becerisini içeren ticari sırları saklı kalmak kaydıyla, yedek parçaların yanı sıra bakım hizmeti verilebilmesini temin eden diğer araç ve bilgileri de ilgililere sağlar. Asansörü monte eden, asansöre müdahale edilmesine engel olunması amacıyla çeşitli cihaz ve şifreleme yöntemlerini kullanmış ise, ilgilinin asansöre müdahale edebilmesi için gerekli tüm bilgi ve imkânı sağlamak zorundadır.

## **6.2. KAPSAM**

Bakım;

- 1) Yağlama ve temizlemeyi,
  - 2) Kontrolleri,
  - 3) Kurtarma çalışmalarını,
  - 4) Ayarlama işlemlerini,
  - 5) Kullanıma veya yıpranmaya bağlı olarak meydana gelebilen ve asansörün karakteristiklerini etkilemeyen bileşen onarımı veya değiştirilmesini,
- kapsar.

## **6.3. KAPSAM DIŞI:**

Bakım;

- 1) Yeni bileşenin karakteristikleri orijinali ile aynı olsa dahi makine, asansör kabini, kapısı, kontrol paneli, kılavuz ray gibi bir ana bileşenin veya güvenlik aksamının değiştirilmesini,
  - 2) Asansörün yerinin değiştirilmesini,
  - 3) Asansörün hız, taşıyabildiği yük v.b. gibi herhangi bir karakteristiğinin değiştirilmesi de dahil modernizasyonunu,
  - 4) İtfaiye tarafından yapılan kurtarma çalışmalarını,
  - 5) Asansör boşluğunun (kuyusunun) dış bölümlerinin temizlenmesini,
  - 6) Asansör kabini iç kısmının temizlenmesini,
- kapsamaz.

#### **6.4. BAKIMLA İLGİLİ DİĞER HUSUSLAR:**

**6.4.1.**Bakım yapan firmaca temin edilecek asansör bakım defteri, yapılacak kontrollerde görevliler tarafından incelenir. Bu defter asansörün varsa makine dairesinde veya bina sorumlusunca kalıcı olarak muhafaza edilir. Her bakımdan sonra asansör bakımı ile ilgili yapılan bütün işlemler asansör bakım defterine işlenir. Bakım defterine işlenecek kayıtların bir nüshası bakım yapan firma tarafından da muhafaza edilecektir.

**6.4.2.** Bakım yapan firmalar, asansörlerin bakımını bu Yönetmeliğe uygun olarak yapacak olup, can ve mal güvenliği yönünden asansörün risk taşıması durumunda, bina sorumlusunu yazılı olarak bilgilendirir. Bilgilendirme yapıldıktan sonra bina sorumlusu, asansörün uygun hale getirilmesini sağlayacaktır. Bakım yapan firmanın yazılı ihtarına rağmen uygunsuzluk giderilmediği takdirde sorumluluk bina sorumlusuna ait olacaktır.

**6.4.3.** Bakım işini üstlenen firma, bakım sözleşmesi imzalanması akabinde söz konusu asansör için detaylı bir durum tespit raporu hazırlayıp, bina sorumlusuna verecektir.

**6.4.4.** Bakım yapan firma, bakımını yaptığı asansörün durumu hakkında talep edilmesi halinde, ilgililere gerekli her türlü bilgiyi verecektir.

**6.4.5.** Bakımı yapan firma, bina sorumlusunun, iki kişiden az olmamak üzere asansör sayısını dikkate alarak belirleyeceği sayıda kişiye acil durumlarda kurtarma çalışması konusunda eğitim vermek zorundadır. Verilen bu eğitim bir tutanakla kayıt altına alınacaktır. Ayrıca kurtarma çalışmalarını içeren talimat, kurtarma çalışmasını yapacak olanların kolaylıkla görebilecekleri yerlerde muhafaza edilecektir. Bina sorumlusu, eğitim alan kişilerin değişmesi halinde yeni görevlilere eğitim verilmesini sağlayacaktır.

**6.4.6.** Bu Yönetmeliğin 7 nci maddesinin (b) bendinin (1), (2), (3) numaralı alt bentlerinde yer alan ve bakım çalışması olarak değerlendirilmeyen asansöre ait değişiklikler, herhangi bir asansör monte eden tarafından yerine getirilmelidir.

**6.4.7.** Asansör bakımı yapılırken, yürürlükte bulunan bakım ile ilgili standartlar dikkate alınmalıdır.

**6.4.8.** Bakım sözleşmelerinde bu Yönetmeliğe aykırı hususlar yer alamaz.

#### **7.BİNA SORUMLUSU:**

Bina sorumlusu; asansörün bu Yönetmelik kurallarına uygun olarak güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla ayda en az bir defa düzenli olarak bakımını yaptırmaktan ve kullanıcıların can ve mal güvenliğinin tam olarak sağlanması amacı ile gerek kullanım hatalarından, gerekse harici müdahalelerden meydana gelebilecek tehlikelerin önlenmesi için ilk yıllık kontrolünü asansörün hizmete alınmasını müteakip iki yıl sonra, devamında ise yılda en az bir kere yaptırmaktan sorumludur.

#### **8.YILLIK KONTROL:**

Yapının bağlı bulunduğu Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlarca, asansörün hizmete alınmasını müteakip iki yıl sonra, devamında yılda en az bir kere olmak üzere, her asansörün kontrolü yapılır. Ancak, kadrosunda yeterli sayıda Elektrik/Elektronik ve Makine Mühendisi bulunmayan Belediye veya Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar, yıllık kontrol işini, o asansörün yapımında görev almamış Yetkili Mühendislerle yaptırabilirler. Bu mühendisler tarafından can ve mal güvenliği yönünden tesisin işletilmesine engel bulunmadığına dair en az üç nüsha halinde bir rapor düzenlenir. Hazırlanan raporun birer nüshası Belediyede veya Valilikte veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlarda,

bakım yapan firma ve bina sorumlusunda muhafaza edilir. Bu raporun tanzim ettirilmesinin takibi sorumluluğu, asansörün bulunduğu bina sorumlusuna aittir.

Yıllık kontrol, asansörün bakımını üstlenen firma nezaretinde gerçekleştirilecektir.

Bu Yönetmeliğin 7 nci maddesinin (b) bendinin (1), (2), (3) numaralı alt bentlerinde yer alan ve bakım çalışması olarak değerlendirilmeyen asansöre ait değişiklikler sonrasında veya meydana gelebilecek bir kaza sonrasında yıllık kontrol tekrarlanacaktır.

Yıllık kontrol neticesinde, asansörün çalışmasında can ve mal güvenliği açısından bir tehlike söz konusu ise; asansörün çalışmasına can ve mal güvenliği sağlanıncaya kadar izin verilmez. Buna rağmen, asansörün çalıştırılmasından bina sorumlusu sorumludur.

1/1/2012 tarihinden itibaren yapının bağlı bulunduğu Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar, bina sorumlularının yapacakları başvurular uyarınca yapılacak yıllık kontrolleri, TS EN 17020 standardına göre asansör konusunda akredite olmuş A tipi muayene kuruluşlarına yaptıracaklardır. Bu kuruluşça verilecek olan muayene raporu üç nüsha olarak tanzim edilerek, birer nüshası Belediyede veya Valilikte veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlarda, bakım yapan firmada ve bina sorumlusunda muhafaza edilecektir. Yıllık kontrolün yaptırılıp yaptırılmadığının denetiminden ise Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşlar sorumludur.

Söz konusu, TS EN 17020 standardına göre asansör konusunda akredite olmuş A tipi muayene kuruluşlarına dair bilgilere Türk Akreditasyon Kurumunun Web sayfasından ulaşılabilecek olup, Mart 2010 tarihi itibarıyla 15 adet uygunluk değerlendirme kuruluşunun bahsi geçen Standard kapsamında akredite edilerek A tipi muayene kuruluşu olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşların hiç zaman kaybetmeden söz konusu A tipi muayene kuruluşları ile 01/1/2012 tarihi sonrası yürütecekleri yıllık kontrol faaliyetleri için ivedilikle planlama yapmaları gerekmektedir.

## **9.AYKIRI DAVRANIŞLARDA UYGULANACAK HÜKÜMLER:**

Bu Yönetmeliğin hizmete ilişkin hususlarına aykırı hareket edenler hakkında; 23/2/1995 tarihli ve 4077 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun, tarafların bu Kanun kapsamı dışında kaldığı durumlarda ise genel hükümler geçerlidir.

## **10. SONUÇ:**

15/02/2003 tarihli ve 25021 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Asansör Yönetmeliği’nin yürürlükten kaldırılması ile birlikte, söz konusu Yönetmeliğin “Asansör Tesis ve İşletme Uygulamaları” başlıklı yedinci bölümüne tekamül eden hususlar Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliğinde değerlendirilmiş ve hükme bağlanmış bulunmaktadır.



Ayrıca yıllık kontroller 01/01/2012 tarihinden itibaren TS EN 17020 standardına göre asansör konusunda akredite olmuş A tipi muayene kuruluşlarına yaptıracak olup, yapının bağlı bulunduğu Belediye veya Belediye hudutları dışındaki yapılar için Valilik veya ilgili kanunlar çerçevesinde yapı ruhsatı vermekle yetkilendirilen kurum ve kuruluşların bu doğrultuda asansörlerin yıllık kontrollerine ilişkin faaliyetlerini düzenleme adına hareket etmeleri gerekmektedir.

**KAYNAK:**

- 1) 08/01/1985 tarihli ve 3143 sayılı Sanayi ve Ticaret Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun,
- 2) 23/2/1995 tarihli ve 4077 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun,
- 3) 95/16/AT Asansör Yönetmeliği,
- 4) Asansör Bakım ve İşletme Yönetmeliği,
- 5) Türk Akreditasyon Kurumu WEB Sayfası.

**İNSAN TAŞIMAK ÜZERE TASARIMLANAN KABLOLU TAŞIMA TESİSATININ  
RUHSATLANDIRILMASI, BAKIM VE İŞLETİLMESİNE  
DAİR TEBLİĞ (SGM:2009/11)**

Gül BOCUTOĞLU DÖLEK  
Sanayi ve Ticaret Bakanlığı  
Sanayi Genel Müdürlüğü  
Asansör ve Teleferik Şubesi  
0.312.2196500/2526  
[gul.dolek@sanayi.gov.tr](mailto:gul.dolek@sanayi.gov.tr)

**ÖZET:**

İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablo Lu Taşıma Tesisatı Yönetmeliği (2000/9/AT), 19.01.2005 tarih ve 25705 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış ve 19.07.2009 tarihinde zorunlu uygulamaya girmiştir. Söz konusu yönetmelik kapsamındaki kablo lu taşıma tesisatlarına yönelik piyasa gözetimi ve denetimi yapma sorumluluğu Sanayi ve Ticaret Bakanlığına verilmiştir.

İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablo Lu Taşıma Tesisatı Yönetmeliği’nin (2000/9/AT), Kablo Lu Taşıma Tesisatları ile ilgili hususları içeren beşinci bölümünde, “Bakanlık, tesisatın yapımı ve hizmete girmesine izin verme prosedürlerini belirler” ifadesi yer almaktadır.

Bu doğrultuda, 23 Temmuz 2009 tarihli ve 27297 sayılı Resmi Gazete’de İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablo Lu Taşıma Tesisatının Ruhsatlandırılması, Bakım ve İşletilmesine Dair Tebliğ (SGM:2009/11) yayımlanmıştır.

Bu bildiri de söz konusu tebliğ kapsamında, mevcut ve yeni monte edilmiş tesisatlara yönelik gerekliliklerin neler olduğu, sorumlular ve sorumlulara düşen zorunluluklar hususunda bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

## **1. GİRİŞ**

İnsan taşımak üzere tasarımı lanan kablo lu taşıma tesisatları komplike sistemler olup, söz konusu tesisatların temel gereklilikler veya iyi mühendislik uygulamaları doğrultusunda güvenli şekilde monte edilmelerinin yanı sıra, güvenilirliğin sürdürülebilirliği de önemli bir noktadır. Sürdürülebilirliğin devamı açısından, düzgün geliştirilmiş bakım ve kontrol sistemine ve bu sisteminin uygulanabilirliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bakım ve kontrollere yönelik sistem tanımlamasına, İnsan Taşımak Üzere Tasarımı lanan Kablo Lu Taşıma Tesisatının Ruhsatlandırılması, Bakım ve İşletilmesine Dair Tebliğ’de yer verilmiş olup, söz konusu tebliğde sorumluluklar da dağıtılmıştır.

## **2. AMAÇ**

Bu tebliğin amacı, insan taşımak üzere tasarımı lanan kablo lu taşıma tesisatının hizmete alınması ve hizmete alındıktan sonra çevrenin, insanların ve canlıların sağlık ve güvenliğini tehdit etmeyecek şekilde kullanımlarını sağlamak üzere işletilmesi, bakımı ve kontrolleri için uyulması gereken kuralları belirlemektir.

### 3. KAPSAM

Bu tebliğ, İnsan Taşımak Üzere Tasarmlanan Kablolu Taşıma Tesisatı Yönetmeliği'ne (2000/9/AT) göre monte edilen ve yönetmeliğin zorunlu uygulamaya girişinden önce monte edilen kablolu taşıma tesisatlarını kapsamaktadır.

Bu tesisatlar;

a) Vagonları kabloyla çekilen demiryolları ve çekmenin bir ya da daha fazla kabloyla sağlandığı tekerlekler veya başka taşıma araçları üzerine monte edilmiş araçları olan diğer vasıtalar. Funiküler sistemler;



b) Kabinlerinin bir veya daha fazla kabloyla kaldırıldığı ve/veya yerinin değiştirildiği teleferikler; bu kategori, gondollar ve telesiyajları de kapsar.



c) Uygun gereçlere sahip kullanıcıların kablo vasıtası ile çekildikleri tele-skiler.



#### 4. TEMEL TANIMLAR

4.1. ESKİ TESİSAT: İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablolu Taşıma Tesisatı Yönetmeliği (2000/9/AT) 19/07/2009 tarihinde zorunlu uygulamaya girmiş olup, bu tarihten önce monte edilmiş tesisatlar eski tesisat olarak adlandırılmaktadır.

4.2. YENİ TESİSAT: İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablolu Taşıma Tesisatı Yönetmeliği kapsamında monte edilen tesisatlar yeni tesisat olarak adlandırılmaktadır.

4.3. TESİSAT YAPTIRICISI: 3194 sayılı İmar Kanunu çerçevesinde, tesisatın yapımına başlamadan önce yapı ruhsatının alınmasından sorumlu olan, esas yapımcı ile sözleşme imzalayan gerçek veya tüzel kişi olarak tanımlanmaktadır.

4.4. ESAS YAPIMCI: Bir tesisatın yapımını üstlenen gerçek veya tüzel kişidir. Türkiye’de, esas yapımcı olarak faaliyet gösteren belli başlı firmalar; STM Sistem Teleferik Montaj San. ve Tic. Ltd. Şti., Dopelmayr, Garevanta, POMA, Leitner’ dir.

4.5. TESİSAT İŞLETMECİSİ: Tesisatın işletmeye açılmasını müteakip, güvenli bir şekilde çalıştırılmasından, bakımlarının ve kontrollerinin düzenli olarak yaptırılmasından sorumlu olan ve organizasyonunda en az iki olmak üzere yeterli sayıda işletme teknik personeli çalıştıran gerçek veya tüzel kişi olarak tanımlanır.

##### SORUMLULUK:

- Tesisat işletmecisi, tesisat için gerekli olan işletme talimatları ve kısıtlamalara yönelik dokümanların, bakım ve ayar talimatlarının, kontrollere ilişkin çizelgelerin, kurtarma talimatlarının kolay ulaşılabilir şekilde kumanda merkezinde muhafaza edilmesinden ve söz konusu talimatların uygulanmasından sorumludur.
- Tesisat işletmecisi işletme teknik personelinin eğitim durumunu gösteren belgelerin yer aldığı dosyayı oluşturmak zorundadır.
- Kablolu taşıma tesisatlarına yönelik Piyasa Gözetimi ve Denetimi gerçekleştirme sorumluluğu Sanayi ve Ticaret Bakanlığında olup, söz konusu faaliyet kapsamında gerek eski tesisatlar gerekse yeni tesisatlarda bakım ve kontrollerin yapılıp yapılmadığı, işletme teknik personelinin bulunup bulunmadığı sorgulanacaktır.

4.6. İŞLETME TEKNİK PERSONELİ: En az endüstri meslek lisesi veya teknik lise mezunu olan ve kablolu taşıma tesisatı konusunda yeterli eğitimi almış ve belgelendirilmiş personel, işletme teknik personeli olarak tanımlanmaktadır.

#### 5. YAPI RUHSATI

Kurulması planlanan kablolu taşıma tesisatı için 3194 sayılı İmar Kanunu’nda belirtilen hükümler doğrultusunda, belediye sınırları içerisinde ilgili belediyeden veya belediye sınırları dışında ise Valilikten alınan belgedir.

##### SORUMLULUK:

- Yeni tesisatlara yönelik olarak, tesisat yaptırıcısının ilgili kuruma gerekli belgeleri sunarak, yapı ruhsatı alma sorumluluğu bulunmaktadır.
- Yapı ruhsatı bulunmayan yeni tesisatlara yönelik işletme teknik ruhsatının düzenlenmemesi gerekmektedir. Bu hususta tetkik ve sorumluluk Elektrik ve Makine Mühendisleri Odasına müştereken verilmiştir.
- İlgili kurumun, kurulması planlanan tesisata yönelik tesisat yaptırıcısına vermiş olduğu yapı ruhsatının bir nüshasını Sanayi ve Ticaret Bakanlığına sunma sorumluluğu bulunmaktadır.

Yapı ruhsatı alınması aşamasında, tesisat yaptırıcısı tarafından, ilgili kurumlara teslim edilecek belgeler aşağıda sıralanmaktadır;

- a) Tesisat yaptırıcısının adı, adresi ve ticaret siciline kayıtlı olduğuna dair belge,
- b) Kablolu taşıma tesisatının planlanan hattın/hatların olduğu yeri, tasarlanan durak yerleri ile ara istasyonları gösteren 1/2000 ölçekli haritası ve hatların boy kesitlerini de içeren hat boyu projesi,
- c) Tesisatın monte edileceği bölgedeki otoparkları, diğer kablolu taşıma tesisatlarını, demiryollarını, caddeleri, yollar ve diğer trafik tesislerini, su kanallarını, enerji nakil hatları, petrol, gaz ve su boru hatlarını, orman alanları ve güç tesislerini gösteren 1/2000 ölçekli vaziyet planı,
- ç) Tesisat ile ilgili istasyonlar, giriş çıkışlar, ana ve acil mekanizmalar, taşıyıcı ve çekici kablolar, gergi mekanizması, raylar, hat donanımları, güvenlik tertibatları, telsiz ve sinyal mekanizmaları, yolcuların kurtarılması için olan tertibatını ve bunun gibi tertibatları gösteren genel bir teknik rapor,
- d) Deprem, heyelan, çığ ve sel tehlikesini gösteren veriler. Tehlike var ise gerekli ve uygun önlemleri içeren teknik rapor,
- e) Hat yapılarının, köprülerin destek duvarlarının ve istasyonların kurulmasının öngörüldüğü yerlerdeki zemin yapısını gösteren jeolojik ve jeoteknik etüt raporu,
- f) Kablolu taşıma tesisatının kurulacağı bölgedeki ana rüzgâr yönü, rüzgâr hızları ve sıklıkları gibi meteorolojik durumları gösteren veriler,  
Örneğin, 50 km/h rüzgar hızı alarm hızı olarak nitelendirilmektedir. Genellikle 60 km/h rüzgar hızında sistem durdurulmaktadır.
- g) Kablolu taşıma tesisatının kurulacağı yerde bir çevre raporu zorunlu ise söz konusu rapor.

#### **SORUMLULUK:**

Yapı ruhsatı zorunluluğu, yeni tesisatlara yöneliktir. Ancak, eski tesisatlarda hat güzergahının ve istasyonların değiştirilmesi veya ilave istasyonların kurulması gibi durumlarda söz konusu tesisat için tesisat yaptırıcısı tarafından yapı ruhsatı alınması zorunludur.

## **6. İŞLETME TEKNİK RUHSATI**

Yeni tesisatların monte edilmesi sonrasında, esas yapımcı tarafından TMMOB Makine Mühendisleri Odasına veya TMMOB Elektrik Mühendisleri Odasına yapılan başvuru sonrasında, TMMOB Makine Mühendisleri Odası ve TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası tarafından müştereken yapılacak inceleme ve değerlendirmeler neticesinde düzenlenen ruhsat, işletme teknik ruhsatı olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu ruhsatlandırma esnasında ilgili meslek odaları tarafından;

- a) Kablolu taşıma tesisatının yeri, yapım yılı ve esas yapımcısı hakkında bilgi,
- b) 2000/9/AT Yönetmeliğine uygun olarak hazırlanan teknik dosya. Teknik dosya, yönetmeliğin Ek I' inde listelenen alt sistemleri ve emniyet analizi neticesinde tespit edilerek emniyet analizi raporunda yer alan güvenlik aksamları için hazırlanacaktır. Söz konusu teknik dosyanın içerisinde yer alması gereken minimum düzeyde bilgiler;
  - Düzenleyen, düzenlenme tarihi, tasarım, üretim alanı bilgileri vb.
  - Tanımlar : Genel tip tanımı, referanslar, temel özellikler ve aksamların kullanım alanları. (altsistem ve diğer güvenlik aksamları ile uyumluluk)
  - Tasarım :Genel ve detay çizimler, eğer gerekliyse açıklamalar. Ürün, tesis ve montaj çizimleri.
  - CE plakası ve plaka tarihi.
  - Hesaplamalar : Teorik olarak ilk durum, dış faktörler, kullanılan standartlar, hesaplama sonuçları, emniyet faktörleri, revizyonlar vs.
  - Temel gereklerin bütünüyle sağlanmasında kullanılan çözümler.
  - Uygulama risk analizinin prosedürleri (risk senaryosu, zarar, sınıflandırma, sıklık, vs.)

- Kullanılan standartların listesi (Harmonize veya diğerleri)
- Tanımlanmış laboratuvarlar veya akredite olmuş laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilen test raporları.
- Malzeme listesi
- Kullanıcı ve bakım el kitabı şeklinde sıralanabilir.

c) 2000/9/AT Yönetmeliği kapsamında hazırlanan emniyet raporu. Söz konusu emniyet raporunda risklerin ve tehlikeli durumların listesi yer alacaktır. Tesisatta kullanılacak emniyet aksamalarının tespiti aşamasında da ayrıca emniyet analizi kullanılacaktır. Emniyet analizinin sonucu bir emniyet raporunda listelenecektir.

ç) 2000/9/AT Yönetmeliğinde yer alan emniyet raporunda listelenen emniyet aksamalarına ve aynı Yönetmeliğin Ek I' inde yer alan alt sistemlere ilişkin AT Uygunluk Beyanı. Söz konusu AT Uygunluk beyanında minimum düzeyde;

- Onaylanmış kuruluş kimlik numarası ve detayları,
- Sertifika numarası, versiyon, tarih,
- Dokümanın tipi (inceleme belgesi, uygunluk sertifikası veya kalite-güvence sistemi uygunluk sertifikası),
- Ürün ( güvenlik aksamı ve alt sistem) ve ürüne ait kimlik bilgileri,
- Üreticinin detay bilgileri
- İlgili standartlar
- Takip edilen prosedürler (Ekler, modüller vs. )
- Tarih, yer, imza ve belgenin geçerlilik tarihi yer alacaktır.

d) 2000/9/AT Yönetmeliği kapsamında görevlendirilmiş Onaylanmış Kuruluşun gözetiminde gerçekleştirilen ve bu Onaylanmış Kuruluş tarafından tasdik edilen çalıştırma testi raporu,

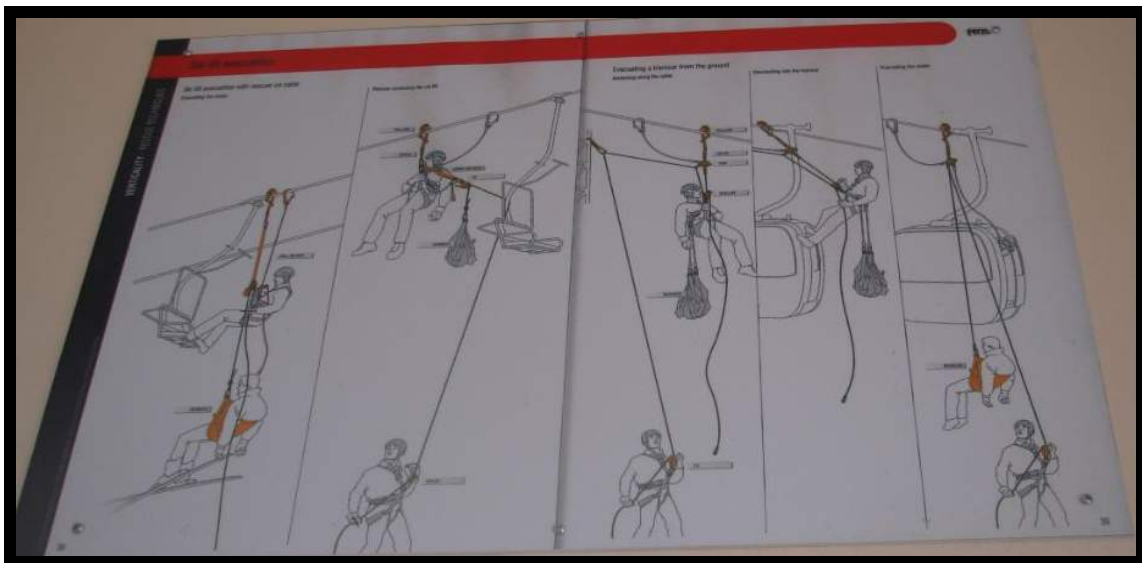
e) İşletme teknik personeline ait eğitim belgeleri,

f) Bakım ve ayar talimatları,

g) Tesisatın kontrollerine ilişkin çizelge,

ğ) İşletme talimatları ve kısıtlamalara yönelik dokümanlar,

h) Kurtarma talimatları,



i) Tesisata ait sökme talimatları, talep edilmelidir.

TMMOB Makine Mühendisleri Odası ve TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası tarafından müştereken görevlendirilecek uzmanlarca gerçekleştirilen teknik inceleme ve değerlendirmeler neticesinde tesisin işletilmesine engel bir durumun bulunmaması halinde ilgili odalar tarafından müştereken işletme teknik ruhsatı düzenlenecek ve bir nüshası Bakanlığa iletilecektir.

**SORUMLULUK:** İşletme Teknik Ruhsatının düzenlenmesi sorumluluğu TMMOB Makine Mühendisleri Odası ve TMMOB Elektrik Mühendisleri Odasına verilmiş olup, beklenti bu yönde bir komisyon oluşturulması ve söz konusu komisyonun etkin bir şekilde faaliyetini sürdürmesidir.

#### 6.1. ÇALIŞTIRMA TESTİ RAPORU:

Esas yapımcı tarafından işletme teknik ruhsatı alınmadan önce tesisatın güvenli çalıştığının garanti edilmesi amacıyla gerçekleştirilen test sonucu düzenlenen rapordur.

Bu esnada;

##### a) Fren testleri

- Acil Durdurma Freni,
- Servis Freni, ...



##### b) Swich Kırılma Testi,

##### c) Klem Kaydırma Testi,

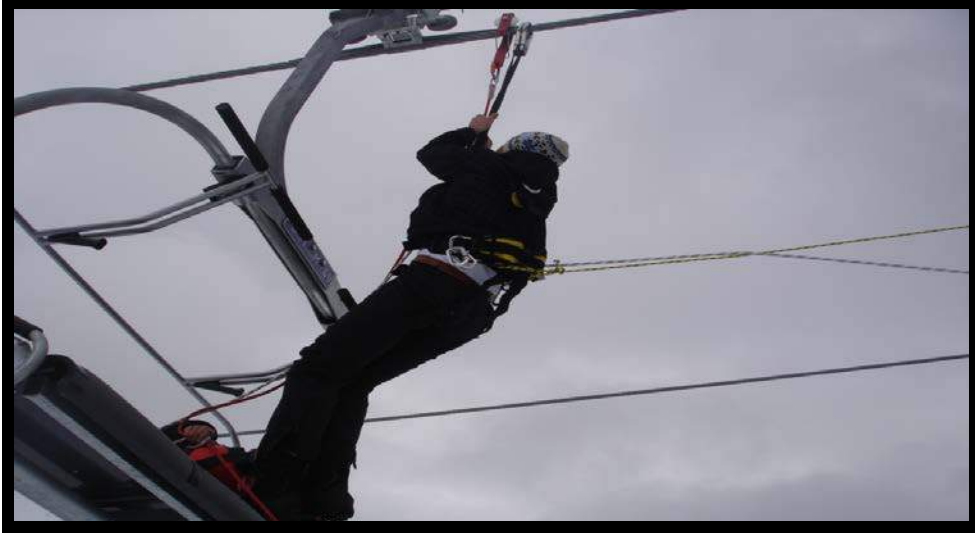


Ayrılabilir Klem



Sabit Klem

d) Ekipmanla Kurtarma Testi,  
2.5 saat içerisinde tahliye işleminin gerçekleştirilebilmesi gerekmektedir.



f) Halat kontrolü,



g) Yüklü ve yüksüz tesisatın çalıştırılarak, duysal inceleme,  
- T-barlarda yüksüz konumda en az 5 saat,  
- Sabit klemli tesisler için yüksüz en az 25 saat, yüklü en az 5 saat,  
- Otomatik klemli tesisler için yüksüz en az 50 saat, yüklü en az 5 saat tesisat çalıştırılmaktadır.

Aşağıdaki fotoğrafta, 4x80 kg yük ile gerçekleştirilen yüklü çalıştırma testi görülmektedir.





## 7. YAPI KULLANMA İZİN BELGESİ

İşletme teknik ruhsatının verilmesini müteakip, 3194 sayılı İmar Kanunu çerçevesinde belediye veya valilik tarafından düzenlenen, yapının projesine uygun olarak tesis edildiğini ve amacına uygun kullanılabilir durumda olduğunu gösteren ve tesisatın hizmete açılmasını sağlayan nihai belgedir.

## 8. GÜVENLİĞİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ:

### 8.1. BAKIM:

Tesisatın, güvenle işleyebilmesi amacıyla tasarlandığı biçimde, kullanım ömrü boyunca kendisinin ve bileşenlerinin, fonksiyonlarının ve güvenlik gereklerinin devamlılığını sağlamaya yönelik bütün işlemleri kapsamaktadır.

#### SORUMLULUK:

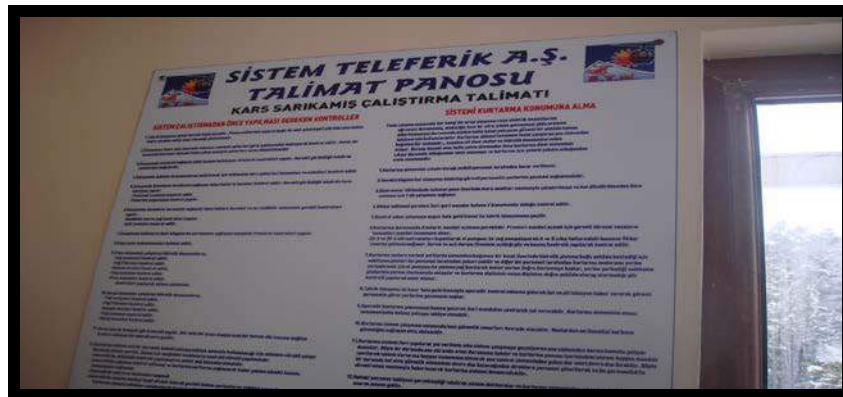
- Tesisatın güvenle işleyebilmesi için esas yapımcının bakım periyotları ve talimatları oluşturma sorumluluğu bulunmaktadır.
- Tesisat İşletmecisinin, esas yapımcı tarafından oluşturulan bakım talimatlarına ve periyotlarına uygun şekilde bakımın gerçekleştirilmesinin temini ve dosyalanması sorumluluğu bulunmaktadır.
- Sanayi ve Ticaret Bakanlığı denetçileri tarafından gerek mevcut gerek yeni tesisatlara yönelik kontrollerin düzenli olarak yapılıp yapılmadığına dair denetim yetkisi bulunmaktadır.

Söz konusu talimatlarda;

- Bakım ile ilgili işlemlerin yer aldığı bakım planı yer almalıdır.
- Bakım işlemlerinde aranacak ilgili referans değerleri ve toleranslar listeler halinde yer almalıdır.
- Normal çalışma koşulları altında parça değiştirme sıklıkları belirtilmelidir.
- Bakım işlemleri ile ilgili tüm raporlar, işlemi gerçekleştiren tarafından imza altına alınmalıdır.
- Bakım işlemleri esnasında kullanılacak gerekli ölçme ve test ekipmanları bakım talimatlarında yer almalıdır.
- Gerekli olan yedek parçaların miktarı ve depolanacağı yer bakım talimatında yer almalıdır.
- Direkler üzerinde yapılacak bakım çalışmaları için, çalışanın güvenliğini sağlayacak ekipmanlar listelenmeli ve söz konusu ekipmanların kullanım şekline talimatta yer verilmelidir.

#### DİPNOT:

Bakım işlemleri, yeni tesisatlar için TS EN 1709 standardına, eski tesisatlar için ise iyi mühendislik uygulamalarına uygun olarak yapılır. Yapılan her türlü bakım işlemleri kayıt altına alınarak bakım dosyasında muhafaza edilir.



## 8.2. KONTROLLER:

Kablolu taşıma tesisatının gerçek durumunu tespit için kullanılan işlemler olarak adlandırılmaktadır.

### DİPNOT:

Kontroller, yeni tesisatlar için TS EN 1709 standardı, eski tesisatlar için ise iyi mühendislik uygulamaları esas alınarak ilk kontrol, günlük, aylık, yıllık ve tesisatın durumuna göre bir yıldan uzun aralıklarla veya özel kontroller şeklinde gerçekleştirilir.

- a) Yapı elemanlarının ilk kontrolü; Tesisin ilk devreye alınmasından 3-6 ay sonrasında, tüm çelik yapılar, kaynaklarda oluşabilecek çatlaklara, cıvata ve somun ve tüm yapı elemanlarında oluşabilecek hasarlara yönelik kontrollerdir.
- b) Günlük kontroller; çalıştırılmadan önce gerçekleştirilmesi gereken kontrolleri tanımlamaktadır.
- c) Aylık kontroller; Taşıyıcı, çekici ve kurtarma halatları, halat bağlantıları, uç bağlantıları, makara, volan, istasyonlara giriş, çıkış ve istasyon içinde hareket ederken sandalye/kabin ve askı takımlarının pozisyonları, fren, tüm sürücü sistemlerinin kontrolü, sandalye / kabin, kapı mekanizmaları ve kilitleri, açma kapama tertibatları, yedek parça depolarının kontrolü gerçekleştirilmektedir.
- ç) Aralıklı çalıştırma durumunda kontroller;
  - Eğer tesis 1 aydan daha uzun bir süre çalışmamış ise çalışmaya başlamadan önce; aylık kontrollerin, halat kontrollerinin ve güvenlik, denetleme ve sinyalizasyon cihazlarının kontrolünün yapılması gerekmektedir.
  - Eğer tesis 6 aydan daha uzun bir süre çalışmamış ise; çalışmaya başlamadan önce yıllık kontrollerin yapılması gerekmektedir.
- d) Yıllık kontroller; Yapı elemanlarının kontrolü, mekanik teçhizatların kontrolü, halatların kontrolü, elektrikli teçhizatların kontrolü, güvenlik, denetleme ve sinyalizasyon cihazlarının kontrolü, taşıyıcı (sandalye/kabin) ve askı takımlarının kontrolü, yangın önleme ekipmanlarının kontrolü, mevcut yedek parçaların kontrolü, çığ önleme sistemlerinin kontrolü yıllık kontroller esnasında gerçekleştirilecektir.
- e) Birkaç yılda bir gerçekleştirilen kontroller; Teleferik ve funiküler sistemlerinde taşıyıcı araç ve kabin üstü frenler, halatlar, elektrikli cihazlar, teleferik ve teleskilerin inşaat işleri, funiküler sistemlerin inşaat elemanlarının denetimi birkaç yılda bir gerçekleştirilecektir. şeklinde özetlenebilir.

### SORUMLULUK:

- Esas yapımcı tarafından, tesisatta gerçekleştirilecek kontrollerin tesisat işletmecisine sunulması sorumluluğu bulunmaktadır.
- Tesisat işletmecisinin söz konusu kontrollerin gerçekleştirildiğinin takibi ve sonuçlarının dosyalanması sorumluluğu bulunmaktadır.
- Kontroller neticesinde, tesisatın çalıştırılmasında can ve mal güvenliğini tehlikeye atacak uygunsuzlukların tespit edilmesi durumunda, söz konusu uygunsuzluk giderilinceye kadar, tesisatın işletmesini durdurarak gerekli bütün tedbirlerin alınmasından tesisat işletmecisi sorumludur.
- Sanayi ve Ticaret Bakanlığı denetçileri tarafından gerek mevcut gerek yeni tesisatlara yönelik kontrollerin düzenli olarak yapılıp yapılmadığına dair denetim yetkisi bulunmaktadır.

## **9. YASAL YÜKÜMLÜLÜKLER**

Gerek yeni tesisatlar ve gerekse mevcut tesisatlara yönelik güvenlik gereklerinin ( 2000/9/AT Yönetmeliği temel gereklilikler, İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablolü Taşıma Tesisatının Ruhsatlandırılması, Bakım ve İşletilmesine Dair Tebliğ yükümlülükleri) yerine getirilmediğinin tespiti halinde, tesisatlar gereklilikler sağlanıncaya kadar hizmete açan birim tarafından, hizmet dışı bırakılacaktır.

## **10. SONUÇ**

Kablolu Taşıma Tesisatları, çok büyük maliyet ve emek gerektiren komplike tesisatlardır. Ülkemizde, İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablolü Taşıma Tesisatı Yönetmeliği'nin 2000/9/AT zorunlu uygulamaya girdiği tarihten sonra monte edilmiş tesisatların, yönetmeliğın temel gerekleri karşılayıp karşılamadığının tespiti önemli husustur. Ancak tesisatın güvenli şekilde monte edildiğinin netleştirilmesi durumunda tesisatın hizmete açılması gerekmektedir. Bununla birlikte, yönetmeliğın zorunlu uygulamaya girdiği tarih öncesi monte edilmiş tesisat sayısı da oldukça fazladır. Bu tür tesisatlara yönelik ise, güvenilirlik noktasında, bakım ve kontrollerin düzenli yaptırılıp yaptırılmadığının takibi gerekmektedir.

Bu bağlamda, tesisat yaptırıcıları, esas yapımcılar, tesisat işletmecileri, yetkili kuruluşlar, ilgili belediye, valilik, Elektrik Mühendisleri Odası ve Makine Mühendisleri Odasına sorumluluklar verilmiş olup, tesisatların güvenli olarak monte edilmeleri, güvenirliliğın sürdürülebilirliğı açısından, sorumlulukların yerine getirilmesi zorunluluktur.

## **KAYNAKLAR :**

[1] TS EN 1709 İnsan Taşıma Amaçlı Kullanılan Halatlı Taşımacılık Tesisleri İçin Güvenlik Kuralları – Devreye Almadan Önce Gerçekleştirilecek Kontroller, Bakım, Çalıştırma Denetimleri ve Kontroller, 2004

[2] İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablolü Taşıma Tesisatı Yönetmeliğı (2000/9/AT), 19.01.2005 tarihli ve 25705 sayılı Resmi Gazete,

[3] İnsan Taşımak Üzere Tasarımlanan Kablolü Taşıma Tesisatının Ruhsatlandırılması, Bakım ve İşletmesine Dair Tebliğı (SGM:2009/11), 23.07.2009 tarihli ve 27927 sayılı Resmi Gazete.

# FÜNİKÜLER SİSTEMLER VE TÜRKİYE’DE KULLANIMI

Prof.Dr. C. Erdem İMRAK<sup>1</sup> ve Ar.Gör. Özlem SALMAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> İTÜ. Makina Fakültesi, Gümüşsuyu 34437, İstanbul.

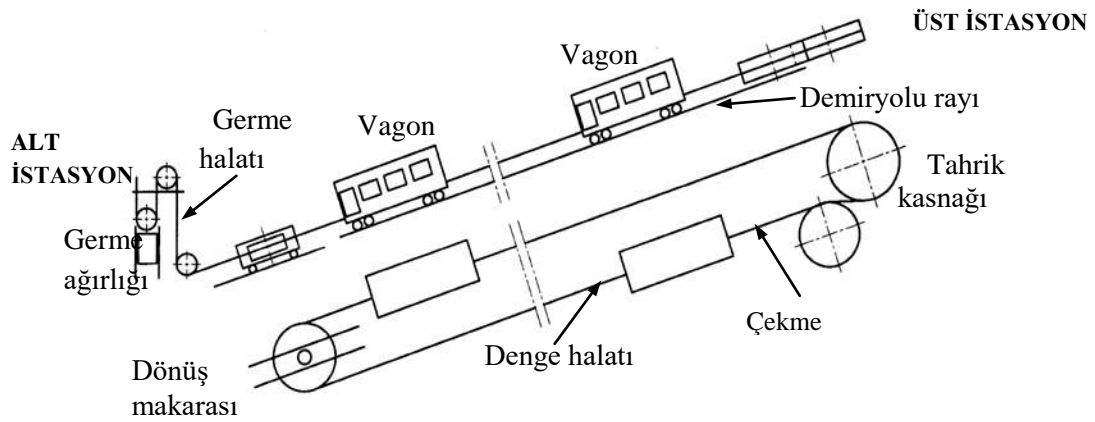
## ÖZET

Füniküler sistemler özellikle şehir merkezlerinde yaygın olarak kullanılan yüksek taşıma kapasiteli transport sistemleridir. Genellikle aralarında büyük yükseklik farkı olan iki bölge arasında çalışır. Füniküler sistemler hem asansör hem de demiryolu teknolojilerinden oluşur. Bu çalışmada funiküler sistemler ve Türkiye’de ki uygulamaları hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

## 1.GİRİŞ

Engelibeli arazilerde, dağlarda kablo yardımıyla çekilen raylı sistemler için kullanılan “füniküler” sözcüğü Fransızca “funiculaire” sözcüğünden geliyor. Füniküler esas olarak demiryolları, eğimli bir arazide insan ve eşya taşımak için kurulmuş halatlarla birbirine bağlanmış ve ray üzerinde hareket edebilen transport sistemleridir.

Füniküler genellikle aralarında geniş bir seviye farkı olan bölgelerde hizmet veren ulaşım araçlarıdır. Prensip olarak funiküler, eğimli ya da yatay zemin üzerinde, iki istasyon arasında seyahat eden, bir motor tarafından çekilen bir çekme, bir de germe halatı ile birbirine bağlanan iki araçtan oluşan sistemler olarak düşünülebilir. Füniküler, üst istasyonda yer alan bir kasnağa sarılmış, çelik halat ile birbirine bağlanmış, en az iki araçtan oluşur (Şekil 1). Bu araçlar hat ortasında, her iki tarafta yer alan paralel raylar üzerinde hareket ederler. Araçlar, hat ortasında yan yana geçip, belirli bir mesafe kat ettikten sonra bu iki hat tek bir hatta birleşerek istasyonlara ulaşır. İnen trenin ağırlığı, eğimli yol üzerinde çıkan treni çekmeye yardımcı olur ve çıkan trende inen trenin hızının kontrolden çıkmasını engeller. Füniküler sistemler, yaygın kullanılan eğimli asansörlerle benzer teknik karakteristiğe sahiptir.



Şekil 1. Bir funiküler sisteminin genel görünümü

## 2.FÜNİKÜLERİN TARİHÇESİ

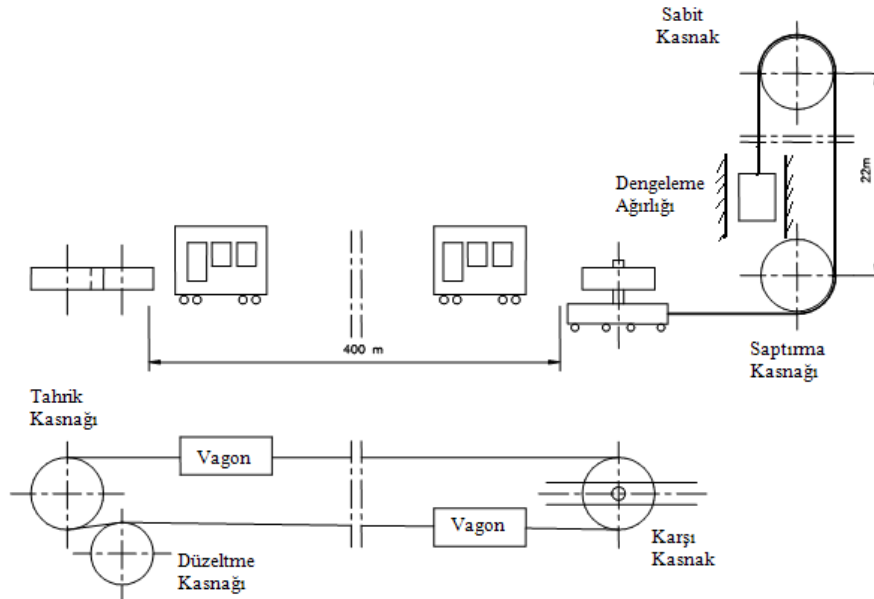
Füniküler uzun zamandır kullanılmakta olup, bilinen en eski funiküler 15. yüzyılın başlarında insanları ve eşyaları sarp yamaçlara çıkarmak için tasarlanmıştır. İlk funiküler Avusturya Salzburg'ta Hohensalzburg Kalesinde Kardinal Matthäus Lang tarafında 1515'te yapılmıştır. Bu yapıda insan veya hayvan gücü kullanılmıştır, raylar ise tahtadan yapılmıştır. Daha sonra İngiltere'nin Country Tyrone kentinde 1777 yılında su gücüyle çalışan, halatlar yardımıyla çekilen funiküler inşa edildi ve 1830'da kullanılmaya başlandı.

Stephenson ilk olarak 1825'te 1:50 eğime sahip bir yamaçta bir buhar makinasını funiküler sisteme adapte etti. İlk insan taşıyan funiküler 1861 yılında İtalya'nın Dusino kentinde, ikincisi ise 1862 yılında Lyons'ta inşa edildi. Dünyanın ilk kentsel funiküleri "kablolu araç" adıyla 1873 yılında San Fransisco ABD'de yapılmıştır. İlk yer altı funiküleri ise 1875 yılında İstanbul'da "Tünel" adıyla hizmete girmiştir. Tahrik o zamanlar buhar gücü ile sağlanmaktadır. Bu Londra Metrosu'ndan sonra dünyadaki ikinci metro kategorili araçtır. Avrupa'da ilk yer altı funiküleri ise İsviçre'de 1877 yılında Lausanne'den Ouchy'ye kadar inşa edildi.

Füniküler sistemde ABD'de çok ses getiren ilk elektrik tahrikli olanı Great Incline Funicular 1893 yılında kuruldu. Bu sistem 859 m ile 1067 m yükseklikleri arası taşıma yapmakta üç ayrı noktada eğimi değiştirmekte ve düşük eğimle başlayıp tepede yaklaşık %60 gibi bir eğime ulaşmaktadır. Bu funiküler 1938'e kadar çalışmıştır [1-4].

## 3. FÜNİKÜLER MEKANİK TASARIMI

Şematik genel görünümü Şekil 2'de gösterilen 40 koltuk kapasiteli ve 60 yolcu alabilen 2 adet 20 ton ağırlığında kabini olan ve 4.5 m/s hızla 1.5 dak yolculuk süresine sahip 400 metre mesafede çalıştırılan bir yatay asansöre ait hesaplar verilmektedir [2,5,6].



Şekil 2. İki kabinli TUNEL'in şematik görünümü

a) Tahrik edilen halatın hesabı

Bir halata gelen maksimum yük, yürüme ve ivmelenme direnci ile halat ağırlığından oluşmaktadır. Kabinler birbirini çekecek şekilde tertip edildiğinden, en kritik hal I'nci vagonun tam dolu II'nci vagonun ise boş olması halidir.

Yürüme direnci  $Q_K$ , kabin ağırlığı,  $Q_y$ , yolcu ağırlığı,  $D$  tekerlek çapı,  $d$ , aks çapı,  $f$ , yuvarlanma sürtünme moment kolu,  $\mu$ , sürtünme katsayısı ve  $v$ , tekerlek emniyet katsayısı olmak üzere

$$W_{y1} = \frac{v \cdot (Q_K + Q_y)}{D} \cdot (\mu \cdot d + 2 \cdot f) , \quad (1)$$

ile ifade edilir. İvmelenme direnci ise,  $b$ : ortalama yol verme ivmesi olmak üzere

$$W_{i1} = v \cdot (Q_K + Q_y) \cdot \frac{b}{g} , \quad (2)$$

dir. Bu durumda halata gelen maksimum çekme kuvveti:

$$S_{\max} = (W_{y1} - W_{y2}) + (W_{i1} - W_{i2}) + Q_H , \quad (3)$$

olarak ifade edilir. Burada  $Q_H$ , halat ağırlığıdır. Halat emniyet katsayısı yaklaşık ( $v_B = 40$ ) alınarak, çelik özlü halat seçilir.

b) Germe halatı hesabı

Halat yerden yukarıda olduğundan halat ağırlığı etkin olacaktır. Halata gelen maksimum yük :

$$S_{\max} = (Q_A + Q_H) \cdot \left(1 + \frac{b}{g}\right) , \quad (4)$$

dür. Burada  $Q_A$ , germe ağırlığı,  $Q_H$ , halat ağırlığıdır.

c) Kasnakların seçimi ve hesabı

Finüküler sistemde farklı maksatlarla kullanılan halat kasnakları bulunmaktadır. Bunlarda tahrik kasnağı çapı  $D_T = 100 \cdot d$  mm ile hesaplanır. Kasnak çapı kontrolü için  $D_T \geq 500 \cdot \delta_{\max}$  şartı araştırılır. Düzeltme kasnağı çapı  $D_D = 50 \cdot d$  ile hesaplanır. Hesaplarda yer alan  $d$  halat çapıdır. Karşı kasnak çapı  $D_K = 100 \cdot d$  ile hesaplanır. Tahrik kasnağı çapı ile aynı kasnak çapı alınmıştır. Karşı kasnak yatay düzlemde hareketli araba üzerine yerleştirilmiştir.

Saptırma kasnağı, karşı kasnağın üzerinde olduğu araba mekanizmasına bağlı germe halatını saptırmada kullanılan kasnaktır ve  $D_S = 50 \cdot d$  ile hesaplanır. Kasnak çapı kontrolü için  $D_T \geq 500 \cdot \delta_{\max}$  şartı araştırılır.

Sabit makara seçimi ve hesabı  $D_M = 50 \cdot d$  bağıntısı ile yapılır. Saptırma kasnağı ile sabit makara çapı eşit alınabilir.

d) Tahrik kabiliyeti

Tahrik kasnağında  $\gamma = 40^\circ$  olan kama yiv kullanılmış ve halatın kasnak üzerindeki sarım açısı  $\alpha = 250^\circ$  alındığına göre kritik hal için ,

$$\frac{S_1}{S_2} \cdot C_1 \cdot C_2 \leq e^{\mu\alpha} \quad , \quad (5)$$

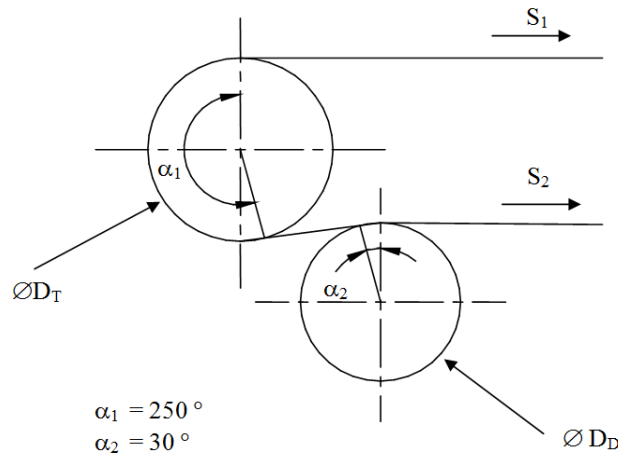
ile hesaplanır. Burada kabin anma hızı için  $C_1 = 2$ , kama yivi için  $C_2 = 1.2$  dir. (5) ifadesinde yer alan kuvvetler Şekil 3 üzerinde gösterilmiştir.

$$S_1 = W_{y1} + W_{i1} \quad \text{ve} \quad S_2 = W_{y2} + W_{i2} \quad .$$

Kasnak yivi üzerinde çalışan halatın yarattığı yüzey basıncı

$$p = \frac{S_1 - S_2}{D \cdot d} \cdot \frac{1}{\sin \gamma / 2} \quad , \quad (6)$$

bağıntısı ile hesaplanır.



Şekil 3. Tahrik kabiliyeti

e) Kabin tekerleği ve ray hesapları

Her kabinde 8 adet tekerlek kullanıldığı kabul edilirse, ray flambaj kontrolü için raya gelen kritik kuvvet :

$$P_K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_X}{L^2} \quad , \quad (7)$$

dir. Burada  $I_X$  atalet momenti ve  $L$  , mesnetler arası mesafedir. Frenleme anında bir raya gelen kuvvet :

$$P_F = 25 \cdot (Q_K + Q_y) \quad (8)$$

dir. Bu durumda tek bir raya etkiyen toplam kuvvet :

$$P_R = 0.105 \cdot (P_F + G_R) \quad , \quad (9)$$

burada bir rayın kütlesi  $G_R$  dir. Eğilme gerilmesi kontrolü için çarpma kuvveti

$$P_C = 1.05 \cdot \frac{Q_K + Q_y}{2} \quad (10)$$

ile hesaplanır. Eğilme gerilmesi ise ray kesit alanı A olmak üzere  $\sigma = P_C / A$  ile bulunur.

Rayda oluşacak sehim ise

$$e = \frac{P_C \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \quad (11)$$

ile hesaplanmalıdır. Rayların patenlerden kurtulma mesafesi olarak ray cinsine göre  $e_{em} = 5$  cm alındığından emniyetli olup olmadığı kontrol edilir [2].

#### 4. DÜNYANIN İLK YER ALTI FÜNİKÜLERİ “TÜNEL”

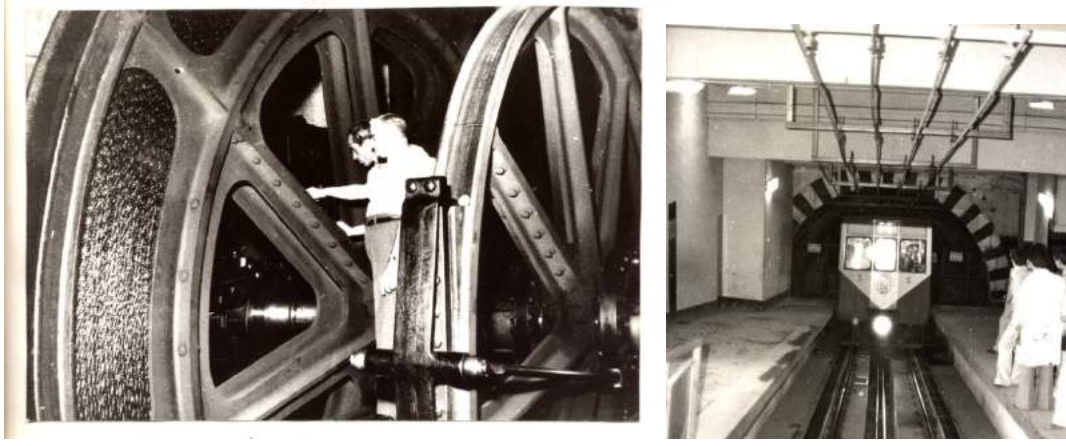
İstanbul’da yer alan füniküler, 1900’lü yılların en göze çarpan yeniliklerindedir. Eugene-Henri Gavand adlı bir Fransız mühendis 1867 yılında turistik bir gezi yapmak için İstanbul’a gelmiştir. Gavand bu gezisi sırasında, İstanbul’un iki önemli merkezi olan Galata ve Beyoğlu (Pera) arasında çok sayıda insanın gidip geldiğini gözlemlemiştir. Galata’nın önemli bir mali ve ticari merkez olmasının yanında Beyoğlu’da hareketli ve cazip bir eğlence yeridir. Gavand’ın tespitlerine göre bu iki hareketli merkez arasında günde ortalama 40000 kişi gidip gelmektedir. Fakat Yüksekaldırım bu yoğunluğu taşıyamamaktadır. Her şeyden önce bu caddede %24 gibi çok önemli sayılabilecek bir eğim mevcuttur. Caddenin genişliği ise ancak 6m’dir. Hatta yer yer 4 m’ye düşmektedir. Bu şartlarda yaya yürümek çok güç ve yorucu olmaktadır. Atla gidildiğinde ise çekilen zorluk yanında bir de düşme tehlikesini göze almak gerekmektedir [3].

Gavand’ın bulduğu çözüm şudur: Galata ile Beyoğlu arasında yapılacak asansör tipinde bir yer altı demiryolu (Tünel) ile insanları ve eşyaları taşımak mümkün olacaktır. Böylece halk için önemli bir kolaylık getirilmiş olacağı gibi kendisi de bu sayede kazanç elde etmiş olacaktır.

Tünel’in inşaatına 1871 yılında başlanmış 1875 yılında hizmete açılmıştır. Tünel ilk zamanlarda 150HP gücünde iki buhar makinası ile çalıştırılıyordu.

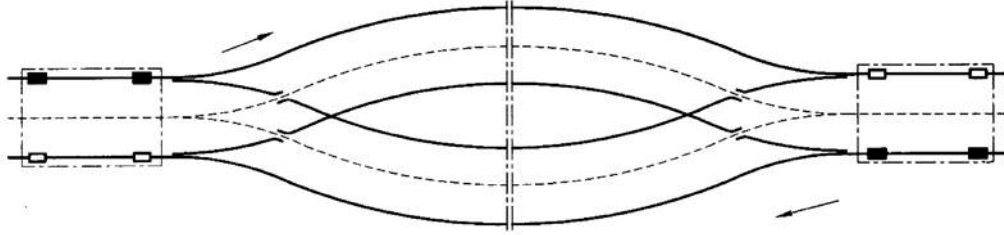
1968 yılında modern teknolojinin icaplarına uymak amacıyla tünelin yenilenmesine karar verilmiştir. Bu hususta tünel elektrikle çalışır hale getirilecek ve bunun yanında bazı iyileştirilmelere de gidilecektir. Bu çalışmalar 3 yıl sürmüştür. Galata istasyonuna da yeni bina yapılmıştır. Birkaç gün süren deneme seferleri boyunca vagonlarda kum torbaları taşındıktan sonra 9 kasım 1971 tarihinden itibaren yolcu taşınmasına başlanmıştır. Şimdi ki sistemde, üst istasyonda yer alan makara Şekil 4’de gösterilmiştir.





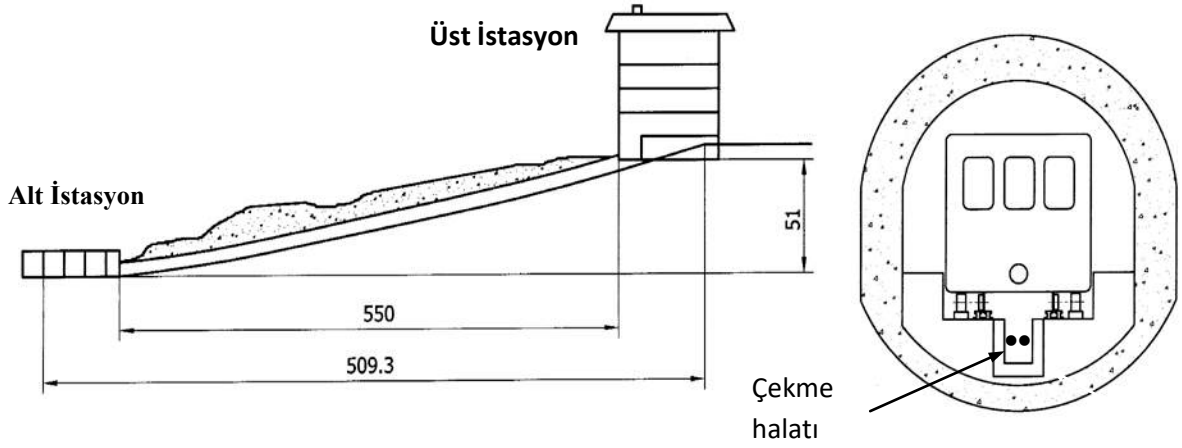
Şekil 4. Tünel makarasının resimsel görüntüsü

Tünelin boyu 555.80, çapı 6.70 yüksekliği 4.90 metredir. Tünelin içinden geçen demiryolunun uzunluğu ise 626 metredir. Demiryolu çift hat olarak yapılmıştır (Şekil 5). Raylar çelikten olup, metre başına 25 kg ağırlığındadır. İki ray arasındaki mesafe 1.5 metredir. Demiryolunun profili düz değildir [6].



Şekil 5. Rayların yapısı

Galata tarafının başlangıcında oldukça hafif bir rampa vardır. Bunun nedeni vagonların daha sonraki yokuşu aşabilmeleri için yeterli hızı kazanmalarını sağlayabilmektir. Bu şekliyle demiryolu hattı parabolik bir görüntü vermektedir. Galata yönünde metrede 10-20 mm arası bir eğim vardır. Bu eğim giderek artmakta ve metre başına 149 mm olarak en üst seviyesine çıkmaktadır. Bu seviye 90 m'lik bir mesafe boyunca Tünelin çıkışına kadar sabit kalmaktadır. Daha sonra hafif bir azalma ile Beyoğlu istasyonuna metrede 139 mm'lik eğimle ulaşmaktadır. Galata'da demiryolunun deniz seviyesinden yüksekliği 1.15 metredir. Beyoğlu istasyonunda ise bu yükseklik 62.70 metredir (Şekil 6). İki istasyon arasındaki seviye farkının 61.55 metre olduğunu göz önünde bulundurulursa ortalama eğimin metrede 101mm olduğu anlaşılır. Demiryolu hattı parabolik olarak yapılırken iki amaç güdülmüştür. Birincisi tünelin üst seviyesi ile yukarıda bulunan evlerin temelleri arasında kalın bir toprak bulunmasını sağlamak, ikincisi ise Beyoğlu'ndaki yüksek eğim sayesinde, halatlar tarafından çekilen vagonların buhar gücünü kullanmaya gerek kalmadan harekete geçmelerini temin etmek.



Şekil 6. Tünel'in profili

Tünelin elektrikli yeni şekliyle teknik özellikleri şöyledir; gidiş uzunluğu 573 metre, hızı maksimum 8.33 m/s minimum 1.5m/s, vagon sayısı 2, yolcu kapasitesi 24 oturarak 146 ayakta toplam 170 yolcu, vagon boyu 16 metre, sefer süresi 90 saniye, bekleme süresi 3.5 dakika, çekici yuvarlak çelik halat kalınlığı 30 milimetredir.

#### 4.1 Tünel ile ilgili teknik bilgiler

**Enerji sistemi;** sisteme dışarıdan gelen 10.000 volt alternatif akım makine dairesinde bulunan indirici trafoya gelir, 380 volt olarak trafodan çıkan enerji elektrik panosuna giriş yapar. Panoya gelen enerji yıldız üçgen şalteri vasıtasıyla 380 V-375 KW gücündeki asenkron motoru çalıştırır. Asenkron motoru 220 V- 8 KW gücündeki alternatörü çevirir. Alternatörden üretilen gerilim elektronik kartlara gider, bu kartlarda doğru akıma çevrilen enerji 277 KW 440 volt ve 630 A kapasiteli Ward-Leonard sistemine gelir. Alternatif akımı doğru akım olarak alan sistem enerjiyi cer motoruna ileterek, bağlı redüktör ve volanı harekete geçirir.

**Vagonlar;** sistemde iki vagon bulunmakta olup, ağır yük taşıyıcı tipte havalı lastikli tekerleklerle teçhiz edilmiş, çift bojlili ve çift dingillidir. Vagonlarda her iki dingilin bir ucunda araca istikamet veren kılavuz tekerlek bulunmakta diğer ucunda lastiklerin patlaması durumunda emniyet olarak kullanılan madeni tekerlek bulunmaktadır ve bu tekerleğe fren sistemide monte edilmiştir. Araçta 8 adet lastik tekerlek bulunmakta olup, vagonun yükünü bu tekerlekler taşımaktadır.

**Tünel yolu;** lastik tekerleklerin gittiği beton plakalardan oluşan Lonjin isimli kısım, vagonların istikametini belirleyen ve iki rayın yan yana monte edildiği istikamet rayları, araçların çekildiği çelik halatların yönlendirildiği rulolar ve enerji sistemini taşıyan katener sistemden oluşur.

**Lonjin;** lastik tekerlekler lonjinlerin üzerinde seyretmekte olup, sistem portatif yol olarak dizayn edilmiştir. Yolu teşkil eden plakaların uzunluğu 300x26x10 cm ebadında beton plakalardan oluşmakta olup, bu plakalar yola saplamalarla monte edilmiş olup, gerektiğinde kısmi yenileme işlemi pratik olarak yapılabilmektedir.

**Çelik halatlar;** vagonlar çelik halatlar yardımıyla çekilerek iki nokta arasında gidip gelmektedir. Halatların çapı 30mm olup, bu çap 104 adet çelik telin örülmesi ile oluşmaktadır.

**Kablo germe merkezi;** kablolarda gerek hava şartlarından gerekse malzeme yorulmasından ötürü meydana gelebilecek uzama ve kısalmalar, Karaköy istasyonu sonunda bulunan ve ağırlık sistemi ile kabloyu geren “Kontrpua merkezi” bulunmaktadır. Bu merkezde kablonun kopması veya aşırı uzaması sonucu switch’ler tarafından aracı frenlenerek muhtemel bir kaza bertaraf edilir, kablo germe işlemi merkezde bulunan 34 ton ağırlıktaki bloklarla gerçekleştirilmektedir.

**Kılavuz tekerlekler;** dingile takılan kılavuz tekerlekler yol boyunca çift hat olarak ve yan yana döşenen iki rayın ortasından gidip gelmek sureti ile aracın güzergahtan çıkmasını önlemektedir.

#### **4.2 Güvenlik ekipmanları**

**Hava Freni:** araçlarda bulunan 4 kılavuz 4 yedek metal tekerlekleri hava basıncı ile bağlayan balata frenidir. Bu fren çok etkili olup, bir araçta bulunan 8 tekerleği bağlamak suretiyle etkisini gösterir.

**Elektrik Freni:** hizmet freni olarak kullanılmakta olup, aracın istasyonda durmasını sağlamaktadır.

**İmdat Freni:** arabanın kapı üstlerinde ve herhangi bir olay karşısında yolcuların kullanması için, dizayn dilen fren olup, bu fren makina dairesinde bulunan (çekme) tahrik halatı volanını durdurarak etkisini gösterir. Ayrıca halatın kopması durumunda aracı acilen durdurmak için, kullanılan acil şaro kontağı freni mevcut olup, bu fren arabanın altında bir ucu kabloya diğer ucu kontağa bağlı fren sistemidir.

### **5. KABATAŞ-TAKSİM FÜNİKÜLER SİSTEMİ**

Taksim ile Kabataş arasındaki raylı sistemin özelliklerinin belirlenmesinde en önemli etken, hattın oldukça eğimli bir arazide yer alacak olmasından dolayı maksimum eğim değerleri olmuştur. Bu çerçevede, hat için en uygun sistemi belirleyebilmek amacıyla, öncelikle eğimin sistem üzerindeki etkisi incelenmiştir. Hattın önerilen ortalama eğimi yaklaşık %22 civarındadır. Çeşitli raylı sistem türleri arasında yapılan karşılaştırmada, bu kadar yüksek bir eğimde çalışabilecek en güvenli ve yatırım ve bakım maliyeti açısından en ekonomik sistemin füniküler sistem olduğu görülmüştür.

#### **5.1 Hattın Özellikleri ve Araçların Kapasitesi**

Tesis edilen füniküler sistemin gereksinimleri göz önünde bulundurularak, hat özelliklerinin (maksimum hız, yavaşma/manevra hızı, vs.) optimum şekilde belirlenmesi gerekti. Bu parametrelerden yola çıkarak araç kapasitesi tespit edilmiştir.

Sistemin maksimum hızı 10 m/s ve buna göre saatteki hız 36 km/s'dir. Diğer hat karakteristikleri ve araç özellikleri aşağıdaki Çizelge 1’de özetlenmektedir.

Çizelge 1. Kabataş-Taksim funiküler sistemin teknik özellikleri

Araç Özellikleri	
Maksimum hız (m/s)	10
Maksimum Yükle Kapasite (yolcu/m <sup>2</sup> )	5
Araç Başına Koltuk Sayısı	48
Oturan Yolcular için Gereken Alan	14
Ayaktaki Yolcu Sayısı	327
Ayaktaki Yolcular için gereken Alan (m <sup>2</sup> )	65
Yolcular için Gereken Toplam Alan (m <sup>2</sup> )	79
Sürücü Kabini için Gereken Alan (m <sup>2</sup> )	2
Toplam Alan (m <sup>2</sup> )	81
Aracın İç Genişliği (m)	2.8
Aracın Dış Genişliği (m)	2.9
Aracın Uzunluğu (m)	34.55
Aracın Boş Ağırlığı (kg)	40,000
Yolcuların ve Sürücünün Ağırlığı (kg)	66,250
Maksimum Ağırlık (kg)	84,625

Hat Karakteristikleri ve Araç Kapasitesi	
Maksimum hız (m/s)	10
Hızlanma İvmesi (m/s <sup>2</sup> )	0.32
Terminal girişinde sünme hızı	0.5
Seyahat süresi(s)	110
Yavaşlama İvmesi (m/s <sup>2</sup> )	0.32
Tahmini durma süresi (s)	69
Maximum eğim	%22
Toplam Uzunluk (m)	640
Trenin katedeceği yol uzunluğu	595
İstasyon boyu (m)	75
Yolculuk Süresi (s)	110
Durma ve İnme-Binme Süresi (s)	69
Toplam Sefer Süresi (s)	179
Saatteki Sefer Sayısı	20
Yolculuk Talebi (yolcu/saat/yön)	7500
Araç Kapasitesi	375

## SONUÇ

Bu çalışmada, şehir içinde yüksek taşıma kapasitesine sahip, funiküler sistemler ve Türkiye’de ki uygulamaları ele alınmıştır. Kısa mesafe az durak sayılarında yüksek taşıma kapasitesi sunan bu sistemler insan hareketliliğinde önemli bir alternatiftir. Çalışma prensibi bakımından klasik asansör sistemlerinin bir benzeridir.

## KAYNAKLAR

- [1] **Url-1**, [http://en.wikipedia.org/wiki/Funicular#History\\_2](http://en.wikipedia.org/wiki/Funicular#History_2)
- [2] **İmrak, C.E. Gerdemeli, I.**, 2000. *Asansörler ve Yürüyen Merdivenler*. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [3] **Schneigert, Z.**, 1966. *Aerial Ropeways and Funicular Railways*. Pergamon Press, Oxford.
- [4] **Strakosch, G.R.**, 1982. *Vertical Transportation: Elevators and Escalators*. John Wiley & Sons, New York.
- [5] **Engin, V.**, 2000. *TÜNEL*, Simurg yayınları, İstanbul.
- [6] **İmrak, C.E., Özkirim, M.**, 2002. Funicular Systems and an Early Application in Istanbul *Elevator Technology 12, Proc. of ELEVCON 2002*. Editör A. Lusting. IAEE Publ., Milano, s. 151-160.

# ASANSÖR KUYULARININ BASINÇLANDIRMA HESAP KURALLARI

R.Engin Turgay

Makina Mühendisi, İzmir  
Eposta: [enginturgay@turastrade.com](mailto:enginturgay@turastrade.com)

**Özet:** Bu çalışmada, binalarda çıkabilecek yangın esnasında bir baca gibi görev yaparak asansörlerde can ve mal kaybına sebebiyet verebilecek bir tehlikeyi önlemek amacıyla; günümüz şartname ve yönetmeliklerinde mecbur tutulan “asansör kuyularının basınçlandırılmasını” hesap ve yöntemleri anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Asansör, kuyu, basınçlandırma, yangın yönetmeliği

## Giriş

19 Aralık 2007 tarih ve 26735 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin” altıncı bölüm 62. ve 63. maddelerinde asansörlerin özellikleri tanımlanmış ve bazı yeni kriterler getirilmiştir. Bu yönetmelikten bazı önemli maddeler aşağıdaki gibidir.

**MADDE 62/2:** Asansör kuyusu ve makina dairesi, yangına en az 60 dakika dayanıklı ve yanıcı olmayan maddelerden yapılır.

**MADDE 62/4:** Asansör kuyusunda en az 0,1 m<sup>2</sup> olmak üzere kuyu alanınının 0.025 katı kadar bir havalandırma ve dumandan arındırma bacası bulundurulur **veya kuyular basınçlandırılır**. Aynı anda bodrum katlara da hizmet veren asansörlere, bodrum katlarda korunmuş bir koridordan veya bir yangın güvenlik holünden ulaşılması gerekir. Asansörlerin kapıları, koridor, hol ve benzeri alanlar dışında doğrudan kullanım alanlarına açılmaz.

**MADDE 63/6:** **Acil durum asansörünün makina dairesi ayrı olur ve asansör kuyusu basınçlandırılır denilmektedir.**

Yukarıdaki maddelerden de anlaşılacağı gibi yüksek yapılarda mecbur tutulan acil durum asansörü ile diğer yapılardaki asansör kuyularında isteğe bağlı olarak basınçlandırma sistemlerinin yapılması gerekmektedir.

## 1. Önemli Kriterler

Asansör kuyularının basınçlandırılma hesaplarını yaparken, yapılması düşünülen asansörde kullanılan kat kapılarının tipi ve bekleme anında, varsa açık bekleyen kapıların sayısı önceden bilinmelidir. Bu nedenle basınçlandırma yapabilmek için binada kullanılacak asansör sayısı, asansörlerin mimari projedeki konumları ve özellikleri önceden bilinmek zorundadır.

Basınçlandırma sistemi çalıştığı zaman, bütün kapılar kapalı ise basınçlandırılan Asansör kuyusu ile bina kullanım alanları arasındaki basınç farkı 50Pa olmalıdır. Açık bekleyen asansör kat kapısı bulunuyorsa bu basınç farkı 15Pa olmalıdır.

Asansör kat kapıları binanın merdiven kovasına yani merdiven sahanlığına açılması kaçınılmazdır. Şayet binanın merdiven kovasına da basınçlandırma sistemi uygulanmış ise asansör kuyusundaki basıncın merdiven havasına uygulanan basınçtan daha yüksek olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Kat kapılarında yarım otomatik kapı tipi kullanılması halinde, kapılarda bulunan kapı kapatma yayının oluşturacağı kapatma kuvvetinin, basınçlı havanın oluşturacağı açma kuvvetinden büyük olması gerekir. Şayet bu şekilde ayarlanmış yarım otomatik kapı yayları kapılarının normal zamanlardaki çalışma konforunu olumsuz yönde etkileyip sert kapanmalarına sebep oluyorsa, bu takdirde basınçlandırma hesaplarında açık bekleyen kat kapısı konumu dikkate alınarak hesap yapılmalıdır.

Basınçlandırma sistemi çalıştığında; açık bekleyen kat kapısından basınçlandırılmış asansör kuyusuna duman girişini engelleyecek yeterlilikte hava hızını sağlayabilmelidir. Her hangi bir kapının tamamının açık olması halinde oluşacak hava akımının ortalama hız büyüklüğü 1m/sn den az olmamalıdır.

Basınçlandırma havasının debisi, asansör kuyusundaki toplam sızıntı alanlarından dışarıya kaçan hava miktarını karşılayabilecek miktarda olmalıdır. Yarım otomatik kapılı asansörlerde kapı başına 0,09 m<sup>3</sup>/sn kadar mevcut debiye ilave edilmelidir.

## 2. Hesaplama Kuralları

Yukarıdaki bilgilerden de anlaşılacağı gibi basınçlandırma sistemini etkileyen üç önemli faktör vardır. Bunlar:

- 2.1- Delik veya benzeri yerlerden oluşan Hava Sızıntısı [Q<sub>A</sub>]
- 2.2- Çeşitli açıklıklarda oluşan Hava Hızı değeri [Q<sub>V</sub>]
- 2.3- Hacimler arasındaki Basınç Farkı [Q<sub>P</sub>]

Basınçlandırma hesapları yapılırken bu üç ana faktöre göre ayrı ayrı basınçlandırma hava debisi bulunur ve bunların içinden en büyük olanı alınarak gerekli fan seçimi yapılır. Şimdi bu üç duruma göre basınçlandırma havası debilerini hesaplama yöntemlerini inceleyelim.

### 2.1 Hava Sızıntı Kriterine Göre [Q<sub>A</sub>]

$$Q_A = 0,83 \times A_T \times (\Delta P)^{1/2}$$

[m<sup>3</sup>/Sn]

1

A<sub>T</sub> = Toplam sızıntı alanı [m<sup>2</sup>]

$\Delta P =$  Hacimler arası max basınç farkı [Pa]

Bir asansörün kuyusunda hava sızıntısı, kuyunun yanal duvarlarındaki olası kılcal veya diğer çatlaklardan, asansör kat kapılarındaki boşluklardan, açık durumdaki kat kapılarından ve kuyu üstü betonundaki çeşitli halat vs. deliklerinden oluşur. O halde  $[A_T]$  değeri bu olasılıklara göre hesaplanmalıdır.

$$\Sigma A_T = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \text{ [m}^2\text{]}$$

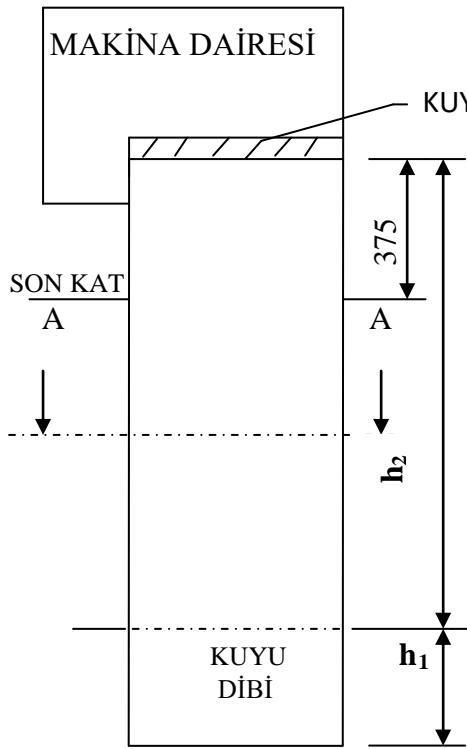
$A_1 =$  Yan duvarlardaki sızıntı alanı [m<sup>2</sup>]

$A_2 =$  Kapılarda oluşan sızıntı alanı [m<sup>2</sup>]

$A_3 =$  Kuyu üstü betonundaki sızıntı alanı [m<sup>2</sup>]

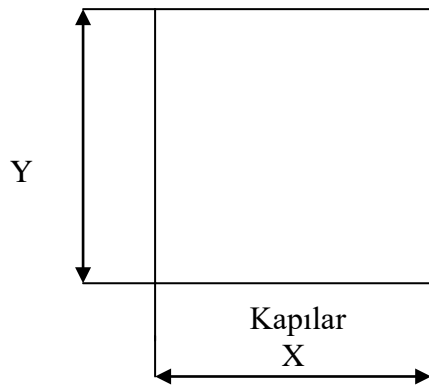
$A_4 =$  Kuyu dibinde oluşan sızıntı alanı [m<sup>2</sup>]

**$A_1 =$  Yan Duvarlardaki Sızıntı Alanı AN DUVARLARDAKİ SIZINTI ALANI [m<sup>2</sup>]**



$h_1 =$  Toprak temaslı kuyu dibi yanal duvar yüksekliği  
 $h_2 =$  Toplam kuyu yüksekliği

- ❖ Toprak temaslı kuyu dibi boşluklarında [ $h_1$ ] yüksekliğindeki yanal duvarlardan sızıntı olmayacağından hesaba katılmaz
- ❖ Hava temaslı kuyu dibi boşluklarında ise [ $h_1$ ] yüksekliği de hesaba katılacaktır.



Toprak temaslı kuyu dibi için;

$$A_1 = [2 (x+y) \times h_2 - n \times A_k] \times k$$

Hava temaslı kuyu dibi için;

$$A_1 = [2 (x+y) (h_1 + h_2) - n \times A_k] \times k$$

şeklinde

yazılacaktır. Burada:

A-A KESİTİ

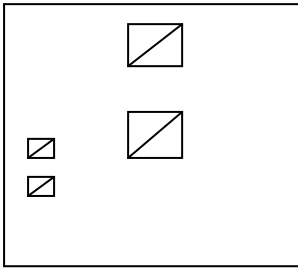
n = Asansör kat kapısı sayısı  
A<sub>k</sub> = Asansör kapısı net alanı (açılır kısmının)  
k = Sızıntı alan oranıdır. (Tablo 1 den)

### A<sub>2</sub> = Kapılarda Oluşan Sızıntı Alanı [m<sup>2</sup>]

$$A_2 = n \times S \quad [m^2]$$

$$S = 0,06 \quad [m^2] \quad (\text{Tablo 2})$$

### A<sub>3</sub> = Kuyu Üstündeki Sızıntı Alanı [m<sup>2</sup>]



Büyük delikler = 20x20 cm

Küçük delikler = 10x10 cm

Kuyu üstü betonunda; hem çeşitli halat deliklerinden hem de betonun kendisindeki çatlaklardan sızıntı olmaktadır. Bunlar

A<sub>B</sub> = Betondaki sızıntı alanı

A<sub>D</sub> = Deliklerdeki sızıntı alanı olup

$$A_3 = A_B + A_D \quad \text{olacaktır.}$$

$$A_B = (X \times Y) \times k \quad [m^2]$$

$$A_D = 2 (0,20 \times 0,20 + 0,10 \times 0,10) \quad [m^2]$$

### A<sub>4</sub> = Kuyu Dibinde Oluşan Sızıntı Alanı

Daha önce de söylediğimiz gibi “toprak temaslı” kuyu dibi boşluklarında bu hesap yapılmayacaktır.

$$A_4 = (X \times Y) \times k \quad [m^2]$$

Buradan [A<sub>T</sub>] hesaplanıp 1 Nolu formüle uygulanarak [Q<sub>A</sub>] hesaplanmış olacaktır.

## 2.2. Hava Hızı Değerine Göre [Q<sub>V</sub>]



Acil çıkış katındaki asansör kat kapısının açık olması halinde, bu kapıdan akan hava hızının en az 1m/sn. olması için gerekli hava debisi hesaplanacaktır.

$$Q_K = A_K \times V \quad [m^3/sn]$$

V= Hava hızı [m/sn]

A<sub>K</sub>= Asansör kat kapısının net açık alanı olsun.[m<sup>2</sup>]

A<sub>V</sub>= Acil çıkış katındaki koridordan dış ortama akacak havalandırma açıklığı [m<sup>2</sup>]

$$A_V = Q_K / 2,5 \quad [m^2] \text{ olmalıdır.}$$

A<sub>e</sub> = Acil kaçış katındaki efektif akış alanı olup

$$A_e = \frac{A_K \times A_V}{\sqrt{A_K^2 + A_V^2}} \quad [m^2]$$

şeklinde hesaplanacaktır.

ΔP<sub>e</sub>= Efektif akış alanından hava akışı olabilmesi için gereken basınç farkıdır.

**\* Dış ortama akabilecek havanın debisi**

Q<sub>K</sub>= 0,83 x A<sub>e</sub> x ΔP<sub>e</sub><sup>1/2</sup> idi. buradan; (Formül 1 )

$$\Delta P_e = \left( \frac{Q_K}{0,83 \times A_e} \right)^2 \quad [Pa] \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

Bütün bunlar bilindikten sonra

$$A_{VT} = A_K + A_e + A_{DE}$$

A<sub>VT</sub>= Hava hızı oluşan toplam sızıntı alanı [m<sup>2</sup>]

A<sub>DE</sub>= Kapalı kapıların olduğu diğer katlardaki efektif sızıntı alanı [m<sup>2</sup>]

$$A_{DE} = \frac{A_{2D} \times A_{1D}}{\sqrt{A_{2D}^2 + A_{1D}^2}} \quad [m^2]$$

$A_{1D}$  = Diğer katlardaki duvar sızıntı alanı [ $m^2$ ]

$A_{2D}$  = Diğer katlardaki kapalı kapı sızıntı alanı [ $m^2$ ]

$$A_{2D} = (n-1) \times S \quad [m^2]$$

S = Sızıntı alanı (tablo 2)

$A_K$  = Asansör kat kapısının net açık alanı . [ $m^2$ ]

$$A_{1D} = [2(n-1) (x+y) \times h_2 - (n-1) A_K] k \quad [m^2]$$

n = Durak sayısı

Toplam sızıntı alanı  $A_{VT}$  ile gerekli basınç farkı  $\Delta P$  hesaplandıktan sonra formülde yerine konularak  $Q_V$  hesaplanacaktır.

$$Q_V = 0,83 \times A_{VT} \times (\Delta P_e)^{1/2} \quad [m^3/sn]$$

### 2.3- Hacimler Arasındaki Basınç Farkına Göre [ $Q_P$ ]

$A_{AK}$  = Acil çıkış katında açık bekleyen kapı ile dış ortam arasındaki toplam sızıntı alanı

$$A_{AK} = A_K + A_e \quad [m^2]$$

$A_{KK}$  = Kapalı kapılardan  $15P_a$  basınç farkına göre oluşan sızıntı alanı

Bir önceki hesapta, formülde yer alan alanları hesaplamıştık bunlar aşağıdaki formülde yerine konulacaktır.

$$Q_{AK} = 0,83 \times A_{AK} \times (\Delta P)^{1/2} \quad \Delta P = 15 P_a \text{ için}$$

$$Q_{KK} = 0,83 \times (n-1)S \times (\Delta P)^{1/2} \quad [m^3/sn]$$

$$Q_P = Q_{AK} + Q_{KK} \quad [m^3/sn]$$

Yukarıdaki formüllerle hesaplanan [ $Q_A$ ], [ $Q_V$ ] ve [ $Q_P$ ] değerlerinden en büyük olanı sistemde kullanılacak olan fanın seçiminde göz önüne alınacaktır.

Seçilen FAN büyük bir ihtimalle makine dairesine konulacaktır. Makina dairesinde makinanın oturduğu kuyu üstü betonu ve buradaki çeşitli delikler dikkate alınırsa asansör kuyusuna yapmaya uğraştığımız basınçlandırma sisteminin girişi bu deliklere çok yakın olmamalıdır.

Aksi halde kuyuya gönderdiğimiz hava bu deliklerden kısa yoldan makine dairesine çıkararak kuyunun basınçlandırması başarılı olmayacaktır.

### 3. Örnek Hesap

Kuyu ölçüleri X=180 cm, Y=220 cm olan 10 katlı bir binaya kurulmuş 10 duraklı ve 630 kg taşıma kapasiteli bir asansörün kuyu dibi toprak temaslı ve kat yükseklikleri h=2,95 [m] dir.

Merdiven kovasının basınçlandırılmadığı bu binadaki asansör kuyusunun basınçlandırma hesabını yapalım.

NOT: Kat kapıları, 80 x 200 cm yarım otomatik, kabin katlanır kapıdır.

Verilenler:

$$X= 180\text{cm} =1,8\text{m}$$

$$Y= 220\text{cm} = 2,2\text{m}$$

$$n= 10 \text{ durak}$$

$$h_1= 140\text{cm} (\text{TS } 10922 \text{ çizelge } 2)$$

$$\text{kapı}= 80 \times 200 \text{ cm}$$

Hesaplar:

$$h_2= (n-1) \times h + 3,75 \text{ [m]}$$

$$h_2= (10-1) 2,95 + 3,75$$

$$h_2= 29,3 \text{ [m]}$$

#### 3.1-Hava Sızıntı Kriterine Göre [Qn]

$$Q_A = 0,83 \times A_T \times (\Delta P)^{1/2} \text{ [Pa]}$$

$$A_T= A_1 + A_2 + A_3$$

Toprak temaslı olduğu için A4 hesaba katılmayacaktır.

$$A_1= 2[(x+y) \times h_2 - n \times A_K] k$$

$$A_K= 0,8 \times 2 =1,6 \text{ m}^2$$

$$k= 0,18 \times 10^{-3} \text{ (Tablo 1)}$$

$$A_1= 2[(1,8+2,2) \times 29,3 - 1,6 \times 10] \times 0,18 \times 10^{-3} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_1= 218,4 \times 0,18 \times 10^{-3}$$

$$\boxed{A_1= 0,0393} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_2= n \times S$$

$$S= 0,06 \text{ [m}^2\text{]} \text{ (Tablo 2)}$$

$$A_2= 10 \times 0,06$$

$$\boxed{A_2= 0,6} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_3= A_B + A_D$$

$$AB = (X \times Y) \times k$$

$$AB = 1,8 \times 2,2 \times 0,18 \times 10^{-3}$$

$$AB = 0,00071 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$AD = 2(0,2 \times 0,2 + 0,1 \times 0,1)$$

$$AD = 0,1 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\boxed{A_3 = 0,00071 + 0,1 = 0,100071} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$AT = 0,0393 + 0,6 + 0,100071$$

$$AT = 0,74 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$QA = 0,83 \times 0,74 \times 501/2$$

$$QA = 0,83 \times 0,74 \times 7,07$$

$$QA = 4,34 \text{ [m}^3\text{/sn]}$$

$$QA = 4,34 \times 3600 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$\boxed{Q_A = 15624} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

### 3.2 Hava Hızı Değerine Göre [Q<sub>V</sub>]

$$Q_K = A_K \times V$$

$$A_K = 1,6 \text{ m}^2 \text{ idi}$$

$$Q_K = 1,6 \times 1 = 1,6 \text{ [m}^3\text{/sn]}$$

$$A_V = Q_K / 2,5$$

$$A_V = \frac{1,6}{2,5} = 0,64 \text{ m}^2$$

$$Ae = \frac{A_K \times A_V}{\sqrt{A_K^2 + A_V^2}}$$

$$Ae = \frac{1,6 \times 0,64}{\sqrt{1,6^2 + 0,64^2}} = \frac{1,024}{\sqrt{2,96}}$$

$$Ae = \frac{1,024}{1,72}$$

$$Ae = 0,59 \text{ m}^2$$

$$\Delta P = \left( \frac{Q_K}{0,83 \times Ae} \right)^2$$

$$\Delta P = \left( \frac{1,6}{0,83 \times 0,59} \right)^2$$

$$\Delta P = 10,69 \text{ [Pa]}$$

$$A_{ID} = [2(n-1)(x+y) \times h_2 - (n-1) A_K] \times k$$

$$h_2 = 2,95 \times 9 = 26,55$$

$$A_{ID} = [2(10-1)(1,8+2,2) \times 26,55 - (10-1) \times 1,6] \times 0,18 \times 10^{-3}$$

$$A_{1D} = (2 \times 9 \times 4 \times 26,55 - 9 \times 1,6) \times 0,18 \times 10^{-3}$$

$$A_{1D} = 2095,2 \times 0,18 \times 10^{-3}$$

$$A_{1D} = 0,341 \text{ m}^2$$

$$A_{2D} = (n-1) \times S$$

$$S = 0,06 \text{ (Tablo 2)}$$

$$A_{2D} = 9 \times 0,06$$

$$A_{2D} = 0,54 \text{ m}^2$$

$$A_{DE} = \frac{A_{1D} \times A_{2D}}{\sqrt{A_{1D}^2 + A_{2D}^2}} = \frac{0,341 \times 0,54}{\sqrt{0,341^2 + 0,54^2}}$$

$$A_{DE} = \frac{0,184}{\sqrt{0,11+0,29}} = \frac{0,184}{0,63}$$

$$A_{DE} = 0,29 \text{ m}^2$$

$$A_{VT} = A_K + A_e + A_{DE}$$

$$A_{VT} = 1,6 + 0,59 + 0,29$$

$$A_{VT} = 2,47 \text{ m}^2$$

$$Q_V = 0,83 \times 2,47 \times 10,69^{1/2}$$

$$Q_V = 6,56 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_V = 6,56 \times 3600$$

$$\boxed{Q_V = 23616 \text{ [m}^3/\text{h]}}$$

### 3.3 Hacimler Arasındaki Basınc Farkına Göre [Qp]

$$A_{AK} = A_K + A_e$$

$$A_{AK} = 1,6 + 0,59$$

$$A_{AK} = 2,19 \text{ m}^2$$

$$Q_{AK} = 0,83 \times 2,19 \times 15^{1/2}$$

$$Q_{AK} = 7,00 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_{KK} = 0,83 \times (n-1) S \times \Delta P^{1/2}$$

$$Q_{KK} = 0,83 (10-1) 0,06 \times 15^{1/2}$$

$$Q_{KK} = 0,83 \times 9 \times 0,06 \times 3,87$$

$$Q_{KK} = 1,73 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_p = Q_{AK} + Q_{KK}$$

$$Q_p = 7,00 + 1,73 = 8,73 \text{ [m}^3/\text{sn]}$$

$$Q_p = 8,73 \times 3600$$

$$\boxed{Q_p = 31428 \text{ [m}^3/\text{h]}}$$

#### 4. Tablolar

Tablo 1. Duvarlar ve döşemeler için hava sızıntı verileri

Yapı Elementi	Duvar Sıklığı	k= Sızıntı alan oranı A/A duvar
Yapı dış duvarları (yapı çatlakları, pencerelerin ve kapıların çevresindeki çatlaklar dahil)	Beton perde	$0.70 \times 10^{-4}$
	Sıvalı tuğla duvar	$0.21 \times 10^{-3}$
	Tuğla duvar	$0.42 \times 10^{-3}$
	Diğer	$0.13 \times 10^{-2}$
Yapı iç duvarları ve merdiven yuvası duvarları	Beton perde	$0.14 \times 10^{-4}$
	Sıvalı tuğla duvar	$0.11 \times 10^{-3}$
	Tuğla duvar	$0.35 \times 10^{-3}$
Asansör kuyusu duvarları (yapı çatlakları dahil fakat, pencereler ve kapılar çevresindeki çatlaklar dahil değil)	Beton perde	$0.18 \times 10^{-3}$
	Sıvalı tuğla duvar	$0.84 \times 10^{-3}$
	Tuğla duvar	$0.18 \times 10^{-2}$
		<b>Sızıntı alan oranı</b> A/A döşeme
Döşemeler (yapı çatlakları ve düşey geçişler çevresindeki çatlaklar dahil)	Orta	$0.52 \times 10^{-4}$
NOT: A : Sızıntı alanı (m <sup>2</sup> ) A <sub>duvar</sub> : Duvar alanı (m <sup>2</sup> ) A <sub>döşeme</sub> : Döşeme alanı (m <sup>2</sup> )		

Tablo 2. Kapalı kapılar için hava sızıntı verileri

Kapı Tipi	S= Sızıntı Alanı (m <sup>2</sup> )
Basınçlandırılan mahalle açılan tek kanatlı kapı	0.01
Basınçlandırılan mahalden dış ortama açılan tek kanatlı kapı	0.02
Çift kanatlı kapı	0.03
Asansör kapısı	0.06

Çizelge A.3- Kapılardan hava kaçağı verileri

Kapı tipi	Kaçak alanı m <sup>2</sup>	Basınç farkı (Paskal)	Hava kaçağı (m <sup>3</sup> /s)
Basınçlandırılmış bir bölüme açılan tek kanatlı kapı	0,01	8	0,02
		15	0,03
		20	0,04
		25	0,04
		50	0,06
Basınçlandırılmış bir bölümden dışarıya açılan tek kanatlı kapı	0,02	8	0,05
		15	0,06
		20	0,07
		25	0,08
		50	0,12
Çift kanatlı kapı	0,03	8	0,07
		15	0,10
		20	0,11
		25	0,12
		50	0,18
Asansör sahanlık kapısı	0,06	8	0,14
		15	0,19
		20	0,22
		25	0,25

		50	0,35
--	--	----	------

## 5. Sonuç

Yukarıda hesapladığımız değerlere bakarsak

$Q_A = 15624 \text{ [m}^3/\text{h]}$  ;  $Q_V = 23616 \text{ [m}^3/\text{h]}$ ;  $Q_p = 31428 \text{ m}^3/\text{h}$  olduğu anlaşılmaktadır.

Biz bunlardan en büyük olanı

**$Q_p = 31428 \text{ [m}^3/\text{h]}$**  seçerek kullanacağız.

Ancak merdiven kovalarının da basınçlandırılması halinde, Asansör boşluğundan da gelen basınçlı hava aşırı basınç artışına sebep olabilir. Böyle durumlarda merdiven kovalarına konulacak basınç sensörü ile çalışan frekans kontrollü fan kullanılarak basınç dengelemesi yapmak uygun olacaktır.

## 6.Kaynakça

BOZBEY, Dr. Z. Sabahattin; *Yangın Söndürme Tesisatı ve Duman Tahliye Projeleri Hazırlama Esasları*

# TÜRK REKABET VE HAKSIZ REKABET HUKUKUNA GENEL BAKIŞ

Av. Ali Osman Özdilek,  
AYSAD Hukuk Müşaviri

## Özet

Bu tebliğde ülkemiz uygulamasında birbirine karıştırılan iki hukuki kavram olan rekabet ve haksız rekabet hakkında genel bilgiler verilecek ve aralarındaki farklılıklar ortaya konulmaya çalışılacaktır.

## I – Rekabet Hukuku

Ülkemizde Anayasa'nın 167. maddesi Devlet'e; "para, kredi, sermaye, mal ve hizmet piyasalarının sağlıklı ve düzenli işlemelerini sağlayıcı ve geliştirici tedbirleri alma", "piyasalarda fiili veya anlaşma sonucu doğacak tekelleşme ve kartelleşmeyi önleme" görev ve sorumluluğunu yüklemiştir.

4054 sayılı Kanun'u uygulanmasını gözetmekle görevli Rekabet Kurumu, karar alma organı Rekabet Kurulunun 5 Mart 1997 tarihinde atanması ve sonrasında gerekli hazırlıkların tamamlanmasıyla 5 Kasım 1997 tarihinde faaliyete geçmiştir. Söz konusu Kanun uyarınca Kurum idari ve mali özerkliğe sahip olup karar alma organı olan Kurul, kararlarını alırken tüm etkilerden bağımsız olarak hareket eder.

4054 sayılı Kanun ile buna dayanılarak kabul edilen tebliğ, yönetmelik ve kılavuzlardan oluşan ikincil mevzuat Türk rekabet mevzuatını oluşturmaktadır. 4054 sayılı Kanun ülkemizdeki rekabet hukukunun esas ve usullerini belirleyen temel hukuki metni oluştururken; ikincil mevzuat, temel metnin uygulayıcıları ve muhatapları bakımından daha anlaşılır, hukuki belirliliği daha yüksek ve daha uygulanabilir hale gelmesine katkıda bulunmaktadır.

4054 sayılı Kanun üç temel alanda yasaklama getirmiştir. Bunlar; rekabeti sınırlayıcı anlaşma, uyumlu eylem ve teşebbüs birliği kararları (kartel uygulamaları ve dikey kısıtlamalar, vb.), hakim durumun kötüye kullanılması ve hakim durum yaratmaya veya mevcut bir hakim durumu güçlendirmeye yönelik, rekabetin önemli ölçüde azaltılması sonucunu doğuracak birleşme ve devralmalardır (özelleştirmeler dâhil).

Diğer yandan 4054 sayılı Kanun rekabeti sınırlayıcı olmakla birlikte birtakım yararlı etkileri olan anlaşma ve kararlar için muafiyet mekanizması ve bir eylem veya işlemin Kanun'da yasaklanan bir fiil olmadığı yönünde karar alınmasına imkân verecek bir menfi tespit mekanizması öngörmektedir. 4054 sayılı Kanun, esasa ilişkin bu düzenlemelerin yanı sıra, ihlallerin tespiti için, başlangıç ve bitiş süreleri belirlenmiş olan, ilgili taraflara savunma hakkı ve dosya kapsamındaki bilgileri görme hakkı tanıyan ve ilgili tüm üçüncü tarafların görüşlerinin alınmasına fırsat veren bir inceleme ve soruşturma usulü belirlemiştir.

4054 sayılı Kanun, aynı zamanda uygulamadan sorumlu Rekabet Kuruluna bilgi ve belge isteme, yerinde inceleme, bir ihlal tespiti halinde idari para cezası uygulama ve ihlalin sona erdirilmesini talep etme, görüş verme ve geçici tedbir uygulama yetkileri tanımaktadır.

Kanun'un 4. maddesinde, rekabeti sınırlama amacını taşıyan veya bu etkiyi doğuran ya da doğurabilecek nitelikte olan anlaşma, uyumlu eylem ve teşebbüs birliği kararları yasaklanmaktadır.

4. madde birden fazla teşebbüsün iradesiyle oluşan işlemleri konu almaktadır. Teşebbüs birliği kararları da üyelerinin irade ve çıkarlarını yansıtması nedeniyle, birden fazla teşebbüs tarafından oluşturulmuş sayılmakta, dolayısıyla bu madde kapsamında incelenmektedir. Bu kapsamda, anlaşma ve kararlar, yazılı olması, bağlayıcı olması ya da hukuki olarak geçerli olmasına bakılmaksızın, rekabeti sınırlayabilecek nitelikte görülmesi durumunda, 4. madde çerçevesinde



değerlendirilmektedir. Anlaşma ve kararların yanı sıra anlaşma olmaksızın teşebbüslerin iradesiyle oluşan, pazardaki paralel davranışlar olarak nitelendirilebilecek uyumlu eylemler de 4. madde kapsamındadır. 4. maddenin ikinci fıkrasında yer alan, “Bir anlaşmanın varlığının ispatlanamadığı durumlarda piyasadaki fiyat değişmelerinin veya arz ve talep dengesinin ya da teşebbüslerin faaliyet bölgelerinin, rekabetin engellendiği, bozulduğu veya kısıtlandığı piyasalardakine benzerlik göstermesi, teşebbüslerin uyumlu eylem içinde bulduklarına karine teşkil eder.” şeklindeki hükümle uyumlu eylem karinesi getirilmiştir.

Uyumlu eylem karinesine dayalı bir iddia karşısında uyumlu eylemde bulunulmadığının ispat yükü teşebbüslerdedir.

Uyumlu eylemi anlaşma ve kararlardan ayıran unsurlardan biri, karine dolayısıyla ispat yükümlülüğünün iddiaya konu olan teşebbüslere yüklenmiş olmasıdır. 4. maddede, rekabeti sınırlayıcı eylemlere ilişkin bazı örnekler sayılmıştır. Ancak, rekabeti kısıtlayıcı nitelikte olan ve teşebbüslerin ortak iradesiyle oluşan eylemler, maddede belirtilen örneklerle sınırlı değildir.

Rekabeti sınırlayıcı işlemleri, yatay ve dikey işlemler olarak iki ana başlık altında toplamak mümkündür. Pazarın aynı seviyesinde faaliyet gösteren teşebbüslerin gerçekleştirdiği anlaşma, uyumlu eylem ve kararlar yatay işlemler -örneğin otomobil üreticisi A ve B firmaları arasındaki anlaşma-; pazarın farklı seviyelerinde yer alan teşebbüslerin, örneğin mal sağlayıcısı ve dağıtıcının taraf olduğu- otomobil üreticisi A firması ile yetkili satıcısı- anlaşmalar ise dikey işlemler olarak adlandırılır. Ancak hemen belirtmek gerekir ki bir işlem hem taraf teşebbüslerin faaliyet gösterdiği seviyedeki hem de pazarın diğer seviyelerindeki rekabeti olumsuz etkileyebilir.

Ekonomik hayatta teşebbüslerin temel amacı, faaliyetlerinden elde edecekleri karları olabildiğince artırmaktır. Buna karşılık tüketicilerin beklentileri, aradıkları ürünleri istedikleri kalitede, kolaylıkla ve olabildiğince düşük bir fiyatla alabilmektir. Serbest piyasa, teşebbüslerin ve tüketicilerin bu beklentilerini karşılamak üzere birbirleriyle yarıştıkları bir alandır. Kısaca ‘rekabet’ denilen bu yarışta teşebbüsler ayakta kalabilmek için tüketici beklentilerini mümkün olduğunca karşılamak zorundadır.

Rekabet ortamı bu kapsamda, teşebbüsleri; piyasaya düşük fiyatla kaliteli mal ve hizmet sunmaya, maliyetlerini düşürmeye, yeni ürünler üretmeye, ürün çeşitlerini artırmaya ve mevcut ürünlerini geliştirmeye teşvik eder.

Ancak bu rekabet ortamı, kârlarını artırmak amacı güden kimi teşebbüsler için oldukça zahmetli bir süreç olarak algılanabilmektedir. Bu durumda teşebbüsler, gizli ya da açık anlaşmalarla aralarındaki rekabetten vazgeçerek, kârlarını birlikte artırmak yoluna gidebilirler. Hukuk dışı olan bu tür birlikteliklerin en tipik örnekleri, aynı pazarda faaliyet gösteren teşebbüslerin aralarında ürünlerin fiyatını tespit ettikleri ya da pazarı paylaştıkları anlaşmalardır.

Rekabeti sınırlayıcı anlaşma, uyumlu eylem ve kararlara ilişkin olarak Rekabet Kurulunca alınan bazı kararlara aşağıda yer verilmiştir.

### **İhalede Danışıklı Teklif**

Başbakanlık Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışmayı Teşvik Fonu tarafından ilköğretim okullarına süt temini ve dağıtımına yönelik olarak açılan ihaleyi konu alan Kurul Kararında, ihaleye katılan firmaların, danışıklı fiyat teklifinde bulunarak toplam ihale miktarı ve bedelini aralarında eşit bir şekilde paylaşarak ihlalde bulduklarına hükmedilmiştir.

### **Rakipleri Dışlama Amaçlı Kartel**

Fiyat tespitine yönelik kartel anlaşmaları, ilk aşamada her zaman fiyatların yüksek belirlenmesini

amaçlamayabilir. Teşebbüsler aralarındaki gizli anlaşmalara uymayan rakiplerini cezalandırmak ya da piyasaya yeni bir girişi engellemek amacıyla kısa vadede fiyatları anlaşarak düşürebilirler.

Rekabet Kurulu, hakkında soruşturma açılan teşebbüslerin, ..... ili LPG pazarında faaliyet gösteren yerel firmaları piyasa dışına çıkarmak amacıyla fiyat anlaşması yaptıklarını tespit etmiştir. Böyle bir anlaşma sonucunda, anlaşma dışında kalan rakipler düşük fiyatlara dayanamayıp piyasa dışına itildiklerinde orta ve uzun vadede hem çok daha yüksek fiyatlar belirlemek için uygun ortam sağlanmış, hem de piyasadaki teşebbüslerin eksilmesi sonucunda piyasadaki rekabet azaltılmış olmaktadır.

### **Anlaşarak İhaleye Girmekten Kaçınma**

Altı gübre üreticisinin bir araya gelerek rekabeti kısıtladığı iddialarına yönelik yürütülen soruşturma sonucu verilen kararda ilgili teşebbüslerin; gübre satış fiyatlarını rakip üretici kuruluşlarla anlaşarak tespit etmek, çeşitli tarihler arasında gerçekleştirilen toplu gübre alım ihalelerinde diğer teşebbüslerle uyumlu eylem halinde belirli bölgeleri ve dolayısıyla bu bölgelerde tedarik edilen miktarları paylaşmak, rakip konumdaki ithalatçı kuruluşların faaliyetlerini zorlaştırmaya yönelik olarak diğer üretici teşebbüslerle anlaşmak ve açılan bir ihaleye diğer teşebbüslerle uyumlu eylem halinde girmemek suretiyle 4054 sayılı Kanun'u ihlal ettiklerine hükmedilmiştir.

### **Pişmanlık**

En ciddi rekabet ihlali olduğu kabul edilen kartellerin yol açtığı fiyat artışı, müşterilerden, kartel üyelerine gelir transferine neden olmaktadır. Fiyat artışı neticesinde, bazı kişilerin ilgili ürünü satın alamayarak bu mal veya hizmetten mahrum kalması, kartellerin yol açtığı diğer bir zarardır. Karteller, üyelerinde bulunan maliyetleri düşürmek ve yenilik yapmak yönündeki güdülerini azaltmaktadır. Bu zararlar, başka iktisadi, sosyal, kültürel ve siyasi problemler de doğurmaktadır. Örneğin; enflasyon artmakta, etkinlik ortadan kalkmakta, girişimcilik azalmakta ve daha kaliteli ürünün, daha az fiyatla, daha çok kişi tarafından satın alınamaması nedeniyle sosyal problemler oluşmaktadır.

Diğer rekabet ihlallerine kıyasla doğası gereği gizli olan kartellerin ortaya çıkarılması ve soruşturulması, kartele taraf olan teşebbüsler ile bu teşebbüslerin yönetici ve çalışanlarının Kurum ile işbirliği yapmamaları halinde, oldukça güçtür. Bu nedenle, kartellerin ortaya çıkarılması ve soruşturulması amacıyla kartele taraf olan teşebbüslerden ve bu teşebbüslerin yönetici çalışanlarından, bağımsız olarak Kurum ile aktif işbirliği yapanlara ceza uygulanmamasının veya verilecek cezalarda indirim yapılmasının kartellerle mücadelede etkinlik sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu hususlar dikkate alınarak 4054 sayılı Kanun'un 16. maddesinde, Kanun'a aykırılığın ortaya çıkarılması amacıyla Rekabet Kurumu ile aktif işbirliği yapan teşebbüsler ile bunların yöneticileri ve çalışanlarına, işbirliğinin niteliği, etkinliği ve zamanlaması dikkate alınarak ve gerekçesi açık bir şekilde gösterilmek suretiyle 16. maddenin üçüncü ve dördüncü fıkralarında belirtilen cezaların verilmeyebileceği veya bu fıkralara göre verilecek cezalarda indirim yapılabileceği düzenlenmiştir. Kanun'un 16. maddesinin son fıkrasında, işbirliği halinde para cezasından bağışıklık veya indirim şartlarının, işbirliğine ilişkin usul ve esasların Kurulun çıkaracağı yönetmeliklerle belirleneceği hükme bağlanmıştır.

Bu düzenlemeye yönelik ilk uygulama olarak, 27 Mart 2008'de, 2005 yılında yapılan sinyalizasyon soruşturmasının .....Ltd. Şti. ile ilgili kısmı yeniden ele alınmış ve Kanun'un 4. maddesini ihlal ettiğine hükmedilen teşebbüse rekabeti bozucu uygulamanın ortaya çıkmasına yardımcı olduğu gerekçesiyle ceza verilmesine gerek olmadığına karar verilmiştir. Kartellerin Ortaya Çıkarılması Amacıyla Aktif İşbirliği Yapılmasına Dair Yönetmelik ise 15.2.2009 tarih ve 27142 sayılı Resmi

Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

### **Menfi Tespit ve Muafiyet**

4054 sayılı Kanun’un 8. maddesine göre ilgili teşebbüs veya teşebbüs birliklerinin başvurusu üzerine Kurul bir anlaşmanın, kararın, eylemin veya birleşme ve devralmanın 4, 6 ve 7. maddelere aykırı olmadığını gösteren bir menfi tespit belgesi verebilmektedir. Kurul, Kanun’un 13. maddesinde belirtilen koşulların gerçekleşmesi durumunda, menfi tespit kararını geri alabilir. Menfi tespit başvurularının nasıl yapılacağı, “Anlaşma, Uyumlu Eylem ve Teşebbüs Birliği Kararlarının İsteğe Bağlı Bildirimine İlişkin Kılavuz”da düzenlenmiştir.

Benzer şekilde 5. madde de muafiyet şartlarını ortaya koymaktadır. Kanun’un 5. maddesinde belirli koşulların varlığı halinde anlaşma, uyumlu eylem ve teşebbüs birliği kararlarına 4. madde hükümlerinin Kurul kararı ile uygulanmayabileceği belirtilmiştir. Kurul, kendisine bildirilmemiş, ancak herhangi bir şekilde haberdar olduğu anlaşma, uyumlu eylem ve kararlara, Kanun’un 5. maddesindeki şartları taşıması halinde re’sen muafiyet tanıyabilecektir. Teşebbüs ve teşebbüs birliklerinin her anlaşma, uyumlu eylem ya da kararlarını Rekabet Kuruluna bildirmek zorunda olmaması, muafiyet değerlendirmesinin öncelikle teşebbüs ve teşebbüs birliklerince yapılması sonucunu doğurmaktadır.

Muafiyet değerlendirmesi yaparken teşebbüs ve teşebbüs birliklerinin, Kanun’un 5. maddesindeki koşulları, grup muafiyeti tebliğlerini, bu tebliğlerin açıklanmasına yönelik olarak çıkarılan kılavuzları, Kurulun geçmiş kararlarını, uygun olduğu ölçüde mevzuat ve içtihatları göz önünde bulundurmaları yerinde olacaktır. Kurul, muafiyet kararlarını belirli bir süreye bağlayabileceği gibi süresiz de verebilecektir.

Muafiyetin verilmesi belirli şartların ve/veya belirli yükümlülüklerin yerine getirilmesine bağlanabilir. İsteğe bağlı olarak yapılacak bildirimlerin “Anlaşma, Uyumlu Eylem ve Teşebbüs Birliği Kararlarının İsteğe Bağlı Bildirimine İlişkin Kılavuz”un ekindeki Bildirim Formu ile yapılması gerekmektedir.

Bireysel muafiyet, 4. madde kapsamındaki işlemlerin 5. maddedeki şartları taşıması halinde tanınabilmektedir. Başka bir deyişle, yalnızca rekabeti sınırlayabilecek nitelikteki anlaşma ve teşebbüs birliği kararlarının bireysel muafiyet koşullarını taşıyıp taşımadığı Kurul tarafından incelenmektedir. Rekabeti sınırlayabilecek nitelikte olmayan işlemler için bireysel muafiyet söz konusu değildir.

Muafiyet koşulları 5. maddede; malların üretim, dağıtım veya hizmetin sunulmasında yeni gelişme ve iyileşmelerin ya da ekonomik, teknik gelişmelerin sağlanması, tüketicinin bundan yarar sağlaması, ilgili pazarın önemli bir kısmında rekabetin ortadan kalkmaması ve rekabetin sayılan amaçlara ulaşılması için zorunlu olandan fazla sınırlanmaması olarak belirlenmiştir. 5. maddenin üçüncü fıkrasında bu koşulların gerçekleşmesi durumunda, Kurul belirli tür anlaşma ve kararlara grup olarak muafiyet tanıyan tebliğler çıkarabileceği ifade edilmiştir.

4054 sayılı Kanun’un 13. maddesi muafiyetin geri alınması hususunu düzenlemektedir. Söz konusu maddede belirtilen durumların ortaya çıkması halinde tanınan muafiyetin geri alınabileceği veya tarafların belli davranışlarının yasaklanabileceği hükme bağlanmıştır. Muafiyetin geri alınmasını gerektirecek haller olarak kararın alınmasına esas teşkil eden herhangi bir olayda değişiklik olması, karara bağlanan şartların veya yükümlülüklerin yerine getirilmemesi ve kararın söz konusu anlaşma hakkında yanlış veya eksik bilgiye dayanarak verilmiş olması sayılmıştır. Diğer yandan 4054 sayılı Kanun’da geriye alma bakımından bireysel veya grup muafiyeti ayırımına gidilmemiştir. Bu nedenle, söz konusu 13. madde hem bireysel olarak hem de grup olarak tanınan muafiyetin geri alınması için kullanılmaktadır.

## **Futbol Maçı Yayın Sözleşmesine Menfi Tespit Belgesi Verilmesi**

2004-2008 arası 4 sezonu kapsayan Türkiye Profesyonel 1. Süper Ligi maçlarından haftada 4 adedinin yurt içi ve yurt dışı canlı yayın hakkı ile bu maçlar ve geri kalan maçların bant ve/veya özet yayın hakkı Türkiye Futbol Federasyonu ile Digitürk arasında akdedilen sözleşme ile Digitürk'e devredilmiştir.

Söz konusu sözleşmenin süresinin 2008-2009 ve 2009-2010 sezonlarını kapsayacak şekilde uzatılmasına ilişkin anlaşmaya mevcut koşullar dâhilinde menfi tespit belgesi verilmiştir. Bu kararın verilmesinde tüketici ihtiyaçları göz önünde tutulmuş, tüketicilerin bazı maçları canlı ve diğer bazılarını özet ve banttan açık televizyonda izleme şansına sahip olması, mali krizin aşılabilmesi halinde bazı kulüplerin ligden çekilmesi sonucunda en fazla taraftarların (tüketicilerin) zarar göreceği hususları değerlendirilmiştir.

Muafiyet örnekleri:

Rekabet Kurulunca yapılan inceleme neticesinde, sözleşmelere mevcut halleriyle muafiyet tanınabileceği gibi, bireysel muafiyetin verilmesi belirli şartların ve/veya yükümlülüklerin yerine getirilmesine de bağlanabilmektedir.

Türkiye Müzik Eseri Sahipleri (MESAM), Musiki Eseri Sahipleri Grubu (MSG), Müzik Yorumcuları Meslek Birlikleri (MÜYORBİR) ve Bağlantılı Hak Sahibi Fonogram Yapımcıları (MÜYAP) meslek birlikleri 2007 yılında "Meslek Birlikleri Ortak Hareket Protokolü"nü imzalamışlardır. Bu protokol ile meslek birlikleri lisanslama çalışmalarının birlikte gerçekleştirilmesi ve ortak bir tarife belirlenmesi, böylece müzik kullanıcılarının çok sayıda muhatap ile karşı karşıya kalması, kullanıcıların sözleşme yapmaktan imtina etmeleri ile eser ve bağlantılı hak sahiplerinin yasadan doğan haklarının ihlal edilmesinin önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Rekabet Kurulu, ilgili kararında 11 söz konusu protokole,

- Eserlerin yayıncı kuruluşların gelirleriyle orantılı olarak fiyatlandırılması,
- Yayıncıların kullandıkları eser başına fiyatların belirlenmesi ve kullanmadıkları eserler için ödeme yapmaya zorlanmaması,
- Müşteriler arasında ayrımcılık yapılmaması,
- Belli bir müzik eserinin alınmasının başka eserlerin de alınması şartına bağlanmaması koşullarıyla 5. madde kapsamında bireysel muafiyet vermiştir.

## **Hakim Durumun Kötüye Kullanılması**

Kimi piyasalarda bir teşebbüs rakiplerine kıyasla daha güçlü bir konumda bulunabilir. Hatta bazı pazarlarda yalnızca tek bir teşebbüs faaliyet gösteriyor olabilir. Rekabet hukuku uygulamalarında, hakim durumda olduğu tespit edilen teşebbüsler genellikle rakiplerinin ve müşterilerinin davranışlarını dikkate almaya ihtiyaç duymayacak büyüklükte bir pazar gücüne sahiptir. Bu teşebbüsün pazar gücü; sahip olduğu teknolojik üstünlük, verimlilik, kaliteli ürünler ve çalışanlarının bilgi ve becerileri gibi her teşebbüsün sahip olmayı arzu ettiği nedenlerden kaynaklanabilir. Bu nedenle herhangi bir teşebbüsün hakim durumda olması rekabet hukuku bağlamında yasaklanan bir durum değildir.

Ancak hakim durumdaki bir teşebbüsün belirli davranışları, piyasadaki rekabeti bozma amacını taşıyabilir ya da bu etkiyi doğurabilir. Bu kapsamda ilk olarak, hakim durumdaki teşebbüsün mevcut rakiplerinin faaliyetlerini zorlaştırıcı eylemlerle onları piyasanın dışına çıkarmaya yönelik davranışlarının önüne geçilmesi gerekmektedir.

4054 sayılı Kanun'un 6. maddesinde bir veya birden fazla teşebbüsün hakim durumunu kötüye kullanması yasaklanmaktadır. Aynı maddede hakim durumun kötüye kullanılması eylemlerine örnek

olarak pazara başka bir teşebbüsün girişinin engellenmesi, pazardaki teşebbüslerin faaliyetlerinin zorlaştırılması, eşit durumdaki alıcılara farklı koşullar uygulanarak ayrımcılık yapılması, bir mal veya hizmet alımının diğer bir mal veya hizmetin alımına bağlanması, yeniden satış koşullarına sınırlama getirilmesi, bir pazardaki hakim duruma dayanarak başka bir pazardaki rekabet koşullarını bozmayı amaçlayan eylemlerde bulunulması ve tüketicinin zararına olacak şekilde pazarlamanın ya da teknik gelişmenin kısıtlanması verilmiştir.

Kanun'un 3. maddesinde hakim durum "belirli bir piyasadaki bir veya birden fazla teşebbüsün, rakipleri ve müşterilerinden bağımsız hareket ederek fiyat, arz, üretim ve dağıtım miktarı gibi ekonomik parametreleri belirleyebilme gücü" şeklinde tanımlanmıştır. Pazar payı, ürün çeşitliliği, pazara giriş engelleri, dikey bütünleşme, ilgili ürünün ikame edilebilirliği ve diğer özellikleri gibi unsurların değerlendirilmesi neticesinde ortaya çıkabilecek hakim durum, teşebbüsün pazarın aynı seviyesinde faaliyet gösteren diğer teşebbüslerin rekabetçi baskısından ve alıcılarının pazarlık gücünden bağımsız karar alabilmesini sağlamaktadır.

6. madde ile hakim durumda bulunmak ya da hakim duruma geçmek değil, hakim durumun kötüye kullanılması yasaklanmakta ve hakim durumdaki teşebbüslerin pazardaki mevcut ve potansiyel rekabeti ortadan kaldırması önlenmeye çalışılmaktadır. Hakim durumdaki teşebbüslerin ilgili pazarda güçlü konumda olmaları nedeniyle bu teşebbüslerin gerçekleştirdiği eylemler pazardaki rekabet şartları üzerinde ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle, 6. madde kapsamındaki eylemlere muafiyet tanınmamaktadır.

Örnek;

Türkiye Profesyonel Futbol Ligi karşılaşmalarının televizyonda yayın hakkına sahip olan **bir kuruluşun Digtürk'ün**, maç görüntülerini paket halinde satarak görüntülerin teminini zorlaştırdığı ve görüntü servisinde aynı grup tarafından kontrol edilmekte olan **yayın kuruluşu Show TV** lehine ayrımcılık yaptığı tespit edilmiştir. Kurul, ilgili kararında, teşebbüsün "Türkiye 1. Profesyonel Futbol Ligi karşılaşmalarının banda kaydedilmiş görüntüleri" pazarındaki hakim durumunu kötüye kullandığına hükmetmiştir.

Kurul, ayrıca **aynı kuruluşun Digtürk'ün**, maç görüntülerini talep eden her yayıncıya peşin bir bedel karşılığında ve herhangi bir şart ileri sürmeksizin 1-3 dakika arası standart uzunlukta görüntüleri maç bitiminden en geç 45 dakika içinde vermesine ve herhangi bir yayın kuruluşu lehine ayrımcılık doğuran eylemlerden kaçınmasına karar vermiştir. Böylece, Türkiye 1. Futbol Lig maçlarından görüntü yayınlama pazarında bulunan yayıncıların faaliyetlerini zorlaştıran **bu kuruluşun Digtürk'ün** söz konusu eylemleri yasaklanmıştır.

## **Rekabet İhlallerinin Soruşturulmasına İlişkin Yasal Süreç ve Prosedürler**

Teşebbüsler ve tüketiciler, rekabet ortamını bozduğuna inandıkları firma faaliyetlerine ilişkin ihbar veya şikâyette bulunma hakkına sahiptirler. Yapılan ihbar veya şikâyetler ciddi görülmezse Rekabet Kurulunca açıkça reddedilmekte veya 60 gün içerisinde cevap verilmeyerek reddedilmiş sayılmaktadır. Rekabet Kurulunca ciddi görülen iddialar hakkında Kurul tarafından önaraştırma başlatılır. Önaraştırma raporu 30 gün içerisinde hazırlanarak Kurula sunulur. Kurul 10 gün içerisinde raporu değerlendirerek soruşturma açılmamasına ve başvurunun reddine karar verebileceği gibi soruşturma da açabilir. Kurul bazı durumlarda ön araştırma yapmaksızın doğrudan soruşturma açılmasına karar verebilir. Soruşturma açılması kararının alınması halinde 6 aylık soruşturma süreci başlamış olur. Soruşturma ilgili mesleki daire tarafından yürütülür.

Soruşturma açılması kararı, verildiği tarihten itibaren 15 gün içinde taraflara bildirilir ve tarafların ilk yazılı savunmalarını 30 gün içinde göndermeleri istenir. Ayrıca varsa ihbar veya şikâyet edenlerin, soruşturma açılması kararı hakkında bilgilendirilmesi amacıyla hazırlanan bildirim

yazıları ilgili taraflara tebliğ edilir.

Tebliğat için hazırlanan metin, hakkında soruşturma açılan taraflarla ilgili olarak kararda yer verilen temel suçlama ve iddiaları içerir. Birinci yazılı savunmanın ardından 4054 sayılı Kanun'un 14. ve 15. maddeleri çerçevesinde bilgi isteme ve yerinde incelemelerle elde edilen tüm deliller değerlendirilerek soruşturma raporu hazırlanır. Soruşturma raporunun hazırlanma süresi altı ay olup bu süre bir defaya mahsus olmak üzere en çok bir katına kadar uzatılabilir. Tamamlanmasının ardından Kurula ve taraflara tebliğ edilen soruşturma raporuna karşı taraflar 30 gün içerisinde ikinci yazılı savunmalarını gönderirler. İkinci yazılı savunmaların intikalinden sonra soruşturma heyeti, 15 gün içinde ek görüşünü hazırlar. Ek görüşe karşı 30 gün (tarafların haklı gerekçeler göstermesi halinde bu süreler bir kereye mahsus olmak üzere en çok bir katına kadar uzatılabilir) içinde yapılan üçüncü yazılı savunmadan sonra tarafların talebi veya Kurulun gerekli görmesi halinde sözlü savunma toplantısı düzenlenir. Bütün bu sürecin sonunda Rekabet Kurulu nihai kararını verir.

## **II – Haksız Rekabet**

Haksız rekabet, Türk Ticaret Kanunu'nun 56. maddesi uyarınca, iktisadi rekabetin iyi niyet kurallarına aykırı olan aldatıcı davranış veya başkaca suretle her türlü kötüye kullanılmasıdır.

Haksız rekabet durumları Türk Ticaret Kanunu'nun 57. maddesinde 10 bent olarak geniş bir biçimde sayılmıştır. Bunlar:

1- Başkalarını veya onların emtiasını, iş mahsullerini, faaliyetlerini ya da ticari işlerini yanlış, yanıltıcı veya lüzumsuz yere incitici beyanlarla kötölemek(TTK md. 57/b.1)

Örneğin bir çocuk gıdası ile ilgili olarak, aslı olmadığı halde o gıdanın içerisinde kullanılan bir maddenin çocuklarda zeka geriliği yaptığını ileri sürmek bu tür bir haksız rekabet haline örnek olarak verilebilir.

2- Başkasının ahlaki veya mali iktidarı hakkında hakikate aykırı malumat vermek (TTK md. 57 b.2)

3- Kendi şahsi durumu emtiası, iş mahsulleri, ticari faaliyeti veya ticari işleri hakkında yanlış veya yanıltıcı malumat vermek veyahut üçüncü şahıslar hakkında aynı şekilde hareket suretiyle rakiplerine nazaran onları üstün duruma getirmek;( TTK md. 57 b.3)

Bir ürünün uzakdoğu menşeli olduğu halde ABD veya AB menşeli olduğunu belirterek satışını yapmak bu haksız rekabet haline örnek olarak gösterilebilir.

4- Paye, Şahadetname ve mükâfat almadığı halde, bunlara sahip imişcesine hareket ederek müstesna kaabiliyete malik bulunduğu zannını uyandırmaya çalışmak veya buna müsait olan yalnız unvan yahut mesleki adlar kullanmak;( TTK. md. 57/ b.4 )

Akademik kariyeri olmadığı halde, doktor, doçent, profesör gibi ünvanları kullanmak, sahip olmadığı kalite belgelerini varmış gibi göstermek, asansör sektörü özelinde 95/16 Yönetmeliği uyarınca "h" modülüne sahip olmadığı halde buna sahipmiş gibi göstermek bu tür haksız rekabete örnek olarak gösterilebilir.

5- Başkasının emtiası, iş mahsulleri; faaliyeti veya ticari işletmesiyle iltibaslar meydana getirmeye çalışmakveya buna müsait bulunan tedbirlere başvurmak, hususiyle başkasının haklı olarak kullandığı ad, ünvan, marka, işaret vb. gibi tanıtma vasıtaları ile iltibasa meydan verebilecek surette, ad, ünvan, marka, işaret gibi tanıtma vasıtaları kullanmak) veyahut iltibasa meydan veren malları

durumu bilerek veya bilmeyerek, satışa arz etmek veya şahsi ihtiyaçtan başka her ne sebeple olursa olsun elinde bulundurmak ( TTK. md. 57/ b.5 )

6- Üçüncü şahısların müstahdemlerine , vekillerine veya diğer yardımcılarına onları vazifelerini ihlale sevk etmek suretiyle kendisine veya başkasına menfaatler sağlamak maksadıyla veya bu kabul menfaatleri sağlamaya elverişli olacak suretle, müstahak olmadıkları menfaatler temin veya vaadetmek ( TTK. md. 57/ b.6 )

7- Müstahdemleri, vekilleri veya diğer yardımcı kimseleri işgal suretiyle istihdam edenin veya müvekkillerinin imalat veya ( ticaret sırlarını ifşa ettirmek) veya (ele geçirmek) (TTK.md. 57/ b. 7 )

8-Hüsnüniyet kaidelerine aykırı bir şekilde elde ettiği veya öğrendiği imalat veya ticaret sırlarından haksız yere faydalanmak veya onları başkalarına yaymak ( TTK.md.57/b.8)

9-Hüsnüniyet sahibi kimseleri işgal edebilecek surette ( hakikate aykırı hüsnühal ve iktidar şahadetnameleri vermek) (TTK. md. 57/ b. 9 )

10-Rakipler hakkında da cari olan kanun, nizamname, mukavele veyahut mesleki veya mahalli adetlerle tayin edilmiş bulunan “iş hayatı şartlarına riayet etmemek” ( TTK. md. 57/ b. 10 )

Kanun koyucunun haksız rekabet neticesinde menfaatleri ihlal edilenlerin korunması amacına uygun olarak haksız rekabet neticesinde müşteri çevresi zedelenen ve haksız rekabetin neticelerinin ortadan kaldırılabilmesi için davayı kazanan davacının hükmün ilanını isteyebileceğini ve ilanının içeriğini ise hakimin belirleyeceğini düzenlemiştir.

Haksız rekabet eylemi doğrudan kendisine yönelmese de zarar gören ya da görme tehlikesi bulunan işletme sahibi, haksız rekabet yüzünden ekonomik çıkarları zarara uğrayan müşteri ve bunların bağlı oldukları mesleki kuruluşlar ve iktisadi birlikler, tazminat dışında, tespit, yasaklama ve düzeltme davası açılabilir.

## **SONUÇ:**

Rekabet hukuku ve haksız rekabet hukuku birbirinden farklı hukuki kurumlar olmasına karşın birbirlerine karıştırılmaktadır. Rekabet hukuku ya da başka deyişle antitröst hukuku ya da kartel hukuku, serbest piyasa ekonomisinde faaliyet gösteren piyasa oyuncularının çeşitli yöntemlerle serbest piyasada rekabet etmek isteyenleri piyasaya sokmama ya da piyasa dışına itme gibi eylemleri ele alırken, haksız rekabet hukuku firmalar arasındaki rekabetin mevzuata ve genel olarak kabul edilmiş ticari ahlaka ve iyiniyete aykırı olarak yapılmasını ele almaktadır. Dolayısıyla hem dayandıkları hukuki temeller hem de ihlal durumunda başvurulacak hukuki yollar birbirinden farklıdır.

Asansör sektöründe dünya uygulamalarına bakıldığında özellikle Avrupa Birliği içinde birkaç kez önemli rekabet soruşturmalarının açıldığını ve firmalara ceza verildiğini görmekteyiz. Türk hukuku uygulamasında da asansör firmaları hakkında Rekabet Kurumu tarafından soruşturmaların açıldığını görmekteyiz.

Sektörde rekabet hukuku uygulamaları çok ender rastlanan bir durum olmasına rağmen, haksız rekabet düzenlemeleri alanına girebilecek çok sayıda uygulamaya maalesef rastlanmaktadır. Bunlardan en yaygın olanları, “adam ayartma”, “rakibi kötüleme”, “kendisinde olmayan özellikleri varmış gibi gösterme” şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Hukuk kuralları maalesef birtakım olaylar olduktan devreye girmekte ve kimi zaman tam olarak bir

tatmin sağlayamamaktadır. Bu nedenle sektörlerin kendi öz denetim mekanizmalarını kurmaları ve işletmeleri gerektiği, ayrıca kendilerini ilgilendiren konularda yapılan hukuki düzenlemelere müdahil olmaları gerektiği tarafımızca düşünülmektedir.



# ASANSÖRLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE PRATİK ÇÖZÜMLER

*Furkan DİNÇER, Sabir RÜSTEMLİ*

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Van  
E-posta: furkandincer@yyu.edu.tr, sabirrustemli@yyu.edu.tr

## ÖZET

Günümüzde sanayi ve kalkınmanın en önemli parametresi elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisine duyulan ihtiyaç her geçen yıl %4 ile %8 oranında artmaktadır. Ülkemizdeki enerji üretimi ve tüketimi de göz önüne alınacak olursa enerji ihtiyacındaki artışı karşılayabilmek için yeni yeni üretim tesislerinin kurulması ve enerji iletim hatlarının devreye sokulması gerekir.

Bugün yaygın olarak kullanılan elektrik enerjisinden daha verimli yararlanmak gerekir. Artan elektrik ihtiyacını karşılamak için yeni enerji kaynakları oluşturmanın yanında var olan enerji kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmak gerekmektedir.

Binaların enerji tüketiminin belli bir kısmı asansörler tarafından harcanmaktadır. Bu bağlamda asansörler enerji tasarrufunda önemli bir yer teşkil etmektedir. Yapılan çalışmada asansörlerde enerji verimliliği ele alınmış ve buna ilişkin pratik çözümler sunulmuştur.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde en kullanışlı ve ekonomik enerji elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisi hemen hemen yaşamımız için gerekli olan hava ve su gibi hayatımızın içine girmiştir. Bütün ülkeler, yeryüzü ve yer altı kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasının yollarını araştırmaktadırlar. Bugün yaygın olarak kullanılan elektrik enerjisinden daha verimli yararlanmak, üretim maliyetlerini ve sistem kayıplarını en aza indirmek, elektrik enerji sistemlerinin planlanması ve işletilmesinde en önemli hedef olmuştur[1,2].

Dünya'mızda teknolojinin gelişmesiyle enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık olarak %4 - %8 oranında artmaktadır. Buna karşılık bu ihtiyaçların büyük bir bölümünü karşılayan fosil yakıt rezervi ise çok hızlı bir şekilde azalmaktadır. Önümüzdeki 50 yıl içerisinde bu rezervlerin tükeneceği ve ihtiyacı karşılayamayacağı yapılan tahminlerden anlaşılmaktadır. Bundan dolayı araştırmacılar bir yandan yeni enerji kaynaklarını araştırmaya diğer yandan ise var olan enerji kaynaklarını daha verimli bir şekilde değerlendirme yönünde çalışmalar yapmaya yönelmişlerdir[1,2].

Son yıllarda enerji verimliliği açısından en önemli gelişmelerin yaşandığı konu başlıklarından birisi de asansör sistemleridir. Elektrik mühendisliğinin en hızlı gelişen dallarından biri olan elektrikle hareketlendirme sistemleri ve elektrik motor tasarımlarında yaşanan gelişmeler, endüstriyel uygulamaların yanısıra asansör

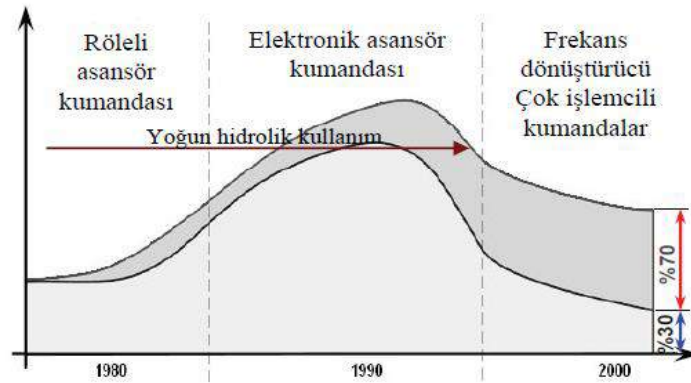
sistemlerinde de klasik çözümlerin yerine yeni ve üstün seçeneklerin oluşmasına neden olmuştur[3].

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[4]. Bu özelliklerin yanı sıra konfordan ödün vermeden iyi bir asansör enerji verimli asansör olmalıdır. Asansörlerde enerji verimliliği sağlanabilecek birçok yöntem vardır. Bunlar genel olarak; stand-by enerji tasarrufu, aydınlatmada enerji tasarrufu, motorlar ve sürücülerde enerji tasarrufudur.

## 2. STAND-BY ENERJİ TASARRUFU

Mikroelektronik teknolojisindeki gelişmeler 1980'lerin başlarından itibaren asansör sistemlerinde de kullanılmaya başlanmış ve röleli asansör kumanda sistemleri hızla terk edilerek, yerlerini elektronik kumanda panolarına bırakmışlardır. Böylece röleli kumanda sistemlerinden kaynaklanan sıkıntılar (sık arızalanma, kısa ömür, büyük yer kaplama ve esnek olmayan tasarımlar) ortadan kaldırılmıştır. Elektronik kumanda sisteminin bu avantajları nedeniyle, stand-by halinde bir miktar enerji sarfiyatına neden olması ihmal edilmiştir. Sonraları geliştirilen kapı kilit sistemleri ve sürücülerin besleme güçleri, ışıklı basma butonları, ekranlı kabin içi ve dışı tablolar, uyarı ve emniyet sistemleri ve benzeri elektronik sistemlerin asansörlerde yoğun olarak kullanılmaya başlanmasıyla, bu sistemleri aktif halde tutmak için harcanan stand-by enerji miktarı da artma eğilimi göstermiştir[5].

İsviçre Enerji Verimliliği Bürosu (SAFE) tarafından 33 değişik asansör üzerinde yapılan bir araştırmada asansörlerin stand-by durumunda harcamış oldukları enerjinin toplam enerji sarfiyatı içindeki payının %80'lere ulaştığı bildirilmiştir. Şekil 1'de asansörlerde elektronik komponent kullanımının yaygınlaşması ile stand-by enerji sarfiyatının ulaştığı kritik durum gösterilmektedir. Örnek olarak; elektronik kumandanın stand-by enerji sarfiyatı tablo 1'de verildiği üzere firmaların elektronik kumanda sistemlerinin enerji sarfiyatları birbirlerinden farklı değerlerde olmaktadır[5].



Şekil 1: Asansörlerde stand-by enerji sarfiyatının yıllara bağlı gelişimi [5].

Tablo 1: Değişik firmalara ait elektronik kumandaların enerji sarfıyatı[5].

Firma	Elektronik Kumanda Stand-by Sarfıyatı (W)	Tahrik Sistemi
A	68	Çift Hızlı
	114	Çift Hızlı
	83	Hidrolik
	103	Hidrolik
	167	VVVF (7.5 kW Inverter)
	201	VVVF (11 kW Inverter)
	452	VVVF (30 kW Inverter)
B	80	VVVF
C	27	Çift Hızlı
	61	Çift Hızlı
	61	Hidrolik
	714	VVVF (5.5 kW Inverter)
	327	VVVF (11 kW Inverter)

Yüksek stand-by enerji sarfıyatı karşısında asansör sistemini monitörleyerek, pasif (stand-by durumunda) veya aktif (hareket halinde) halde enerjiyi optimum kullanmayı hedefleyen enerji-etkin kontrol sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerde, asansör belirli bir süre kullanılmadığında enerji seviyesi kademeli olarak azaltılmaktadır (pasif kontrol). Birinci kademede; kabin ışıkları azaltılmakta, kat ve kabindeki yön göstergeleri, kabin ekranları ve dual-ilumine butonlar kapatılmaktadır. İkinci kademede; katlardaki dual-ilumine butonlar, kapı kontrolcüsü, kabin elektroniği ve inverter kapatılmaktadır. Bu durumdan sistemin tekrar aktif hale geçmesi 30 saniye sürmektedir. Aktif (hareket halinde) kontrolde ise seyahat hızı düşürülmekte, direk olarak kat seviyesine yavaşlayarak seviyeleme zamanı kazanılmaktadır. Diğer bir yandan, tercihe bağlı olarak regeneratif güç üniteleriyle kinetik enerjinin bir kısmı geri kazanılmaktadır. Enerji-etkin asansör kontrol sistemleri ile %50 oranında enerji tasarrufu sağlandığı bu oranın bazı durumlarda %90'lara ulaştığı belirtilmiştir [5].

Enerji ölçümleri sonrasında asansörlerin standart kullanımları sırasında harcadıkları enerji miktarı SIA (Swiss Society of Engineers and Architects) standardı 380/4 e göre aşağıdaki formülasyon ile hesaplanabilir[5].

$$E = \frac{Z.k1.k2.h_{maks}.P_m}{v.3600} \text{ (kWh/yıl)} \quad [5]$$

$E$  : Yıllık Enerji Sarfıyatı

$k2$  : Kuyu Yükseklik Faktörü (iki katlı: 1, diğer: 0,5)

$Z$  : Yıllık Hareket Çevrimi Sayısı

$h_{maks}$  : Maksimum Kuyu Yüksekliği

$k_1$  : Ortalama yük faktörü (halatlı: 0.35, halatlı+enerji geri kazanımı: 0.21, hidrolik: 0,3)

$P_m$  : Motor Gücü (kW)

$v$  : Hız (m/s)

### 3. AYDINLATMADA ENERJİ TASARRUFU

Asansörlerde genellikle enerji tasarruflu ampuller kullanılmalıdır. Asansör kabin ışıkları, ışıklı gösterge ve belirteçler asansör durduğunda belirli bir süre içerisinde otomatik olarak sönmelidir. Enerji tasarruflu ampuller aynı zamanda maliyet-etkindir. Elektrik maliyetinde %80'e kadar bir tasarruf sağlarken ayrıca yüksek aydınlatma performansı, uzun lamba ömrü ve dayanıklılığı sayesinde bakım maliyetlerinden de tasarruf yapmayı sağlar[6].

Kabin aydınlatması için varsayılan değer genellikle 200 watt olarak alınır. Genel olarak kullanılan 40 ft<sup>2</sup> bir kabin için bu değer 5 watt/ft<sup>2</sup>'dir. Eğer bu aydınlatma hiç sönmez ise bu değer 1750 kWh/kabin/yıl olabilecektir. Aydınlatma yükü iki yol ile azaltılabilir. Birincisi; asansör aktif olmadığı zaman asansör kontrolü, aydınlatma ve havalandırmayı kapatmaktır. Bu oldukça yaygın olarak kullanılan bir yoldur. İkinci yaklaşım ise daha verimli aydınlatma ürünleri kullanmaktır. Çünkü asansörler küçüktür ve bir tavana sahiptir. Birkaç teknolojik gelişmeler ile ölçeklenebilir yüksek verimli aydınlatma ürünleri kullanılabilir. Yüksek verimli lambalar ile 1,5 watts/ft<sup>2</sup> gibi değerler elde edilebilmektedir[7].

Eğer kabin lambaları sık sık açılıp söndürülüyorsa, burada tasarruflu ampul kullanmanın bir manası yoktur, onun yerine modern LED ışıklı lambalar kullanılmalıdır. Bunlar açılır açılmaz, hemen tam parlaklıklarını kazanırlar. Modern göstergeler, eğer bir LED aydınlatmasına sahipler ise veya OLED göstergelerinde olduğu gibi kendi kendilerine ışık saçıyorlar ise çok düşük bir sarfiyata sahiptirler[8]. Kabin aydınlatması için kullanılan enerjiden tasarrufta bulunmak için halojen lambalar, LED spot lambalarla değiştirildi. LED lambalar halojen lambalara nazaran % 80 daha az enerji tüketmekte ve 10 kat daha uzun süreli kullanılmaktadır. Aydınlatma ve kaldırma için gereken enerji LED lambaları ve yenilenebilir tahrik opsiyonları kullanılarak azaltılabilir. LED lambaları ve bekleme modu kullanılarak potansiyel enerji tasarrufu 600 ila 1500 kWh arasında olabilir[9]. Ayrıca LED aydınlatmalar büyük oranda enerji tasarrufu sağladığı gibi dekoratif ortamların oluşturulmasında da göze hitap etmektedir.

### 4. MOTORLAR VE SÜRÜCÜLERDE ENERJİ TASARRUFU

Enerji verimliliği kanunu ile konutlarda, iş yerlerinde ve sanayide büyük oranda enerji tasarrufu sağlanmasına yönelik çeşitli tedbirler alınmaktadır. Enerji verimliliği etütleri ve verimlilik artırıcı projeler kapsamında alınacak tedbirlerden biri; “Yeni yapılacak olan veya yenilenen asansör sistemlerinde, verimi en az %85 olan elektrik motorları ve/veya değişken hız sürücülerini kullanılır.” Şeklinde[10].

Kademeli asansörlerin motorları kalkış sırasında anma akımının 7-8 katı kadar akım çekerlerken inverter kontrollü motorlar anma akımının sadece 1,5-2 katı akım çekerler. Dolayısıyla asansör motorunun beslendiği şebekenin üzerinde aşırı baskı yaratmazlar. Bu sayede gereksiz kalınlıkta besleme kablosu ve şalt elemanı kullanılmasına gerek kalmaz. Ayrıca özellikle de büyük motorlu asansörlerin kalkışı sırasında binanın şebeke beslemesini aşırı yükleyerek düşürme olasılığı ortadan kalkar. İnverter kullanımıyla kademeli asansöre göre % 30 - %50 oranlarında enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. [11].

Motorun milindeki yük miktarı azaldıkça gerilim zayıflatma oranı artmakta, yük miktarı arttıkça azalmaktadır. Örneğin: boşta iken %50, tam yükte %5 gerilim zayıflatması yapılabilmektedir[12]. Düşük katlı yapılarda frekans kontrollü (VVVF, Variable Voltage Variable Frequency) sürücülü enerji-etkin asansörlerin konvansiyonel hidrolik asansörlere göre %21 ile %24 oranında enerji tasarrufu sağladığı belirtilmiştir[5]. Bu veriler asansörlerde enerji tasarrufunu önemle etkilemektedir. Asansörler için motor seçimi yapılırken nominal ihtiyaçlar, asansörün kullanım süresi ve çevrim süreleri gibi etkenler çok önemlidir. Nominal kullanımlar iyi hesaplanmazsa ihtiyaçtan fazla olarak büyük seçilebilecek bir motor veya motor sürücüsü enerji sarfiyatının önemli oranda artmasına neden olacaktır. Aynı şekilde çalışma sırasında harcanan enerjiye ek olarak stand-by sırasında da doğru seçim yapılamamış motor ve inverter daha fazla enerji harcamaktadır. Harcanan enerji markalara göre de değişiklik göstermektedir.

Stand-by enerji sarfiyatının düşürülmesi için inverterlerin sık sık kapatılması, inverter iç yapısında yer alan kondansatörlerin kısa zamanda yıpranmalarına neden olacağından üreticiler tarafından önerilmemektedir. Yeni geliştirilen Matris konvertörler ile bu sorun aşılma ile birlikte maliyetlerin yüksek olması nedeniyle kullanılmamaktadır. Değişik firmalara ait inverterlerin stand-by enerji sarfiyatları Tablo 2’de sunulmuştur[5].

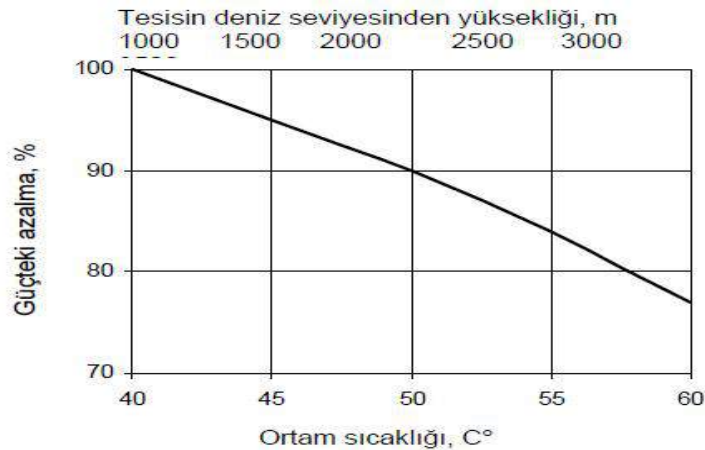
Tablo 2: Değişik firmalara ait inverterlerin stand-by enerji sarfiyatı (fan güçleri bu değerlerin dışında tutulmuştur)[5].

Firma	Inverter (kW)	Stand-by Sarfiyatı (W)
A	4.6 – 7.5	30
	11 - 15	39
B	55	60
C	5.5 - 37	60
D	5.5	21
	7.5	26
	11	32
	15	41

Çift hızlı asansörlerde 4 adet kontaktör kullanılması gerekmektedir. Duruş için motor akımını kontaktörler kestiğinden kullanılacak kontaktörler motor anma akımına göre daha büyük boyutta seçilmelidir. Örneğin, 4 kişilik bir asansör için 14 Amp. anma akımına sahip 5,5 kW'lık bir motor kullanılmışsa, çift hızlı çalışmada kumanda panosunda en azından 32A'lık 4 adet kontaktör kullanmak gerekir. Oysa, inverter kullanıldığında aynı motor için anma akımından biraz büyük, yani 16 Amp.'lik 2 adet (TSE EN81 gereği) ana kontaktör ile fren için 1 adet 9-10 Amp.'lik 1 adet kontaktör yeterlidir, çünkü kontaktörler akım taşıırken açmazlar ve yön değiştirme kontaktörlerine gerek yoktur. Inverterler, şebeke besleme gerilimini sürekli gözler ve gerilimin aşırı düşme veya yükselmesi durumunda çalışmayı keserler. Ayrıca üç fazın doğrultulmasıyla elde edilen DC gerilim yeterince yüksek olduğu sürece fazlardan birinin düşük olmasından etkilenmezler. Böylece kumanda panosunda ayrıca bir faz gözleme (koruma) rölesi kullanmaya gerek kalmaz[11].

Enerji-etkin sistemlerde kullanılan inverterlerin yapılarında bulunan elektronik komponentlerden bir kısmı zaman içinde yıpranma gösterirler ve inverterin performansının düşmesine neden olurlar. Bu nedenle bu elemanların düzenli aralıklarla değiştirilmesi gerekmektedir. Bunlar; ömrü ortam sıcaklığına bağlı olarak 10,000 ile 35,000 saat olan soğutma fanları (2 ila 3 yıl), akımı düzgülendirmek için kullanılan kapasitörler (5 yıl) ve inverterin yapısında yer alan rölelerdir. Bunun yanında, inverterlerin çalışma koşulları üreticiler tarafından detaylı olarak belirlenmiştir. Elektriksel gereksinimleri bir yana bırakacak olursak, inverterlerin -10 °C ile 40 °C arasındaki sıcaklıklarda çalışmaları öngörülmüş ve artan her 1°C da verimliliğin %1.7 azalacağı belirtilmiştir. Yoğuşmasız bir ortamda nemliğin %20 – %90 RH arasında olması, titreşimlerin 0.6 G'yi aşmaması ve kapalı, yağ ve tozdan uzak alanlarda 1000 m'nin altındaki yüksekliklerde kullanılması şart koşulmuştur[5].

Motorların tesis edildikleri yükseklikler ve buldukları ortam sıcaklıkları da dikkate alınmalıdır. Zira motorların aşırı ısınmaları ve bu ısıyı dışarı atıp soğumaları gerekmektedir. Bunun için ortalama ortam sıcaklığı 40°C (maksimum 60°C) olmalıdır. Sıcaklık veya yükseklik arttığı takdirde daha üst gruptan motor seçilmelidir. Şekil 2'de tesisin bulunduğu deniz seviyesinden yükseklik ve ortam sıcaklığına göre motor çıkış gücünün artış oranları verilmiştir[4].



Şekil 2: Kot farkı ve ortam sıcaklığının güce etkisi[4].

Asansörlere inverter uygulanması aslında sanıldığı kadar maliyetli bir işlem değildir, çünkü daha kuruluş aşamasında bazı konularda yapılan tasarruflarla inverter maliyetinin bir kısmı karşılanabilmektedir. Çalışma sırasında başta enerji tüketiminden olmak üzere sağlanan tasarruflar sayesinde inverter maliyeti bir süre sonra amorti edilebilmekte ve konforlu, hızlı ve uzun ömürlü bir asansör elde edilmektedir. Çalışır durumdaki kademeli asansörlerde ise makine ömrünü tamamen doldurmadan önce inverter ilave edilmesiyle neredeyse yeni makine maliyetine hem yukarıdaki kazanımlar elde edilmekte hem de makinenin ömrü uzatılabilmektedir. Bu belirgin avantajlar sayesinde hem yeni asansörlerde, hem de eski asansörlerin modernizasyonunda VVVF kademesiz hız kontrol cihazları giderek daha çok tercih edilmektedirler[11].

Asansörlerde kullanılacak bir motor sürücüsünde temel olarak; fren lojik kontrolü, kişiselleştirilmiş rampa, komşu kat ayarı, kata kurtarma-asansör kurtarma (zor yönü bulma), sarsıntısız kalkış için harici ağırlık ölçümü, Power Removal fonksiyonu ile tek kontaktör kullanımı, hata tespiti ve hatalara karşı koruma özellikleri, yükte hareketsiz auto-tuning yapabilme, PTC ile motor ısı koruması, acil durumlar için tek faz 220V UPS ile çalışabilme, yüksek performanslı vektör kontrol (FOC), %150 kalkış torku ve gelişmiş mekanik fren kontrol parametreleri gibi özellikler bulunmalıdır[13,14].

En etkin olarak bilinen regeneratif inverter-motor sistemlerinde yavaşlama sırasında motor jeneratör olarak kullanılarak elde edilen enerji şebekeye aktarılabilir ve daha etkin enerji tasarrufu sağlanabilir. 15 katlı bir ticarethanede ve 25 katlı bir binada yapılan simülasyonlarda regenerasyon enerji kullanımında %30 oranında enerji tasarrufu sağlamıştır. Fakat bu sistemler pahalıdır (6,000\$ - 10,000\$) ve yüksek sayıda ve sık yoğunluklu kullanımlara uygundur[5]. Inverterler ile sağlanabilecek enerji tasarrufuyla birlikte konforu da beraberinde getirmektedir. Örnek olarak; frekans kontrollü (VVVF, Variable Voltage Variable Frequency) kademesiz hız kontrol cihazları sayesinde günümüzde 4 m/s'lik seyahat hızlarına ulaşılabilmektedir. Bazı gelişmiş tahrik ve kumanda sistemleriyle çok daha yüksek hızlar da elde etmek mümkündür. 10 durağın üzerindeki yoğun trafikli binalarda artık 1,60 m/s hızında asansörler tercih edilmekte ve akıllı kumanda sistemlerinin de kullanılmasıyla trafik önemli ölçüde rahatlamaktadır[11].

Mıknatıs uyarmalı senkron motor ile tahrik edilen dişlisiz asansör makine-motorları bir çok bakımdan geleneksel sistemlerle kıyaslanamayacak üstünlük ve avantajlara sahiptir. Motora akuple edilen yüksek duyarlıklı mutlak enkoder ve hassas denetim sağlayan kapalı çevrim sürücü sistemi sayesinde kalkış, duruş ve seyir esnasında mükemmel bir konfor sağlamaktadır[15].

Asenkron motorlara kıyasla çok daha etkin gerçekleştirilen döndürme momenti (tork) ve hız denetimi sayesinde, programlanan hız-zaman eğrisi tüm yük koşullarında büyük bir doğrulukla izlenmekte ve kat hizalamasında kusursuz bir hassasiyet sağlamaktadır. Yumuşak kalkış ve duruşlar sayesinde halat-kasnak arasındaki sıyrılmalar minimum düzeyde tutulduğundan halat ve kasnak aşınmaları klasik sistemlere göre oldukça düşük bir düzeydedir. Dişli grubunun tümüyle ortadan kalkması, bakım ve onarım gereksinimini büyük ölçüde azaltmıştır. Periyodik yağ değişimi, yetersiz yağlama altında çalışma sonucu ortaya çıkabilecek sorunlar, ses ve vibrasyon problemleri ve arızalar

dişlisiz sistemlerde tamamen ortadan kalkmıştır. Konforun yanı sıra mıknatıs uyarmalı senkron motorlu dişlisiz tahrik sistemlerinin, geleneksel asenkron motor ve vidalı redüktörle tasarlanan sistemlere kıyasla en önemli üstünlüğü getirdiği enerji tasarrufudur. Dişli grubun ortadan kalkması ile aynı tahrik gücü gereksinimi ( aynı seyir hızı ve taşıma kapasitesi ) için geleneksel sistemlere göre %40-%50 oranlarında daha küçük motor gücü seçilmesi mümkün olmaktadır. Motorun bu ölçüde küçülmesi sürücü, şalt, kablo ve diğer bileşenlerin de aynı oranda küçülmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle 2:1 askı sistemlerinde kullanılan ve nispeten yüksek hızla dönen mıknatıs uyarmalı senkron motorlarda enerji verimi (harcanan elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüşme oranı) asenkron motorlardan daha yüksek düzeylere çıkmaktadır. Bu şekilde, dişlisiz sistemlerin sürekli kullanımdaki elektrik enerjisi tüketimi geleneksel sistemlerden %50'ye varan oranlarda düşük gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Her alanda enerji verimliliğinin önem kazandığı ve hatta yasalarla denetim altına alındığı bir ortamda, bu çok önemli üstünlüğü dişlisiz sistemlerin bir adım öne çıkmasına, tercih ve hatta teşvik edilmesine neden olmalıdır. Dişlisiz sistemlerin daha da ilginç bir özelliği de, kullanılan sürücünün izin vermesi koşulu ile, dengelenmemiş ağırlığın seyir yönünde etki etmesi durumunda oluşan frenleme enerjisinin, şebekeye geri beslenebilmesi ve bu sayede net enerji tüketiminin daha da düşürülebilmesidir. Yakın bir gelecekte, giderek daha çok sayıdaki sürücü üreticisinin, bu şekildeki çalışmaya olanak verecek sürücü tiplerini geliştireceği öngörülerek, bu önemli özelliğin de göz ardı edilmemesi gereklidir[15].

## 5. SONUÇ

Enerji talebinde meydana gelen sürekli artış ve enerji maliyetlerinin yükselmesi enerji verimliliği konusunda tedbirler almayı zorunlu hale getirmiştir. Çok az miktarda gibi görülebilecek enerji tasarrufları yıllık bazda önemli bir miktar teşkil etmektedir.

Binaların enerji tüketiminin belli bir kısmı asansörler tarafından harcanmaktadır. Bu yüzden asansörlerde sağlanabilecek enerji tasarrufları önemli bir yer teşkil etmektedir. Mevcut asansörlerde ve yeni yapılacak asansörlerde birçok bölümde enerji tasarrufu yapılabilmektedir.

Asansör sistemlerinde enerji sarfiyatının azaltılabileceği birçok alan bulunmaktadır. Bunlar genel olarak; stand-by enerji tasarrufu, aydınlatmada tasarruf, motor ve sürücülerde tasarruftur. Bu bölümlerde yapılabilecek iyileştirmelerle önemli miktarlarda tasarruf sağlanabilmektedir.

## 6. REFERANSLAR

[1] Rüstemli S., Van İli'nin Enerji Sorunları ve Çözüm Önerileri, TMMOB Van Kent Sempozyumu, 287 – 300, 1 – 3 Ekim 2009, Van

[2] Rüstemli S., Vural O., Alçak Gerilim Tesislerinde Reaktif Güç Kompanzasyonu, Kaynak Elektrik; Enerji, Elektrik, Aydınlatma, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi, Sayı: 244, Sayfa: 107 – 110, Sayı: 245, Sayfa: 122 – 127, 2009



- [3] Duru H. T., Asansörlerde modern dişlisiz tahrik sistemleri ve enerji verimliliği, Bileşim Yayıncılık A.Ş., Bina Elektronik Sistem Teknolojileri Dergisi, Sayı: 102, Aralık 2009.
- [4] İmrak C. E., Asansör Elektrik Tahrik Sistemleri, İTÜ, Düşey Transport Sistemleri, Ders Notları, İstanbul 1999, <http://www.mkn.itu.edu.tr/~imrak/MAK540/MAK540-4.pdf>
- [5] Çelik K. F., Asansörlerde Stand-By Enerji Sarfıyatı, EMO, Asansör Sempozyumu 24 Mayıs 2008.
- [6] Duyulmuş A.Ş., Neden Enerji Tasarruflu Ampul, Bileşim Yayıncılık A.Ş., Bina Elektronik Sistem Teknolojileri Dergisi, Sayı:92, Şubat 2009.
- [7] H. M. Sachs, 'Opportunities For Elevator Energy Efficiency Improvements', American Council for an Energy Efficient Economy, Elevator Energy Efficiency Improvements ACEEE, April 2005.
- [8] Tunç Timurkan, Asansör ve Enerji, Asansör Dünyası Dergisi, Sayı:89, Mayıs – Haziran 2009.
- [9] Enerji Verimliliği, Ne Kadar Tasarrufta Bulunabilirsiniz, [http://www.kone.com/countries/tr\\_tr/urunler/asansorler/ofis/c\\_serisi\\_g\\_enel\\_bakis/enerji\\_verimliliği/Pages/default.aspx](http://www.kone.com/countries/tr_tr/urunler/asansorler/ofis/c_serisi_g_enel_bakis/enerji_verimliliği/Pages/default.aspx), 25 Ocak 2010
- [10] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, [http://www.eie.gov.tr/duyurular/EV/kamu\\_tedbirler.doc](http://www.eie.gov.tr/duyurular/EV/kamu_tedbirler.doc), 25 Ocak 2010
- [11] Akbaş S., Frekans Invertoriyle Hız Kontrol Uygulamaları, Bileşim Yayıncılık A.Ş., Bina Elektronik Sistem Teknolojileri Dergisi, Sayı 9.
- [12] Saraçoğlu B., Meşe E., Özdemir E., Duru T., Asenkron Motorların Optimal Enerji Denetimi, EMO, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 9. Ulusal Kongresi, Eylül 2003.
- [13] Birdal U., Delta Motor ve Sürücüler, Bileşim Yayıncılık A.Ş., Otomasyon Dergisi, Sayı: 209, Kasım 2009.
- [14] Aras M., Schneider Electric, Altivar Hız Kontrol Ürün Çözümleri, Bileşim Yayıncılık A.Ş., Otomasyon Dergisi, Sayı: 210, Aralık 2009.
- [15] Duru H. T., Demiröz R., Doğrudan Tahrikli Asansör Sistemlerinde Kullanılan Miknatis Uyarmalı Senkron Motorların Çalışma Ve Boyutlandırılma İlkeleri, Asansör İstanbul 2009 Konferansı, 11 Nisan 2009.

# YENİ NESİL ASANSÖRLERİN ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ergün Alkan  
Yük.Elk.Müh.

Buga Otis Asansör Sanayi ve Ticaret A.Ş.

[ergun.alkan@bugaotis.com.tr](mailto:ergun.alkan@bugaotis.com.tr)

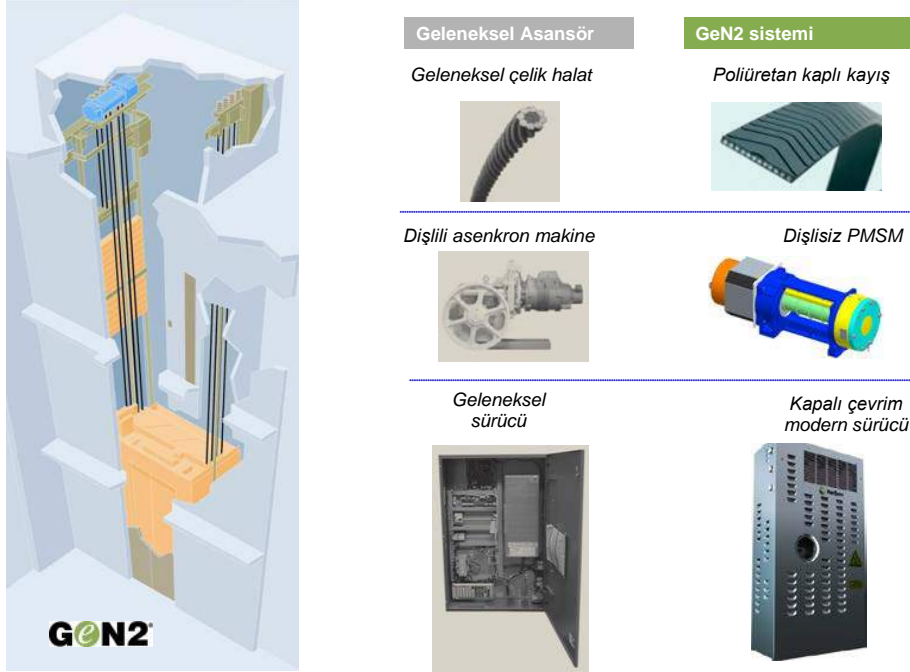
<http://www.otis.com>

Tel:+212 323 44 11 Fax:+212 323 44 66

Balabandere Cad. No:3 34460 İstinye-İstanbul Türkiye

## 1. ÖZET

Çelik halat yerine poliüretan kaplı kayışların (CSB="Coated Steel Belt") kullanılması ile sağlanan yeniliklerin asansör teknolojisi üzerindeki etkisi bir devrim niteliğindedir ve tüm asansör sisteminin performansını baştan sona değiştirmiştir. CSB'lerin sağladığı üstünlükler, sürekli mıknatıslı senkron makine (PMSM) ve en modern regeneratif tahrik teknolojileri tarafından desteklenmiş ve tamamlanmıştır. Bu üç bileşen modern asansör tahrik sisteminin vazgeçilmez unsurlarıdır ve hep beraber geleneksel asansör sistemlerine kıyasla çok daha verimli ve çevre dostu olan yeni bir asansör neslini tanımlarlar. Bu makalede yeni nesil asansörlerin bu üç bileşeni incelenecektir.



Şekil 1. Yeni nesil asansörlerin tahrik sistemi

## 2. KAYIŞLARIN ETKİSİ

Taşıyıcı unsur olarak halat yerine CSB'lerin kullanılması elektrik makinesinin boyutlarını doğrudan etkiler. CSB'lerin kullanılması sayesinde boyutları önemli ölçüde küçülen asansör makinesi kolayca kuyu üst boşluğu içine yerleştirilebilir. Burada bu

konuyu daha detaylı bir şekilde incelenecektir. Bir elektrik makinesinin rotor hacminin aşağıdaki denklem ile hesaplanabileceği gösterilebilir:

$$V_r = T / 2\sigma_{mag} \quad (1)$$

Bu denklemde T ve  $\sigma_{mag}$  sırasıyla makinenin ürettiği momenti ve hava aralığındaki magnetik kopma gerilimini ifade ederler. Bu denkleme göre bir elektrik makinesinin rotorunun hacmi moment ile doğru, magnetik kopma gerilimi ile ters orantılıdır.

Şimdi geleneksel halat teknolojisinin ve yeni nesil asansörlerdeki kayış teknolojisinin asansör makinesinin hacmi üzerindeki etkilerini kıyaslayacağız. 1 numaralı denkleme göre asansör makinesinin momenti aşağıdaki denklemle ifade edilebilir:

$$T = V_r \cdot 2\sigma_{mag} = \pi \cdot D_r^2 \cdot L \cdot 2\sigma_{mag} \quad (2)$$

Burada  $D_r$  rotor çapını ve L rotor uzunluğunu belirtmektedir. 2 numaralı denklemi kullanarak halatlı sistemin momentini, kayışlı sistemin momentine oranlarsak, magnetik kopma geriliminin ve rotor uzunluğunun her iki durum için de aynı olduğunu varsayarsak aşağıdaki denklemi elde ederiz:

$$D_{r_{CSB}} = D_{r_{halatlı}} \cdot (T_{CSB} / T_{halatlı})^{1/2} \quad (3)$$

Şimdi de, rotor çaplarını hesaplamak amacıyla 3 numaralı denklemdeki moment oranını hesaplayalım. Üretilen moment aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir:

$$T = (D_t / 2) \cdot F \quad (4)$$

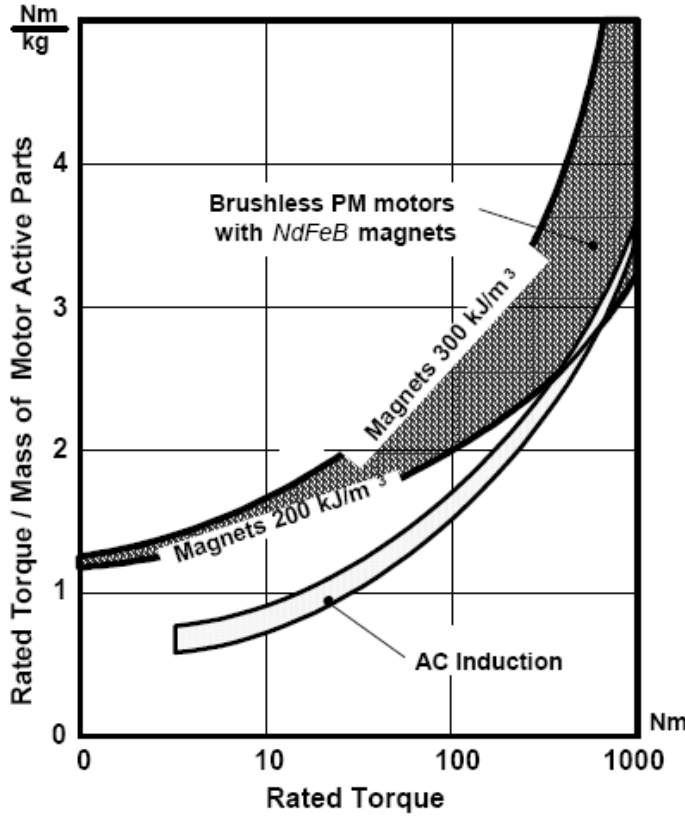
Burada F sisteme verilen kuvveti temsil eder ve aynı özelliklere sahip olduğunu düşündüğümüz (beyan yükü, hız, askı oranı, dengeleme oranı) her iki sistem için de eşittir.  $D_t$  ise tekerlek çapını belirtmektedir. 4 numaralı denklemi 3'de yerine koyarsak aşağıdaki denklemi elde ederiz:

$$D_{r_{CSB}} = D_{r_{halatlı}} \cdot (D_{t_{CSB}} / D_{t_{halatlı}})^{1/2} \quad (5)$$

Asansör standartları, çelik halatın etrafında sarılı olduğu tekerleğin çapının halat çapına oranının asgari 40 olmasını şart koşar. Halatlı dişlisiz sistemde kullanılan halat çapının 10 mm olduğunu varsayarsak, (630 kg ile 1275 kg beyan yüklü asansörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır) tekerlek çapının asgari 400 mm olması gerektiğini buluruz. Benzer şekilde kayış kullanan yeni nesil dişlisiz sistemde kullanılan çelik tel çapının 2.5 mm olduğunu varsayarsak asgari tekerlek çapının asgari 100 mm olması gerektiğini buluruz. Bu değerleri 5 numaralı denklemde yerine koyarsak kayışlı sistemin rotor çapının halatlı sisteminkinin yarısı olduğunu hesaplarız. Bu değerleri kullanarak ve stator çapının rotor çapına oranının PM makinelerde 0,5 ile 0,7 arasında, asenkron makinelerde ise 0,55 ile 0,75 arasında olduğunu göz önüne alarak asansör makinesinin

hacmini hesaplayabiliriz [1]. Buna göre kayış kullanan yeni nesil sistemdeki PM makine geleneksel halatlı sistemde kullanılan makineden çok daha az yer kaplar.

Rotor hacminin, magnetik kopma gerilimi ile ters orantılı olduğu, yukarıda daha önce belirtilmişti. Makinenin enerji dönüşüm yeteneğinin bir ölçüsü olan magnetik kopma gerilimi, PMSM'lerde 15 kN/m<sup>2</sup> ile 60 kN/m<sup>2</sup> arasında, asenkron makinelerde ise 10 kN/m<sup>2</sup> ile 35 kN/m<sup>2</sup> arasındadır. Gen2 makinelerin magnetik kopma gerilimi 21 kN/m<sup>2</sup> dir[1]. PMSM'nin asenkron makineye göre aynı etkin motor kütlesi için üretilen moment değeri bakımından üstünlüğü Şekil2 de görülmektedir.

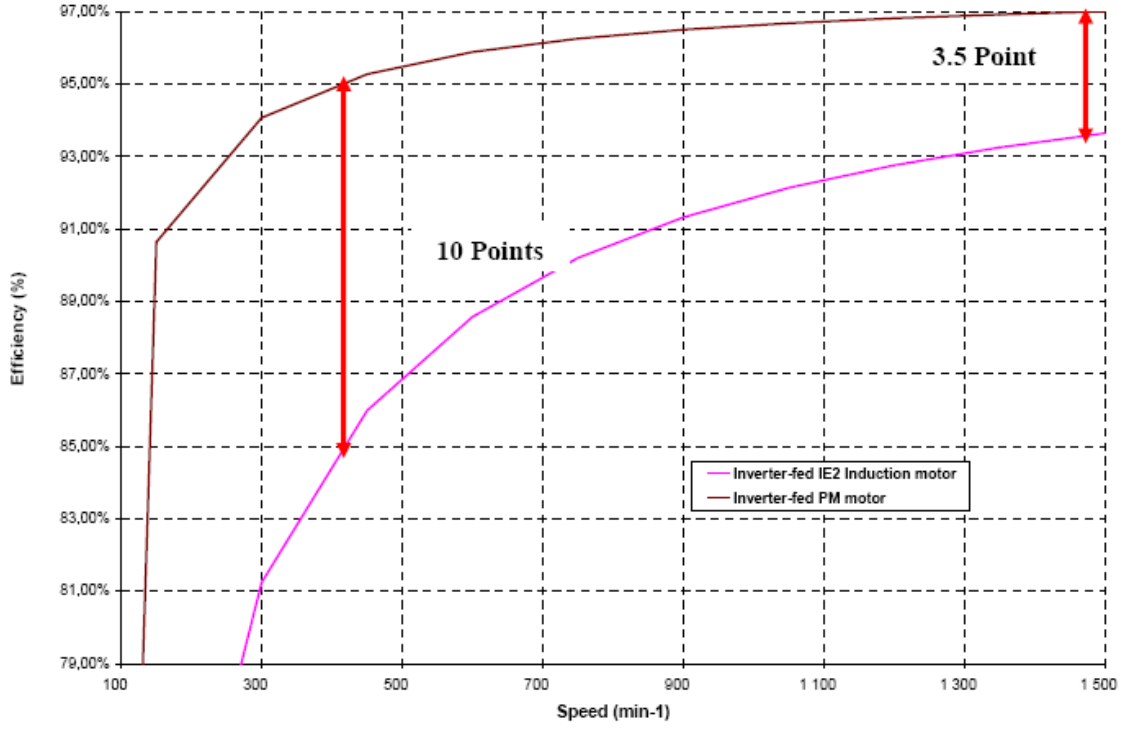


Şekil 2. Fırçasız PMSM'nin ve asenkron makinenin Moment/Kütle oranı [1].

Şimdi konuyu enerji verimliliği açısından değerlendirelim. Bir elektrik makinesinin milinde ürettiği mekanik gücün, makinenin ürettiği moment ile açısal hızının ( $\omega$ ) çarpımına eşit olduğunu düşünürsek aşağıdaki denklemi elde edebiliriz:

$$\omega_{CSB} = \frac{T_{halatlı}}{T_{CSB}} \cdot \omega_{halatlı} \quad (6)$$

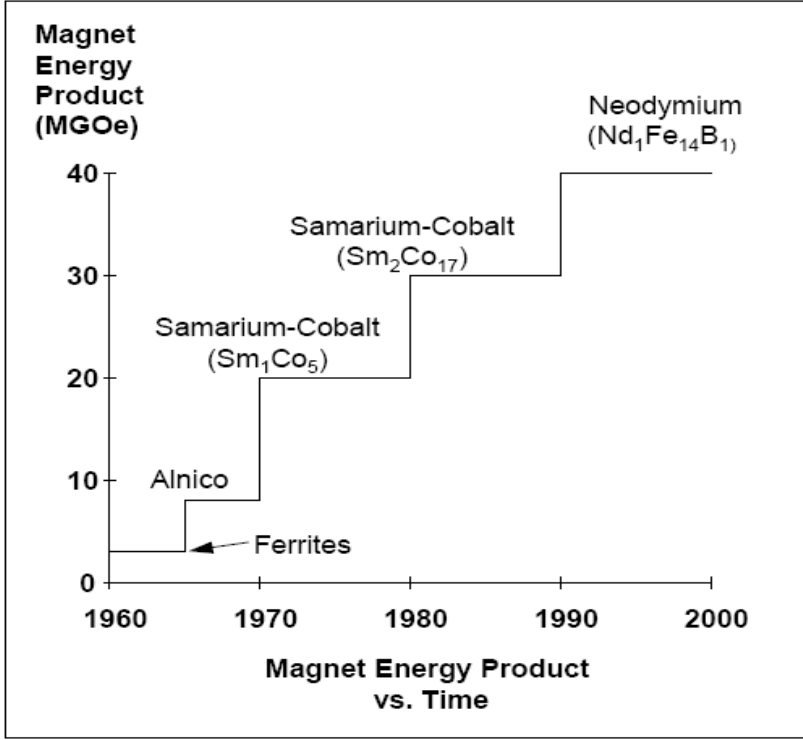
Buna göre, aynı mekanik çıkış gücü için yeni nesil asansör sisteminin hızı geleneksel sistemin hızından daha büyüktür. Bilindiği gibi, enerji dönüşümünün verimi hız arttıkça artmaktadır. Bu durum Şekil 3 de gösterilmiştir. Bu şekil, PM makinenin asenkron makineye göre verim bakımından üstünlüğünü de göstermektedir.



Şekil 3. PMSM ve asenkron makinede verimin hız ile değişimi [2].

### 3. PMSM'LERİN ETKİSİ

Enerji değeri yüksek olan nadir toprak sürekli mıknatıslarının bulunması, düşük hacimli ve yüksek manyetik akılı PMSM'lerin tasarlanabilmesini sağlamıştır. Genelde MGOe biriminde ifade edilen enerji çarpımı değeri, bir sürekli mıknatısın akı yoğunluğunun ve alan şiddetinin, mıknatıslanma eğrisi (B-H eğrisi) üzerindeki değerlerinin çarpımının en büyük değeridir ve sürekli mıknatısın performansının başlıca ölçüsü olarak değerlendirilir. 1983 yılında bulunan sinterlenmiş neodimyum-demir-bor (Nd-Fe-B) mıknatısları günümüzde en üstün özelliklere sahip olan sürekli mıknatıslardır. Bu mıknatısların enerji çarpımı değerleri 26 MGOe ile 52 MGOe arasında değişir. Kalıcı mıknatıslık ve gıdergenlik değerleri yüksektir. Şekil 4 sürekli mıknatısların zaman içindeki evrimini göstermektedir.



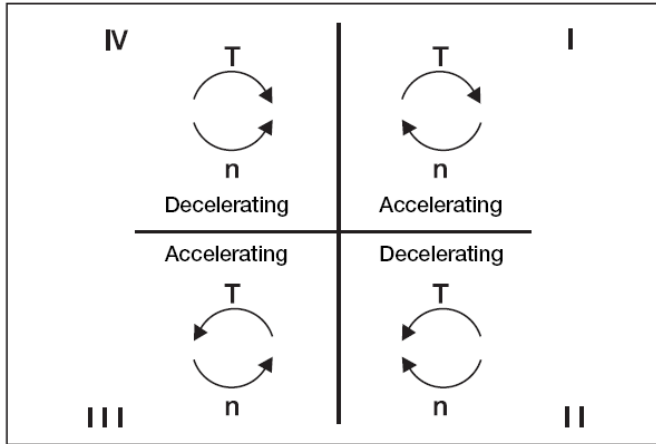
**Şekil 4. Enerji çarpımı değerinin zaman içindeki evrimi [2].**

Rotordaki sürekli mıknatıslar kayıpsız bir magnetik alan kaynağıdır. Bu aşağıdaki avantajları beraberinde getirir:

- Asenkron makinelerde mıknatıslanma için gerekli olan mıknatıslanma akımına ihtiyaç yoktur. Bu nedenle aynı çıkış gücü için PMSM %6 ile %10 arasında daha az şebeke akımına ihtiyaç duyar.
- Daha düşük kalkış akımı. Asenkron makinelerde tipik olarak anma akımının 2 katı olan kalkış akımı PMSM'lerde anma akımının 1,5 katı civarındadır. Böylece şebeke gerilimindeki dalgalanmalar da daha düşük seviyeye inmiş olur.
- İnvörtör ivmelenme sırasındaki akımı sağlayacak şekilde tasarlandığından daha düşük invertör sınırı.
- Daha düşük şalter, sigorta ve kablo değerleri, böylece daha düşük bir kurulum maliyeti.
- Çok yüksek bir güç katsayısı. Böylelikle tepkin güç dengelemesine olan ihtiyaç ortadan kalkar.
- Stator sargılarında daha düşük bakır kaybı ve sargısı bulunmayan rotorda sıfır bakır kaybı.
- Daha düşük ısı üretimi. Soğutma için makine hacminin büyütülmesine gerek yoktur. Buna ilave olarak soğutma için fana ihtiyaç yoktur.
- PMSM'nin hacmi asenkron makineninkinden %25 daha küçüktür.
- PMSM'nin ağırlığı asenkron makineninkinden %20 ile %40 arasında daha küçüktür.
- Daha yüksek magnetik kopma gerilimi ve böylece daha düşük moment ve daha yüksek hız değerleri

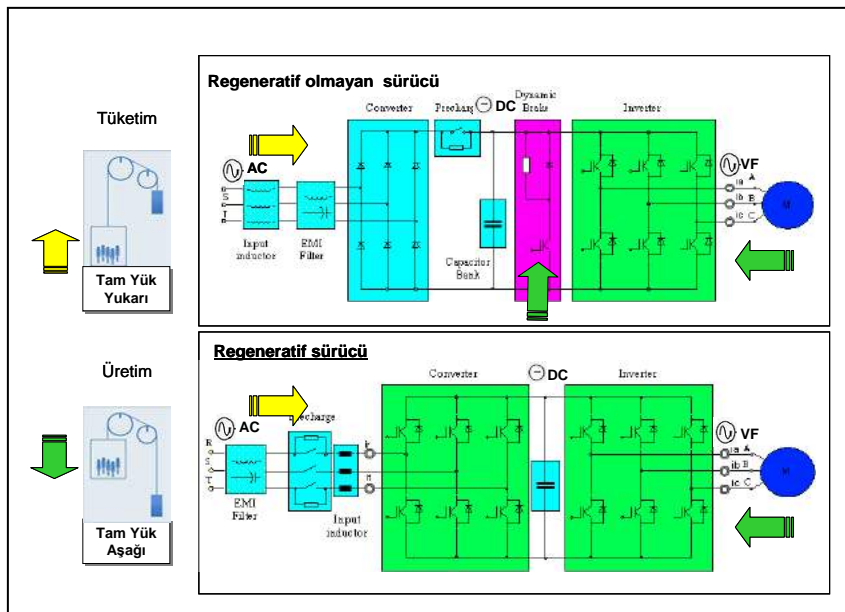
- Daha düşük generator akım ve güç değerleri.

#### 4. REGENERATİF TAHRİKLERİN ETKİSİ



Şekil 5. Asansörün 4 bölge moment-hız diyagramı

Her asansör sürücüsü hareket yönü ne olursa olsun her iki yönde de moment sağlayabilmelidir. Bu, 4-bölgeli işletim olarak adlandırılır ve Şekil 5'deki diyagram üzerinde gösterilebilir. Her bölgede, sistemi hızlandırmak için ihtiyaç duyulan enerji şebekeden alınır ve hareketli kütlelerde kinetik enerji olarak saklanır. Bu enerji beyan hızının karesi ile orantılıdır. Regeneratif olmayan bir tahrik bu enerjiyi ısı olarak dirençler üzerinde harcarken modern bir regeneratif tahrik şebekeye geri kazandırır. Şimdi de potansiyel enerjiyi göz önüne alalım. Sistem birinci ve üçüncü bölgelerde potansiyel enerji alırken, ikinci ve dördüncü bölgelerde potansiyel enerji üretir. Regeneratif tahrikler ikinci ve dördüncü bölgelerde üretilen enerjiyi şebekeye geri kazandırır.



Şekil 6. Regeneratif ve regeneratif olmayan sürücüler.

Sistem tarafından emilen potansiyel enerjinin daha sonraki seyirlerde geri kazanılacağını varsayarak geri kazandırılan enerjinin ortalama değerini hesaplayabiliriz.  $P_i$  ile şebekeden çekilen etkin gücü,  $P_u$  ile sistemdeki kinetik ve potansiyel enerjinin toplamını,  $\eta$  ile sistemin verimini aşağıdaki denklemleri yazabiliriz:

$$P_U = P_I \cdot \eta \quad (7)$$

$$P_R = P_U \cdot \eta = P_I \cdot \eta^2 \quad (8)$$

Burada sistemin verimi aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$\eta = \eta_{\text{sürücü}} \cdot \eta_{\text{makine}} \cdot \eta_{\text{kuyu}} \quad (9)$$

Buna göre toplam verimi %87 olan dişlisiz bir sistemin şebekeden çektiği enerjinin %75'i şebekeye geri kazandırılabilir. Dişlili sistemlerde kabin yönündeki verim şebeke yönündeki verimden küçükken, dişlisiz sistemlerde her iki yöndeki verim eşittir. Bu, dişlisiz sistemin diğer bir üstünlüğüdür.

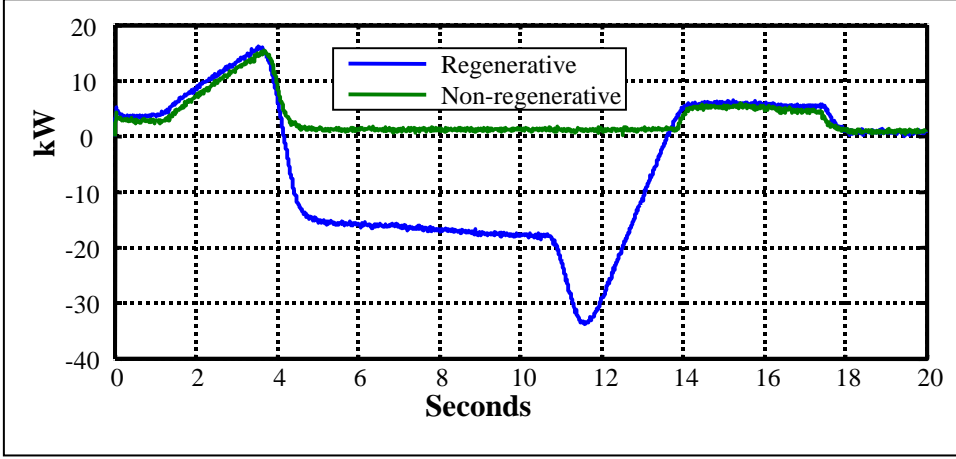
Şimdi regeneratif olmayan geleneksel bir sürücünün akım ve güç değerleri ile regeneratif modern bir sürücünün değerlerini karşılaştıralım:

	Geleneksel	Yeni nesil
Beyan yükü (kg)	800	800
Hız (m/s)	1,6	1,6
Askı oranı	2:1	2:1
Tekerlek çapı (mm)	575	100
Etkin güç (kW)	9,5	7,1
Hat kalkış akımı (A)	45,1	25,9
Hat anma akımı (A)	19,3	10,3
Hat kalkış görünür gücü (kVA)	31,3	18,0
Hat anma görünür gücü (kVA)	13,4	7,1
Güç katsayısı	0,7	1,0
Açığa çıkan güç (kJ/s)	2,1	1,2
Sigorta akımı (A)	25	16
Asgari kablo kesiti (mm <sup>2</sup> )	6	4

**Tablo 1. Asenkron makine kullanılan ve regeneratif olmayan geleneksel bir sistem ile PMSM kullanılan regeneratif yeni nesil asansör sisteminin akım ve güç değerlerinin kıyaslanması.**

30 m lik bir seyir boyunca tam yükte aşağı yönde hareket eden rejeneratif ve rejeneratif olmayan 2 sistemin enerji alış-verişi Şekil 7 de gösterilmiştir.





**Şekil 7. 30m seyir boyunca tam yükte aşağı yönde hareket sırasında regeneratif ve regeneratif olmayan tahriklerin çektikleri/geri kazandırdıkları gücün eğrisi [3].**

Regeneratif sistemin avantajları aşağıda özetlenmiştir:

- Hemen hemen bire eşit olan güç katsayısı ve buna bağlı olarak aynı beyan yükü ve beyan hızı için daha az akım ve güç ihtiyacı
- Daha az ısının açığa çıkması (regeneratif olmayan tahriklere kıyasla asgari %30)
- Daha yüksek bir enerji tasarrufu.
- Daha düşük bina inşaat ve işletim maliyeti
- Daha yüksek bir elektrik enerjisi kalitesi, düşük harmonik distorsiyonu ve sabit DC bara gerilimi
- Asansörün montajı sırasında tek fazdan çalıştırılabilme
- Şebeke gerilimindeki dalgalanmalara karşı yüksek direnç

## 5. SONUÇ

Asansör sisteminde azami verimin sağlanması için, asansör tahrik sistemini oluşturan ana bileşenlerin her birinin diğer bileşenlerin mümkün kıldığı olanakları değerlendirecek ve destekleyecek şekilde tasarlanması gereklidir. Yeni nesil asansörler bu prensibe uygun olarak tasarlanmışlardır. Yeni nesil asansörlerde taşıyıcı bileşen olarak kayışların kullanılması daha küçük bir asansör makinesi kullanılmasına olanak verir. Bu olanağı değerlendiren dişlisiz PMSM'ler geleneksel asansör makinelerine kıyasla çok daha verimlidirler. Regeneratif sürücüler ise sistemde üretilen enerjiyi şebekeye geri iade ederek verimin önemli ölçüde yükselmesine katkıda bulunurlar.

## 6. KAYNAKLAR

1. Dr. Zbigniew Jerry Piech, “**Influence of Coated Steel Belts on Elevator Machinery Technology**”, Otis Elevator Company, Proceedings of Elevcon 2004
2. Anibal T. De Almeida, Carlos Patrao, Joao Fong, Urbano Nunes, Rui Araujo, “**E<sup>4</sup> – Energy Efficient Elevators & Escalators, WP4: Technology Assessment- Final Draft**”, University of Coimbra, October 21, 2009
3. Dr. Vladimir Blasko, “**Elevator Drives - Architectures, Features and Trends**”, Otis Elevator Company, Proceedings of Elevcon 2002

# ASANSÖRLERDE ENERJİNİN VERİMLİ KULLANILMASINA ETKİ EDEN PASİF UNSURLAR

**Sefa Targıt**

*AYSAD Yönetim Kurulu Başkan Vekili*

[stargit@asray.com](mailto:stargit@asray.com)

**ÖZET:** Asansörlerde enerjinin verimli kullanılması gündeme geldiğinde, dikkatler enerji harcayan aksam üzerinde yoğunlaşmakta, tüm asansörlerde söz konusu olan kılavuzlarda oluşan sürtünmelerden kaynaklanan verim kayıpları göz ardı edilmektedir. Çok yüksek hızlı büyük projelerde aerodinamik dirençler dahi hesaba katılırken, asansörlerin büyük çoğunluğunu teşkil eden düşük hızlı konut asansörlerinde ray ve kılavuz patenler arasında yok olan enerji göz ardı edilmektedir. Bu çalışmada, sürtünme meselesi ve kuyu verimi faktörü incelenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji, güç, kuvvet, sürtünme kuvveti, asansör kılavuz rayları, asansör sürüş hattı, kaymalı patenler, yuvarlanmalı patenler, kuyu verimi, enerji verimliliği.

## **Giriş:**

Konuya, temel tanımları hatırlayarak girmekte yarar vardır. Tanımlar doğru yapılmadığı ve kavramlar doğru algılanmadığı takdirde, yaklaşımları ve tavırları belirlemek zor olmaktadır. Kuvvet, kütleli bir cisme hareket kazandıran, hızının veya şeklinin değiştirmesine neden olan etkidir.

**İş**, bir cisme uygulanan kuvvetin, o cismin konumunda yaptığı değişiklik etkisine denir. Enerji, bir cisim ya da sistemin iş yapabilme yeteneğidir.

Rakamsal örnekle açıklarsak, 1 kg lık kütleyle, bir kuvvet tatbik ederek, 1 sn içinde 1 m yol aldırılıp hızı da 1 m/sn ye çıkarırsak, 1 joule iş yapılmış olur.

Bir asansör kabinini, zemin kattan 7. kata çıkarma sonucunda da iş yapılmış olur.

$İş (N-m) = \text{kütle (kg)} * \text{yerçekimi ivmesi (m/sn}^2) * \text{yükseklik (m)}$

Basit anlatımla, asansörü hareket ettirmek bir iştir; bu işi yapmak için asansör kabinine bir kuvvet tatbik etmek gerekir. Kuvvet tatbik etmek, iş yapma yeteneği kazandırmak yani enerjiyi yapmak istediğimiz iş yönünde kanalize etmek manasına gelir.

Enerjinin korunumu yasasına göre, Enerji yoktan var edilemez ve yok edilemez sadece bir şekilden diğerine dönüşür. Enerji yok olmadığına göre, bizim kayıp olarak tanımladığımız kavram, enerjinin amacımıza uygun olmayan çeşitlerden birine isteğimiz dışında dönüşmesidir. Harcadığımız enerjinin, istediğimiz türe dönüşme oranına “verim” diyoruz.

Bir sistemin hazır duruş (stand by) dediğimiz konumda hiçbir talebimiz yokken sarf ettiği enerji tamamen kayıptır. Harekete dönüşmek üzere, elektrik motoru aracılığıyla kanalize ettiğimiz enerjinin, yerçekimi dışında diğer karşı koyan kuvvetleri yenmek için harcanan kısmı da aynı şekilde bizim için kayıptır. Önlenebilir ya da azaltılabilir kayıpların tümünü denetlemek, azaltmak yönünde çalışma yapmak enerjinin verimli kullanmanın temel ilkesidir.

Bu çerçevede, asansörü hareket ettirmek istediğimiz yönün tam aksine kuvvet uygulayarak bize direnen kuvvetleri inceleyip, bertaraf etme çarelerini araştıralım.

Genel anlamda sürtünme, temasta olan ve izafi hareket yapan iki cismin temas yüzeylerinin harekete veya hareket ihtimaline karşı gösterdiği dirençtir. Birbirine temas eden yüzeyler arasında kayma, yuvarlanma veya kayma-yuvarlanma mevcut olabilir. Böylece sürtünme, kayma, yuvarlanma veya kayma-yuvarlanma sürtünmesi şeklinde olur.

Coulomb- Amontons kanunu olarak bilinen bağıntıya göre:

1. Sürtünme kuvveti cisimleri birbirine iten normal kuvvetle orantılıdır.
2. Sürtünme kuvveti nominal temas alanına bağlı değildir.
3. Sürtünme kuvveti kayma hızından bağımsızdır.

Asansörlerin kılavuz sistemi, sürtünme yasasının geçerli olduğu en tipik örneklerden biridir.



Asansörün kabin ve karşı ağırlığı, sabit rijit raylara göre hareket eder ve raylarla kabin patenleri arasında harekete ters yönde bir sürtünme kuvveti oluşur. Yukarıda bahsedilen sürtünme yasasına dayanarak:

- 1- Asansör patenlerinin raylara doğru iten kuvvet ne kadar büyürse, sürtünme kuvveti o denli artar.
- 2- Ray ve patenin temas alanının büyümesi sürtünmeyi arttırmaz
- 3- Asansör hızı, sürtünme üzerinde rol alan bir faktör değildir.

Bu varsayımlardan hareketle, asansör kılavuz raylarıyla asansör kılavuz patenlerini birbirine iten kuvveti incelemek ve o kuvveti sıfıra doğru indirmek gerektiği sonucuna varabiliriz.

### Genel tüketim ve Asansörlerin enerji tüketimi hakkında bilgiler:

ELA tarafından yapılan araştırmaya göre, mevcut bir konut asansörü yılda 800 KWh elektrik sarf etmektedir. Türkiye’de 250.000 asansörün hizmet verdiğini kabul edersek, yıllık enerji sarfı 200GWh mertebesinde olduğu hesaplanabilir. Bu değer anlamını kavramak için Hirfanlı Barajının yılda 400GWh, Keban barajının 6.000 GWh elektrik ürettiğini hatırlatmak isteriz.

Enerji Üretilen Kaynağın Cinsi	2007				2008 (Geçici) (*)			
	Kurulu Güç	Ortalama Üretim Kapasitesi	Gerçek Üretim	Kapasite Kullanımı	Kurulu Güç	Ortalama Üretim Kapasitesi	Gerçek Üretim	Kapasite Kullanımı
	MW	GWh	GWh	%	MW	GWh	GWh	%
Taşkömürü + İthal Kömür+ Linyit	10,197	66,899	53,431	80	10,534	69,107	53,873	78
Petrol + Motorin + Nafta + LPG	2,471	16,119	6,527	40	2,551	16,642	14,809	89
Doğal Gaz	14,560	108,853	95,025	87	14,302	106,919	99,863	93
Diğer	43	313	214	68	43	313	204	65
Termik Toplam	27,271	192,183	155,196	81	27,430	193,297	168,748	87
Jeotermal + Rüzgar Gücü	169	620	511	82	730	2,675	1,104	41
Hidroelektrik	13,395	48,112	35,851	75	14,199	51,001	35,532	70
<b>TOPLAM</b>	<b>40,836</b>	<b>240,919</b>	<b>191,555</b>	<b>80</b>	<b>42,359</b>	<b>246,974</b>	<b>205,383</b>	<b>83</b>

(\*) Kaynak: TEİAŞ APK Daire Başkanlığı

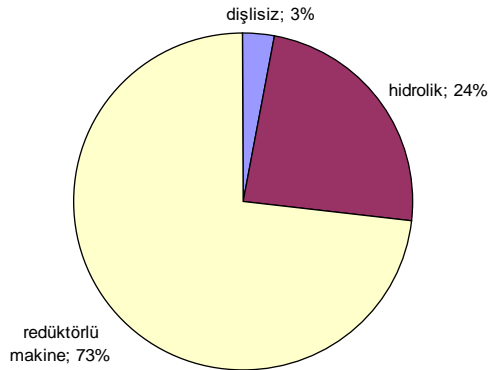
2008 yılında Türkiye’de yıllık elektrik tüketimi 200.000 GWh civarındadır. Asansörler, elektrik tüketiminin %0,1kadarını harcamaktadır. 3 000 kWh (kilovat saat) iken, dünya ortalaması 2 500 kWh, gelişmiş ülkelerde 8 900 kWh, Çin’de 827 kWh, ABD’de ise 12 322 kWh civarındadır. Ülkemizin ekonomik ve sosyal bakımdan kalkınmasının sağlanması için endüstrinin ve diğer

kullanıcı kesimlerin ihtiyacı olan enerjinin, yerinde, zamanında ve güvenilir bir şekilde karşlanması gerekmektedir.

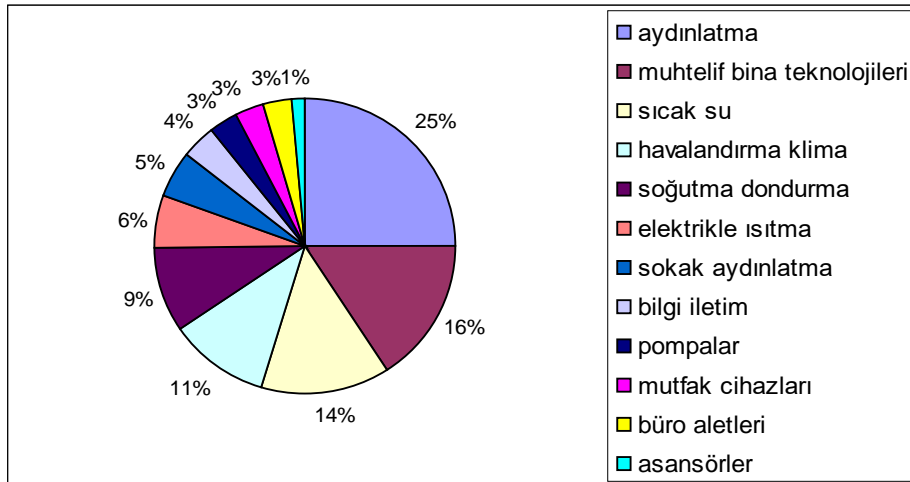
ELA tarafından AB çapında araştırmaya dayanarak asansörlerin mevcut teknoloji ile tükettiği ve uygulanabilir teknolojilerle indirilebilecek enerji sarfı düzeyleri aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

		Sürüş sırasında (TWh)	Hazırda bekleme sırasında (TWh)	Toplam (TWh)	Kazanç %
Mevcut teknoloji	Asansörler	8,673	9.706	18.379	
	Yürüyen merdivenler	822	82	904	
	<b>Toplam</b>	<b>9.495</b>	<b>9788</b>	<b>19.283</b>	
Uygulanabilir en iyi teknoloji	Asansörler	5.637	551	6188	66%
	Yürüyen merdivenler	413	236	649	28%
	<b>Toplam</b>	<b>6050</b>	<b>787</b>	<b>6837</b>	<b>65%</b>

Mevcut teknolojiyi, mevcut uygulanabilir yeni teknolojilerle değiştirdiğimiz takdirde, %65 oranında tasarruf sağlamak mümkündür. Oranı Türkiye'ye yansıtarsak, 130 GWh elektrik enerjisi tasarruf etmekten söz ettiğimiz anlaşılır. ELA istatistiklerine göre, AB düzeyinde asansörlerin tahrik cinsine göre dağılımı aşağıdaki grafikte gösterilmektedir.



Avrupa'da binalarda kullanılan enerjinin kullanıldığı tüketim yerine göre dağılımı aşağıdaki grafikte gösterilmektedir. Asansörlerde kullanılan elektrik enerjisi, toplam tüketimin %1,5 kadarıdır. En yüksek oran ise aydınlatma için tüketilmektedir.



## Asansör kılavuz sistemindeki kayıplar:

Asansörler, kılavuz raylar üzerinde hareket eder. Kabine bağlı patenler, karşılıklı iki veya dört ray arasında hareket eder.



Asansörlerin hareket ettiği kılavuz sisteminde verimi etkileyecek 3 faktör sayabiliriz:

- 1- Kılavuz raylar
- 2- Kabine bağlı kılavuz patenler
- 3- Kuyuya döşenmiş ray hattının kalitesi/geometrik hassasiyeti

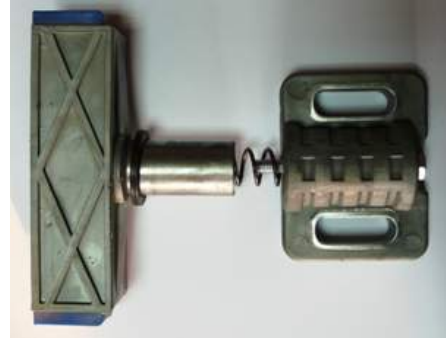
**Kılavuz Raylar:** Asansör kılavuz rayları yapı çeliğinden imal edilmiş çelik profillerdir. ISO 7465 standardıyla tanımlanmış kılavuz rayların, sahip olması gereken ölçü ve özellikler tanımlıdır. Rayların detaylı açıklandığı bir Standard var olduğundan, kılavuz rayların uygun olduğunu veya bilinen ve sabit özelliklere sahip olduğunu varsayalım.

**Kılavuz patenler:** Bir standardı olmadığından muhtelif tasarımlara sahiptir ve muhtelif malzemelerden üretilmektedir. Bu nedenle verimlilik üzerinde etkisi olan ve seçimine dikkat edilmesi gereken parçalardır. Karşı ağırlık patenleri de kabininkiler kadar etkili ve önemlidir. Patenlerin rayla temas eden ve sürtünme katsayısını belirleyen yüzey parçaları, Yumuşak Tip, Sert Tip, Baklavalı Tip gibi muhtelif tiplerde piyasaya arz edilmektedir. Piyasadaki genel eğilim ve imalatçıların tavsiyesi, 2,0 mt/sn hıza kadar kaymalı paten, 2,0 mt/sn aşan hızlar için tekerlekli(yuvarlanmalı) paten kullanılması yönündedir.

Bu tavsiye, sürüş konforu düşünülerek edilmektedir. Sürtünme yasalarına göre, sürtünme direnci hızdan bağımsız olduğundan, sürtünme kayıpları 0,63 m/s ile 10 mt/sn hızlı iki asansör arasında oransal kayıp bakımından fark yoktur. Sürtünme kayıpları göz önüne alınırsa, tüm asansörlere tekerlekli paten önerilmesi gerekir.

Raylar arası mesafe sabit olması sağlanamadığı durumlarda kabinin sallanmasını önlemek üzere geliştirilen yaylı paten gövdeleri, hedeflenen fiziki sonucu aldırılmakta, ancak yay kuvvetinin kontrolsüz oluşu asansör kuyu verimini düşürmenin önünü açık bırakmaktadır.

Aşağıda çeşitli kalınlık ve yapıda yaylar ve patenler görülmektedir.





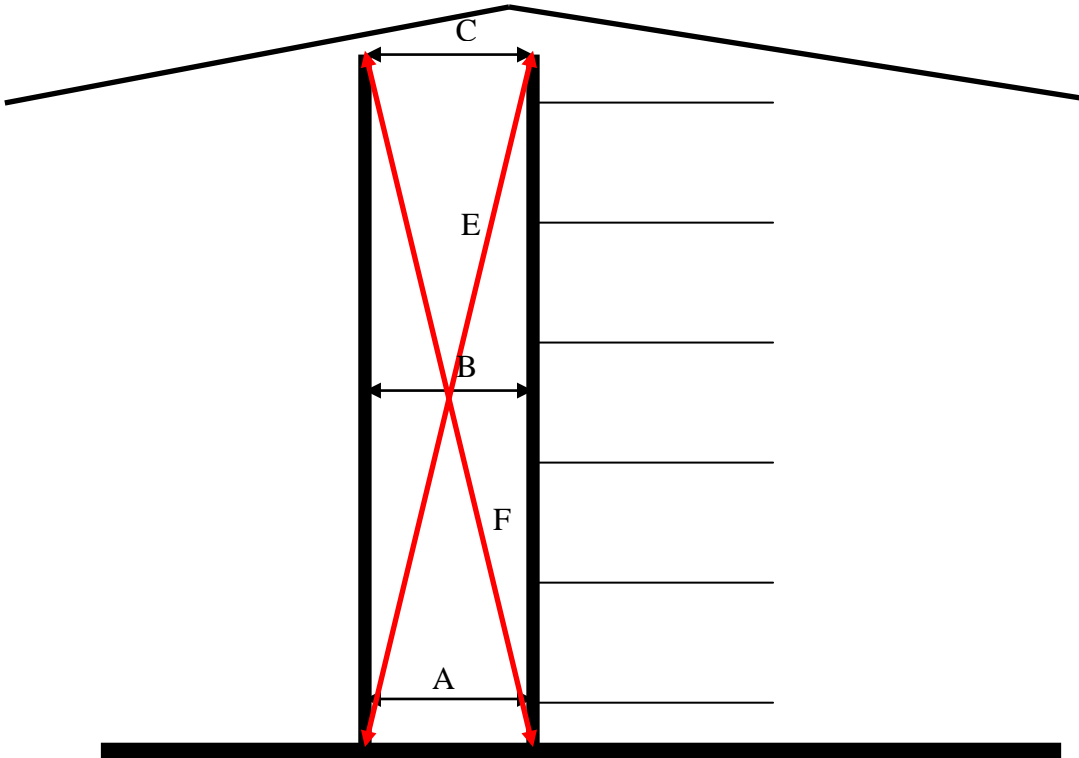
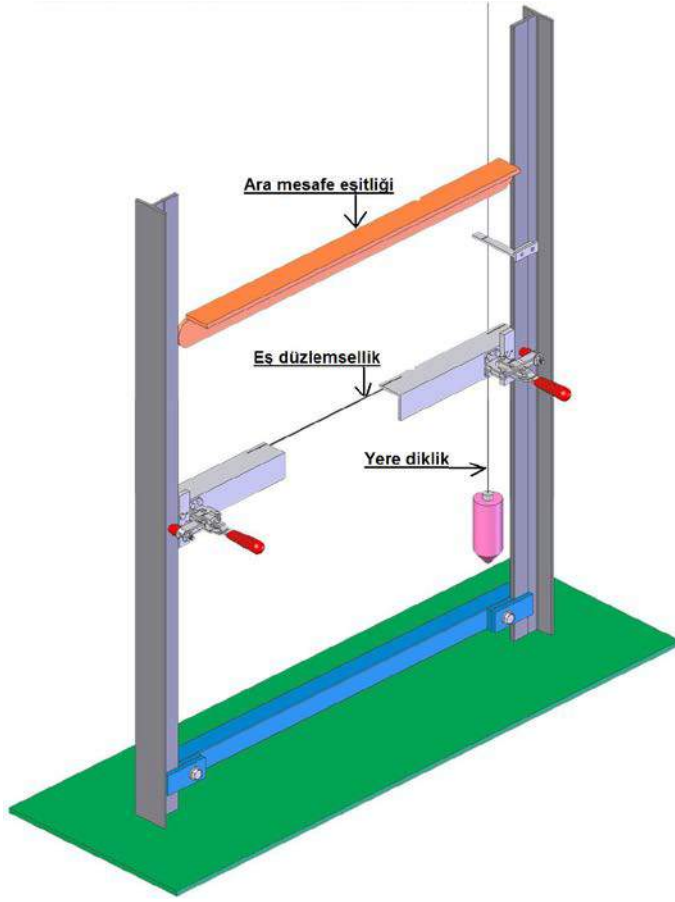
Yaygın kullanılan bazı kaymalı patenleri gösteren fotoğraf, çeşitliliği ortaya koymaktadır



Özellikle yüksek hızlı asansörlerde yuvarlanmalı (tekerlekli) patenler de kullanılmaktadır.

**Kuyuya döşenmiş ray hattının kalitesi/geometrik hassasiyeti:**

3 unsur arasında en önemlisi, döşenmiş ray hattıdır. Gerçekleştirilmesinde insan faktörünün çok yüksek rolü olması, gerçekten bilgi ve beceri gerektiren bir iş olması, öte yandan asansör montajı sırasında pek de gereken önemin verilmemesi, montaj işlemini önemli kılmaktadır.



$A=B=C$  ve  $E = F$  şartları mutlaka yerine gelmeli, raylar tam bir düzlem oluşturmalı ve bu düzlem yeryüzüne dik olmalıdır.



**Deney:**

Aynı kuyuda, aynı askı sistemi, aynı ray hattı, aynı kabin, aynı tahrik makinası ve aynı yükleme şartları altındayken, ray aralıkları yay baskı kuvveti değiştirilerek yapılan deneyde yapılan akım ölçümleriyle aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Şartlar	Kalkış Akımı (Amper)	Sürüş Akımı (Amper)	Sürüş sirasında % Artış
yaysız patenler serbest temasta	6,5	25	–
mevcut yay kuvveti ile bastırılmış	8,2	30	26%
ray - ray aralığı 5 mm daraltılmış	10,2	35	57%

Deneyden görüldüğü üzere, raylar ile patenler birbirine bastıran kuvvet arttıkça, harcanan enerji % 50 kadar artmaktadır.

**Sonuç:**

Asansörlerin enerji tüketimi, asansörü oluşturan aksamın münferit verimlilikleriyle değerlendirilemez. Asansörler, buzdolabı, klima, elektrikli ısıtıcılar gibi üretimi fabrikada tamamlanıp tüketiciye sunulan ürünler değildir. Bu bildiride anlatılmaya çalışıldığı üzere, montaj kalitesi ve ilk montajdaki şartların bakım işlemleri sırasında sürdürülmesi gerek şarttır.

**Kaynaklar:**

- 1- Makine Elemanları (İTÜ yayını) Prof. Dr. Mustafa Akkurt
- 2- ELA [www.ela-aisbl.org](http://www.ela-aisbl.org)
- 3- TEİAŞ APK Daire Başkanlığı [www.teias.gov.tr](http://www.teias.gov.tr)

# ASANSÖR SİSTEMLERİNDE ENERJİ TÜKETİMİNİN ÖLÇÜMÜ VE VERİMLİLİĞİN ETİKETLENMESİ

H.Tarık DURU

**Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fak.  
Elektrik Bl.**

## **Özet:**

Bu çalışmada, asansör sistemlerinde enerji tüketimlerinin ölçümü ve verimliliğin etiketlenmesine ilişkin temel yöntemler ISO 25745 taslak metni [1] ve VDI 4707 [2] kılavuzu baz alınarak tanıtılmıştır. Çalışmanın amacı son derece güncel olan bu konunun tüm ilgilere kısaca ve objektif olarak tanıtılmasıdır. Asansör endüstrisinin gönüllü olarak ortaya koyduğu ve halihazırda AB ülkelerinde asansör sistemleri için etiketlemeye esas oluşturan yöntem ve değerlendirmeler, yakın bir gelecekte binalarda enerji performansı ve verimliliği ile ilgili olarak yapılacak olan daha kısıtlayıcı kriter ve zorunlu düzenlemeler için bir zemin oluşturacağı öngörülmektedir.

## **1-GİRİŞ**

VDI 4707, Federal Almanya Mühendisler Birliği'nin asansörlerin enerji verimliliğine ilişkin olarak hazırlanmış olduğu ve asansörlerin enerji tüketimlerinin standart bir kritere göre değerlendirilmesi ve sınıflandırılması amacıyla hazırlanmış bir kılavuz niteliğindedir. Kılavuzun ortaya çıkmasında Avrupa Birliğinin Binalarda Enerji Verimliliği kapsamlı 16/12/2002 tarih ve 2002/91/EC direktifi ve önemli bir rol oynamıştır. Ülkemizde de 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve Binalarda Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi konusundaki mevzuat, benzeri bir çalışmanın yakın gelecekte Türkiye için de gerekebileceğini düşündürmektedir [3].

Bu kılavuz, esas olarak yeni kurulacak insan ve yük asansörlerinin enerji verimliliği sınıflandırılmasına yönelik olarak planlanmış olmasına karşın, mevcut asansörlerin enerji verimliliğinin belirlenmesi, üreticiler tarafından verilen enerji tüketim değerlerinin objektif olarak sınılanması ve enerji tüketim tahminlerinin öngörülmesi için de kullanılabilir. Bu şekilde, müteahhid, mimar, planlamacı ve montaj firmalarının binaya ilişkin enerji verimliliği değerlendirmesinde, asansörlere ilişkin gerçekçi bir öngörü yapılması ve farklı ve enerji verimliliği açısından daha avantajlı sistemlerin tercih edilmesi mümkün olacaktır. Kılavuzda öngörülen yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlar ile belirlenen "asansör sisteminin enerji verimliliği sınıfı" bir belgelemeyle de tescil edilebilecek ve bina enerji etiketlemesinin bir alt bileşenini oluşturabilecektir. Buradaki en önemli husus bu etiketlemenin ancak belirli bir tesisat için ve yapılacak ölçüm ve hesaplamalar sonucunda bir onaylanmış kuruluş tarafından tescil edilebilecek olmasıdır.

## 2-TANIM, ÖLÇÜM ve HESAPLAMALAR

### 2.1 Asansörlerde enerji tüketimi

Bekleme Tüketimi  
Seyir Tüketimi

olarak adlandırılan iki bileşen ile tanımlanabilir.

Bekleme Tüketimi, bir asansörün hizmete hazır bekleme durumunda iken tükettiği enerji olarak tanımlanır. Bu tüketime örneğin kuyu ve makine dairesi aydınlatması, havalandırılması gibi asansörün kendi devre, düzenek ve sistemleri dışındaki tüketimler dahil değildir.

Seyir Tüketimi, asansör sisteminin belirli bir yük altında belirli bir çevrim çalışması sonucunda tüketilen enerji olarak tanımlanmıştır. Bu şekildeki çalışma sonucunda ölçülen enerji değerinden ( ek bir hesaplama ile ) bir asansör sisteminde birim ağırlığın, birim mesafeye taşınması için gereken “Özgül Seyir Enerji Tüketimi” mWh / kg.m olarak belirlenmiş olur. Bu değer farklı asansörlerin karşılaştırılması için somut bir kriter oluşturacaktır.

### 2.2 Enerji Tüketim Sınıfı ve Etiketleme

Kılavuzda, Bekleme ve Özgül Seyir Enerji Tüketimi değerlerinin herbirine göre A'dan G'ye kadar yedi kademe enerji tüketimi ve verimlilik sınıfları tanımlanmıştır. Her iki tüketim, daha sonra sistemin kullanım kategorisine göre yine yedi kademedeki oluşan genel enerji tüketimi ve enerji verimliliği sınıfının belirlenmesine esas oluşturacaktır. Alışıldığı üzere A sınıfı en az enerji tüketen, dolayısıyla de en yüksek enerji verimliliğine sahip sistem olarak tanımlanmıştır. Bu şekildeki bir etiketlemede “Özgül Seyir Tüketimi “ A sınıfı olan bir asansörün “Bekleme Tüketimi” yüksek olduğunda, A'dan daha düşük bir sınıfa düşmesi mümkün olmaktadır. Bu da kabin aydınlatması, yardımcı sistemlerin tüketimleri, pano elektroniği ve hız denetim cihazının bekleme durumundaki tüketimlerini en az seyir tüketimi kadar önemli hale getirmiştir.

### 2.3 Kullanım Kategorileri

Bir asansör sisteminin enerji tüketiminin tam olarak sınıflandırılabilmesi için asansörün kullanım sıklığı veya kullanım kategorisinin tanımlı olması gereklidir. Bu kategorilerin belirlenmesinde günlük ortalama seyir ve bekleme süreleri esas alınmıştır. Bu kategorizasyon bir anlamda Seyir ve Bekleme sürelerinin ağırlığını tanımlamaktadır [2].

**Tablo 1. Kullanım kategorileri ve Seyir-Bekleme süreleri**

Kullanım Kategorisi	1	2	3	4	5
Kullanım Oranı	Çok az	Az	Orta	Yoğun	Çok Yoğun
Günlük Seyir Süresi* (Saat)	0.2	0,5	2.5	3	6
Günlük Bekleme Süresi (Saat)	23.8	23.5	22.5	21	18
Örnek Binalar	Mesken (6 veya daha az daire) ve Küçük Ofisler	Mesken ( 20 daire) Küçük oteller 2-5 Katlı Ofisler Küçük işletmelerin Yük Asansörleri	Mesken ( 50 daire) Orta Büyüklükte Oteller 10 Katlı Ofisler Orta Büyüklükteki İşletmelerin Yük Asansörleri	Mesken ( >50 daire) Büyük Oteller 10 Kat üzeri Ofisler Büyük İşletmelerin Yük Asansörleri	100 m üzeri binalar Çok büyük Oteller Çok büyük İşletmelerin Yük Asansörleri

- Bu değer günlük seyir sayısı ve seyir süresinden hesaplanabilir.

## 2.4 Seyir Tüketiminin Ölçülmesi

Seyir tüketimi asansörler için öngörülen yük oran dağılımına uygun referans seyirlerde tüketilen enerjilerin ölçümlerinden faydalanılarak belirlenir. Yük oran dağılımı bir asansörün normal çalışma durumunda hangi yük oranlarında yüklendiğini gösteren istatistik bir veridir. Tablo 2.'de kılavuzda öngörülen yük oran dağılımları gösterilmiştir. Bunların dışındaki bir çalışma durumu beyan edilmek ve belgelenmek şartıyla kullanılabilir.

Referans seyir aşağıdaki seyir aşamalarından oluşmuştur.

- Kapıların açılması
- Kapıların kapanması
- Kuyu boyunca aşağı veya yukarı seyir
- Kapıların açılıp-kapatılması
- Kuyu boyunca aşağı veya yukarı seyir
- Kapıların açılması

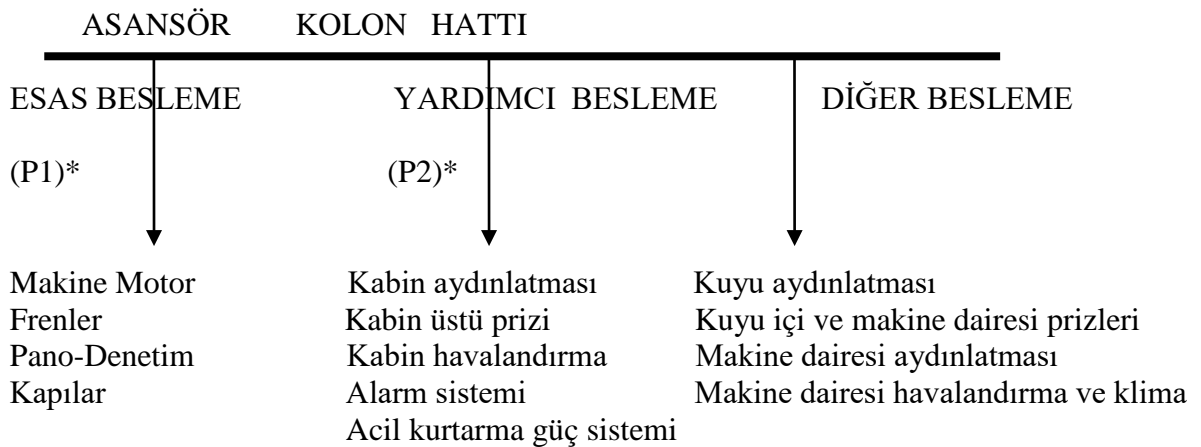
**Tablo 2. Yük oran dağılımları.**

% Yük	% Çalışma
0	50
25	30
50	10
75	10
100	0

Referans seyirleri bu dağılıma uydurmak için örneğin 10 referans seyir için 5 “0” yükte , 3 %25 yükte, 1’er de %50 ve %75 yükte ölçüm yapılması gereklidir. Bu şekildeki yükleme yerine tüm çalışmaların boş kabinle yapıp sonuçların uygun bir katsayı ile düzeltilmesi de mümkündür.

Buna göre karşıt ağırlık oranı %40..%50 arasında olan sistemlerde sonuçların 0.7 ile çarpılması, karşıt ağırlığı bulunmayan veya %30’dan daha düşük dengeleme olan sistemler için sonuçların 1.2 ile çarpılması gereklidir.

Seyir tüketimlerinin ölçülmesi için öngörülen bağlantı noktaları şekildeki diyagram üzerinde gösterilmiştir. Kılavuz, ISO 25745’te de öngörülen ölçme aletlerinin özelliklerini ve ölçümde dikkat edilmesi gereken temel konuları da tanımlamaktadır.



(P1)\* ve (P2)\* seyir ve bekleme durumu için ayrı ayrı ölçülecektir.

**Şekil 1. Ölçüm noktaları.**

## e-Hesaplamalar ve Etiketleme

Yapılan ölçmeler sonucunda, Seyir ve Bekleme tüketimleri belirlenen bir asansör sisteminde enerji etiketlemesine esas oluşturacak tüketim (1) ile verilen bağıntı ile hesaplanacaktır.

$$E_{\text{ÖT}} = E_{\text{ÖST}} + \frac{P_B \times t_B \times 1000}{Q \times v \times t_S \times 3600} \quad (1)$$

Burada ;

$E_{\text{ÖT}}$  : Özgül tüketim ( mWh / kg.m),

$E_{\text{ÖST}}$ :Özgül seyir tüketimi ( mWh / kg.m),

$P_B$  : Bekleme durumundaki güç tüketimi ( W),

$Q$  :Anma Yük ( kg),

$v$  : Anma Hız(m/s),

$t_B$  :Bekleme süresi ( h),

$t_S$  :Seyir süresi (h)'dir.

Bekleme ve Seyir tüketimleri için enerji sınıfları aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

**Tablo 3. Bekleme ve Seyir tüketimleri için enerji sınıfları.**

SINIF	A	B	C	D	E	F	G
$P_B$ (W)	$\leq 50$	$\leq 100$	$\leq 200$	$\leq 400$	$\leq 800$	$\leq 1600$	$> 1600$
$E_{\text{ÖST}}$ (mWh / kg.m)	$\leq 0.56$	$\leq 0.84$	$\leq 1.26$	$\leq 1.89$	$\leq 2.80$	$\leq 4.20$	$> 4.20$

Bekleme ve seyir süreleri kullanım kategorilerine göre değişeceğinden (1) bağıntısı, Tablo 1. ve 3. yardımı ile kullanım kategorileri, Bekleme ve Seyir tüketimlerine göre her kullanım kategorisindeki asansörlerin A'dan G'ye enerji verimliliği hesaplamalarına esas oluşturan bağıntılar elde edilebilir. Örneğin, 1 ile gösterilen kullanım kategorisi için  $t_S=0.2$  h,  $t_B=23.8$  h değerleri ve A sınıfı  $P_B$  ve  $E_{\text{ÖT}}$  değerlerine sahip bir asansörde, A sınıfının 1. Kullanım kategorisi için sınırını tanımlayan bağıntı;

$$E_{\text{ÖTA}_1} = 0.56 + \frac{50 \times 23.8 \times 1000}{Q \times v \times 0.2 \times 3600} \quad (2)$$

şeklindedir.

Bağıntılardaki  $Q$  ve  $v$  değerlerinin belirli olması veya öngörülmesi durumunda da enerji sınıfları için doğrudan tüketim değerleri belirlenebilir. Örnek olarak 1000 kg , 1 m/s asansör sistemleri için enerji verimliliği sınıflarını tanımlayan değerler Tablo 4.'e verilmiştir.

$$E_{\text{ÖTA}_1} = 0.56 + \frac{50 \times 23.8 \times 1000}{1000 \times 1 \times 0.2 \times 3600} = 2.21 \text{ mWh / kg m}$$

**Tablo 4. Q=1000 kg, v=1 m/s bir sistemin enerji verimliliği sınıfları için sınır değerler.**

Enerji Verimliliği Sınıfı	Özgül Enerji Tüketimi (mWh/(kg m))				
	Kullanım Kategorisi				
	1	2	3	4	5
<b>A</b>	≤2.21	≤1.21	≤0.77	≤0.66	≤0.60
<b>B</b>	≤4.15	≤2.15	≤1.26	≤1.03	≤0.92
<b>C</b>	≤7.87	≤3.87	≤2.09	≤1.65	≤1.43
<b>D</b>	≤15.11	≤7.11	≤3.56	≤2.67	≤2.22
<b>E</b>	≤29.24	≤13.24	≤6.13	≤4.36	≤3.47
<b>F</b>	≤57.09	≤25.09	≤10.87	≤7.31	≤5.63
<b>G</b>	>57.09	>25.09	>10.87	>7.31	>5.63

Yukarıda tanımlanan ölçme ve hesaplama yöntemi ve özgül seyir ve bekleme enerji tüketim değerleri yardımı ile bir asansörün yıllık enerji tüketimleri de tahmin edilebilir.

Özgül seyir tüketim değeri, birim yol ve ağırlık için ( 1 m , 1 kg ) tanımlandığından, günlük seyir zamanı (ts) ve anma hız (v) yardımıyla, günlük seyir mesafesi;

$$S = t_s \times v \quad (3)$$

anma yükü (Q) kullanılarak da günlük seyir tüketimi;

$$E_{\text{SGÜN}} = E_{\text{ÖST}} \times S \times Q \quad (4)$$

şeklinde elde edilir.

Günlük bekleme süresi (tb) ve beklemedeki güç tüketimi yardımıyla beklemedeki günlük enerji tüketimi;

$$E_{\text{BGÜN}} = t_b \times P_B \quad (5)$$

şeklinde hesaplanır.

Buradan yıllık enerji tüketimi;

$$E_{\text{YIL}} = 365 \times ( E_{\text{BGÜN}} + E_{\text{SGÜN}} ) \quad (6)$$

olarak bulunur.

### **3- SONUÇLAR**

Bu çalışmada asansör sistemlerinin enerji tüketimlerinin ölçülmesi ve enerji sınıflarının belirlenmesinde kullanılan tanım ve yöntem ve bağıntılar verilmiştir. Bu şekilde yeni kurulacak sistemlerde enerjinin daha etki kullanımı ve sistemin yüksek verim sınıfına girebilmesi için hangi bileşenlerin tüketimlerinin ne ölçüde düşürülmesi gerektiğinin önceden belirlenmesi mümkün olacaktır. Örneğin motor sisteminin tükettiği seyir enerjisi çok düşük olan bir sistemde kabin aydınlatmasının yaratacağı tüketim artışı sistemin genel enerji tüketim sınıfını etkileyecektir. Öncelikle makine motor, pano ( kontrol elektroniği, hız denetim cihazı v.b.) ve kapı-kabinin seyir ve bekleme enerji tüketimlerinin kullanım kategorileri için belirlenen sınırların altında kalmasının sağlanması, daha sonraki aşamada kusursuz bir montajla kurulan sisteme aktarılması gereklidir. Tasarım aşamasında düşük enerji tüketeceği planlanan bir sistem hatalı montaj, yetersiz bakım v.b. gibi nedenlerle umulandan daha fazla enerji tüketebilecektir.

### **KAYNAKLAR**

**[1] ISO 25745 (Taslak) ; Energy Performance of Lifts, Escalators and Moving Walks — Part 1: Energy Measurement and Verification**

**[2] VDI 4707 Guidelines for Lifts Energy Efficiency**

**[3] 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu**



# ASANSÖR SİSTEMLERİNDE DİŞLİSİZ TAHRİK UYGULAMALARI

**Rıfat DEMİRÖZ**  
AKAR ASANSÖR  
MAKİNA MOTOR SAN..LTD

**Murat GÜNGÖR**  
AKAR ASANSÖR  
MAKİNA MOTOR SAN..LTD

**H.Tarık DURU**  
Kocaeli Üniversitesi  
Elektrik Müh. Bölümü

**Özet:** Bu çalışmada asansör teknolojisinde son yıllarda gözlenen en önemli gelişmelerden biri olan Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motorlar ve dişlisiz tahrik uygulamaları tanınmış, tasarım planlama ve uygulamaları ile ilgili önemli noktalara değinilmiştir.

## 1.GİRİŞ

Son yıllarda asansör teknolojisinde yaşanan en önemli gelişmelerden biri de hiç kuşkusuz mıknatıs uyarmalı senkron motor (MUSM)'ların, asenkron motorların yerine kullanılabilir hale gelmesi ve bu sayede dişlisiz ( gearless ) ve makine dairesiz ( Machine roomless, MRL) tahrik sistemlerinin tasarımının mümkün olmasıdır. Yüksek enerjili NdFeB mıknatısların fiyatlarının düşmesi ve farklı tip ve özelliklerde ticari olarak arz edilmeleri ve sürücü teknolojisinde yaşanan gelişmeler bu teknolojiyi destekleyen en önemli unsurlardır.

Mıknatıs uyarmalı senkron motor ile tahrik edilen dişlisiz asansör makine-motorları bir çok bakımdan geleneksel sistemlerle kıyaslanamayacak üstünlük ve avantajlara sahiptir [1]. Motora akuple edilen yüksek duyarlıklı mutlak enkoder ve hassas denetim sağlayan kapalı çevrim sürücü sistemi sayesinde kalkış, duruş ve seyir esnasında mükemmel bir konfor sağlamaktadır.

Asenkron motorlara kıyasla çok daha etkin gerçekleştirilen döndürme momenti (tork) ve hız denetimi sayesinde, programlanan hız-zaman eğrisi tüm yük koşullarında büyük bir doğrulukla izlenmekte ve kat hizalamasında kusursuz bir hassasiyet sağlamaktadır. Yumuşak kalkış ve duruşlar sayesinde halat-kasnak arasındaki sıyrılmalar minimum düzeyde tutulduğundan halat ve kasnak aşınmaları klasik sistemlere göre oldukça düşük bir düzeydedir. Dişli grubunun tümüyle ortadan kalkması, bakım ve onarım gereksinimini büyük ölçüde azaltmıştır. Periyodik yağ değişimi, yetersiz yağlama altında çalışma sonucu ortaya çıkabilecek sorunlar, ses ve vibrasyon problemleri ve arızalar dişlisiz sistemlerde tamamen ortadan kalkmıştır.

Konforun yanı sıra mıknatıs uyarmalı senkron motorlu dişlisiz tahrik sistemlerinin, geleneksel asenkron motor ve vidalı redüktörle tasarlanan sistemlere kıyasla en önemli üstünlüğü getirdiği enerji tasarrufudur [2]. Dişli grubun ortadan kalkması ile aynı tahrik gücü gereksinimi ( aynı seyir hızı ve taşıma kapasitesi ) için geleneksel sistemlere göre %40-%50 oranlarında daha küçük motor gücü seçilmesi mümkün olmaktadır. Motorun bu ölçüde küçülmesi sürücü, şalt, kablo ve diğer bileşenlerin de aynı oranda küçülmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle 2:1 askı sistemlerinde kullanılan ve nispeten yüksek hızla dönen mıknatıs uyarmalı senkron motorlarda enerji verimi (harcanan elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüşme oranı) asenkron motorlardan daha yüksek düzeylere çıkmaktadır. Bu

şekilde, dişlisiz sistemlerin sürekli kullanımdaki elektrik enerjisi tüketimi geleneksel sistemlerden %50'ye varan oranlarda düşük gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Dişlisiz sistemlerin daha da ilginç bir özelliği de, kullanılan sürücünün izin vermesi koşulu ile, dengelenmemiş ağırlığın seyir yönünde etki etmesi durumunda oluşan frenleme enerjisinin, şebekeye geri beslenebilmesi ve bu sayede net enerji tüketiminin daha da düşürülebilmesidir. Yakın bir gelecekte, giderek daha çok sayıdaki sürücü üreticisinin, bu şekildeki çalışmaya olanak verecek sürücü tiplerini geliştireceği öngörülerek, bu önemli özelliğin de gözardı edilmemesi gereklidir.

## 2. DIŞLİSİZ SİSTEMLERDE MOTOR BOYUTLANDIRILMASI

Dişlisiz bir asansör sisteminde motorun boyutlandırılmasında ilk veri beyan yükü ve hızıdır. Bu iki verinin yanı sıra askı sisteminin direkt askı ya da palanga mı olacağı bilinmesi gereklidir. Bu veriler yardımı ile sistemde kullanılacak motorun seçimi için ilk belirleme yapılabilir. Palanga kullanılması motor şaftına uygulanacak olan yük momentini 2 (veya 4) kat azaltacağından, önemli ölçüde daha küçük gövde yapısına sahip ve daha hızlı dönen bir motor kullanımına olanak sağlayacaktır. Bu nedenle bir çok durumda 2:1 palanga kullanılması tavsiye edilmektedir. Bazı yüksek kapasite uygulamalarında ise 4:1 askı sistemi kullanılmaktadır.

Normal işletme durumunda motorun üretmesi gereken döndürme momenti ;

$$M_{\text{motor}} = r_{\text{kasnak}} g(m_{\text{yük}} + m_{\text{kabin}} + m_{\text{ekr}} - m_{\text{ka}}) / \ddot{u} \eta \quad (1)$$

ile verilir.

Burada;

$r_{\text{kasnak}}$  : tahrik kasnağının yarıçapı (m),

$m_{\text{yük}}$  : yük kütlesi (kg),

$m_{\text{kabin}}$  : kabin kütlesi (kg),

$m_{\text{ek}}$  : kablo ve denelmemiş halat külesi (kg)

$m_{\text{ka}}$  : karşıt ağırlık kütlesi (kg),

$\ddot{u}$  : Askı tipine bağlı katsayı ( direkt askı için 1, 2:1 askı için 2, 4:1 için 4 alınır ),

$\eta$  : Kuyu ve halat sisteminin verimidir.

Motorun devir hızı da,

$$\omega = \ddot{u} (v / r_{\text{kasnak}}) \text{ (rad/s) veya} \quad (2)$$

$$n = \omega (60 / 2\pi) \text{ (d/dk)} \quad (3)$$

ile hesaplanır.

Örneğin 0.16 m yarıçaplı bir tahrik kasnağı ile çalıştırılacak 1000 kg, 1m/s 'lik bir sistemde kuyu verimi %80 kabul edilirse,

1:1 askı için  $M_n = 980 \text{ Nm}$ ,  $n_n = 59.68 \text{ d/dk}$  ( $\omega_n = 6 \text{ rad/s}$ ),

2:1 askı için  $M_n = 490 \text{ Nm}$ ,  $n = 119.36 \text{ d/dk}$  ( $\omega_n = 12 \text{ rad/s}$ ),

değerleri elde edilir. Dikkat edilirse tahrik gücü her iki motor için de yaklaşık 6 kW olmasına rağmen tamamen farklı iki motor gereklidir

Motor boyutlandırılmasında diğer önemli hususlar da trafik ve ortam sıcaklığıdır. Sistem için seçilecek motorun tam yükte çalışma momenti (1) ile verilen değerde olmasına karşın, yol alma ve frenlemede bu değer 1.5-2 kat üzerine çıkmak gerekebilir; aynı oran akım için de geçerli olup ısı kayıplar ise bu oranın karesi ile artacaktır. Motorun yolalma ve frenleme ve normal işletmede çevrimsel olarak çalışması standartlarda "S5" ile tanımlanmıştır. S5 yolalma ve frenlemenin ısınmayı etkilediği kesintili çalışma olarak tanımlanır. Bu nedenle bu çalışma için saatteki yolalma sayısı, % doluluk oranı, örneğin 180 start/h -%60 veya 240 start/h -%40 şeklinde tanımlanmak zorundadır. Bu işletme rejimleri 40°C ortam sıcaklığı için garanti edilmiş olup, daha yoğun trafik ve daha yüksek ortam sıcaklıkları için motorun termal koruma sınırına girme ve servis dışı kalma riski oluşabilmektedir. Genel olarak 1.6 m/s üzerindeki hızlar, belirli saatlerde de olsa aşırı trafik beklentisi ve 40°C üzerindeki ortam sıcaklıkları için döndürme momenti açısından motorun daha toleranslı seçilmesini gerektirir.

Mıknatıs uyarmalı senkron motorlar mümkün olduğu ölçüde tasarlandığı hız ve yük koşullarında çalıştırılmalıdır. Tasarım hızının üzerindeki hızlarda hız denetimi ve ivmelenmede sorunlar yaşanabilir. Tasarım hızının altındaki hızlarda ise gereğinden yüksek akımla çalışacağından hız denetim cihazı açısından bir aşırı boyutlandırma söz konusu olabilir. Dolayısı ile motorun anma değerleri, talep edilen hız ve yük değerlerine ne kadar yakın ise oluşturulan sistem ekonomik ve teknik olarak o ölçüde başarılı olacaktır. Bu belirlemeler sonucu sisteme göre motor ve hız denetim cihazlarının optimize edilmesinin de mümkün olduğu ortaya çıkmaktadır. Şekil 1.'de dişlisiz sistemler için üretilmiş motorlar gösterilmiştir.



Şekil 1. Dişlisiz sistemler için farklı MUSM'lar [4].

### 3. DIŞLİSİZ SİSTEMLERDE MONTAJ, DEVREYE ALMA ve BAKIM

Mıknatis uyarmalı senkron motorlar, yüksek duyarlıklılı bir mutlak – artımsal enkoder üzerinden geri beslemeli ve kapalı çevrim olarak çalışırlar. Modern hız denetim cihazları, programlanan hız-zaman diyagramını her yük koşulunda mükemmel bir şekilde izleyerek, yüksek bir konfor sağlamaktadır. Dolayısı ile iyi tasarlanmış bir motor ve kaliteli bir hız denetim cihazı konfor açısından ön koşulları sağlamış olacaktır. Bununla birlikte, motorun mutlaka ekranlı güç kablosu ile beslenmesi, topraklama bağlantılarının doğru yapılması enkoder kablosunun güç kablosundan uzaktan ve kanal içinde taşınması gibi temel ilkelere uyulması da sonuç alınması için çok önemlidir. Ancak kusursuz bir asansör sistemi için bir çok unsurun birlikte sağlanması gereklidir. Kuyunun beton kalitesi ve gönyede olmasından başlayarak, ray kalitesi ve boyutlandırılması, ray montajı, patenler, kabin karkas malzemesi ve konstrüksiyonu, karşı ağırlık konstrüksiyonu, halatlar, askı ve süspansiyon sistemi, saptırma kasnakları, sensörlerin yerleştirilmesi, makine saşesinin tasarımı gibi pek çok detayın kusursuz olması gereklidir.



a)



b)



c)



d)

Şekil 2. Montaj örnekleri [4]

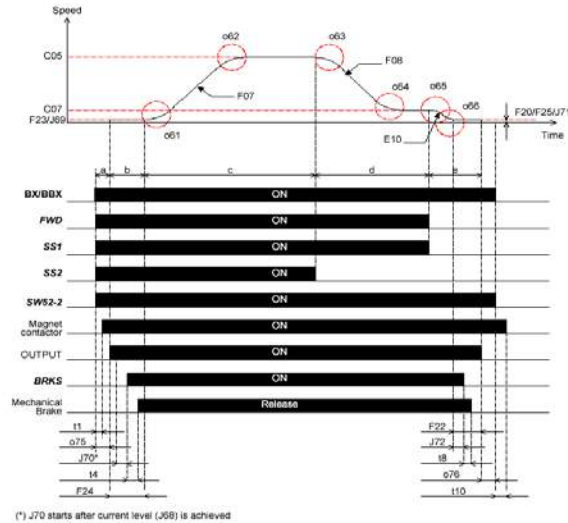
a) Direkt askı b) 4:1 askı c) 2:1 askı d) Makine dairesiz kuyu üstü montaj.



e)

**Şekil 2 (Devam) e) Kuyu içi makine dairesiz montaj**

Doğal olarak hız kontrol cihazının mükemmel bir izleme yapabilmesi için motor parametrelerinin doğru tanımlanması, otomatik ayarlama (auto tuning) ve enkoder açılı farkı ölçüm prosedürünün doğru uygulanması, hız-zaman diyagramının doğru tanımlanması, hız – akım denetleyici ayarlarının ve diğer konfor ayarlarının doğru yapılması gereklidir. Senkron motorlu sistemlerde , asenkron motorlu sistemlere göre bazı farklılıklar söz konusu olduğundan devreye alma aşamasında daha titiz ve özenli bir çalışma gerekmektedir. Bu bakımdan hız kontrol cihazını devreye alma aşamasında kuyu özelliklerine göre ince ayarlama yapılması konforu önemli ölçüde arttıracaktır. Modern hız kontrol cihazlarının çoğu bilgisayar üzerinden izleme ve parametre değiştirme özelliklerini desteklemektedir; bu sayede konfor ayarlamaları algılamalarla değil, somut kriterler üzerinden yapılmalıdır. Devreye alma aşamasında kayıt edilmiş bir seyir grafiği asansörün periyodik bakımları ve olası aşınma-yıpranmaların takibi için de bir referans oluşturacaktır.



**Şekil 3. Tipik bir seyir grafiği ve ayarlanabilir parametreler. [5]**

Hız kontrol cihazının tüm özelliklerini etkin bir şekilde kullanabilmek eğitim ve tecrübe gerektirir. Bu açıdan yerli üreticilerin ve yabancı firmaların temsilciliklerinin operatör eğitimlerine ve Türkçe dokümantasyonlarının zenginleştirilmesine önem vermeleri gerekmektedir. Periyodik bakımlarda hız denetim cihazının da periyodik bakım gerektiren komponentlerin açıkça belirtilmiş olması gereklidir.

Dişlisiz sistemlerde enerjisiz durumda kabinin hareketini engelleyecek yaylı elektromekanik frenler bulunmaktadır. Frenler aynı zamanda yukarı yönde aşırı hız durumunda kabini normal bir ivme ile tehlikesizce durduracak bir güvenlik komponenti olarak da kullanılır. Aşağı yönde kabin hareketini engellemek için ayrıca kayma fren kullanılması gereklidir. Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motorlar hareket ettirildiklerinde stator sargılarında bir gerilim oluştururlar, stator uçları kısa devre edilirse de hızla orantılı bir fren etkisi oluştururlar. Bu özellikleri nedeniyle ek bir emniyet önlemi olarak enerjisiz durumlarda motor sargı uçlarının mutlaka kısa devre edilmesi gereklidir. Devreye alma ve periyodik bakımlarda sargılar kısa devre iken frenler açılıp kapatılarak frenlerin ve kısa devrenin etkinliği gözlenmelidir. Kurtarmalar mutlaka kesintisiz güç kaynağı ile yapılmalıdır. Bu nedenle özellikle kesintisiz güç kaynağının aküleri ve diğer komponentleri çalışmaya hazır olacak şekilde bakımlı tutulması son derecede önemlidir.

#### **4.SONUÇLAR**

Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor kullanımı ve dişlisiz tahrik uygulamaları asansör sistemlerinde önemli bir değişim yaratmıştır. Pazar payındaki artış ve sektörel dinamikler sözkonusu uygulamaların giderek artacağını göstermektedir. Dişlisiz sistemler projelendirme, montaj, devreye alma ve periyodik bakım gibi hususlarda klasik redüktörlü sistemlere göre önemli farklılıklar göstermesi ve henüz yeterince tanınmıyor olması bu hızlı değişim nedeniyle uygulamalarda sorunlara yol açabilir. EMO ve MMO Asansör SMM eğitimleri başta olmak üzere konu ile ilgili tüm eğitimlerde dişlisiz sistemlere yer verilmesi, montaj ve bakım firmalarının teknik detaylar konusunda bilgilendirilmesi uygulamaların kalite ve güvenilirliğinin artması açısından önem taşımaktadır.

#### **KAYNAKLAR**

[1] Asansör Sistemlerinde Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor ve Doğrudan Tahrik Sisteminin Kullanımı; H.T.Duru,R.Demiröz,Y.Toktaş;Asansör Sempozyumu, İzmir 2006.

[2] Asansör Sistemlerinde Doğrudan Tahrik Ve Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor Kullanılarak Enerji Verimliliğinin Yükseltilmesi; H.T.Duru,R.Demiröz,Y.Toktaş, 1. EVK Sempozyumu, Kocaeli 2005.

[3] Doğrudan Tahrikli Asansör Sistemlerinde Kullanılan Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motorların Çalışma Ve Boyutlandırılma İlkeleri; H.T.Duru,R.Demiröz, Asansör Sempozyumu, İzmir 2008.

[4] [www.akarasansor.com](http://www.akarasansor.com)

[5] Freniclift FUJİ, Users Manual



# BİNALARDA ENERJİ TASARRUFUVE ASANSÖRLERİN ENERJİ TÜKETİMİ

**Prof.Dr. C. Erdem İMRAK<sup>1</sup> ve Ar.Gör. Derya ÖZER<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> İTÜ. Makina Fakültesi, Gümüşsuyu 34437, İstanbul.

## ÖZET

Enerji kaynaklarının azaldığı günümüzde enerji verimliliği büyük önem kazanmıştır. Bu çalışmada, binadaki toplam enerjinin büyük bir kısmını tüketen asansörler mercek altına alınmıştır. Enerji verimini arttırmak amacıyla asansör mekanik sistemi, tahrik ünitesi, elektrik sistemi ve kontrol sisteminde yapılabilecek iyileştirmeler incelenmiştir.

Bu iyileştirmelerin denetlenebilmesi amacıyla 5 Aralık 2008’de 27075 sayılı Resmi Gazetede “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” yayınlanmıştır. Enerji tüketen tüm binaları kapsayacak şekilde enerji kimlik belgesi düzenlenmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, asansörlerin enerji harcamasının hesaplanması ele alınmıştır.

## 1.ENERJİ VERİMLİLİĞİ NEDİR?

Enerji verimliliği, tüketilen enerji miktarının, üretimdeki miktar ve kaliteyi düşürmeden, ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden en aza indirilmesidir. Enerji verimliliğinde en önemli faktör enerji tasarrufudur. Genellikle enerjinin az kullanılması olarak algılanan enerji tasarrufu, aslında enerji atıklarının değerlendirilmesi ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının, kalite ve performansı düşürmeden en aza indirilmesidir.

Enerjinin verimli kullanımının sağlanmasında en temel gösterge enerji yoğunluğunun düşürülmesidir. Tablo 1 incelendiğinde, ülkemizde kişi başına enerji tüketimi OECD ülkeleri ortalamasının yaklaşık 1/5’i oranında, enerji yoğunluğu ise OECD ortalamasının iki katı kadardır. Bugüne kadar yürütülen çalışmalara rağmen enerji yoğunluğu, düşme eğilimine girmemiştir. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre gelişmiş ülkelerde enerji yoğunluğu 0.09-0.19 arasında iken, ülkemizde 0.38 olması ve azalma eğilimi göstermemesi bu konunun ciddi olarak ele alınması gereğini ortaya koymaktadır. Sadece bu rakam bile, Türkiye’nin enerji verimliliğinin artırılması konusunda yapılabilecek çok şey olduğunu göstermektedir.

Tablo 1: Enerji Tüketiminin Karşılaştırılması[1]

Ülke	GDP (milyar \$)	Tüketim (milyon TEP)	Enerji yoğunluğu	Kişi başına tüketim (TEP/nüfus)
Türkiye	190,3	72,5	0,38	1,06
Japonya	5648	520,7	0,09	4,09
ABD	8977,9	2281,5	0,25	7,98
Yunanistan	144,8	28,7	0,20	2,62
OECD	27880,9	8970	0,19	4,68
Dünya	34399,8	10029	0,29	1,64



5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, 02 Mayıs 2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmelik kapsamında her binanın bir enerji kimlik belgesi olması gerekmektedir. Ayrıca, binaların yıllık maksimum enerji tüketim miktarlarının ( $kWh/m^2$ ) belirlenmesi gerekmektedir. Enerji Verimliliği Kanunu ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından belirlenen hedef, Türkiye’nin enerji yoğunluğunu 2020 yılına kadar %15 azaltmaktır ve performansı düşürmeden en aza indirilmesidir. Bu bağlamda, binalarda enerji tasarrufu sağlamak için asansör enerji tüketimi konusu da dikkate alınmalıdır.

## 2. ASANSÖRLERİN ENERJİ TÜKETİMİ

Enerji tüketimi enerji verimliliğini artırarak azaltılmalıdır. Avrupa’da Kyoto anlaşmasından önce her binanın enerji sertifikası(93/76/EEC) olması kararlaştırılmıştır. 31 Temmuz 2001’de Avrupa Birliğince sunulan tasarıda binaların enerji performansının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Ülkemizde de 5 Aralık 2008’de 27075 sayılı Resmi Gazetede “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” yayınlanmıştır. Bu bağlamda, enerji tüketen tüm binaları kapsayacak şekilde enerji kimlik belgesi düzenlemeyi getirecek düzenlemeler yapılmalıdır. Öncelikle binaların enerji performansının artırılması amacıyla tasarım aşamasında ısıtma-soğutma, ısı yalıtımı ve asansör konularının, uzman makina mühendisleri tarafından projelendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca enerji kimlik belgesi düzenleme işlemlerinin de uzman makina mühendisleri tarafından gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yasal düzenlemeler ve yönetmelikler bir an önce uygulanmaya başlamalıdır.

Genel düzenlemelere ek olarak, düşey transport sistemlerindeki teçhizatlar da 10-15 senede bir iyileştirme yapılmalıdır. Böylece; asansör güvenilirliği ve performansı artarken enerji tüketimi azaltılır.

1970’lerdeki enerji krizine kadar asansör motorlarından sadece güvenilirlik, konfor ve ucuzluk beklenmekte iken, daha sonraki yıllarda bunlara enerji verimliliği de ilave edilmiştir. Kabin hareketinde potansiyel ve kinetik enerji dönüşümü ve ısı enerjisi nedeniyle kayıplar oluşmaktadır. Isı kaybının olduğu 4 ana madde şunlardır[2]:

- a) Kaldırmada: Kabin ve karşı ağırlığın raylarda sürtünmesi, kasnak ve makaralarda halat sürtünmesi (%3.5)
- b) Redüktörde: Sonsuz vidada meydana gelen güç aktarımında( %30)
- c) Frenlerde: Mekanik frenlerin çalışmasında(%1)
- d) Motorda: En büyük ısı kaybının olduğu yer(%60)
- e) Elektriksel Kayıplar(%5.5)

Görüldüğü üzere, en fazla ısı kaybı motorda oluşmaktadır. Temel frekansta meydana gelen asenkron motor kayıpları; stator ve rotor bakır kayıpları, demir (nüve) kayıpları (fuko ve histezis), parazit kayıpları (stray loss) ve mekanik kayıplar (sürtünme ve rüzgar) olarak özetlenebilir.[5]

Enerji tüketimini etkileyen temel faktörler ise; mekanik sistem, tahrik kasnağı verimi (tahrik sistemi, frenleme için harcanan enerji tüketimi, kontrol sistemi, elektrik sistemi, motor verimi, dişli verimi (mevcutsa), güç faktörü, ısıtma-soğutma, kapı sistemi, aydınlatmalar (asansör

kuyusu, makine dairesi ve kabin), kılavuz sistem (raylar, patenler), halatlama faktörü olarak sıralanabilir.

Asansör donanımının haricinde enerji tüketiminde rol oynayan diğer bir unsur, asansörün kullanım koşullarıdır. Bu koşullar genellikle asansör hızı, taşınan yük, yolculuk mesafesi ve kullanım sıklığı ile bağlantılıdır.

Enerji tüketimini etkileyen en önemli faktörler aşağıda sırayla incelenmiştir.

## 2.1. Mekanik Sistemler

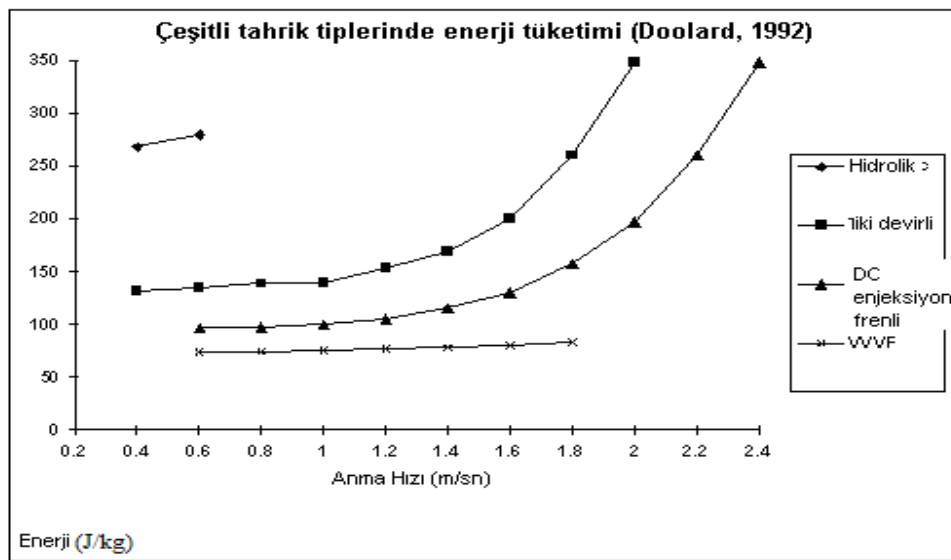
Tahrikte kullanılan dişli kutusunun sonsuz vidalı veya helisel dişli olması enerji tüketimini doğrudan etkilemektedir. Düşük momentlerde dişli kutusu verimi %30 iken yüksek momentlerde %70'e yaklaşmaktadır. Günümüzde ise bu değer %90'a ulaşmaktadır.

Asansördeki halatlama oranına (1:1, 2:1) ve tek veya çift sarım kullanımına bağlı olarak da enerji verimi değişir. Genellikle, halat sistemi ne kadar basitse verim daha yüksektir. Çift hızlı sistemlerde ise volan kullanılmaktadır. Volan kullanımı sistemin verimini düşürmektedir. Diğer hareketli kütlelerin atalet momenti düşürülmelidir. Tüm asansör sistemleri, kılavuz raylardaki ve patenlerdeki sürtünmeyi ve kuyu ile kabin arasındaki hava direncini yenmelidir. Bu nedenle de, boş kabin ağırlığı mümkün olduğunca en düşük seviyede tutulmalıdır.

## 2.2. Tahrik Ünitesi

Konforlu bir seyahat için asansörün yolcuları rahatsız etmeyecek şekilde ivmelenmesi, tam kat hizasında durması ve en kısa sürede maksimum yolcu taşıyarak zaman kaybına sebep olmaması gerekmektedir.

Günümüz asansörlerinde sıkça kullanılan 3 çeşit tahrik şekli vardır. Tahrik ünitesi olarak hidrolik, tek hızlı ve çift hızlı AC değişken gerilim(ACVV) ile değişken gerilim değişken frekans(VVVF) kullanılmaktadır. Şekil 1'de tahrik mekanizma tiplerinin karşılaştırılması verilmiştir. Buna göre, hidrolik tahrik en verimsiz, VVVF ise en verimli tahrik yöntemidir.



Şekil 1: Tahrik mekanizmalarının karşılaştırılması[1,2:4]

### 2.3. Kontrol Sistemi

Tahrik ünitesi kontrol sistemi yardımıyla katlar arasındaki duruş uygun bir şekilde sağlanır. Hız, ivme, titreşim için seçilen değerler enerji tüketimini etkilemektedir.

### 2.4. Elektrik Sistemi

Motorun kendi yapısında açığa çıkan ısıdan dolayı da enerji kaybı olacaktır. Bu değerler Tablo 2’de verilmiştir.

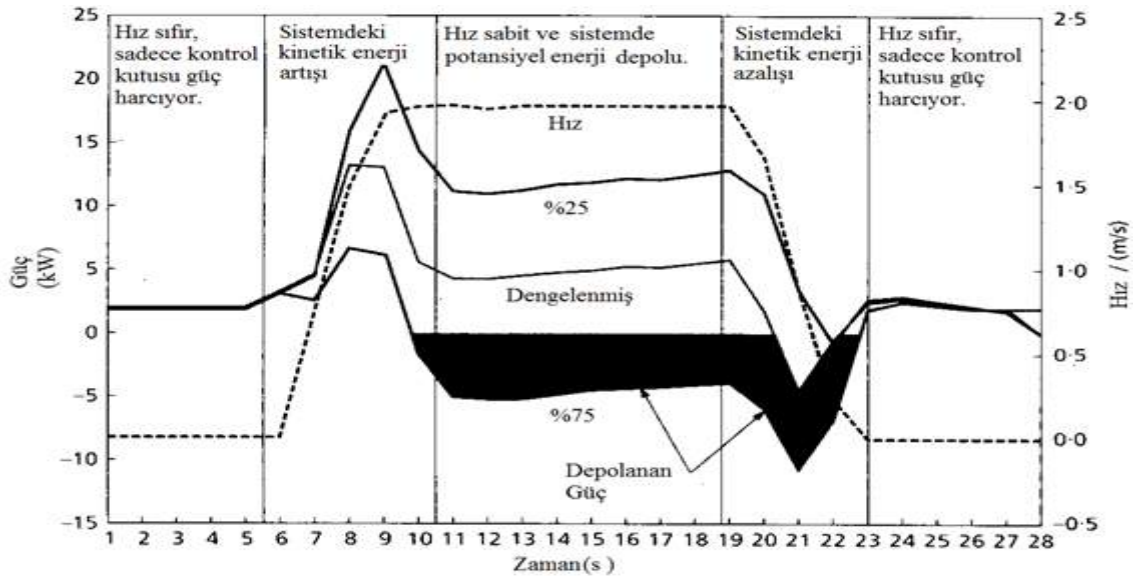
Tablo 2. Elektrik sistemine bağlı olarak ısı kaybı oranları[2:4]

Sistem tipi	Güç aralığı (kW)	Isı kaybı oranı (% motor gücü)
VVVF(redüktörlü)	7.5-30	40-28
VVVF(redüktörsüz)	7.5-40	38-26
Sabit mıknatıslı senkron motor	3-90	28-13
Hidrolik	4-20	70-30

Enerji ayrıca, kabin ve makine dairesi aydınlatması, ısıtması, soğutması için de kullanılmaktadır.

### 2.5. Çalışma Yoğunluğu

Asansörü kullanan kişi sayısı, yolcuların seyahat sayısı ve gitmek istedikleri kat sayısı, kabindeki yük değişimi, kabin ağırlığı enerji tüketiminde önemli rol oynamaktadır. Aşağıdaki şekilde, %75 dolu bir asansörden farklı yüklemeler için güç kaynağında toplanacak enerji gösterilmiştir.



Şekil 2. Farklı miktarlarda yüklenen asansörlerin enerji tüketimi ve hızları.[3]

Asansörler, yük oranı %40- 50 olacak şekilde dengelenirler. Bu durumun sağlanması içinse karşı ağırlık kütlesi, boş kabin ağırlığına kabindeki yükleme oranının %40-50'si eklenerek hesaplanır. Şekil 2’de %42’lik bir karşı ağırlık söz konusudur. Bu nedenle, en verimli durum kabinin %42 yüklü olduğu durumdur. Ancak, ne yazık ki bu durum nadir görülür.[2:4]

### 3. ASANSÖRLERİN ENERJİ TÜKETİMİNİN HESABI

Asansörlerin enerji tüketimini belirlemek için yapılan 3 farklı metot bulunmaktadır.

#### 3.1. Doolard Metodu

Kesin kabul gören bir metot olmamasıyla birlikte Doolard’ın bilgileri (1992) enerji tüketiminin hesaplanmasında yararlı bir kaynaktır. Doolard birbirinden farklı tahrik tiplerinde çok sayıda ölçüm yapmıştır. Bunları bir asansörü boş şekilde üç kat aşağı ve yukarı hareket ettirerek yapmıştır. Çıkardığı grafiklerde kabin ağırlığını normalize etmiştir. Şekil 1’de kabin ağırlığı, J/kg cinsinden gösterilmiştir. Aslında doğru birimin (J/Kg)/start olmalıdır. Bu şekiller boş kabinin 3 katlık seyrine göre hazırlanmıştır.

Bu metot kesinleşmiş değildir. Buna rağmen, grafikler pratikte enerji tüketimi açısından önemli bir fikir edinilmesini sağlamaktadır. Bu sayede, aynı zamanda kabin ağırlığının bilindiği asansörlerde, üç katlık mesafede ne kadar enerji harcanması gerektiği hakkında bir fikir edinilebilir. Genellikle kabin ağırlığı kabindeki kişi sayısına eşit alınabilir.

#### 3.2. Schroeder Metodu

Schroeder yine birçok asansörde ölçümler yaparak günlük enerji tüketimi için genel bir formül oluşturmuştur. İlk olarak motor için zamana göre ortalama terimini bulmuştur (%m). Bu terim sayesinde Schroeder’in *TP* ile gösterdiği genel seyir süresi hesaplanmaktadır. Bu terim kat sayısına, tahrik mekanizmasının tipine ve ortalama hıza bağlıdır. Tablo 3’de Schroeder’in değişik tahrik mekanizmaları için hesapladığı değerler bulunmaktadır.

Tablo 3. Tahrik yöntemlerine göre genel seyir süreleri[1,3,4]

Tahrik		Zemin üzerindeki katlar	TP( saniye)	
			Yelpaze	Ortalama
Hidrolik	Karşı ağırlık yok	6’dan az	5-7	6
Redüktörlü	AC 2-hızlı	6	9-12	10.5
	ACVV (büyük kütleli)	12	7-10	8.5
	ACVV (düşük kütleli)	12	5-8	6.5
Redüktörsüz	Motor-jeneratör	18	4-6	5
	Tristör	18	3-5	4

Hesaplanan ve Tablo 3’de gösterilen ortalama  $TP$  değeri bundan sonraki hesaplarda kullanılacaktır. Hesapların daha tutarlı olması için Schroeder 1:1 oranındaki büyük motor ve 2:1 oranındaki küçük motor için hesaplamalar yapmıştır. Seçilen değerler aşağıdaki denklemde kullanılmaktadır. Buna göre günlük enerji tüketimi:

$$E_d = \frac{R \times S \times T}{3600} \quad (1)$$

ile ifade etmektedir. ((kWh)/gün)). Burada  $R$  ise motor değerini ifade eder (kW) ve  $ST$  ise bir günde asansörün kaç kere kullanıldığını ifade etmektedir. Bu denklemdeki zorluk  $ST$  değerini belirlemektir. Bu değer ölçülerek bulunur yada bir yaklaşımla belirlenir. Seçilen değer doğrudan sonuca etki etmektedir.

Aşağıdaki denklem ise yukarıda hesaplanan değerle bulunan her kattaki alan başına harcanan yıllık enerjinin hesaplanmasını sağlamaktadır.

$$W = \frac{E_d \times d \times 0.8}{N \times F} \quad (2)$$

Burada  $d$  bir yıldaki gün sayısını,  $Nf$  bina nüfusunu,  $F$  her kattaki kişi sayısı ve  $W$  ise bir kattaki yıllık enerji tüketimini(kWh/m<sup>2</sup>) ifade etmektedir.

SIA standardı 380/4 göre, enerji ölçümleri sonrasında asansörlerin standart kullanımları sırasında harcadıkları enerji miktarı Swiss Society of Engineers and Architects tarafından

$$W = \frac{Z \times k_1 \times k_2 \times h_{max} \times P_m}{v \times 3600} \quad (3)$$

ile hesaplanmaktadır. Burada  $Z$  yıllık hareket çevrim sayısı,  $k_1$  ortalama yük faktörü (halatlı için 0.35, halatlı+enerji geri kazanımlı için 0.21, hidrolik için 0.3),  $k_2$  kuyu yükseklik faktörü (2 katlı için 1, diğer 0.5),  $h_{max}$  maksimum kuyu yüksekliği,  $P_m$  motor gücü ve  $v$  ise hız (m/s) dir.[1,3,4]

#### 4. Enerji Tüketimiyle İlgili Örnek

Binada kullanılan asansör tesisinin enerji tüketimi ve yıllık tutarı hakkında verilen bilgiler ışığında bir örnek hesap ele alınacaktır.

Bir binada, 2 asansörlü, 13 kişi kapasiteli, 1.2 m/s hızında, çift hız tahrikli ve 6.75kW motor gücüne sahip bir asansörün enerji tüketim değerleri Schröder ve Doolard yöntemine göre hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Gün içinde asansörün yoğun olarak 4 saat kullanıldığı ve saatte 95 dur-kalk yaptığı kabul edilmiştir. Ayrıca, diğer 8 saatte asansörün seyrek kullanıldığı ve 15 dur-kalk yaptığı öngörülmüştür. (Burada gün 12 saat olarak düşünülmüştür, 7:00-19:00). Gün içinde toplam asansör kullanımı:

$$S = 4 \times 9 + 8 \times 1 = 55 \quad \text{gün-1}$$

Binada 10 m<sup>2</sup>’lik alana bir kişi düşmekle birlikte 500 kişi bulunmaktadır. Öncelikle, Schröder’in yöntemi kullanılarak Tablo 2’den  $TP$  değeri 10.5 olarak alınır. Böylece, toplam günlük enerji tüketimi aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$E = 2 \times \frac{1.5 \times 05 \times 06.7 \ 0 \ 5}{3 \ 6 \ 0} = 1.6 \text{ kWh/gün}$$

Bir yılda 260 iş günü olduğunu varsayarak, denklem 2'den asansörün yıllık bir kat alanında ne kadar enerji harcadığı hesaplanır.

$$W = \frac{1.69 \times 8 \times 06.8 \ 0 \ 5}{5 \ 01 \ 00} = 0.8 \text{ kWh/ m}^2$$

Buna göre yıllık enerji tüketimi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E_a = 19.68 \times 260 = 5116.8 \text{ kWh/yıl}$$

Her kWh için enerji maliyetini 0.272 lira ve bir yıldaki çalışma günlerinin sayısını 260 kabul ederek yıllık enerji tutarı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\text{Yıllık Enerji Maliyeti} = 19.68 \times 260 \times 0.272 \text{ lira/kWh} = 1391,77 \text{ TL}$$

Binada harcanılan günlük enerji tüketiminin 900 kWh/gün olduğunu kabul ederek asansörün harcadığı enerjinin yüzdesi bulunur.

$$\text{Toplam enerji tüketiminin yüzdesi} = \frac{1.9 \ 81 \ 0 \ 0}{9 \ 0 \ 0} = \%2.1$$

Doolard'ın sonuçlarına göre, çift hızlı bir asansör şekil 1'e göre her başlatma işlemi için 150 J/kg enerji harcamaktadır. Kabin yükü ile kabin ağırlığının eşit olması kabulü ile günlük enerji tüketimi aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$E_d = 2 \times \frac{(1 \times 5 \times 0 \times 70)}{3 \ 01 \ 00} = 4.6$$

Yukarıdaki sonuçlardan görüldüğü gibi, Doolard'ın yöntemine göre yapılan hesabın sonucu Schroeder'in yöntemiyle bulunan sonucun yaklaşık olarak iki katıdır. Bunun sebebi, Doolard'ın yönteminde 3 kata göre Schroeder'in yönteminde ise 1.1 kata göre hesap yapılmasıdır. Buna göre enerji tüketimi hesabı yapılırken bu iki yöntemin kullandığı yaklaşımlar göz önünde tutulmalıdır.

## 6.Sonuç

Asansör motorları kesikli olarak ve değişken yüklerle çalışır. Bu nedenle, binadaki enerjinin %5-%15'ini tüketen asansörlerde verimli tahrik sistemi seçilerek enerji tüketimi azaltılabilir. Bu amaçla, öncelikle kullanılan eski tahrik sistemleri, verimi daha yüksek olan motorlarla değiştirilmelidir. Örneğin, Ward Leonard sistemleri çok verimsizdir ve fazla enerji tüketir. Asansör hızı amaca göre belirlenmelidir. Yolcu olmadığında, kabin aydınlatması ve havalandırılması azaltılmalıdır. Asansörler yoğun olarak kullanılıyorsa, asansör makina dairesinde motordaki atık ısı geri kazanılmalıdır. Asansör makine dairesinde elektrikli tahrikte %30, hidrolik tahrikte ise %50 enerji açığa çıkar. Kısacası, enerji tüketimi doğru teçhizatları kullanarak ve trafik yoğunluğuna göre tasarım yaparak azaltılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] **Imrak, C.E.** *Binalarda Enerji Verimliliği ve Asansörlerde Enerji Tüketimi*, Asansör Dünyası, Ocak2010, 56.
- [2] **Imrak, C.E.** ; Gerdemeli, I.. *Asansörler ve Yürüyen Merdivenler*. Birsen Yayınevi, İstanbul, 85-86, 2000, ISBN 975-511-244-8
- [3] **Barney, G.**, *Transportation Systems in Buildings CIBSE Guide D*,13.Bölüm, ISBN 1903287-61-8, Great Britain, Page Bros. (Norwich), Ltd, 2005
- [4] **Al Sharif , L.**, *Lift Energy Consumption:General Overview* , Elevator Technology 14, IAEE Yayınları, s.7-10, 2004, ISBN: 965-90338-2-6, İsrail
- [5] **Saracoğlu, B., Meşe, E., Özdemir, E., Duru, T.**, *Asenkron Motorların Optimal Enerji Denetimi* , Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendisliği 9.Ulusal Kongresi, s 5-8, 19-23 Eylül, 2001. İzmit,

**HİDROLİK ASANSÖRLERDE  
SENKRON TELESKOPIK SİLİNDİRLER**  
**Turhan Altınörs Mak.Müh.**  
**ALGI GmbH & Co.KG Almanya**  
Tel:0532.2646004  
[turhanaltinors@hotmail.com](mailto:turhanaltinors@hotmail.com)

## ÖZET

Hidrolik Asansör sistemlerinde en sık kullanılan tahrik şekli “endirekt” olarak tanımlanan tahrik şeklidir ve bu sistemlerde kullanılan silindirler de tek etkili ve dalma tip (plunger) silindirlerdir. Bu silindirin en önemli özelliği basit yapısı ve yalnızca boğaz kısmında sızdırmazlık ve yatak keçelerinin bulunmasıdır.

Seyir mesafesinin elverdiği, ya da görselliğin amaçlandığı projelerde (örneğin panoramik asansörlerde) tercihen halat kullanımını gerektirmeyen direkt sistemler uygulanmaktadır. Bu sistemlerde dalma tip silindir kullanılabildiği gibi seyir mesafesinin ya da kuyu ölçülerinin elvermediği durumlarda zorunlu olarak teleskopik silindirler kullanılmaktadır.

Asansörlerde kullanılan teleskopik silindirler dalma tip silindirlere göre hep yapısal, hem de bakım ve işletme şartları açısından çok farklı ve karmaşık özelliklere sahiptirler ve bu nedenle burada ayrı bir çalışma kapsamında değerlendirilmişlerdir.

## GİRİŞ

Hidrolik asansörlerde uygulanan tahrik ya da askı şekillerine kısaca değinmek gerekirse, önce sistemleri direkt ve endirekt olarak 2 ana gruba ayırmamız doğru olur.

Direkt sistemlerde hidrolik silindir dolaysız olarak taşıyıcı karkasa bağlanır (1:1).

Endirekt sistemlerde ise asansörün hareketi, dolaylı olarak ve silindirden, (genelde) çelik halatlar yardımıyla taşıyıcı karkasa aktarılarak gerçekleştirilir (1:2). Burada ki 1:2 (bazen 2:1 olarak da tanımlanmaktadır) silindirin 1, kabinin ise 2 birim mesafe yol aldığı anlamı taşımaktadır.

Bu sistemlerle ilgili bilgi, mevcut literatürlerden ve makalelerden alınabilir ve bu nedenle burada ayrıntılara girilmemiştir.

Kabaca söylemek gerekirse, hidrolik asansörlerde tahrik şekli olarak genelde endirekt sistemlerin tercih edilmesi hem maliyetin daha düşük olmasına, hem sistemin tasarım açısından zorunluluğuna (seyir mesafesinin yüksek oluşu), hem de montaj safhasında daha fazla hata götürür bir sistem olmasına bağlanmalıdır. Halat, saptırma makarası ve paraşüt gibi ek elemanların kullanımının malzeme ve işçilik maliyetini artırması bile burada çoğu zaman toplam maliyette göz ardı edilebilecek bir etkiye sahiptir.

Direkt tahrik sistemlerinde dalma tip silindirlerin kullanımı montaj boyu nedeniyle yalnızca hareket mesafesinin ve kuyu ölçülerinin uygun olması durumunda mümkündür. Montaj boyunun kısalması gereken durumlarda ise 2 ve 3 kademeli teleskopik silindirlerin kullanımı gündeme gelmektedir.

Teleskopik silindirlerin kullanıldığı bu gibi durumlarda da hem tasarım hem de montaj, işletmeye alma ve bakım safhalarında zorunlu olarak ek bilgi gereksinimi doğmaktadır. Bu çalışmanın amacı bu bilgilerin ve karmaşık bir yapıya sahip olan bu silindirlerle ilgili deneyimlerin mümkün olduğunca sektör çalışanlarına aktarılmasıdır.



## TELESKOPİK SİLİNDİRLER

Teleskopik silindirler aynı anda (senkron) ya da arka arkaya hareket eden kademelerin oluşturduğu 2 farklı yapıya sahiptirler.

Sanayide kullanılan teleskopik silindirler genelde çok sayıda kademelerin iç içe geçmesi sonucu elde edilmiş basit yapıda silindirlerdir. Kullanılan pompalar da sabit debili pompalardır. Yukarı yönde hareket, çapı en büyük olan en alt kademeye başlar ve bu kademelerin sonlanmasıyla birlikte bir sonraki kademe hareket etmeye başlar. Bu hareket son kademeye kadar sırayla devam eder. Her kademelerin sonlanıp bir sonrakinin harekete geçmesiyle birlikte hareket hızı da sabit pompa debisi ve küçülen piston çapı nedeniyle artmaktadır. Son ve en ince kademeye gelindiğinde en yüksek hıza da ulaşılmış olur. Sabit basınç nedeniyle de piston yüzeyi küçüldükçe kaldırma kuvveti azalır ( $F = p \cdot A$ ).

Hızın değişken oluşu ve kademe bitimindeki vuruntular nedeniyle bu silindirlerin asansörlerde kullanımı çok özel şartlar dışında gündeme gelmez ve bu çalışma kapsamına da alınmamışlardır.

Asansörlerde kullanılan teleskopik silindirlerin kademeleri senkron çalışır. Yani tüm kademelerin hareketi aynı anda başlar ve aynı anda biter. Dolayısıyla nominal hız sürecinde hareket, aşağı ya da yukarı yönde sabit hızda gerçekleşir. Bu silindirler yeni bir buluş olmamasına karşın çoğu kez karmaşık yapısı nedeniyle ya yetersiz kullanım alanı bulmakta ya da yanlış kullanımdan ve bakımdan kaynaklanan sorunların yaşanması nedeniyle böyle bir çalışma yapma ihtiyacı doğmuştur.

## KULLANIM ALANLARI

Senkron teleskopik silindirlerin kullanımı tamamen tek kademeli silindirlerin boylarının mevcut boşluğa sığmamasından ya da gerekli boşluğun sağlanamamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum merkezi sistemlerde söz konusu olabildiği gibi, sırt çantası (Rucksack) ya da tandem (çift silindir) sistemlerde de düşünülebilir.

Merkezi sistemlerde kuyu dibinin tek kademeli silindir sığabileceği ölçüde kazılamaması, ya da kazma masraflarının teleskopik silindir seçeneğinden daha yüksek olması nedeniyle teleskopik silindirler tercih edilir. Sırt çantası ya da tandem sistemlerde ise tek kademeli (plunger) silindir mi yoksa çok kademeli teleskopik silindir mi kullanılacağı, teleskopik silindir kullanılacaksa kademe sayısı, tamamen kuyu dikey ölçüleri, kabin yüksekliği ve taşıyıcı karkas tasarımı ile ilgilidir.

## TELESKOPİK SİLİNDİRLERİN İÇYAPISI (Resim: 1A+1B)

Teleskopik silindirin tasarımı Resim “1A” da gösterilmiştir.

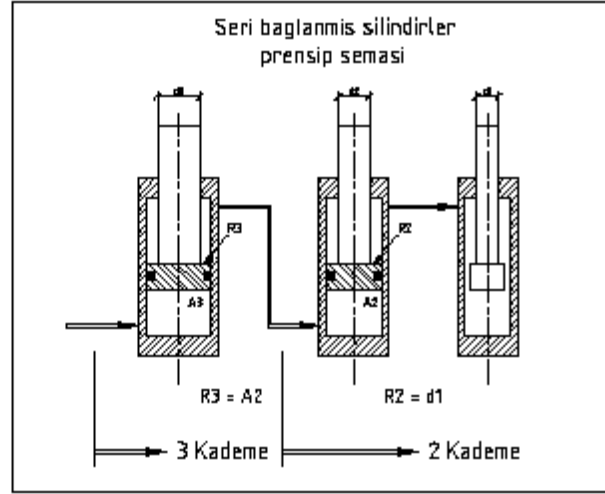
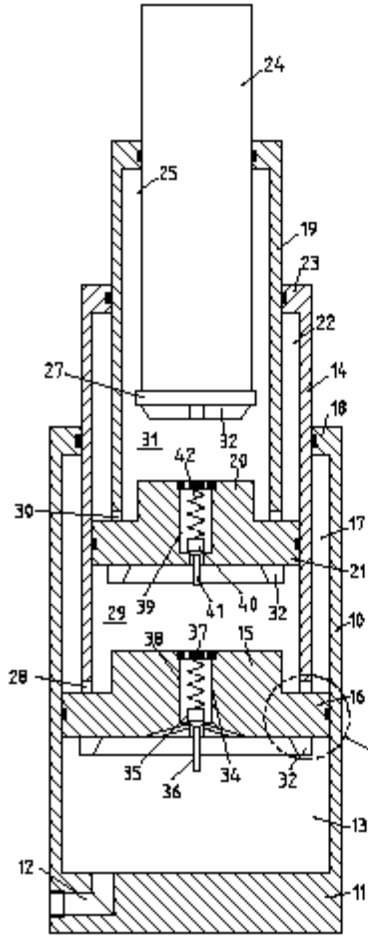
İçi işlenmiş ve hassas toleranslı honlanmış silindir borusu (10) içinde (14) nolu silindir borusu ile (16) nolu pistonunu barındırır. Onun içinde de (19) nolu silindir borusu ve (21) nolu piston yerleştirilmiştir. (19) nolu silindir borusu içinde de son olarak (24) nolu plunger mili yer alır. (16) ve (21) nolu pistonlara sızdırmazlık keçesi yerleştirilmesine karşın (24) nolu plunger milinde yalnızca milin silindir dışına çıkmasını engelleyen emniyet amaçlı bir fatura (27) öngörülmüştür.

### ÇALIŞMA PRENSİBİ

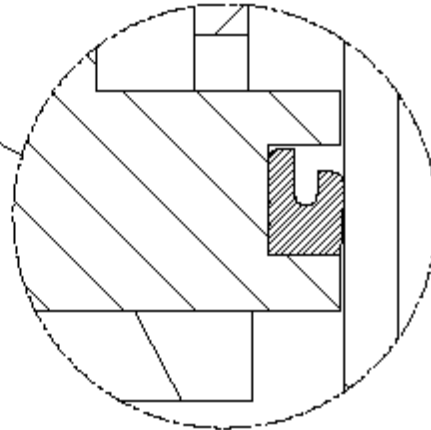
3 kademeli teleskopik silindirin çıkış hareketi için pompalanan yağ (16) nolu pistonun alt yüzeyine etki eder ve (14) nolu silindir borusunu harekete geçirir. Bu hareket (17) nolu hacimde bulunan yağın (28) nolu deliklerden (29) nolu hacme geçmesine neden olur. Bu hacme geçen yağ aynı anda (21) nolu pistonun alt yüzeyine etki ederek buna bağlı (19) nolu silindir borusunun hareket etmesini sağlar. Gene aynı anda (22) nolu hacimde bulunan yağ (30) nolu deliklerden geçerek (31) nolu hacme ulaşır ve plunger milini kaldırmaya başlar. Yani en alt kademelerin hareketiyle birlikte diğer kademeler de seri bağlantı prensibiyle aynı anda hareket etmeye başlar.

Aşağı yönde de aynı hareketin tersi yaşanır. (13) nolu hacimdeki yağ da tanka geri döner. Birbirleriyle direkt bağlantılı olan hacimlerin [(17) ile (29) ve (22) ile ((31)] eşit olması durumunda tüm kademelerin aynı anda ve aynı miktarda hareket etmeleri sağlanır. Bu tabii ki pratikte çoğu zaman mümkün olmayabilir. Nedeni de bu hacimlerin yaratılmasında kullanmak zorunda kaldığımız standart boru ve keçe ölçüleridir. Çember yüzeylerin dış çaplarını piston, iç çaplarını ise mil keçelerinin çapları belirler. Bu nedenle kademelerin stroklarında az da olsa farklılıklar olabilir ama bu yine de senkronize harekette etkin bir sıkıntı yaratmaz. Küçük miktarda senkronizasyon farkları seçilen yedek strok bünyesinde etkisiz hale getirilir.

# RESİM 1A

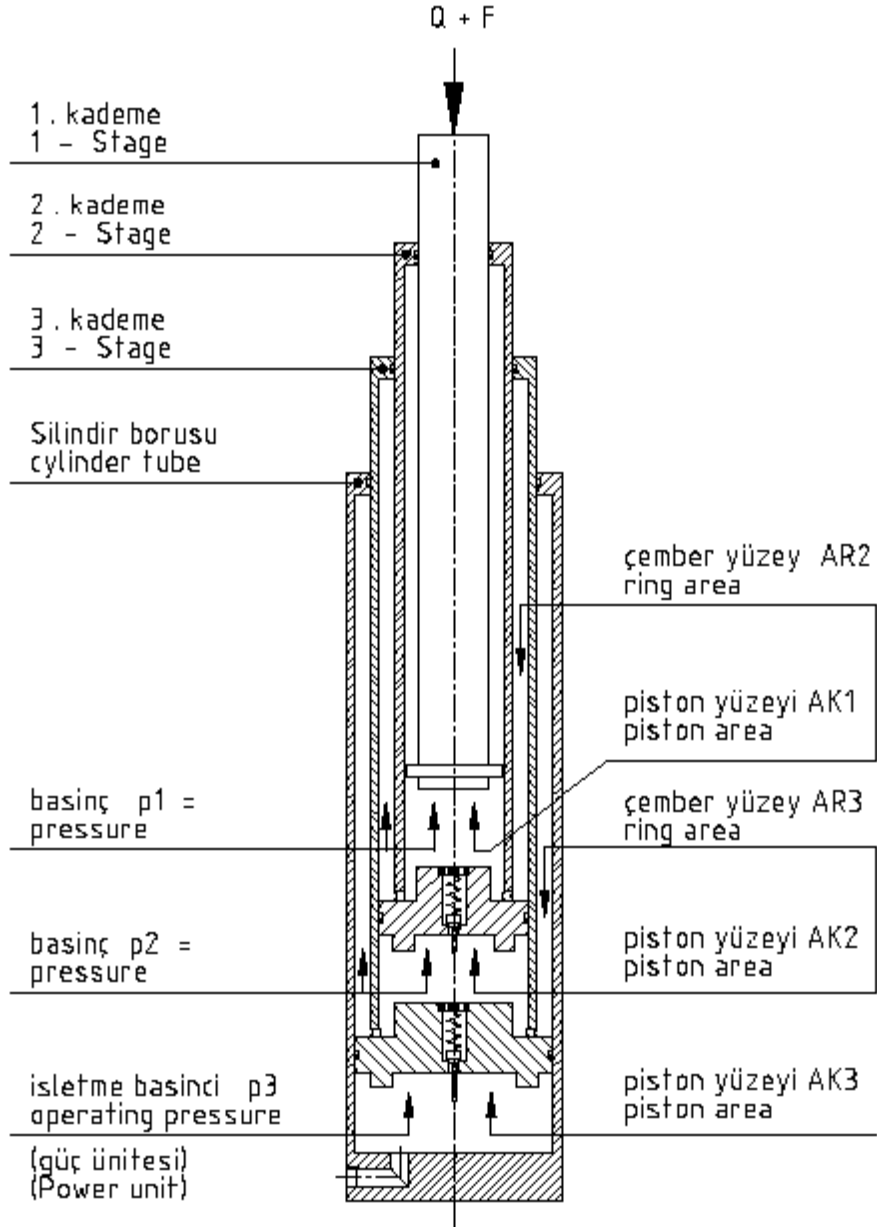


Resim 2:  
arka arkaya seri bağlanmış silindirler prensibiyle  
çalışan 3 kademeli senkronize teleskopik silindir



## RESİM 1B

3 kademeli senkronize teleskopik silindir  
3 stages synchronized telescopic cylinder



## YEDEK STROKLARIN BELİRLENMESİ (Resim 2A+2B)

Sorunsuz bir işletme sağlanması için teleskopik silindirlerde bazı konulara azami önem verilmelidir. Tek kademeli silindirlere kıyasla, toplam yedek strokun alt ve üst yedek stroklara ayrıştırılması belli kurallar çerçevesinde yapılmazsa işletmede sorunların yaşanabilmesi olasıdır.

İşletmede kademeler arasında zamanla dengesizlikler olması kaçınılmazdır. Bunun nedenlerinin başında iç keçelerdeki olağan aşınmalardır. Ayrıca keçe ve metal yüzeyi arasındaki sürtünmelerde de daha çok aşağı harekette hacimler arasında az miktarda yağ transferi meydana gelebilir.

Dış keçelerde meydana gelebilecek aşınma ve buna bağlı yağ kaçaqları, kontrol edilebilir düzeyde kaldığı sürece kademeler arasında önemli bir dengesizliğe neden olmaz.

Kademelerdeki dengesizliklerin artmasıyla birlikte bazı kademelerin yukarı yönde diğer kademedeki ya da kademelerden daha önce çıkması ve asansör son kata ulaşmadan önce o kademenin strokunun sonlanması ve sistemin kilitlenmesi olasılığına karşı bu tür tahrik sistemlerinde silindirin strokuna bir miktar yedek strok eklenmesi gerekmektedir.

Aşağı yönde ise piston altlarına yerleştirilen çek valfler sayesinde, diğerlerinden önce kapanan kademenin bünyesindeki yağın bir alt kademeye geçişi ve bu şekilde kademeler arası dengesizliğin giderilmesi sağlanmaktadır. Bunun gerçekleşmesinin asansörün en alt durağa gelmesiyle olası olduğu düşünülürse, asansörün belli zaman aralıklarında en alt durağa gitmesi elektrik kumandasıyla sağlanmalıdır (EN 81.2'ye göre en fazla 15 dakikada bir).

Seçilmesi gereken yedek strok miktarlarıyla ilgili olarak mevcut standartlarda henüz yeterli yönlendirme yapılmamıştır ve bu konuda ağırlıklı olarak üretici firmaların önerilerini dikkate almak ve de edinilen tecrübelerden yararlanmak gerekmektedir.

Önerilen değerler artırılabilir ya da zorunlu durumlarda belli bir minimuma kadar azaltılabilir. Ancak azaltılması durumunda toplam yedek strokun bileşenleri ile ilgili oluşturulan formüle uyulması şarttır. Başka bir deyimle, seyir mesafesi ölçüsünün herhangi bir nedenle artması durumunda (belli bir sınır çerçevesinde) azalan alt ve üst yedek stroklar eldeki formüle göre yeniden hesaplanmalıdır. Son kat yüksekliğinin yeterli olması durumunda ve de seyir mesafesinin artma olasılığı varsa, yedek strokun bir miktar daha fazla seçilmesi pratikte tavsiye edilmektedir.

## YEDEK STROKLAR

Tanımlamalar:

FH = Asansör Seyir mesafesi

RH = Yedek strok = topl.alt yedek strok + topl.üst yedek strok = UFG + OFG

GH = Toplam silindir stroku

UÜF = Tampona temas mesafesi (Tampon boşluğu)

PH = Tampon stroku

US = alt emniyet payı

UÜFG = Toplam alt yedek strok = UÜF + PH + US

OS = üst emniyet payı

OÜFG2 = Toplam üst yedek strok (2 kademeli tel. silindir)

OÜFG3 = Toplam üst yedek strok (3 kademeli tel. silindir)

2 kademeli teleskopik silindirler için:

$$UÜFG2 = \frac{GH - FH - OS}{2}$$

$$O\ddot{U}FG2 = U\ddot{U}FG + OS$$

3 kademeli teleskopik silindirler için:

$$U\ddot{U}FG3 = \frac{GH - FH - OS}{3}$$

$$O\ddot{U}FG2 = U\ddot{U}FG \cdot 2 + OS$$

Önerilen alt ve üst yedek strok değerleri:

Kısa adı	Açıklama	2 kademeli teleskopik silindirler	3 kademeli teleskopik silindirler
<i>UÜF</i>	Tampon temas mesafesi (tampon boşluğu)	60 mm	60 mm
<i>PH</i>	Tampon stroku	60 mm	60 mm
<i>US</i>	Alt emniyet payı	30 mm	30 mm
<i>UÜFG</i>	Alt yedek strok toplam	<b>150 mm</b>	<b>150 mm</b>
<i>OÜF</i>	Yukarı kaçma mesafesi	90 mm	210 mm
	Silindir içi yastıklama mesafesi	60 mm	90 mm
<i>OS</i>	Üst emniyet payı	50 mm	50 mm
<i>OÜFG</i>	Üst yedek strok toplam	<b>200 mm</b>	<b>350 mm</b>
<i>RH</i>	Toplam yedek strok	350 mm	500 mm

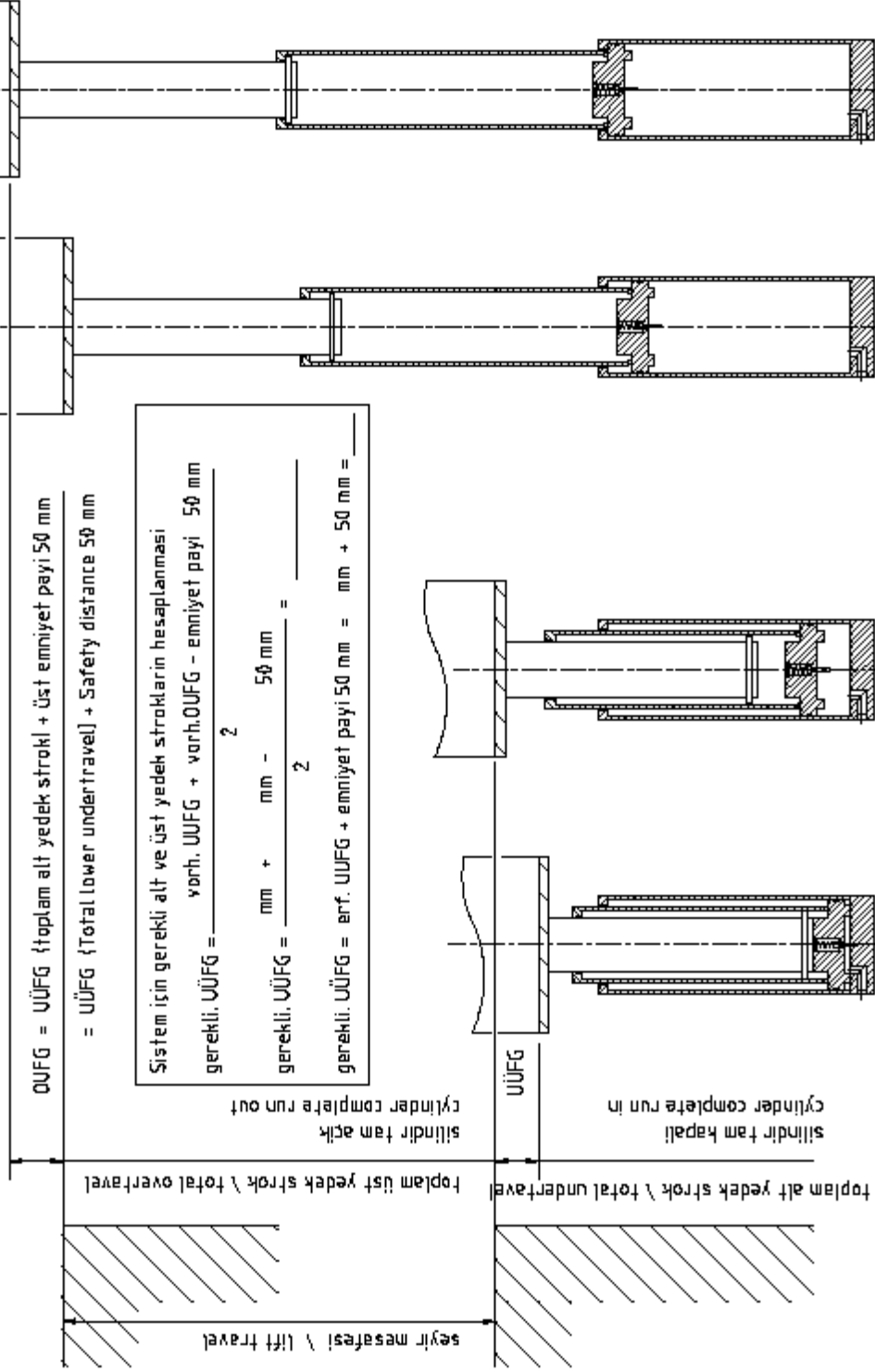
Önerilen bu değerlerin dikkate alınmaması işletmede bazı sorunların yaşanmasına neden olabilir.

Aşağıda kavram karışıklığına karşı daha geniş açıklamalar yapılmıştır

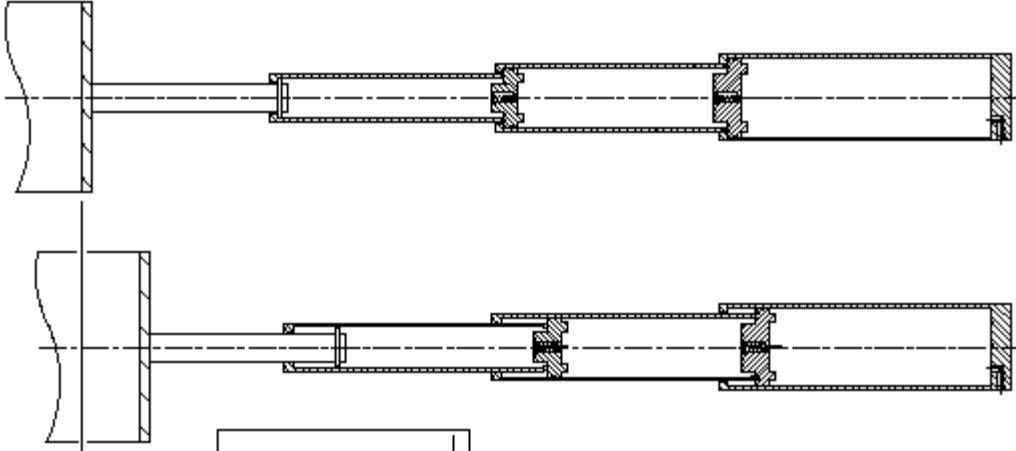
Kısa adı	Ek Açıklamalar
<i>UÜF</i>	Alt durak kotunda duran asansör kabininin, tampona temas etmesi için aşağı yönde gereken hareket mesafesi
<i>PH</i>	Yüksüz konumdayken maksimum yükte yüklenen tamponun sıkışma miktarı. Bu ölçü genelde üretici bilgilerinden yararlanarak belirlenir ve Vulkolan tamponlarda genelde toplam yüksekliğin 2/3 oranındadır.
<i>US</i>	Tampon maksimum yükte ve tam sıkışmış haldeyken silindirin aşağı yönde kalan stroku.
<i>UÜFG</i>	Kabin en alt kat seviyesindeyken silindirin aşağı yönde kalan stroku ve aynı zamanda ( $U\ddot{U}F + PH + US$ )
<i>OÜF</i>	Yukarı kaçma mesafesi.Son kat kotunda duran asansör kabininin, emniyet payı hariç yukarı yapabileceği hareket mesafesi
	Silindir içi yastıklama mesafesi: kademe bitimlerinde, yukarı ve aşağı yönde, tam hızın zorunlu olarak sönmüldüğü mesafe. Beher kademe için 30 mm uygun görülmektedir.
<i>OS</i>	Yukarı kaçma mesafesinden sonra silindirde kalan ek strok.
<i>OÜFG</i>	Kabin son kat seviyesindeyken silindirde kalan toplam yukarı yön stroku ve aynı zamanda ( $O\ddot{U}F + OS$ )
<i>RH</i>	Toplam yedek strok ( $U\ddot{U}FG + O\ddot{U}FG$ ) veya ( $FH - GH$ )

## RESİM 2A

### 2 kademeli senkr. teleskopik silindir



RESİM 2B



3 kademeli senkr. teleskopik silindir

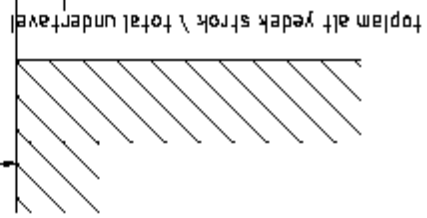
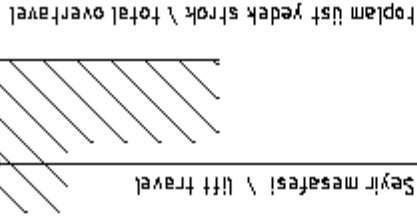
$$\begin{aligned} \text{ÜÜFG} &= \text{ÜÜFG} \{ \text{toplam alt yedek strok} \times 2 + \text{emniyet payı} 50 \text{ mm} \\ &= \text{ÜÜFG} \{ \text{Total lower undertravel} \times 2 + \text{Safety distance} 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sistemde gerekli (erf.) alt ve üst yedek strokların hesaplanması

$$\text{erf. ÜÜFG} = \frac{\text{mevc. ÜÜFG} + \text{mevc. ÜÜFG} - \text{emniyet payı} 50 \text{ mm}}{3}$$

$$\text{erf. ÜÜFG} = \frac{\text{mm} + \text{mm} - 50 \text{ mm}}{3} = \text{---}$$

$$\text{erf. ÜÜFG} = \text{erf. ÜÜFG} \times 2 + \text{emniyet payı} 50 \text{ mm} = \text{mm} + 50 \text{ mm} = \text{---}$$



Sylinder tam açık  
cylinder complete run out

Sylinder tam kapalı  
cylinder complete run in



### SİSTEM BASINÇLARI (Resim 3)

Teleskopik silindirlerde çok farklı basınç ilişkileri meydana gelmektedir. Farklı odalardaki basınçlar işletme durumuna göre de çok farklı değerlere sahip olabilmektedirler. Burada 3 kademeli bir teleskopik silindir farklı işletme şartlarında değerlendirilmiştir.

- 1) Sistem tam yükte ve 3 kademedен hiç biri sona dayanmamış durumda (Resim 3):
- 2) Kabin boş, en küçük kademe sona dayanmış durumda, en büyük piston hacmindeki basınç, emniyet ventili ayarı düzeyinde ( $p_{stat,max} \cdot 1,4$ ) (Resim 4)
- 3) Silindir tamamen yüksüz (montaj safhasında, kabinsiz), en küçük kademe sona dayanmış durumda, en büyük piston hacmindeki basınç, emniyet ventili ayarı düzeyinde (Resim 4)

1)'e göre silindirin değişik odalarında oluşan basınçlar aşağıdaki formüllere göre hesaplanabilir. Burada görüleceği gibi yüzeylere etki eden kuvvetler her kademeyle birlikte katlanarak artmaktadır.

$$p_3 = \frac{[3(F + Q + m_1) + 2 m_2 + m_3] g}{A_3} \text{ bar,}$$

$p_3$ : En büyük kademe haznesi statik basıncı

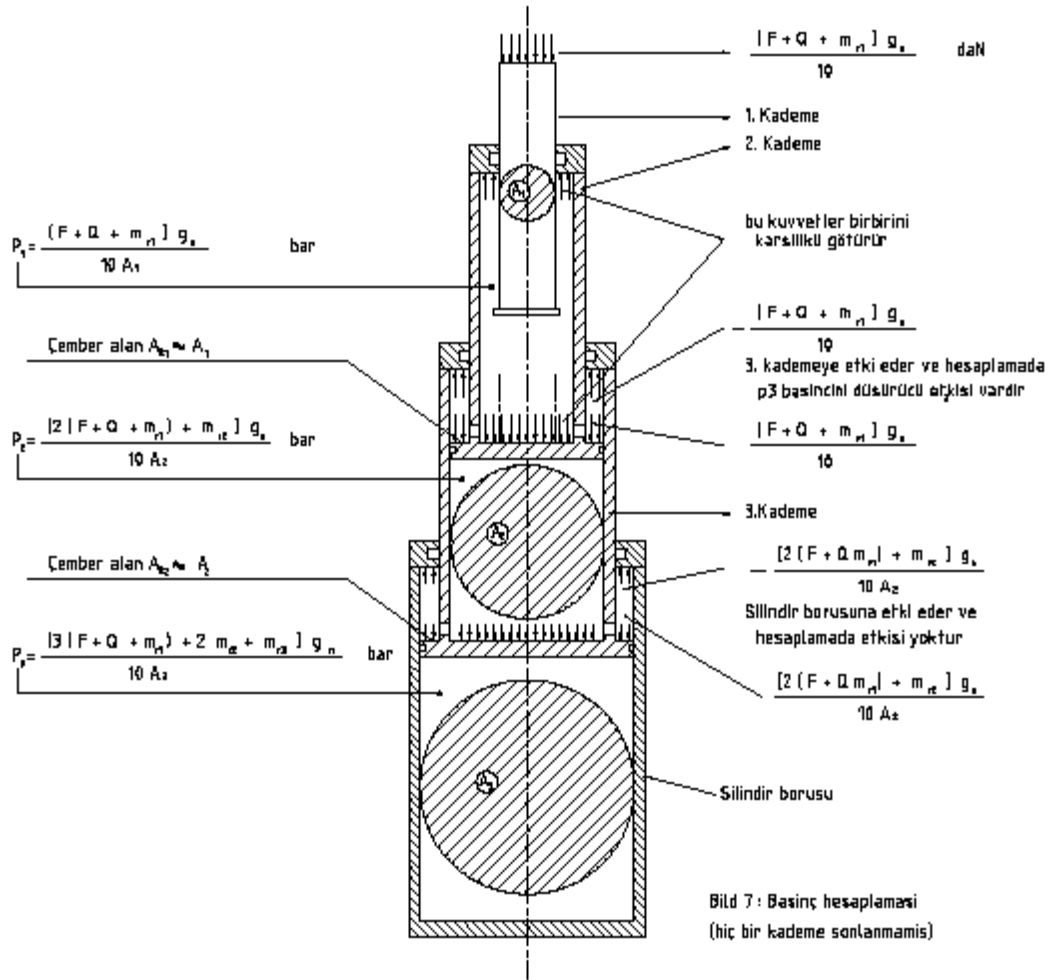
$$p_2 = \frac{[2(F + Q + m_1) + m_2] g}{A_2} \text{ bar}$$

$p_2$ : Orta kademe haznesi statik basıncı

$$p_1 = \frac{(F + Q + m_1) g}{A_1} \text{ bar}$$

$p_1$ : En ince kademe haznesi statik basıncı

# RESİM 3



2) de küçük piston sona dayanmış durumda (Resim 4) ve ortanca pistonla tek parça gibi hareket ediyor. Kabin boş durumda.

3) de küçük piston sona dayanmış durumda (Resim 4) ve ortanca pistonla tek parça gibi hareket ediyor. Sistem montaj safhasında, karkas ve kabin henüz monte edilmemiş. Böyle bir durum, yani silindirin tamamen yüksüz çalıştırıldığı ve maksimum basıncın emniyet valfinin ayarlandığı 1.4 katına çıktığının varsayıldığı durumdur ve en kritik durum olarak hesaplanması gereklidir. Bu noktaya EN 81.2'nin 12.2.1.1.2 maddesinde dipnot 8) olarak da dikkat çekilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi küçük pistonla gelen yüklerin  $p_1$  basıncını düşürücü etkisi vardır ve ince kademenin yüksüz olması ve sona dayanmış olması durumunda da  $p_1$  basıncı  $p_3$  basıncının 7 katından fazlasına çıkabilmektedir. Burada genel hesaplama yapmak mümkün değildir. "m" ağırlıklarının stroka, çaplara ve et kalınlıklarına göre değişken olması nedeniyle sistemin geçerli verilere uygun hesaplanması gerekmektedir.

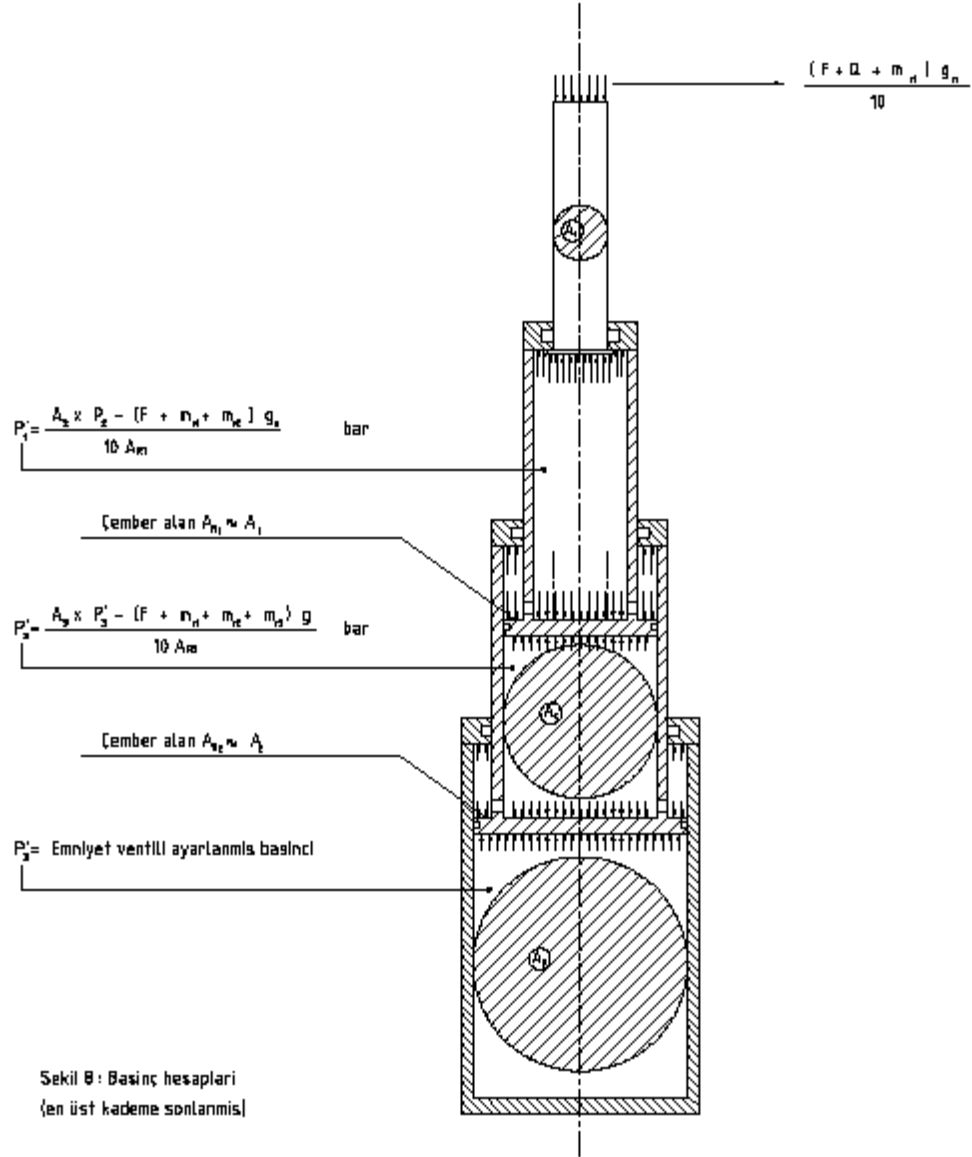
Küçük pistonun sona dayanması durumunda sistem teorik olarak kilitlenir. Elimizdeki  $p'_3$  basıncı baz alarak  $p'_2$  yi,  $p'_2$  basıncını da baz alarak  $p'_1$  basıncını hesaplayabiliriz. Bu hesaplarda F ve m ağırlıkları ters yönde ve basıncı düşürücü etkiye sahiptirler.

$$p'_2 = \frac{A_3 \cdot p'_3 - (F+m_1+m_2+m_3)}{AR_2} \text{ bar}$$

ve

$$p'_1 = \frac{A_2 \cdot p'_2 - (F+m_1+m_2)}{AR_1} \text{ bar}$$

# RESİM 4



## SENKRONİZASYONDA BOZULMA ÖRNEKLERİ (Resim 5)

### A) Küçük kademe sona dayanmış, diğer 2 kademe serbest

En üst hacim basıncı diğerlerinden daha yüksek olduğu için bu durum mantıksız görünebilir. Normal şartlarda sızıntı olacaksa bunun daha yüksek basınca sahip olan en üst hazneden bir alt hazneye doğru olması gerekirdi. Bunun ters yönde olmasının tek bir açıklaması olabilir. O da, eğer silindirin dolumu sırasında veya montajda dengesiz bir durum oluşmamışsa, yağın düşük basınçlı bir bölgeden daha yüksek basınçlı bir bölgeye gidebilmesi ancak şekil 2 de de görüldüğü gibi sızdırmazlık keçesinin yapısından kaynaklanmaktadır. Yani silindirin kapanması hareketinde iç yüzeye temas halinde olan bir miktar yağ keçenin pahlı yapısından faydalanarak yüksek basınçlı üst bölgeye sürüklenmektedir.

Bu hacimde oluşan fazla yağ daha önce de anlatıldığı gibi diğer kademelerin piston tabanlarına entegre edilmiş çekvalfler yoluyla diğer bölümlere geri gönderilir. Diğer kademelerden daha fazla dışarı çıkan ince kademe, iniş hareketinde diğer kademelerin daha önce oturmasıyla ve buna bağlı olarak çekvalflerin açılmasıyla birlikte fazla yağın bir alt hacme transferi sayesinde yeniden daha uygun pozisyona getirilir. Bu normal işletme şartlarında olmaması gereken bir durumdur ve yalnızca mecburi bir düzeltme hareketidir. Tam düzeltme yalnızca asansörün tampon üzerine oturması durumunda gerçekleşir. Bu gerçekten yola çıkarak 2 kademeli teleskopik silindirlerde üst yedek seyir en az alt yedek seyir ve buna ek olarak da 50 mm emniyet payı eklenerek belirlenmiştir.

3 kademelilerde ise üst yedek seyir alt yedek seyirin 2 katı artı 50 mm emniyet payından oluşmaktadır.

Alt yedek seyir ya da toplam alt yedek strok, kabinin tampona oturuncaya kadar olan mesafe değil silindirin kapanmasına kadar içinde kalan yedek strok miktarıdır.

3 kademeli teleskopik silindirlerde üst yedek seyir miktarının daha fazla seçilme zorunluluğu, kabin üstü emniyet boşluğu da dikkate alındığında son kat yüksekliğinde sıkıntı yaşanmasına neden olabilir.

### B) Küçük kademenin aşağıda kalması, diğer kademelerin sonlanması:

Bu durum ya iç keçelerde ya da çekvalflerde oluşan bir sızıntıya işaret eder.

Basıncın daha yüksek olduğu üst kademedeki bir alt kademeye bir miktar yağ transferi gerçekleşebilir. Burada da 2 farklı durum söz konusu olabilir:

B1) İnce kademe bir miktar aşağıda kalır, orta kademe tam açılır, en alt kademe normal yerini korur,

B2) ince ve orta kademe bir miktar aşağıda kalır, en alt kademe tam açılır.

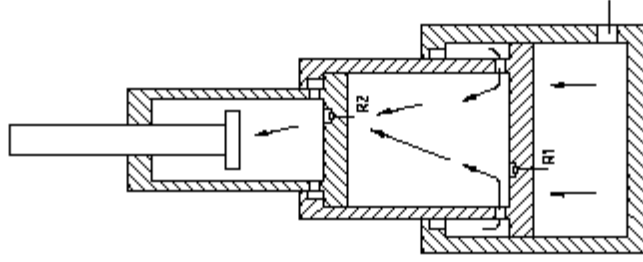
Bu farklı durumlar farklı iç keçelerdeki sızdırmalardan kaynaklanmaktadır.

B şikkındaki olumsuzluklar A şikkına göre daha rahatsız edici boyutlara ulaşabilir. Çünkü kademe strokları arasında oluşan farklar asansörün çalışmadığı sürelerde de oluşmaya ve çoğalmaya devam eder ve yükün belli bir seviyeyi geçmesi durumunda (ki bu durumda çekvalfler üzerinden yağ transferi de imkânsız hale gelir) sistemin yukarı yönde bloke olmasına kadar ilerleyebilir.

2 alt kademenin sonlanması durumunda, haznelerdeki basınçlar emniyet ventilinin ayar basıncından daha düşüklerse, çekvalflerden bir üst kademeye yağ geçişi sağlanabilir ve asansörün yukarı yönde hareketi de sağlanmış olur.

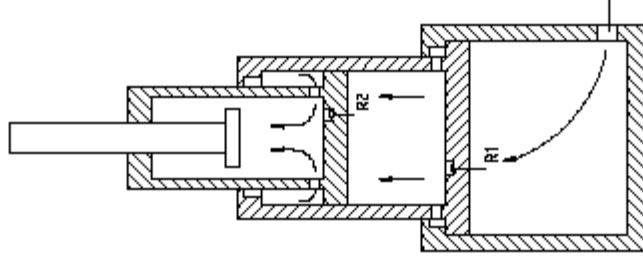
## RESİM 5

yukarı yöndeki kademeler arası  
dengesizliklerden örnekler



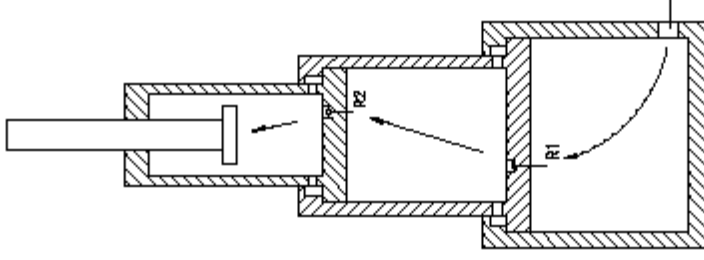
Şekil 11a

orta kademe diğerlerinden  
önce sonlanmış



Şekil 11b

büyük kademe diğerlerinden  
önce sonlanmış



Şekil 11c

orta ve büyük kademe küçük  
kademeden önce sonlanmış

## MONTAJ VE İŞLETMEYE ALMA

2 kademeli teleskopik silindirlerde 2. kademenin, 3 kademelilerde ise 2. ve 3. kademelerin hem boğaz kısmında hem de pistonda yataklanması, sistemi daha rijit bir duruma getirmektedir ve dalma tip silindirlerdeki alışlagelmiş esneklik burada yoktur. Bu nedenle yatay ve dikey eksenlerin son derece hassas ayarlanması, ileride yaşanabilecek olumsuzlukların da önüne geçmiş olacaktır.

Daha önce de belirtildiği gibi alt ve üst yedek strokların miktarı ve oranı bu tip silindirlerde dalma tip silindirlere göre çok daha fazla öneme sahiptir ve montaj safhasında mutlaka kontrol edilmelidir.

Mimari ölçülerdeki olası sapmalar saptanarak gerekli durumda silindir şasesinde veya kabin bağlantısında değişikliğe ya da düzeltmeye gidilmelidir.

## SİLİNDİR DOLUM YAĞI

Teleskopik Silindirlerde senkron çalışmayı sağlamak amacıyla, kullanılan iç keçelerin sürtünme kuvvetlerinin artmasına neden olmaması için silindirin kapalı devre çalışan bölümünde kaydırıcı özelliği yüksek olan farklı bir hidrolik yağ kullanılmaktadır. Bu yağ hidrolikte sıkça görülen stick/slip (tutma/kayma) etkisini yok etmeyi amaçlamaktadır. Silindirler teslimattan önce fabrika montajında bu özel yağ ile doldurulmaktadır ve herhangi bir nedenle silindirin demontajı durumunda ve yeniden montajında bu özelliğe sahip olan bir yağın da yeniden doldurulması gerekmektedir. Klasik hidrolik işletme yağının kullanılması durumunda stick/slip etkisi ve buna bağlı olarak seyir süresince özellikle de düşük hızlarda titreşimler ve uğultular kaçınılmazdır. Bu olumsuz durumun giderilmesi ancak kayganlığı artırıcı katkı yağları ile mümkün olabilmektedir.

## HİDROLİK YAĞIN SIKIŞABİLMESİ VE HİDROLİK ASANSÖRLERDE ETKİSİ

Bir akışkanın hacmini değiştirebilme özelliğine “sıkışabilme” denir. Sıvılar genelde ve pratik olarak sıkışamayan akışkan olarak kabul edilirler. Gerçekte ise sıvılar da sıkışabilirler; ancak çok düşük bir sıkışma özelliğine sahiptirler. Buna karşın özellikle hidrolik asansörlerde önemli etkilere ve sonuçlara neden olabilmektedir.

Bir akışkanın sıkışabilme özelliği “elastiklik katsayısı” ile belirlenir ve simgesi “E” dir (Hacimsel sıkışma modülü olarak da tanımlanmaktadır).

$$E = - \frac{\Delta p}{\Delta V/V}$$

Burada “ $\Delta p$ ” fark basınç, “ $\Delta V$ ” hacim farkı, “V” ise başlangıç hacmidir. “E” basınç boyutunda ve birimindedir, yani Pa (Paskal = N/m<sup>2</sup>) ile ölçülür. Tanımdaki “-” işareti basınç değişmesiyle hacim değişmesinin ters yönde geliştiğini anlatır.

Basınç artarsa ( $\Delta p > 0$ ) hacim küçülür ( $\Delta V < 0$ ) veya basınç azalırsa hacim büyür. Hidrolik asansörde yüklemelerde kabinin aşağı çökmesi veya boşaltmada kattan yukarı kaçması bu sebeptendir.

Hidrolik asansörlerde de yağın elastiklik katsayısını bildikten sonra sıkışma ve tekrar genleşme miktarlarını hesaplamak mümkündür, ancak yağın özgül ağırlığına, sıcaklığına ve

viskozitesine göre bu katsayı değişiklik göstermektedir. Hesaplanan miktarlar ancak yönlendirici özelliğe sahiptir ve kesin ölçü olarak kabul edilmemelidir.

Pratikte yapılan uygulama, deneylerle her silindir tipine göre bir yay sabiti "C" belirlemektir. Sıkışma miktarı "S" bu yolla basit bir şekilde belirlenebilir. Bu formül yay hesaplamalarında da kullanılan tanıdık bir formüldür.

$$S = C \cdot \text{Toplam strok (l)} \cdot \text{Yük (F)}.$$

Toplam strok olarak asansör seyir mesafesi, toplam yük olarak taşıma kapasitesi (1:2 sistemlerde 2 katı) alınır (1:2 sistemlerde ayrıca halat esnemesi de hesaba katılmalıdır). Maksimum ve en olumsuz sıkışma miktarı, hacmin ve strokun da maksimuma ulaştığı son durakta meydana gelmektedir ve dikkate alınması gereken değerdir.

Tek kademeli (dalma/plunger) silindirlerin aksine teleskopik silindirlerde sıkışma miktarının hesaplanması daha farklıdır. Burada önce her kademe kendi başına, daha sonra da toplam sıkışma hesaplanmalıdır. Kademelerdeki farklı basınçlar sıkışmanın da farklı miktarlarda olmasına neden olur.

Aynı zamanda orta ve alt kademelerin sıkışması, bir üst kademelerin de, sıkışmaya ek olarak aynı oranda çökmesine neden olacağından, sıkışma miktarları en üst kademe için 1, orta kademe için 2, alt kademe için ise 3 katı hesaplanır. Teleskopik silindirlerde çoğu kez olağandışı bir durum olarak değerlendirilen bu rölatif büyük sıkışma miktarı da bu silindirlerin yapısından kaynaklanmaktadır ve tasarım öncesi mutlaka değerlendirilmelidir.

Sonuçta elde edilen değerin çok da hassas olması gerekmediği gerçeğinden yola çıkarak her bir silindir tipi için bir yay sabitinin belirlenmesi ve ilk ve son durakta tam yükte meydana gelen sıkışmanın hesaplanması daha doğru bir yöntemi olacaktır.

## KAYNAKÇA

- [1] Hydromechanik, Heinrich RÖDEL,
- [2] Technische Strömungslehre, Wolfgang KALIDE,
- [3] Akışkanlar Mekaniği, Frank M. WHITE
- [4] Akışkanlar Mekaniğine giriş, Cahit Çıray
- [5] ALGI-Alfred Giehl Seminer notları
- [6] ALGI- Walter LORENZ
- [7] EN 81.2
- [8] TRA 200



## Hidrolik asansörlerde enerji verimliliğinin değerlendirilmesi

K. Ferhat Çelik  
Blain Hydraulics GmbH, Almanya

### Özet

Artan enerji ihtiyacı ve bunun bir neticesi olarak insan hayatını tehdit eden çevre kirliliği, gerek gönüllü girişimler gerekse zorunlu tedbirler vasıtasıyla birçok alanda enerjinin etkin kullanılmasını öngören gelişme ve dönüşümlerin hayata geçirilmesine neden olmuş ve olmaktadır. Yürürlükteki yasalar ve standartlar bu gelişim ve dönüşümlerin hızlandırılması ve yerleşmesi açısından önemli rol oynamaktadır.

Asansör ve yürüyen merdiven söktöründe enerji verimliliği açısından zorlayıcı bir direktif bulunmamaktadır. Bunun nedeni düşey transport sistemlerinin harcamış oldukları enerjinin binalar ve aydınlatma gibi diğer sistemlerin yanında şimdilik düşük düzeyde kalmasıdır. Bununla beraber asansörlerde kullanılan enerji-etkin bileşenler ve ekolojik konularda tedbir alma yönünde çalışmalarla sektör, CO<sub>2</sub> salınımının azaltılmasına destek vermektedir.

Yapıların büyük bir bölümünün (%80) alçak binalardan oluşması (<6 kat) asansör sektöründe rekabeti bu alana çevirmiştir. Hidrolik asansörlerin çoğunlukla kullanıldığı alçak binalarda pazar paylarını arttırmak isteyen halatlı asansör üreticileri, enerji verimliliği söylemi ve özellikle makina odasız asansör tipiyle Avrupa pazarında önemli bir pay elde etmiştir. Bu çerçevede yapılan değerlendirmelerde, asansörün ekolojik olup olmadığı noktasında kriter olarak çalışma sırasında harcanan enerji miktarı kabul görmeye başlamıştır. Çalışma şartlarını ihmal eden bu yaklaşım tarzı, sektörde yanlış asansör uygulamalarına yol açmakta ve enerji-etkin olarak bilinen asansörlerin sonuçta daha düşük verimlilikle çalışmasına neden olabilmektedir.

Bu makalede, çalışma şartlarını göz önüne alarak asansörlerin verimlilikleri değerlendirilmiş ve asansörlerde maliyet-etkin olmayan bir çözümün enerji-etkin olamayacağı sonucuna varılmıştır.

### 1. GİRİŞ

Asansör tasarımında aranan temel özellikler önem sırasına göre aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1- Emniyet        | 5- Kullanım alanı   |
| 2- Güvenilirlik   | 6- Konfor           |
| 3- Fiyat          | 7- Enerji sarfiyatı |
| 4- Sürüş kalitesi | 8- .....            |

Bu sıralamadan da görüldüğü üzere, enerji verimliliği asansör sektöründe aranan temel teknolojik ve pazarlama seçeneklerinden biri değildir. Benzer bir anlayışla asansörler, Avrupa Komisyonu'nun çevre korumacılığı çerçevesinde oluşturduğu direktiflerin dışında bırakılmıştır. Bu direktifler;

- Energy using Product Framework Directives (EuP, 2005/32/EC)
- Waste Electrical and Electronic Equipment Directive (WEEE, 2002/96/EC)
- Restriction of Hazardous Substances Directive (RoHS, 2002/95/EC)
- Energy Performance of Buildings Directive (EPB, 2002/91/EC)

Bunun ana nedenlerinden biri asansörlerin enerji kullanımı ve çevre kirliliğine olan etkisinin diğer sektörler göz önüne alındığında düşük düzeyde kalmasıdır. Örnek olarak AB'deki 160 milyon bina yıllık enerji ihtiyacının %40'ını kullanmaktadır [1]. Buna karşılık AB-27 ülkelerinde bulunan yaklaşık 4.8 milyon asansör bina elektrik yükünün sadece %3 ile %5'ini oluşturmaktadır [2]. Dolayısıyla öncelikle enerjinin daha etkin şekilde tasarruf edileceği alanlara yönelim söz konusudur. Fakat asansör sektöründe kullanılan ve bu direktiflerin kapsadığı elemanlar dolayısıyla asansör sektöründe de bu direktiflere yavaş bir geçiş süreci yaşamaktadır. Nüfus yapısındaki değişimler ve artan yaşam standardı göz önüne alındığında dünyadaki asansör sayısının artma eğilimi göstereceği kaçınılmazdır. Dolayısıyla gelecekte bu direktiflerin kapsama alanının genişletilmesiyle asansör ve yürüyen merdivenlerin de bir şekilde kapsanacağı muhakkaktır.

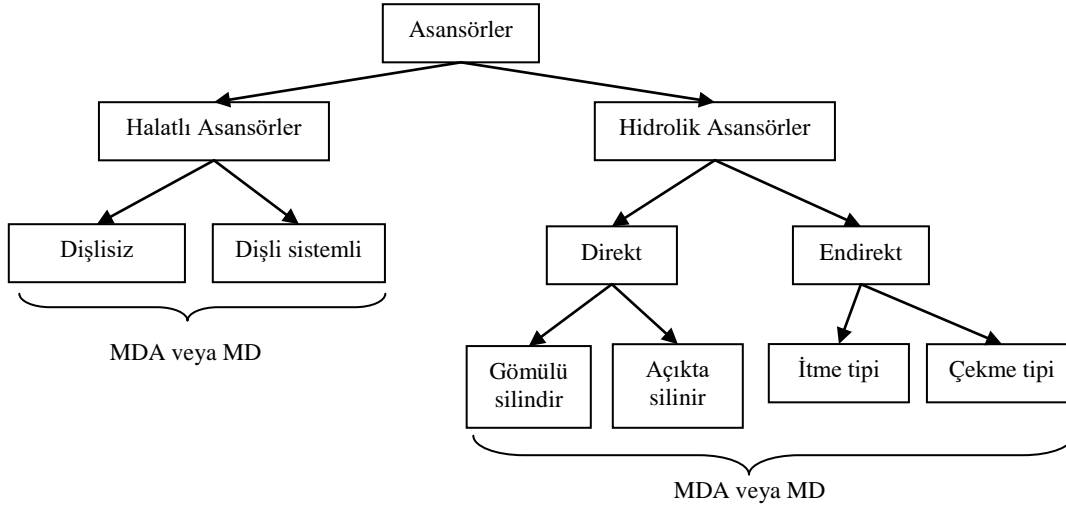
Enerji sarfiyatı ve çevre duyarlılığının son derece hassas olarak değerlendirildiği bir dönemden geçmekte olduğumuz şu sıralarda, asansörlerde enerji sarfiyatı başlığı olduğundan daha büyük ve karmaşık olarak asansör sektörüne ve kullanıcıya aktarılmaktadır. Gerçekler tüm açıklığıyla değil, amaca göre yorumlanarak aktarılmakta ve böylece oluşturulan sanal başlıklar firmaların pazar stratejilerini besleyen, çok hassas bir konu tabanına oturtularak tüketiciye empoze edilmektedir.

Günümüzde asansörlerin enerji sarfiyatı denildiğinde, asansörlerin kullanım sırasında harcadıkları enerji anlaşılmaktadır. Gerçekte ise bir asansörün harcadığı enerji, kullanılan ortak ve tahrik sistemine bağlı elemanların harcadıkları enerjinin yanında, asansörün kullanım sıklığıyla, kurulum ve bakım-onarım maliyetlerinin enerji-eşdeğerleriyle de çok yakından ilgilidir.

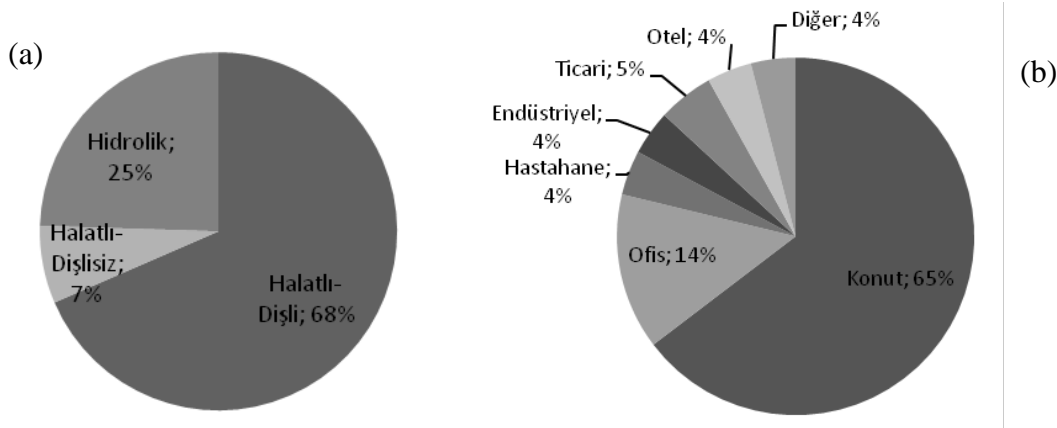
## 1. ASANSÖRLERİN SINIFLANDIRILMASI

Şekil 1'de asansörler tahrik sistemlerine göre sınıflandırılmışlardır. Bu sınıflandırma içerisinde, karşı-ağırlık ve vvvf sürücü kullanan halatlı asansörler enerjiyi en verimli olarak kullanan asansörler olarak tanımlanmıştır. Daha küçük motor gücüne ihtiyaç duyan bu sistemin asansörün hareket halindeki enerji sarfiyatını konvansiyonel halatlı asansörlere göre %50'lere varan oranda düşürdüğü bildirilmiştir [3]. Pazarda oluşan rekabet çerçevesinde vvvf sürücüler aynı zamanda makina dairesi ve dişli grubuna sahip halatlı asansörlerde de (Konvansiyonel halatlı + vvvf) tercih edilmeye başlanmıştır. Vvvf sürücü içeren hidrolik çözümlerin halatlı MDA'lar kadar enerji-etkin çözümler olduğu belirtilerek

[4,5] gene vvvf sürücülü ve/veya akümülatörlü hidrolik asansör çözümleri de bir alternatif olarak pazarda yerini alarak alçak yapılarda artan bir rekabet oluşmuştur. Şekil 2 (a) ve (b) de ise asansör tipine ve bina çeşidine göre asansörlerin AB deki yüzde dağılımları verilmiştir [2]. Makine dairesiz asansörlerin (MDA) son 10 yıl içinde pazarda gösterdikleri açılıma ve hidrolik asansörlerin Avrupa da önemli bir düşüş göstermesine rağmen hidrolik asansörler Avrupa da %25 lik bir paya sahiptirler. Kuzey Amerika da önemli oranda hidrolik asansör kullandığı düşünüldüğünde, dünyadaki hidrolik asansör kullanımının bu değerin çok üzerinde olduğu değerlendirilebilir.



Şekil 1. Asansörlerin tahrik sistemlerine göre sınıflandırılması.

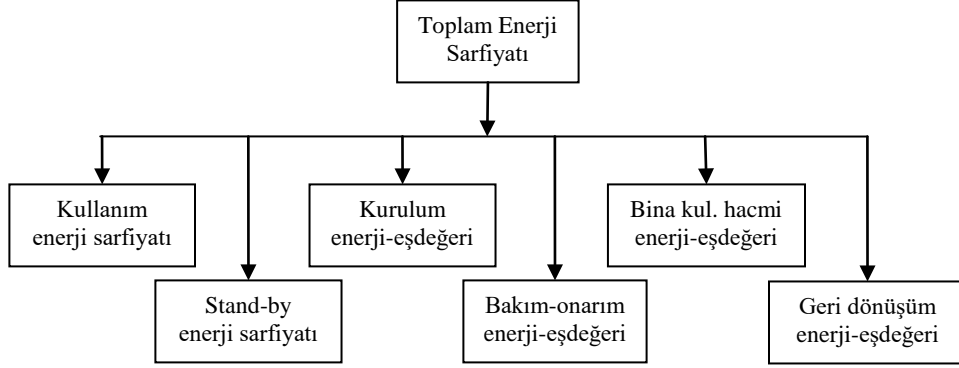


Şekil 2. (a) AB de asansör tipine göre kullanım oranları, (b) AB de bina tipine göre asansör dağılım oranları

Şekil 2 de diğer dikkat çekici bir husus ise AB deki asansörlerin %65 inin konut asansörü olmasıdır. Bu yapılar genellikle alçak binalardan (<20m) oluşur ve asansörlerin günlük döngü sayıları 160 ın altındadır. Bu durum, halen hidrolik asansörlerin pazarda önemli bir alternatif olarak yerini koruduğunu açıkça göstermektedir. Önümüzdeki 10 yıl için yapılan

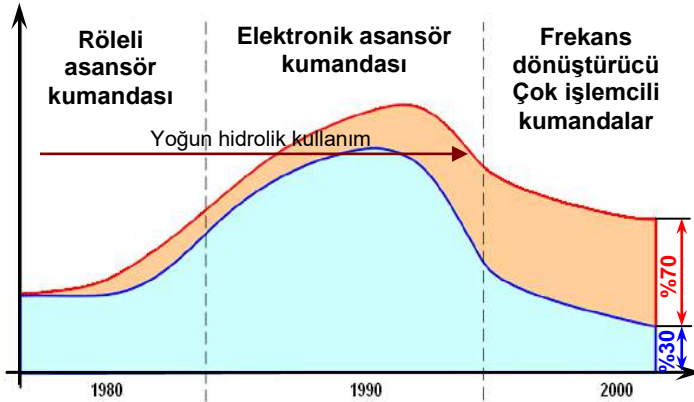
projeksiyonlarda %90 oranında MDA kurulmasının öngörülmesi ancak bu tip asansörlerin emniyet ve güvenilirlik başta olmak üzere, hidrolik asansörlerin sunduğu avantajları yakalamasıyla mümkün gözükmektedir.

Şekil 3 de asansörlerin gerçek enerji sarfiyatı hesaplanırken değerlendirilmesi gereken enerji sarfiyatları gösterilmiştir. Bugün yapılan değerlendirmelerde sadece kullanım ve stand-by enerji sarfiyatları göz önüne alınmaktadır.



Şekil 3. Asansörlerin toplam enerji sarfiyatının sınıflandırılması.

## 2. STAND-BY ENERJİ SARFIYATI

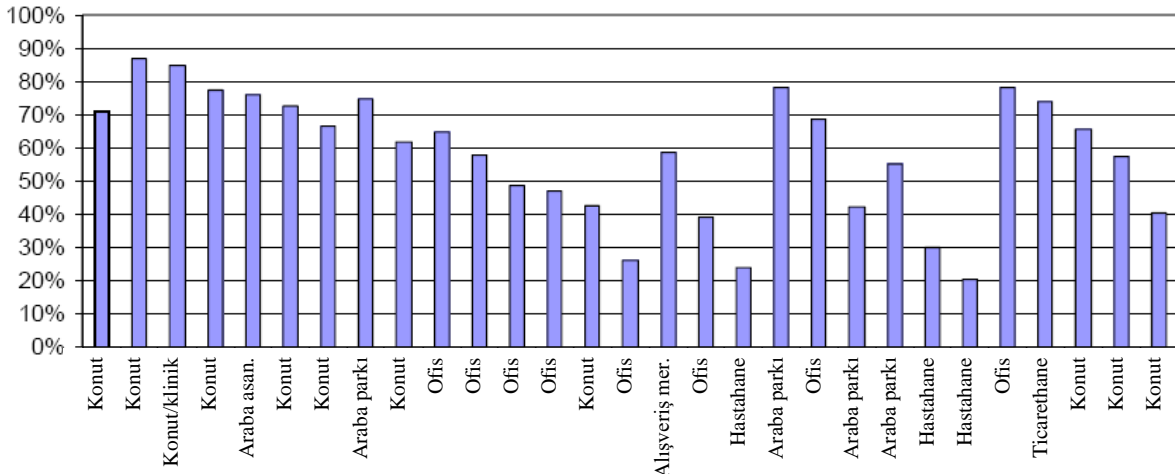


Şekil 4. Asansörlerde stand-by enerji sarfiyatının yıllara bağlı gelişimi [4].

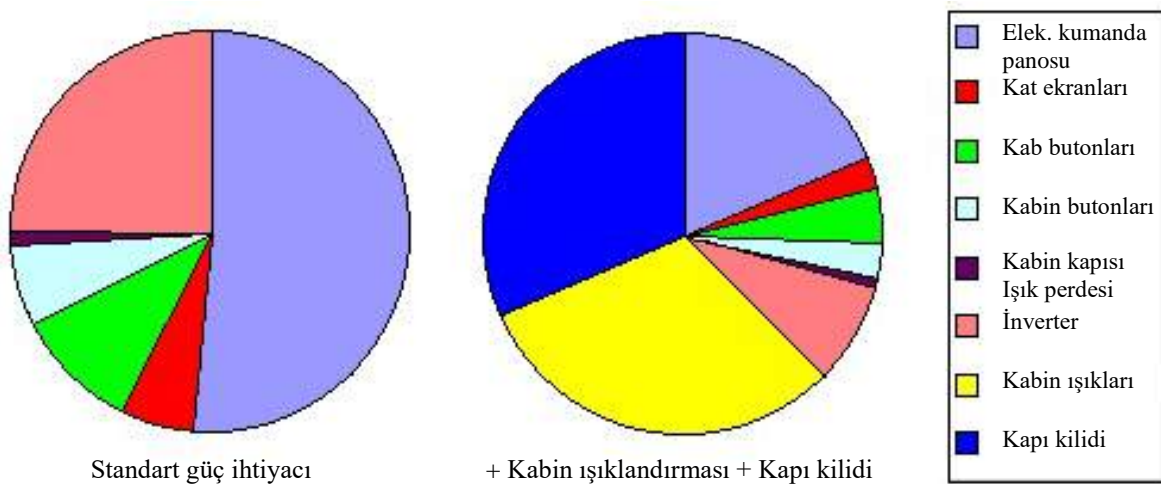
Elektronik kumanda sistemlerinin getirdiği avantajlar nedeniyle, 1980 yılların başlarından itibaren röleli asansör kumanda sistemleri hızla terk edilerek yerlerini elektronik kumanda sistemlerine bırakmıştır. Sonraları geliştirilen kabin içi ve kabin dışı elektronik sistemler asansörlerde yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bunlara paralel olarak, önceleri yoğun olarak kullanılan çift-hızlı asansör motorları yerini, motor ve sürücünden (vovf olarak da adlandırılan) oluşan tahrik

sistemine bırakmıştır. Makina dairesiz asansörlerde (MDA) bu tahrik sisteminin kullanılmasıyla dişli gurupları terk edilmiş ve sürüş kalitesi artırılmıştır. Pazardaki rekabet sonucu konvansyonel halatlı ve hidrolik asansörlerde de sürücü kullanılmaya başlamıştır. Fakat bütün bu sistemlerin bekleme (stand-by) halinde bir miktar enerji harcadıkları gerçeği ihmal edilmiştir (Şekil 4). Bu nedenle asansör sistemini aktif halde tutmak için gerekli enerji miktarı, kullanılan elektronik sistem yoğunluğuna bağlı olarak 15W ile 700W arasında değişen değerlere ulaşmıştır [6].

Şekil 5 de asansörlerde elektronik component kullanımının yaygınlaşması ile stand-by enerji sarfiyatının ulaştığı kritik durum 33 değişik asansör üzerinde yapılan bir araştırmada gösterilmektedir [4]. Şekil 6 da ise asansörlerde stand-by enerji sarfiyatına etki eden bileşenlerin kullanım yüzdeleri gösterilmiştir. Burada görüldüğü üzere kabin ışıkları ve kapı kilit sistemi dışarıda bırakıldığında inverter yaklaşık %25 lik bir orana sahiptir.



Şekil 5. Bina tipine göre stand-by enerji sarfiyatının yüzde değerleri [4].



Şekil 6. Stand-by enerji kullanımı [4].

UPS [VA]	Stand-by sarfiyatı [W]
450	23
750	24
1000	18 - 82
1500	38 - 42
2000	31 - 107
3000	116

Tablo 1. Değişik UPS sistemlerinin beklemede güç ihtiyaçları.

Özellikle halatlı ve MDA sistemlerinde, arıza halinde veya enerji kesilmesi durumunda asansöre müdahalenin daha karmaşık olması ve uzman eleman gerektirmesi nedenleriyle kesintisiz güç kaynağı kullanımında yaygınlaşma kendisini göstermiştir. Bu nedenle kesintisiz güç kaynağının harcadığı enerji

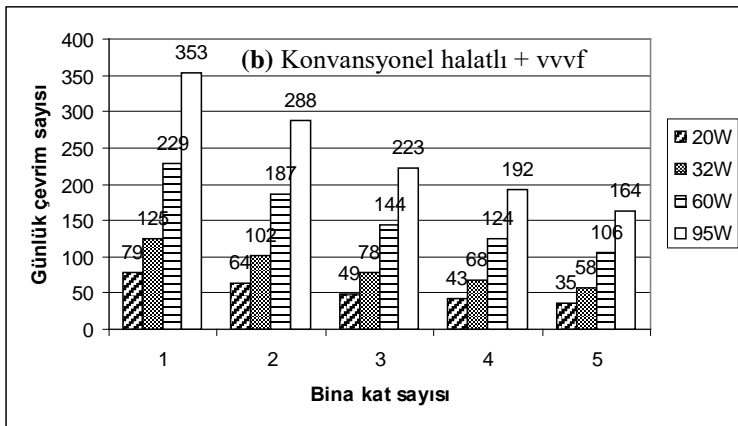
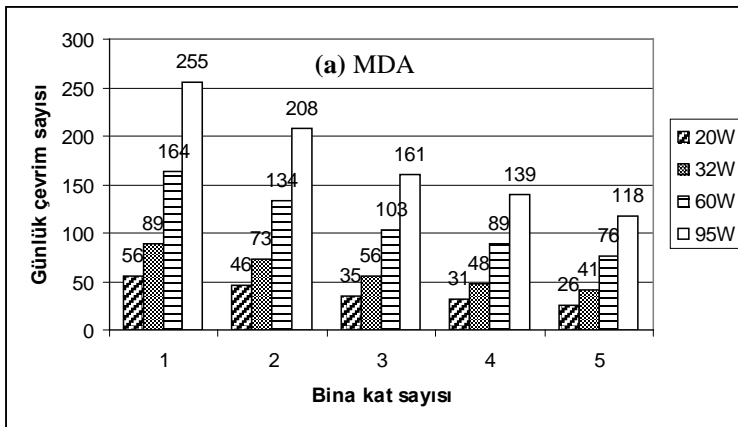
miktari da asansörlerin enerji sarfiyatında yerini almıştır (Tablo 1).

### 3. ASANSÖRLERİN KULLANIMDAN KAYNAKLANAN ENERJİ SARFIYATI

Asansörler genel olarak her bir kurulum için özel olarak tasarlanırlar. Asansörü oluşturan elemanların (bileşenlerin) her biri asansörün toplam enerji sarfiyatına etki eder. Bu elemanları iki ana guruba ayırabiliriz:

- 1- Ortak elemanlar: Bunlar kabin, kapılar, ışıklandırma ve ventilasyon sistemi gibi bütün asansörlerde ortak kullanılan elemanlardır.
- 2- Tahrik sistem elemanları: Asansörlerin tahrik sistemlerini oluşturan elemanlardır.

MDA imal eden firmalar motor + sürücü den oluşan bir tahrik sisteminin konvansiyonel hidrolik ve halatlı asansör tahrik sistemlerine göre %70 ve %50 daha enerji-etkin çözüm olduğunu ileri sürmektedir. Bu söylem belirli koşullarda doğru genelde ise yanlıştır. Bunun nedeni karşılaştırmanın sadece yüksek kullanıma sahip asansörler üzerinde yapılmış olmasıdır. Sağlıklı bir karşılaştırma 6 durağa kadar asansörlerde, değişik kullanım sayılarında ve sadece tahrik sistemlerinin harcadığı enerji saptanarak yapılmalıdır.



Şekil 7. 4 kişilik enerji-etkin asansör sisteminde minimum asansör çevrim sayıları.

Asansörlerin enerji sarfiyatının hesaplanması birçok faktörün berabercede irdelenmesi gereken bir süreçtir. Bir asansörün kullanımdan kaynaklanan enerji sarfiyatı belirtilirken asansör tipine bağlı çok genel söylemlerden ziyade, asansörün kullanım sıklığına bağlı olarak, kullanım enerji sarfiyatı ve bekleme halindeki enerji sarfiyatı esas alınmalıdır.

MDA lerde kullanılan sürücüler ortalama olarak 21W ile 60W ve kesintisiz güç kaynakları ise 18W ile 107W arasında değişen miktarlarda boşa güç çekerler. Bu değerler göz önüne alındığında, sürücü kullanan makina dairesiz veya konvansiyonel halatlı bir asansörün hidrolik bir

asansörden daha verimli bir çözüm olabilmesi için günde yapması gerekli minimum çevrim sayısı Şekil 7 de verilmiştir [6]. (Enerji harcama oranları 2,57:1,46:1 (Kon. hidrolik : Kon. halatlı + vvvf : MDA) olarak alınarak SIA 380/4 metoduna göre hesaplanmıştır. Tahrik sistemleri dışındaki elemanların eşdeğer enerji harcadığı kabul edilmiştir).

Şekil 7 den anlaşılacağı üzere günlük seyahat sayısı düşük olan asansörlerde, vvvf sürücülü tahrik sistemleri kullanılması halinde, stand-by enerji sarfiyatının kullanım enerjisine göre daha yüksek olacağı ve bu nedenle konvansyonel hidrolik asansörlerin halen ciddi bir çözüm olduğu görülmektedir. Bu durum ayrıca Lees'in çalışmasında da belirtilmiştir [5]. Çoğu alçak binada günlük çevrim sayısının 100 ün altında kaldığı göz önüne alındığında, bu binalarda sürücülü tahrik sistemlerinin birçok durumda enerji sarfiyatını arttıracığı anlaşılmaktadır.

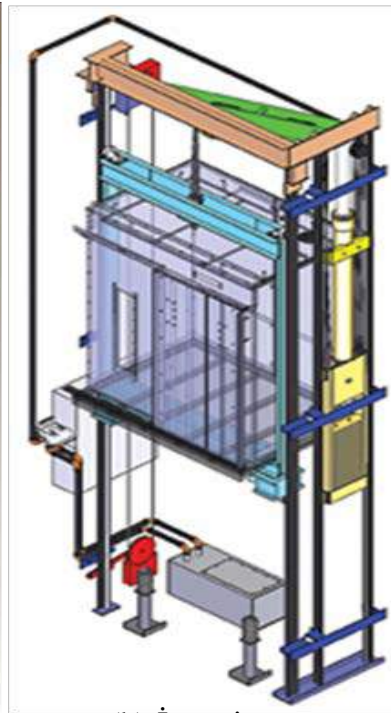
#### 4. KARŞI AĞIRLIKLILIK ASANSÖRLER

Konvansyonel hidrolik asansörler, 6 veya 7 kata kadar servis verebilen düşük maliyetli asansör çözümdür [3]. Genellikle karşı-ağırlık bulundurmadıklarından kurulumları kolaydır, az servis gerektirirler, yüksek güvenilirlik ve emniyet sağlarlar. Buna karşılık enerji sarfiyatları, eşdeğer bir halatlı asansöre göre daha fazladır. Enerji verimliliği konusunun sıkça dile getirilmesiyle birlikte hidrolik asansörlerde karşı ağırlık kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Karşı ağırlık kullanımıyla tasarlanan çekme tipi hidrolik asansörlerde motor gücünde %40 a varan düşüşler elde edilebilmekte ve kullanılan hidrolik

akışkan hacminde %30 tasarruf sağlanabilmektedir. Bu tip asansörlerde ısı oluşumu daha düşük seviyede gerçekleşmekte ve akışkan sıcaklığı genellikle yüksek değerlere ulaşmamaktadır. Dolayısıyla doğru tasarlanan bir çekme tipi hidrolik üniteyle, soğutucuya gerek duymadan yüksek kullanım oranlarına ulaşılabilmektedir [6].



(a) Çekme tip



(b) İtme tip

Şekil 8. Karşı ağırlıklı hidrolik asansör sistemleri.

Hidrolik asansörlerde iniş sırasında motor çalışmadığından dolayı iniş hızı artırılıp, çıkış hızı düşürülerek bir döngü için gereken zaman sabit tutulabilir. Böylece yapılan trafik zaman balansı ile motor gücü ayrıca %28 lere

varan oranlarda düşürülebilir[10].

Şekil 8 (a) ve (b) de çekme ve itme tipi karşı ağırlık kullanan hidrolik çözümler gösterilmiştir. Karşı-ağırlık içeren sistemler elektronik kontrol valfleri ile birlikte kullanılarak enerji-etkin hidrolik asansör çözümünde (5 duraklı) döngü sayısı günlük 230'un üzerine çıkarılabilir. Dolayısıyla, karşı-ağırlık kullanan hidrolik çözümler, konvansyonel sistemlerin sunmuş olduğu avantajlardan ödün vererek, yüksek kullanım sayılarında da hidrolik asansörlerin enerji-etkin olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

## 5. ASANSÖRLERDE MALİYET-ETKİN ÇÖZÜM

AB Entegre ürün politikası (Integrated Product Policy - IPP) ürünün ömür çevrimini göz önüne almakta ve ürünlerin tasarım, imalat, kullanım ve bertaraf etme sırasında çevresel bozulmanın minimum olması için gerekli faaliyetleri düzenlemektedir [1]. Dolayısıyla bir ürünün CO<sub>2</sub> salınımına olan etkisini sadece kullanım enerjisiyle ölçmek yeterli değildir. Benzer şekilde, asansörlerin enerji verimliliği değerlendirilirken sadece kullanım ve bekleme halinde harcadıkları enerji miktarlarının göz önüne alınması kısmen bir fikir vermekle birlikte sistemin tamamen enerji-etkin olduğu noktasında yeterli değildir.

Asansörlerde daha sağlıklı bir kıyaslama, Şekil 3 de verilen enerji-eşdeğerlerini de içermelidir. Bu çerçevede asansörlerde maliyetlerin enerji-eşdeğerlerinin belirlenmesi gerekir. Bunlardan kullanım enerjisi direkt olarak ölçülebildiğinden önemli bir sorun yaratmamaktadır. Kurulum ve bakım-onarım enerji-eşdeğerleri ise şu anda ön planda olmayan fakat enerji sarfiyatını önemli ölçüde etkileyen öğelerdir.

### 5.1. KURULUM ENERJİ-EŞDEĞERİ

Gerek hidrolik ve gerekse MDA veya halatlı enerji-etkin sistemlerin (motor+sürücü) kurulum maliyetleri konvansyonel hidrolik asansörlere göre %15 ila %30 daha yüksektir [7]. Dolayısıyla bu tip asansörlere yapılan yatırımın kendini geri ödemesi ancak asansörlerin kullanım oranının yüksek olmasıyla mümkündür. Buna diğer bir örnek olarak akümülatörlü hidrolik sistemler verilebilir. Bu sistemler genel olarak yüksek maliyetleri

Asansör tipi 4 kişilik	Tahrik tipi	Enerji tasarrufu	+ Maliyet [€]	Yıllık tasarruf [€] 0.15€/kWh	Geri ödeme süresi [yıl]	Yıllık enerji- eşdeğeri [kWh]
4 duraklı konut, yılda 60,000 kalkış						
Konvansyonel Hidrolik	2:1 hidrolik	%0	-	0	-	-
MDA	vuvf	%24	2,500	28	89	833
6 duraklı konut yılda 200,000 kalkış						
Konvansyonel Hidrolik	2:1 hidrolik	%0	-	0	-	-
MDA	vuvf	%24	3,200	110	29	1067

**Tablo 2. 4 ve 6 duraklı konut asansörlerinin maliyet açısından karşılaştırılması.**



dolayısıyla pazarda sık kullanılmamakla beraber, bu tip asansörlerin devamlı düşük yüklerle seyahat etmesi durumunda sistemin daha fazla enerji harcayacağı belirtilmiştir [5]. Benzer şekilde, regeneratif sistemlerin ancak yüksek binalarda ve sık kullanım halinde enerji-etkin bir çözüm olduğu bilinmelidir.

Enerji-etkin asansör sistemleriyle önemli miktarda enerji tasarrufu yapılsada, geri kazanç süreleri yüksek olduğunda, sadece enerji tasarrufu adına bu sistemlerin seçimi maliyet-etkin olmayan sonuçlar doğurabilir. Alçak yapılarda vvvf sürücülü enerji-etkin asansörlerin konvansiyonel hidrolik asansörlere göre %21 ile %24 oranında enerji tasarrufu sağladığı belirtilmiştir [7]. Tablo 2 de bu değerlerden yola çıkarak yapılan hesaplamalarda Türkiye şartlarında bir analizin sonucu verilmektedir.

Tablo 2 den görüldüğü gibi MDA yatırımının geri ödeme süreleri (60.000 ve 200.000 kalkış için) bina ömrü (89 yıl) ve asansör renovasyon (29 yıl) sürelerinin üzerinde olmaktadır. Bu oluşan maliyetin yıllık kurulum enerji-eşdeğerleri (20 yıllık renovasyon süresi için) sırasıyla 833 kW ve 1067 kW dır. Bu değerlerin aynı zamanda asansörün yıllık enerji sarfiyatına eklenmesi gereklidir. Dolayısıyla alçak yapılarda (veya kullanımı az olan asansörlerde) enerji-etkin bir çözüm aynı zamanda maliyet-etkin çözüm değildir. Bu çıkarımla örtüşen ve her enerji-etkin sistemin maliyet-etkin sonuçlar doğurmadığı ayrıca değişik makalelerde de belirtilmiştir [3,6].

Bu sonuçlar, enerji-etkin asansörlerin kurulum enerji-eşdeğerinin düşük olması için kullanım sayısının çok önemli bir kriter olduğu göstermekte ve konvansiyonel hidrolik asansörlerin enerji-etkin halatlı asansörlere göre daha fazla enerji harcadıkları şeklindeki genel söylemi desteklemektedir.

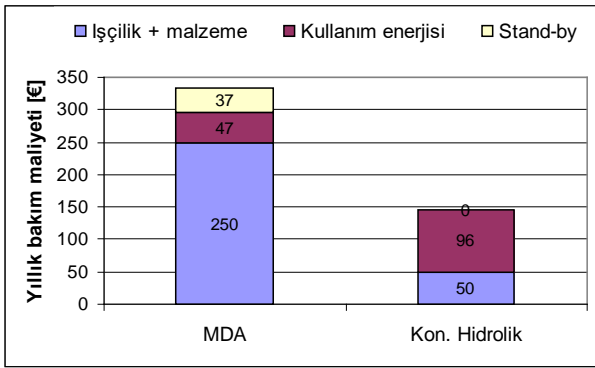
## 5.2. BAKIM-ONARIM ENERJİ-EŞDEĞERİ

Bir sistemin enerji-etkin olabilmesi için sistemin aynı zamanda maliyet-etkin olması beklenir. Çünkü maliyet harcanan enerjinin ticari değeridir ve aynı zamanda bir sistemi oluşturan bileşenleri imal etmek için ne kadar enerji kullanıldığını gösterir. Daha pahalı bir sistemin daha pahalı bileşenlerden oluşacağı çıkarımından hareketle, bakım-onarım maliyetlerinin de buna paralel olarak artacağı beklenmelidir. Bunun enerji-eşdeğeri ise asansörün toplam enerji sarfiyatına eklenmesi gereklidir. Asansörlerin yıllık bakım-onarım maliyetleri genellikle enerji maliyetlerinin çok üstünde gerçekleşir.

Güvenilirliği düşük olan sistemler artan bakım-onarım faaliyetlerinden dolayı enerji sarfiyatını önemli ölçüde artırırlar. Bu faaliyetleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- **Yedek parça maliyetlerinin enerji-eşdeğeri:** Burada önemli olan yedek parça imalat maliyetleri ve yedek parçalarının asansör yan sanayinden kolayca ve uygun fiyatlarda temin edilebilir olmasıdır. MDA lerde en pahalı yedek parça asansör fiyatının yaklaşık %30 u kadar iken bu hidrolik asansörlerde %4 ile %6 civarındadır. Yedek parça tedarikinde üretici firma bağımlılığı MDA larda çok yüksek olduğundan, hidrolik asansörlerin bakım-onarım enerji-eşdeğeri çok daha düşüktür.

- **İşçilik enerji-eşdeğeri:** Genellikle işçilik saat ücreti üzerinden belirlenmektedir. Bakım-onarım işlemi ne kadar zor ve karmaşık ise bunun enerji-eşdeğeri de o oranda artacaktır. Artan parça sayısı, yer kazanmak için makinanın kuyu içerisine asılarak bakım-onarım işlemlerinin daha güç hale getirilmesi ve karşı-ağırlık kullanımı bakım-onarım maliyetlerinden doğan enerji-eşdeğerinin artmasına neden olur. Yıllık bazda hesaplanacak bu farkın toplam enerji sarfiyatına eklenmesi gereklidir. Genellikle halatlı asansörlerin %20 oranında daha fazla servis gerektirmesi nedeniyle hidrolik asansörlerin işçilik enerji-eşdeğerleri daha düşük seviyededir.
- **Emniyet ve güvenilirlik enerji-eşdeğeri:** Bakım-onarım enerji-eşdeğerine etki eden temel faktör asansör sisteminin güvenilirliğidir. Genel olarak hidrolik sistemler halatlı sistemlere nazaran daha az sayıda parça içerirler. Tahrik ünitesinin genellikle karşı-ağırlık içermemesi ve elemanlarının hidrolik yağ içerisinde çalışması nedeniyle parça yıpranması nadiren görülür ve hata oluşturma (kırılma) riskleri daha azdır. Bu nedenle daha güvenilirler ve kurulumları daha kolaydır. MDA lerde tahrik sisteminin kuyu içine konularak, bulunması gerekli çalışma şartlarından taviz verilmesi, doğal olarak servis ihtiyacının artması sonucunu doğurur. Olumsuz kuyu şartlarında sistemin güvenilirliğinin sürekliliği düzenli aralıklarla yapılacak olan bakımlara bağlıdır. Bu ise MDA lerde servis sayısını arttıran



Şekil 9. Bakım ve enerji sarfiyatları açısından MDA ve kon. hidrolik asansörün karşılaştırılması.

Yıllık çevrim sayısı:40,000

15 yılda bir hidrolik bakım maliyeti: 750€

10 yılda bir halat/kasnak değişim maliyeti:2500€

Enerji maliyeti: 0.15€/kWh

bir unsurdur.

Asansörlerin sağlaması gerekli emniyet ve güvenilirlik şartları dinamik bir şekilde güncellenmekte ve kapsamı genişletilmektedir. Bugün kabul edilebilir olan şartların gelecekte yeterli olmama olasılığı yüksektir. Bu nedenle emniyet şartlarını sınır değerlerde gerçekleyen asansör tipleri gelecekte ciddi renovasyon zorunluluklarıyla karşı karşıya kalacaklardır. Bu gibi değişiklikler için gerekli maliyetin enerji eşdeğerinin bilinmesi gereklidir.

Özellikle deprem riski altında bulunan bölgelerde hasarlanma riski düşük olan asansörlere öncelik verilmesi önemlidir. Aksi durumda, kapsamı geliştirilen direktifler neticesinde depreme uygun olmayan asansörleri uygun hale getirilmek için yapılacak yatırım, asansör kurulum maliyetlerine yaklaşacaktır. Aynı zamanda sismik sallantılar dolayısıyla oluşacak onarım maliyeti ve bunun getireceği enerji-eşdeğerinin de enerji

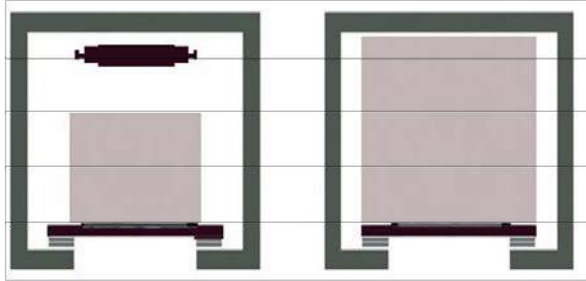
sarfıyatı değerlendirmesine kapsamına alınması gereklidir. Bu açıdan hidrolik asansörler en uygun, makine odası bulundurmayan MDA lar ise en riskli çözümdür.

- **Servis ulaşım maliyetinin enerji-eşdeğeri:** Her servisin yaklaşık 1,2kWh/km lik enerjiye eşdeğer bir ulaşım maliyeti getirdiği düşünülürse; 20 km lik bir mesafe ve yılda 3 ekstra servis için gerekli enerji miktarı 144kWh/yıl olacaktır. Bu durumda olan 10,000 asansör için bu rakam yılda 1440 MWh 'e ulaşmaktadır.

Asansörlerde periyodik olarak yapılan bakım maliyetlerinin enerji-eşdeğerinin de toplam enerji sarfıyatına eklenmesi gereklidir. Böyle bir bakım faaliyetinin Türkiye şartlarında maliyetler göz önüne alınarak değerlendirilmesi Şekil 9 da verilmiştir. Burada halatlı asansörlerde 10 yılda bir icra edilen halat ve kasnak değişimleri ile hidrolik asansörlerde 15 yılda bir yapılan hidrolik yağ ve keçe değişimleri, bu süreler içinde enerji sarfıyatları da göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. Şekil 8 den görüleceği üzere halatlı asansörlerin yıllık bakım maliyetlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Burada tahrik ünitesinden bağımsız bakım ve enerji sarfıyatları hesaplamalara katılmamıştır.

### 5.3. BİNA KULLANIM HACMİ ENERJİ-EŞDEĞERİ

Asansörler binalarda kapsadıkları alana bağlı olarak bina maliyetlerine etki ederler. Üst katta yer alan makine odası MDA ler tarafından kaldırılarak önemli bir tasarruf sağlanmıştır.



Şekil 10. Karşı-ağırlık nedeniyle kaybedilen hacim.

Bu çözümün benzeri halihazırda hidrolik asansörler tarafından, giriş veya bodrum katında kurulan ve genellikle düşük maliyetli bir makine odası vasıtasıyla sağlanmaktadır. Burada diğer önemli bir nokta karşı-ağırlık nedeniyle kaybedilen hacmin enerji-eşdeğeridir. Bu hacim, bina kullanım hacminin daralmasına neden olduğu gibi kuyunun havalandırılması nedeniyle binada enerji kaybına da neden olur. Artan kuyu hacmi daha fazla enerjinin havalandırma yoluyla kaybına

neden olducağından asansörlerin enerji sarfıyatında dikkate alınması gereken bir noktadır. Bu durum Şekil 10 da gösterilmiştir.

### 5.3 GERİ DÖNÜŞÜM ENERJİ-EŞDEĞERİ

Asansörlerin servis ömürleri sonunda geri dönüşüm enerji-eşdeğerinin de ekolojik değerlendirmeye alınması gereklidir. Bu kapsamda metal ve metal olmayan malzemeler yanında hidrolik ve dişli grubu bulunduran asansörlerde kullanılan yağlar da önemli bir duyarlılık oluşturmuştur. Bu nedenle hidrolik asansörlerde ekolojik yağ kullanımı gündemi işkal etmekle birlikte, getirdiği ekstra maliyet nedeniyle tercih edilmemektedir. Bununla birlikte, halen yürürlükte olan standartların doğru uygulanması halinde yağ kullanımından

doğacak ekolojik kirlenme söz konusu olmayacaktır. Hergün meydana gelen trafik kazaları nedeniyle toprağa sızan yağ miktarı güncelliğini korurken asansörleri, almış oldukları güvencelere rağmen birincil tehdit kabul etmek doğru bir yaklaşım değildir.

## 6. ASANSÖRLERİN ENERJİ SARFIYATININ BELİRLENMESİ

Değişik tip, model ve kurulum özellikleri taşıyan asansörlerin enerji sarfiyatını karşılaştırabilmek için standart bir yöntemin belirlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde yapılacak olan karşılaştırmaların gerçekçi sonuçlar vermesi beklenemez. Bu amaçla değişik çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan başlıcaları SIA 380/4, VDI-4707, ISO 25745 ve E4 projesidir. Bu çalışmaların ortak noktası sadece kullanım sırasında harcanan enerjiyi ve stand-by gücünü referans almakta, yukarıda bahsedilen asansörlerin servis ömürleri boyunca oluşturdukları maliyetlerin enerji-eşdeğerlerini kapsamamaktadır.

Bu uygulamalardan VDI-4707 [8] asansörlerin enerji taleplerine göre etiketlenmesi öngörülmektedir. Bu yöntemde asansörün ortalama yük ve seyahat mesafesinde yapacağı bir referans döngüsü için harcadığı enerji miktarı stand-by gücüyle beraber normalize ederek asansörlerin spesifik enerji sarfiyatı Wh/kg.m cinsinden belirlenmektedir. Normalize edilen değer belirlenen bir tabloya yerleştirilerek asansörün enerji etiketlemesi yapılmaktadır. Fakat bu yöntemde kullanılan tablolardaki sınıf aralıkları her tip asansör ve teknoloji için çelişkili sonuçlar verebilmektedir.

E4 [2], referans döğüden hareketle, asansör kullanım sıklığını ortalama değerler ve stand-by gücüyle birlikte normalize eden benzer bir metod kullanmaktadır. SIA 380/4 ise motor maksimum gücüne dayalı ortalama değerleri kullanan bir yöntem tanımlamaktadır.

G. Barney [9] tanımladığı yöntemde de referans döngü kullanılmakta ve gene spesifik enerji sarfiyatı Wh/kg.m cinsinden hesaplanarak sınıflandırılmaktadır. Benzer şekilde sınıflandırılan stand-by gücü asansörün etiketinde kullanım enerjisiyle birlikte ayrı ayrı verilmektedir. Böylece asansör sahibi, kullanım sıklığına göre asansörün harcayacağı enerjiyi hesaplama şansına sahip olabilmektedir.

E4 projesi kapsamında asansörlerin kullanım maksadı, yük kapasitesi, kabin büyüklüğü, hareket mesafesi gibi gruplara ayrılarak hesaplamaların yapılmasının daha uygun olacağı önerisini getirmektedir. Asansörlerin enerji talebini belirlemek amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiş olmasına rağmen, halen standart olarak kabul görmüş bir hesaplama yöntemi bulunmamaktadır.

## 7. SONUÇLAR

Asansörün ekolojik olup olmadığı noktasında kriter olarak çalışma sırasında harcanan enerji miktarını kabul eden yaklaşımlar çalışma şartlarını ihmal etmekte ve sektörde yanlış asansör uygulamalarına yol açmaktadır.

Ekolojik değerlendirme yapılırken, kurulum maliyeti ve servis ömrü boyunca üretilen maliyetlerin enerji-eşdeğerlerinin saptanması gereklidir. Sadece kullanım ve bekleme

halinde harcanan enerji miktarlarının göz önüne alınması kısmen bir fikir vermekle birlikte sistemin tamamen enerji-etkin olduğu noktasında yeterli değildir.

Halen asansör ve yürüyen merdivenler için enerji sarfiyatını sınırlayan bir direktif bulunmamaktadır. Asansör ve yürüyen merdivenlerin gelecekte direktifler tarafından kapsanacağı muhakkaktır. Önemli olan bu direktiflerin enerji sarfiyatı noktasında gerçekçi yaklaşımlar tanımlamasıdır.

Asansörlerin kullanımdan kaynaklanan enerji sarfiyatıyla ilgili sağlıklı bir karşılaştırma konunun alçak, orta yükseklikte ve yüksek binalarda ayrı ayrı değerlendirilmesizle mümkündür. Bu noktada stand-by enerji sarfiyatı ve kullanım sıklığı en önemli kriterlerdir.

Arttırılmış sürüş konforu birinci öncelikte olmadığı takdirde, alçak yapılarda sürücü kullanımı maliyet-etkin ve dolayısıyla enerji-etkin bir çözüm üretmez. Bunun yerine asansörü oluşturan diğer elektronik komponentlerin enerji harcamalarını optimize ederek ve akıllı panolar üreterek daha verimli çözümler üretilebilir.

Karşı-ağırlık kullanan hidrolik çözümler yüksek kullanım sayılarında da hidrolik asansörlerin enerji-etkin olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Çevre duyarlılığını kullanılarak pazar stratejileri geliştirildiği gerçeğini unutmadan, hangi asansör, nerede ve nasıl sorularına doğru cevaplar bulmak, enerji-etkin asansör kullanımı ve daha temiz bir çevre için şarttır.

## KAYNAKLAR

- [1] E. Gharibaan, 'Energy efficiency and ecology of lifts', European Lift Congress, September 2008, Heilbronn.
- [2] E4, 'Energy Efficient Elevators and Escalators', March 2010.
- [3] H. M. Sachs, 'Opportunities for elevator energy efficiency improvements', American Council for an Energy Efficient Economy, April 2005.
- [4] J. Nipkow, 'Elektrizitätsverbrauch und Einspar-Potenziale bei Aufzügen', S.A.F.E., 2005, Zürich.
- [5] G. Lees, 'A study of the actual power relative to the theoretical power consumption of a variable frequency drive hydraulic system and how it benefits the user', Master dissertation, University College Northampton, April 2005.
- [6] K. F. Çelik, 'Asansörlerde stand-by enerji sarfiyatı', Asansör Sempozyumu 2008, 23-25 Mayıs 2008, İzmir.
- [7] [www.uppco.com](http://www.uppco.com), Elevators.
- [8] Verein Deutscher Ingenieure, 'Lifts: Energy Efficiency', VDI 4707, March 2009.
- [9] G. Barney, 'Energy efficient of lift systems', Elevator World, March 2010, pp.122-126.
- [10] K.F. Çelik & B. Körbahtı, 'Why hadraulic elevators are so popular-Part2', Asansör Dünyası, Nisan 2006.

# AKILLI HİDROLİK SİSTEM TEKNOLOJİSİ

Hüseyin Avni Bezmez  
Bucher Hidrolik Sist. Ltd.Şti.

## ÖZET

Enerjiyi verimli kullanan ve uygun maliyetli asansör tahrik sistemleri yıllardır geliştirilmektedir. Bu teknolojiler enerji verimliliği, düşük maliyetin yanı sıra sürüş performansı ve buna bağlı seyahat konforunu da sağlamaktadır.

Bütün bu avantajların temelinde elektronik kontrollü asansör valfi, farklı yük ve sıcaklık koşullarına tam otomatik adaptasyon, işletmeye alma basitliği, çok düşük bakım maliyeti ve uzun çalışma ömrü yatmaktadır. Ayrıca, son 10 yılda yüksek seyir performansının sağlanması ve yağ soğutucuların gerekliliğini ortadan kaldırmak amacıyla akıllı hidrolik sistemleri, "Inverter" teknolojisi ile birleştirilmiştir.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde maliyet verimliliği daha da önem kazanmakta olup asansör endüstrisi artık ilk yatırım ötesini de düşünme eğilimi içindedir. Son kullanıcılar bu yatırım maliyetinin, sistemin ömrü boyunca oluşan, işletim ve bakım maliyetlerine de bakıldığında sonunda oldukça pahalı bir biçime dönüşebilmektedir.

Özel üretim paket sistemlerin özellikle uluslar arası büyük firmalar tarafından sağlanması nedeniyle, bina sahipleri kısır döngüye itilebilmektedir.

Tüm bu gerçeklerden yola çıkarak ilk yatırım maliyetlerini dışında işletim ve bakım maliyetlerini de önem kazanmıştır. Yedek parça ve bakım hizmetlerinin sağlıklı bir fiyat seviyesinde tutulması kullanıcı lehine durum oluşturmaktadır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde, hidrolik asansör tahrik sistemlerinin avantajları bakımından önemi gittikçe artmaktadır.

Hidrolik asansör tahrik sistemlerinin teknolojisi gereği sahip olduğu bazı kısıtlamaları ve değişmeyen özellikleri nedeniyle akışkan odaklı çözümler dışında araştırma ve geliştirmeye yatırım yapılmıştır. Bunun neticesinde kalıcı ve etkili hidrolik tahrik sistemleri geliştirilmiştir.

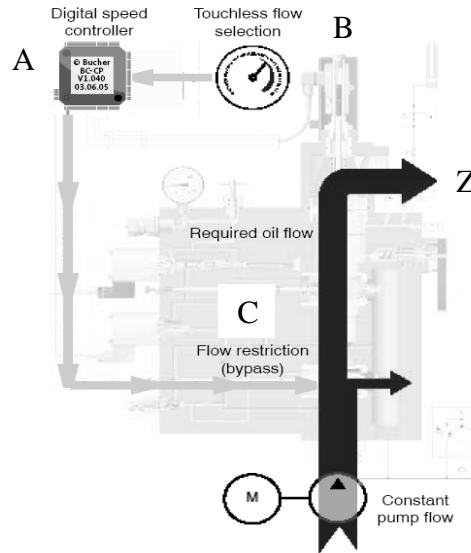
Bu çalışmalar sadece asansör sektöründe değil farklı alanlarda da, örneğin; rüzgar enerjisi uygulamaları içeren yada rejenerasyon hidrolik enerji tasarrufu teknolojileri ile techiz edilmiş yapı ekipmanları da dahil olmak üzere değişik uygulamalarla maksimum enerji tasarrufu sağlamaya katkıda bulunmuştur.

Elektronik kontrollü valf teknolojisi uygun maliyetinin yanında seyir konforu da sağlayan, oldukça güvenilir bir sistemdir. Hidrolik tahrikli sistemler açısından önemli bir gelişme sağlayan teknoloji, sürtünme tahrikli sistemlere göre aşağıdaki avantajları da beraberinde getirmektedir.

- Kısa montaj süresi
- Basit ve kolay ulaşılabilir olması
- Hızlı ve etkili bakım
- Uygun maliyette yedek parça

- Halat sürtünmeli sistemlerle karşılaştırıldığında halat ve kasnak yenilemesi gerektirmediğinden, önemli ölçüde azaltılmış bakım maliyeti
- Karşı ağırlık gerekmediğinden monte edilen kuyu için daha büyük kabin alanı
- Kuyu içi son kat konstrüksiyonu yada betonarme zorunluluğu olmaması.

Elektronik kontrollü asansör valfinin “YUKARI” seyir sırasındaki çalışma prensibi **Şekil 1**’de basitleştirilmiş olarak görülmektedir.



Şekil 1 : Basit gösterimli olarak YUKARI seyir

En uygun bileşenler :

- Her koşulda pürüzsüz bir seyir eğrisi sağlamak için çok yönlü ve komplike dijital elektronik sistem
- Mevcut yağ akış değerini dokunmaksızın(Touchless) geri bildirim cihazı. “Hall principle”’a bağlı olarak dokunmadan çalışması sebebiyle bakım ihtiyacı bulunmamaktadır.
- Oransal valf, bypass yağ akışını kontrol eder. Böylece sonuç olarak silindire doğru miktarda akış sağlanır.

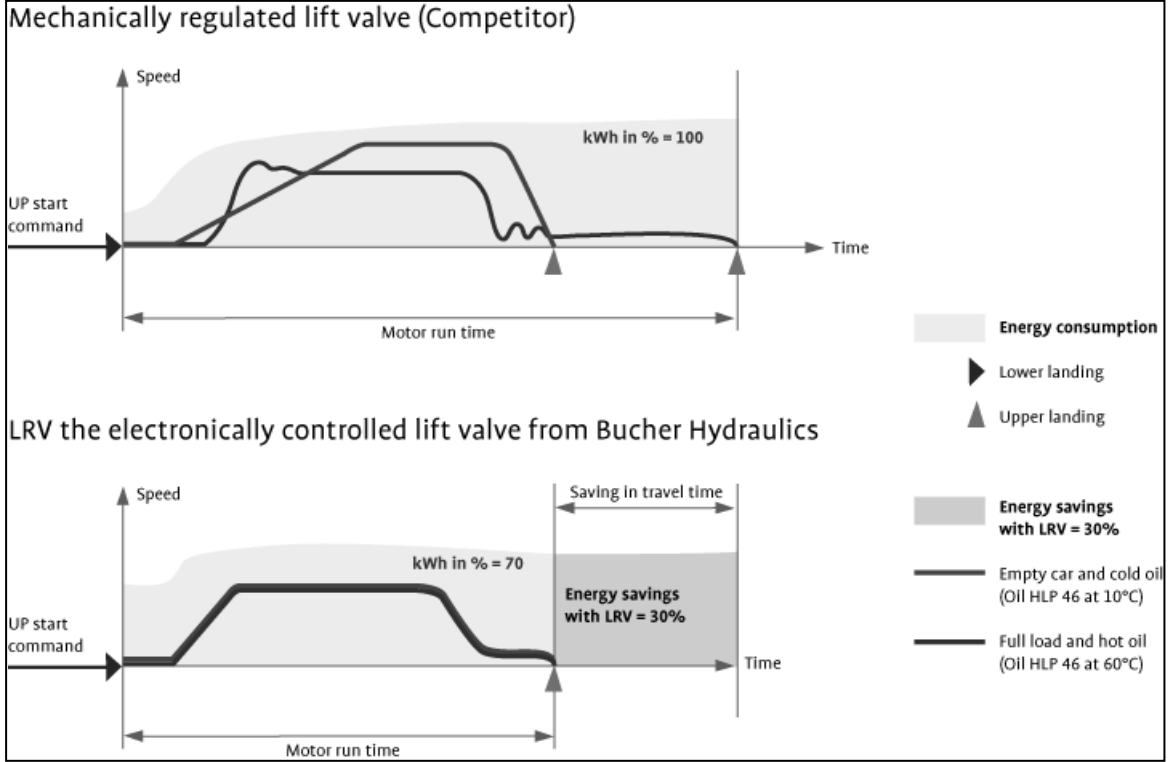
Bu sistem tasarımının hedefi, yükten ve sıcaklıktan bağımsız seyir konforu ve sistemin verimliliğinin geleneksel mekanik valf bloklarından daha yüksek olmasına yöneliktir.

Uygulamalara bağlı olmakla birlikte, mekanik tasarımlara göre %30 daha az enerji sarfiyatı, bunun sonucu olarakta %30 daha az ısı problemi yaşatması nedeniyle yağ soğutucu ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.

**Şekil 2**’de mekanik valflerle elektronik kontrollü valf teknolojisinin yüksek doğruluk ve seyir performansı gösterilmektedir.

Motor çalışma süresi yatay ekseninde gösterilmekte olup mekanik valf kullanıldığında bir seyir için kat edilen mesafe aynı olmakla birlikte çalışma süresi değişkenlik göstermekte ve böylece % 30 oranında enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir

Çalışma koşullarındaki ortam sıcaklığı veya yük gibi değişimlere bağlı olarak yaşanabilecek sorunların en aza indirilmesi nedeniyle önceden planlanamayan servis müdahalelerinin önüne geçilebilmektedir.



Şekil 2: YUKARI çıkış seyir eğrisi karşılaştırması (mekanik ile elektronik valf)

Grafiklerden görüleceği üzere sıcak yada soğuk yağa ya da kabin boş veya dolu olmasına bağlı kalmaksızın tam ve zamanında üst katta olması neticesinde enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Böylece fabrika ayar değerleriyle de asansör devreye alınabilmektedir.

Testlerde değişen işletim koşullarına rağmen aşağıdaki konularda herhangi bir sapma yada değişim yaşanmamıştır.

- Başlangıç noktası
- Yavaş hızda seyir mesafesi
- Hızlanma / yavaşlama eğimi
- Hız
- Titreşimsiz ve sarsıntısız sürüş

Yağ soğutucusuna ihtiyaç duyulmamasının getirdiği avantajlar aşağıda sunulmuştur.

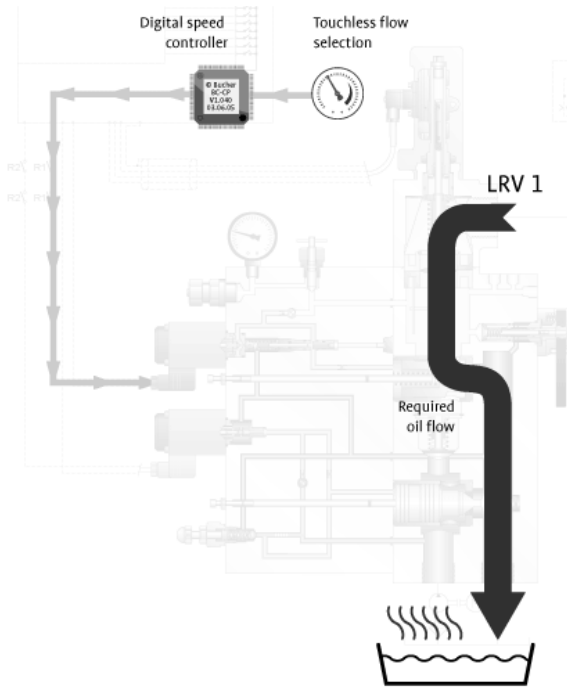
- Soğutucunun ihtiyaç duyduğu hortum için duvar geçişleri olmaması.
- Sıcak havayı ortamdan almak için pahalı klima düzenekleri gerektirmemesi.
- Soğutucunun fanlarının gürültüsü olmaması
- Soğutucu fan ve pompasından kaynaklı ilave enerji sarfiyatı olmaması.



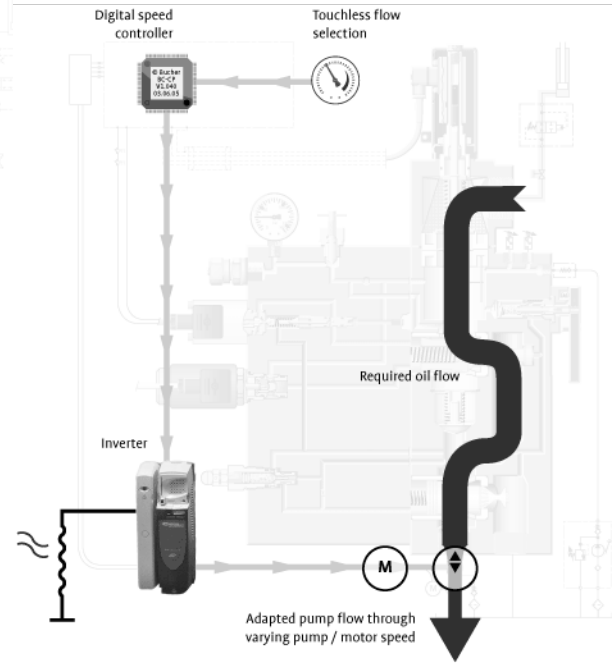
## 2. INVERTER TEKNOLOJİSİ KULLANILARAK HİDROLİK ASANSÖRÜN VERİMİNİN ARTTIRILMASI.

Hidrolik pompanın hızını ayarlamak için bir frekans kontrollü inverteri kullanması sonrasında yaşanan sistem verimliliği sonucu ısı kayıplarında düşüş görülmektedir. Yağ akışının her iki yönde de (YUKARI ve AŞAĞI) pompaya bağlı motorun hızına göre kontrol edilmesi bu avantajları sağlamaktadır.

### Elektronik valf



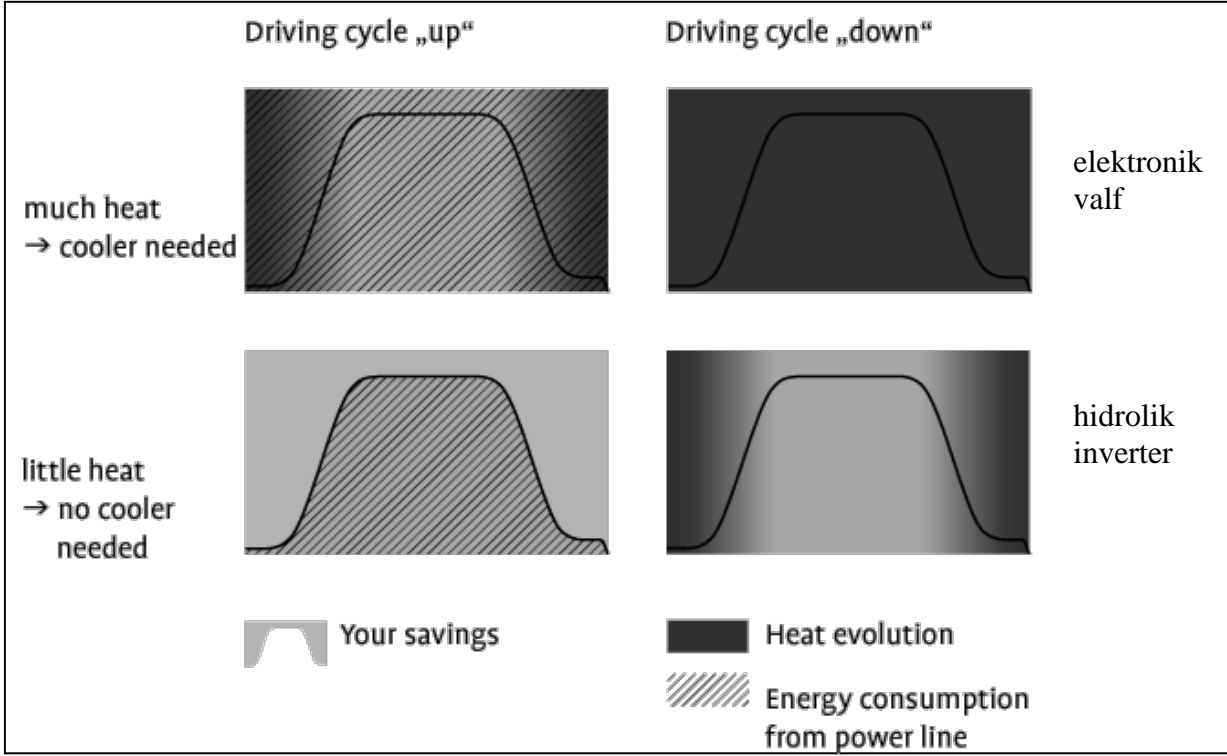
### Hidrolik İnverter



Şekil 3: AŞAĞI - yönde seyir karşılaştırması (elektronik ile hidrolik inverter)

Şekil 3'te görüleceği üzere, aşağı inişte oluşan enerjinin ısıya dönüşerek yağın ısı kazanımı inverter teknolojisi kullanılarak (sağdaki kroki) önemli ölçüde azaltılmaktadır. Ayrıca kalan ısı yayılımının bir miktarı da küçük bir kablo ile inverter'den fren direncine gönderilmektedir.

Daha verimli bir hidrolik tahrik sistemi sayesinde daha az gürültü ve gecikme olmaksızın kabin hareketi sağlanmasının yanı sıra, motorun hareketi esnasında yaşanan ani yüksek akım çekişini engellediği görülmüştür.



Şekil 4: Isı ve enerji sarfiyatının doğrudan karşılaştırılması  
(elektronik valf ile hidrolik inverter)

Hidrolik inverter teknolojisi kullanarak sağlanabilecek yıllık enerji tasarrufu aşağıdaki verilerden yola çıkılarak basitçe hesaplanabilir.

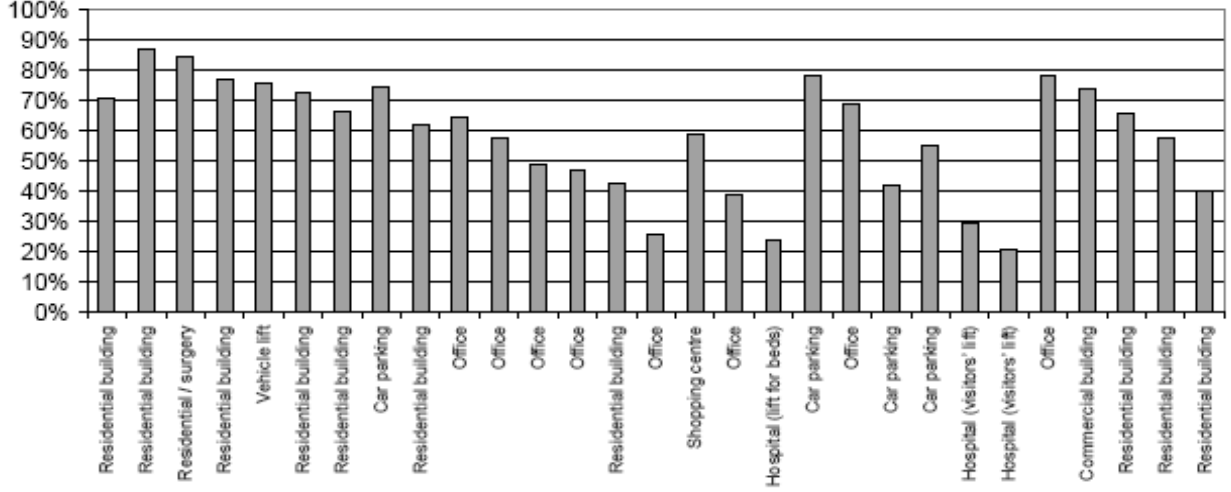
Uygulama verileri  
10 m seyir mesafesi  
0.63 m/s  
1.000 kg  
4 durak  
120 hareket/saat  
9 saat /gün

	<b>Elektronik valf</b>	<b>Hidrolik inverter</b>
Oluşan ısı	3.7kW	1.6kW
Gerekten soğutma gücü	2.3kW	<b>0kW</b>
Mümkün olan kalkış sayısı (SOĞUTUCUSUZ)	45/h	140/h
Enerji sarfiyatı	14'310 kWh	6'160 kWh

### 3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ASANSÖRLERDE POTANSİYEL TASARRUFLAR

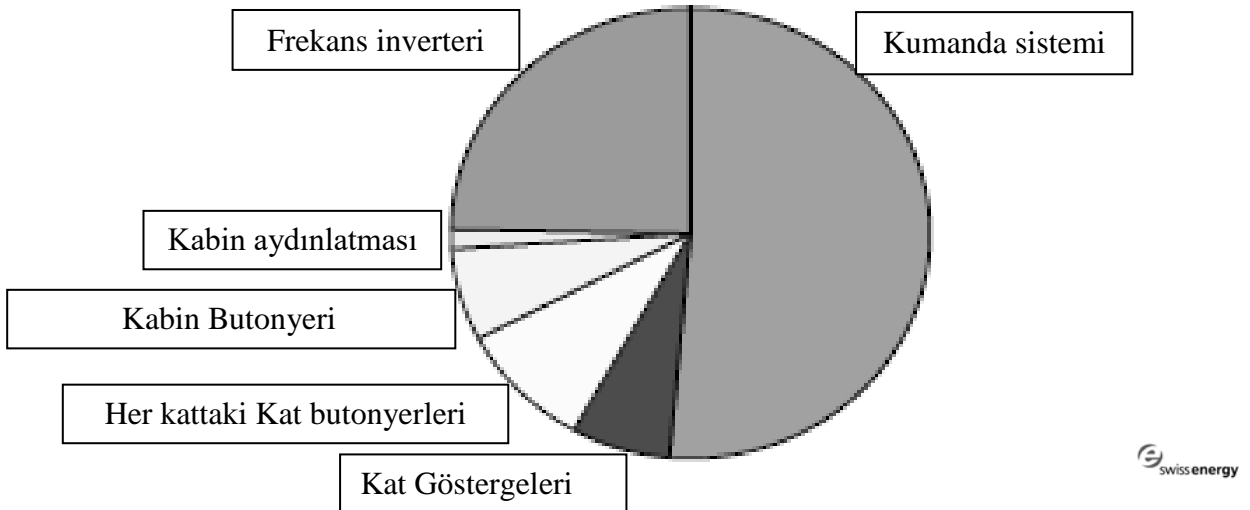
İsviçre Enerjinin Verimli Kullanımı Ajansı'nın (S.A.F.E.) tarafından yapılan çalışmalar asansörlerdeki enerji sarfiyatının %80'inin „Stand-by“ (Hazırda bekleme) durumunda oluştuğunu göstermektedir.

Bina tiplerine göre „Stand-by“ (Hazırda bekleme) sarfiyatları Şekil 5'te görülmektedir :



Şekil 5: Bina tiplerine göre “stand-by” sarfiyat % oranları

Şekil 6, „Stand-by“ (Hazırda bekleme) sarfiyatını oluşturan bileşenleri göstermektedir.



Şekil 6: „Stand-by“ (Hazırda bekleme) sarfiyatını oluşturan bileşenler

Bu çalışmada, „Stand-by“ (hazırda bekleme) durumunda aşağıdaki tasarruf noktaları tespit edilmiştir.

- Hazırda bekleme modunda kabin ışığının kapatılması
- Kumanda tablosu ile farklı tasarruflar
- Frekans inverterleri için “uyku modu”
- Verimli aydınlatma ve panele yayılı aydınlatma
- Binanın trafiğine göre en uygun hız seçimi

İsviçre’de yapılan çalışmalar neticesinde verimlilik sadece tesisin gücüne bağlı olmamakla birlikte stand-by (hazırda bekleme) konumunun da tasarruf kriterlerinin önemli bir parçası olduğu görülmektedir.

#### 4. TAHRİK SİSTEMİ İLE İLGİLİ İŞLETME GİDERİ KARŞILAŞTIRILMASI


Tahmini değerler İsviçre S.A.F.E.’in asansörlerin enerji verimliliği çalışmasına bağlı olarak alınmıştır.

Tipik konut binası  
1 m/s

6 duraklı 630 kg. Taşıma kapasitesi  
100 kez hareket / gün (40.000. hareket / yıl)

##### 4.1 Güç maliyeti

	Hydraulic lifts	Traction lifts
Driving current	650kWh <sup>2)</sup>	250kWh
Standby	650kWh <sup>2)</sup>	750kWh*
<b>Total</b>	<b>1'300kWh</b>	<b>1'000kWh*</b>
at € 0.20/ kWh	260 €	200 €

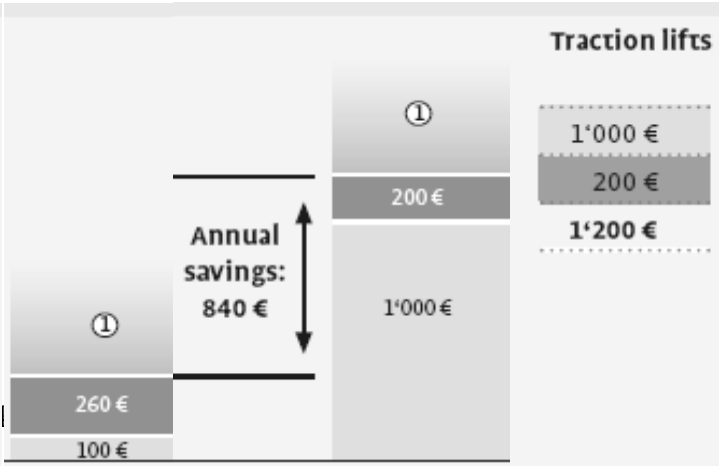


##### 4.2 Enerji Maliyeti ile beraber Bakım Maliyetinin birlikte değerlendirilmesi

Annual costs	Hydraulic lifts	Traction lifts
Maintenance of drive system	100 €	1'000 €
Power costs	260 €	200 €
<b>Total</b>	<b>360 €</b>	<b>1'200 €</b>

① Drive independent costs for maintenance of lift control systems, doors, car and emergency evacuation services.

Annual savings: 840 €



Enerji maliyetleri dikkat edilirken bunun yanında düşük bakım maliyetli bir sistemi tercih etmekte önem taşımakta, inverter çözümleri sayesinde güncel hidrolik tahrik teknolojileri yüksek hareket sayısı ihtiyaçlarını kolayca karşılayabilmektedir..

Aşağıdaki liste, hidrolik asansörlerin niçin daha ucuz olduğu hakkında daha fazla fikir verecektir.

- Kolayca devreye alma
- Halatlı asansörlere göre daha az aşınma ve yıpranma;  
Halatlı asansörlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde düşük sıklıkta ortaya çıkan bakım maliyetleri
- Asansörün bakımlı kalması için % 20 daha az parça ihtiyacı
- Bakım müdahaleleri gerektiğinde hızlı ve kolay erişim
- Elektronik kontrollü hidrolik valfler ile yüksek güvenilirlik

#### REFERANSLAR :

- (1) Study about energy consumption and its savings potential of lifts. Issued by the “Swiss Agency for Efficient Energy Use”. Final report issued by Jürg Nipkow on November 2005. S.A.F.E. Schweizerische Agentur für Energieeffizienz, Schaffhauserstrasse 34, CH-8006 Zürich,
- (2) Summary of comparison „hydraulic lifts are cheaper“ – issued by BUCHER HYDRAULICS, CH-6345 Neuheim ([www.bucherhydraulics.com](http://www.bucherhydraulics.com))
- (3) Product descriptions LRV & VF-LRV technology in comparison, published by BUCHER HYDRAULICS, CH-6345 Neuheim

#### BİYOĞRAFİK DETAYLAR :

Hüseyin Avni Bezmez, 1966 yılında İstanbul’da doğdu. Yıldız Üniversitesi’nde Makina Mühendisliği eğitimi aldı. Üniversite eğitimi süresince bir fabrikanın kalite kontrol, satın alma ve tamir bakım bölümlerinde görev aldı. Mezuniyet sonrasında Endüstriyel ürünler pazarlama ve satışı konusunda uzmanlaştı. Satış mühendisi olarak sırasıyla Digi-Fiter Endüstriyel terazi ve Otomasyon sistemlerinde, daha sonra da Schindler Türkeli Asansör San.A.Ş’ de görev aldı. Bu görevler sonrasında Mitsubishi Asansör (ETA-MELCO) ‘da 10 yıl boyuca sırasıyla Pazarlama ve Satış.Md. ve Bölge Müdürlüğü görevlerinde bulundu. 2008 Ağustos’undan beri de BUCHER Hidrolik – Türkiye’ nin Genel Müdürlüğü’nü yapmaktadır.

## HİDROLİK – MEKANİK ASANSÖRLER ÇEVRECİ YÖNLERİ VE SON KULLANICIYA HİZMET KALİTESİ KRİTERLERİ AÇISINDAN YAPILAN BİR KARŞILAŞTIRMA

*Hazırlayanlar: Nickos Spyropoulos ve Lazaros Asvestopoulos (Kleemann Hellas SA, Yunanistan)*

*Tercüme ve sunuş : Stefanos Parizyanos (Kleemann Asansör San.Tic.A.Ş., Türkiye)*

### ÖZET

Hidrolik ve mekanik asansörler, dünya dikey taşıma piyasasına hâkimdirler. Bu makalenin amacı, çevrecilik yönünden ve son kullanıcıya sunulan hizmet kalitesi kriterleri açısından iki asansör tipi arasında bir karşılaştırma yapmaktır. Karşılaştırma, yaygın görülen tipte üç veya dört katlı bir konut binasına hizmet veren bir asansör referans alınarak yapılmıştır.

Bu çalışma yapılırken, teorik hesaplamalardan, bire bir gerçek asansörlerde yapılan gerçek ölçümlerden, uluslararası literatürden ve Kleemann firmasının test asansörlerinde yapılan ölçümler ile genel tecrübesinden faydalanılmış ve bu şekilde en doğru sonuçlara ulaşmaya çalışılmıştır.

### 1. GİRİŞ

Asansör sanayinde en önemli tasarım şartı, hem son kullanıcılar hem de çalışan teknik personel için emniyetin tam anlamıyla sağlanmasıdır. Bunun sağlanması için dünya çapında, çok katlı ve sıkı emniyet standartları ve kodlarıyla bunların uygulamalarının ulusal otoriteler tarafından doğrudan doğruya veya dolaylı olarak denetlenmesi yoluyla sağlanır.

Asansör emniyetinin sağlanmasından sonraki diğer önemli adım, asansörün çevreye etkisi diğer bir deyişle çevre dostu olmasını ve son kullanıcıya yüksek hizmet kalitesi sunmasını sağlamaktır.

Bu çalışmada, konut binalarında çoğunlukla kullanılan asansör tiplerinden olan, makine dairesiz veya dairesiz mekanik asansörler ile endirekt askı hidrolik asansörler, bahsi geçen yönlerden incelenecek ve karşılaştırılacaktır.

### 2. REFERANS ASANSÖR

Karşılaştırmanın doğru yapılabilmesi için yakın özelliklerde asansörler seçilip bir referans asansör modeli oluşturmak ve tanımlamak önemli ve gereklidir.

Konut binalarında kullanılan bir asansör, genelde aşağıda sayılan özelliklere sahiptir:

- Kapasite (faydalı yük) : 450 – 630 kg
- Kabin hızı : 0,63 – 1,0 m/s
- Seyir mesafesi : 9 – 12 m

Referans binayı da 3 veya 4 katlı düşünebiliriz. Her katta 3 daire olup ve her dairede 2 ilâ 4 kişinin yaşadığını varsayarak; bu veriler eşliğinde, 30 kişinin yaşadığı ortalama bir binadan

bahsediyoruz demektir. Her kişinin asansörü günde 2 veya 3 defa kullandığını varsayarsak, bir asansörle yılda 25.000 hareket yapıldığı sonucuna varabiliriz.

### 3. ÇEVREYE ETKİLERİ (ÇEVRE DOSTLUĞU)

Bir asansörün çevre-dostu olması, iki parametre yardımıyla tanımlanabilir:

- Düşük enerji tüketimi
- Kullanılan malzemelerin çevreye etkilerinin olumsuz olmayışı yani çevre-dostu olması

Yukarıdaki parametreler, hidrolik ve mekanik asansörler açısından aşağıda incelenmiştir.

#### 3.1 Hidrolik ve Mekanik Asansörlerde Enerji Tüketimi

CIBSE Kılavuzu F'ye göre, asansörler, buldukları binanın yapısı ve kullanım amacına ve binada kullanılan asansörlerin tipi ve sayısına bağlı olarak, binalardaki toplam enerji tüketiminin normalde %5 ilâ %15'ini harcarlar. Mekanik asansörler, hidrolik asansörlere göre genellikle daha çok enerji tasarrufu sağlarlar, çünkü bu asansörlerde karşı-ağırlıklar vardır. Asansör sistemlerinin çeşitli tiplerinin bağlı enerji tüketimleri hakkında şimdiye kadar pek çok makale yayımlanmıştır. Bu makalelerin birçoğu, teorik hesaplamalara ve şantiye ölçümlerine ya da bir başka deyişle, teori ve pratiğin birleşimine dayanmaktadır.

Bizim hesaplamalarımız ve şantiye ölçümlerimiz sonucunda ulaştığımız sonuçlar aşağıda bilginize sunulmaktadır.

##### 3.1.1 Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) Tarafından Belirlenen Formül

ISO, asansörlerin bir yıllık dönemde enerji tüketimini ölçmek için basit bir hesaplama yöntemi tarif etmiştir. Bu formülde, hem tahrik motorunun gücü hem de uç katlar arasındaki seyir süresi kullanılmaktadır.

ISO'nun formülü şöyledir:

$$(1) \quad E_L = \frac{S \cdot P \cdot t_h}{2} + E_{\text{standby}}$$

Bu formülde:

$E_L$ , bir asansörün bir yıl boyunca tükettiği enerjidir (kWh);  $S$ , asansörün bir yıldaki toplam hareket(duruş) sayısıdır;  $P$ , tahrik motorunun gücüdür (kW);  $t_h$ , asansör kapısının kapandığı andan tekrar açılmaya başladığı ana kadar, en alt kat ile en üst kat arasındaki seyir süresidir.

Referans asansör açısından (9 – 12 m; 0,63 – 1,0 m/s; 450 – 630 kg), dişli (varsa) verimliği ve tahrik tipi (AC2, ACVV, VVVF) kriterleri göz önünde bulundurularak, endirekt hidrolik asansör için motor güçleri 9 – 11 kW olarak, mekanik asansör için motor güçleri ise 3 – 6,7 kW olarak alınmıştır.

Hareket ettiği sürece sistemin enerji tüketimi, ISO'nun formülüne göre hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1. Farklı asansörler için hesaplanan, hareket durumunda oluşan enerji tüketimi**

Asansör tipi	Hesaplanan, hareket durumunda oluşan yıllık enerji tüketimi	
	Seyir yüksekliği: 9 m Hız: 0,63 m/s Yük: 450 kg	Seyir yüksekliği: 12 m Hız: 1,0 m/s Yük: 630 kg
İndirekt hidrolik asansör (Motor 9-11 kW)	350 kWh	700 kWh
Dişlili AC2 (Motor 3,5- 7,5 kW)	200 kWh	500 kWh
Dişlili VVVF (Motor 3,5-6 kW)	200 kWh	400 kWh
Dişlisiz VVVF (Motor 3-5 kW)	150 kWh	350 kWh

### 3.1.2 İsviçre Araştırma Enstitüsü – Sahada gerçek ölçümler

2005 yılının sonunda tamamlanan bir İsviçre araştırmasında, 33 asansörde yapılan ölçümler sonucunda, asansörlerin enerji tüketimiyle ilgili birçok ilginç bulgu elde edildi. Bu çalışmanın sonuçları, bu makalede değinilen referans asansör açısından önemlidir ve Tablo 2.1.'de gösterilmektedir.

**Tablo 2.1. Farklı asansörler için hesaplanan enerji tüketimi**

Asansör tipi (Yük, seyir yüksekliği, hız, motor)	Ölçümler	
	Boş kabinle bir tam iniş-çıkış seyri başına tüketim (Wh)	Bekleme (standy) konumu tüketim(W)
<b>Endirekt askı 1:2 hidrolik asansör</b> (500 kg, 13,4 m, 0,6 m/s, 11 Kw)	91,39	31
<b>Endirekt askı hidrolik, çekme pistonlu basınç akümülatörlü (depolamalı) hidrolik asansör</b> (500 kg, 12,4 m, 1 m/s, 7,5 kW)	27,65	39
<b>Dişlili makineli / AC2(çift hız)</b> (630 kg, 11,6 m, 1 m/s, 6,7 kW)	27,24	45
<b>Dişlili makineli / VVVF</b> (630 kg, 14 m, 1 m/s, 6,7 kW)	19,68	59
<b>Dişlisiz makineli/ VVVF</b> (630 kg, 14,4 m, 1 m/s, 3,7 kW)	17	84



Tablo 2.1’de gösterilen ölçüm sonuçları elde edilirken aşağıdaki varsayımlarda bulunulmuştur:

- Yıl başına toplam seyir sayısı,  $n_{\text{trip}} = 25.000$
- Boş kabinle yapılan seyirler
- Seyir başına katedilen ortalama mesafe,  $h_f = \text{toplam asansör seyir sayısı} / 2$

Endirekt hidrolik asansörler için, bir tam seyir ( $2 \times 13,4 = 26,8$  m) başına 91,39 Wh düzeyinde bir enerji tüketimi ölçülmüştür. Yukarıda gösterilen bir yıllık periyoda ilişkin varsayımlara göre, asansörün toplam  $25.000 \times 6,7 = 167.500$  metre seyir gerçekleştirmesi beklenmektedir. Dolayısıyla, buna göre, 167.500 metreye tekabül eden seyir için yıllık tahrik sistemi enerji tüketiminin 572 kW olacağı hesaplanmaktadır.

Yıllık bekleme(standby) konumu güç ihtiyacını hesaplamak için, yıllık tahrik süresi hesaplanacaktır. Yıllık toplam seyir mesafesine (167.000 m) ve nominal hıza (0,6 m/s) göre, asansörün yılın toplam 8760 saatinin toplam 8682,5 saati boyunca boşta kaldığı sonucuna varıldı. Bekleme konumu gücü 31 W olarak ölçüldüğüne göre, yıllık bekleme konumu enerji tüketimi  $31 \times 8682,5 = 269$  Kw olacaktır.

Tablo 2.2’de, Tablo 2.1’de gösterilen ölçüm sonuçlarına ilişkin hesaplama sonuçları özetlenmektedir.

Bu hesaplamaların boş kabinle gerçekleştirilen seyirler için yapılmış olduğu göz önünde tutulmalıdır. Seyir başına yük faktörü ve karşı ağırlık (varsa) oranı da, yıllık seyir enerji ihtiyacı tam ve doğru hesaplamak için gereken önemli parametrelerdir.

**Tablo 2.2. Ölçüm değerleri (tablo 2.1) temelinde yıllık enerji talebi ve ihtiyacının hesaplanması**

Asansör tipi (Yük, seyir yüksekliği, hız, motor)	Hesaplamalar		
	Yıllık tahrik sistemi enerji talebi ve ihtiyacı (kWh)	Yıllık bekleme konumu enerji talebi ve ihtiyacı (kWh)	Toplam yıllık talep (kWh)
<b>Endirekt askı 1:2 hidrolik asansör</b> (500 kg, 13,4 m, 0,6 m/s, 11 Kw)	572	269	841
<b>Endirekt askı hidrolik, çekme pistonlu basınç akümülatörlü (depolamalı) hidrolik asansör</b> (500 kg, 12,4 m, 1 m/s, 7,5 kW)	173	340	513
<b>Dişlili makineli / AC2(çift hız)</b> (630 kg, 11,6 m, 1 m/s, 6,7 kW)	170	392	562
<b>Dişlili makineli / VVVF</b> (630 kg, 14 m, 1 m/s, 6,7 kW)	123	513	636
<b>Dişlisiz makineli/ VVVF</b> (630 kg, 14,4 m, 1 m/s, 3,7 kW)	107	730	837

Tablo 2.2'ye göre, yıllık enerji tüketimi ve ihtiyacının dişlisiz makineli VVVF mekanik asansörde en düşük seviyede (107 kWh), yıllık bekleme(standby) konumu enerji tüketimi ve ihtiyacının ise hidrolik asansörde en düşük seviyede (269 kWh) olduğu sonucuna varılabilir.

Toplam yıllık talep açısından, karşı ağırlık kullanan çekme tip silindirle donatılmış hidrolik asansör en verimli çözümdür (513 kWh) ve geleneksel hidrolik asansörün enerji tüketimi (841 kWh), dişlisiz VVVF asansörün enerji tüketimiyle (837 kWh) hemen hemen aynıdır.

### 3.1.3 Kleemann Binalarında Yapılan Ölçümler

Kleemann Araştırma ve Geliştirme Departmanı, Kilis'de bulunan fabrika binalarındaki hidrolik ve mekanik model asansörlerde ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 1.).



*Şekil 1.*

Ölçümler, modern bir enerji analizörü olan Fluke 1735 Güç Kayıt Cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Tam bir iniş ve çıkış seyrine yönelik enerji talebi ve ihtiyacı (kapıların açılması ve kapanması da dahil) ve ayrıca, asansörler bekleme vaziyetindeyken gerçekleşen güç tüketimi kaydedildi.

Bu asansörlerin teknik spesifikasyonları ve ölçüm sonuçları Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 3.1. Tahrik sistemi enerji tüketimi ve bekleme konumu gücü ölçümleri**

Asansör tipi (Yük, seyir yüksekliği, hız, motor)	Ölçümler	
	Boş kabinle bir tam iniş-çıkış seyri başına tüketim (Wh)	Bekleme konumu gücü (W)
<b>Endirekt askı 1:2 hidrolik asansör</b> (630 kg, 3,5 m, 0,63 m/s, 11 kW)	40	34
<b>Çekme tip silindirli &amp; karşı ağırlıklı endirekt hidrolik asansör</b> (630 kg, 3,6 m, 0,63 m/s, 7,7 kW)	21	38
<b>Dişlisiz makineli / VVVF</b> (630 kg, 5,6 m, 1 m/s, 4,5 kW)	23	63
<b>Not:</b> Dişlisiz VVVF tahrik sistemli asansörün hızı (1,0 m/s) ve seyir mesafesi (5,6 m), diğer iki hidrolik asansörünkinden daha fazladır.		

**Tablo 3.2. Ölçüm değerleri (tablo 3.1) temelinde yıllık enerji ihtiyacının hesaplanması**

Asansör tipi (Yük, seyir yüksekliği, hız, motor)	Hesaplamalar		
	Yıllık tahrik sistemi enerji talebi ve ihtiyacı (kWh)	Yıllık bekleme konumu enerji talebi ve ihtiyacı (kWh)	Toplam yıllık talep (kWh)
<b>Endirekt hidrolik asansör</b> (630 kg, 3,5 m, 0,63 m/s, 11 kW)	500	296	796
<b>Çekme silindirli ve karşı ağırlıklı endirekt hidrolik asansör</b> (630 kg, 3,6 m, 0,63 m/s, 7,7 kW)	262	331	593
<b>Dişlisiz makineli / VVVF</b> (630 kg, 5,6 m, 1 m/s, 4,5 kW)	154	550	704

Sonuçlara göre, seyir esnasında enerji tüketiminin, geleneksel hidrolik asansörde (500 kWh), mekanik asansöre veya karşı ağırlıklı hidrolik asansöre kıyasla daha yüksek olduğu ve bekleme konumu enerji talebi ve ihtiyacının mekanik VVVF asansöründe daha yüksek (550 kWh) olduğu açıktır.

#### 3.1.4 Alçak Binalardaki Asansörlerin Enerji Tüketimi Hakkında Varılan Sonuçlar

Konut amaçlı alçak binalarda tüketilen enerji konusunda, aşağıda sıralanan yorumlar kritik öneme sahiptir:

- Alçak binalardaki bir asansörün yıllık enerji tüketimi, tipik bir buzdolabının enerji tüketimiyle neredeyse aynı düzeydedir (600 – 900 kWh).
- Modern asansörler, hareket esnasında enerji tüketiminde daha düşük enerji sarfiyatına sahipken, buna karşın, bekleme konumunda enerji tüketimlerinde büyük bir artış göstermektedirler.
- Bekleme(standby) konumunda enerji tüketimi bu yönde daha da önem kazanmaktadır, çünkü toplam enerji tüketiminin %80'ine kadar çıkabilmektedir. Bekleme konumundaki enerji tüketiminin toplam enerji ihtiyacı üzerindeki oranı, trafik yoğunluğu daha yüksek olan asansörler için daha az olduğu burada açıkça gözükmektedir.
- Hidrolik asansörler, VVVF dişlisiz mekanik asansörlerle halen rekabet edebilmektedir.

#### 3.2 Kullanılan Malzemelerin Çevreye Etkileri (Çevre Dostluğu)

Mekanik ve hidrolik asansörlerde genellikle çevreye zararlı malzemeler kullanılmaz; bunun en önemli istisnası, her iki asansör tipinde de farklı amaçlarla kullanılan madeni yağlardır.

Oldukça önemli miktarda maden yağının asansörlerde kullanılması, hem çevre koruma hem de yangından korunma açısından her ülkenin kendi cari ve geçerli ulusal düzenlemelerine göre her zaman tartışma konusu olmuştur.

Öncelikle, hidrolik asansörlerde yağ kullanımı, bu asansörlerin tahrik prensibinin önemli bir unsurudur. Kabinin yukarı çıkması ve aşağı inmesi için, hidrolik sıvı, tanktan silindire aktarılır ve sonra da silindirden tanka geri aktarılır. Hidrolik asansör üreticileri, küresel olarak, potansiyel yağ sızıntılarını önlemek ve bunlardan kaçınmak amacıyla uygun tedbirler (yeterli conta ve sızdırmazlık elemanları, yüksek kaliteli kaynak işlemi, koruyucu bakım, vs.) alırlar. Dört duraklı bir endirekt hareketli hidrolik asansör için, 200 ilâ 250 litre yağ kapasitesi olan bir tanka gereksinim vardır. Bu asansör, trafik talebi düşük olan, yani yılda 25.000 seyir yapılan bir binada hizmet veriyorsa, madeni yağlar özelliklerini kaybetmeksizin yıllarca durabildikleri için, yağın ancak 10 ilâ 20 yıl sonra değiştirilmesi gerekli hale gelebilir.

Günümüzde, çevre kirliliğinin tehlikelerinden kaçınmak için, birçok üretici, çevre dostu olan biyobozunabilir sıvılar kullanmaktadırlar. Her ne kadar biyobozunabilir sıvılar maden yağlarından daha pahalı olsalar da, madeni yağlar yerine biyobozunabilir sıvı kullanılan bir hidrolik asansörün toplam maliyeti sadece %4 ilâ %6 oranında artmaktadır.

Yağ, mekanik asansörlerin dişlilerinde de yağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Genellikle, makinenin kullanım ömrü boyunca bu yağın değiştirilmesine gerek yoktur. Modern dişlisiz motor teknolojisinde ise yağ kullanma ihtiyacı ortadan kalkmıştır.

Yağın hem mekanik hem de hidrolik asansörlerdeki diğer bir kullanım amacı da, kabinin ve karşı ağırlığın (varsa) kılavuz raylarının yağlanmasıdır. Bakım personeli, sürtünmeyi azaltmak ve gürültüyü önlemek amacıyla kılavuz raylarını yağlarlar. Günümüzde, asansör teknisyenleri, yağın kuyu dibine dökülmesini engellemek amacıyla, kılavuz raylarının alt kenarlarında yağ toplayıcıları kullanırlar.

Kılavuz rayları yağlamaktan kaçınmanın en iyi yolu, sabit kılavuz patenleri yerine, kabin ve karşı ağırlık karkası için kılavuz elemanları olarak makaralı paten kullanmaktır.

Sonuç olarak, asansörün toplam maliyetinde oluşacak küçük bir farkla (genellikle en fazla %6) biyobozunabilir yağ kullanılması yoluyla, hidrolik asansörler de çevre dostluğu kriteri açısından dişlisiz mekanik asansörlerle eşit bir seviyeye getirilebilir.

#### **4. SON KULLANICI İÇİN HİZMET KALİTESİ**

Kullanıcıya yönelik hizmet kalitesi aşağıdaki kriterlerle tanımlanabilir:

- Asansörün elverişli ve kullanılabilir olması (arıza yapmaması)
- Yolcu bekleme süresi
- Seyir kalitesi

Bu parametreler, aşağıda, konut amaçlı alçak binalarda hizmet veren asansörler açısından incelenmektedir.

##### **4.1 Asansörün Elverişli ve Kullanılabilir Olması (Arızasız Çalışma)**

Asansörler, birçok alt-sistemden oluşan karmaşık sistemler oldukları için, günlük çalışmalarını sırasında alt-sistemlerinde asansörün tamamen durmasına ve kullanıcıların şikayetçi olmasına neden olabilecek arızalar ortaya çıkabilmektedir.

Hidrolik ve mekanik asansörler için, arıza olasılıklarını ayırmaya ve karşılaştırmaya çalışmak zor bir iştir.

En sık karşılaşılan arızalar, mekanik ve hidrolik asansörlerin ortak alt-sistemleri olan kontrol elemanlarında ve kapılarda ortaya çıkmaktadır.

Bunun yanı sıra, mekanik asansörlerde sıklıkla ve genellikle görülen arızalar, fren balatalarının aşınması ve halatlar ile kasnakların aşınması iken, hidrolik asansörlerde, belirli zaman aralıklarından sonra yağ keçelerinin ve sızdırmazlık elemanlarının değiştirilmesi gerekmektedir. Eğitimli teknik personel tarafından iyi bir bakımdan geçirilen modern asansörler, genellikle, yüksek bir emniyet seviyesi ve güvenilirlik gösterirler. Bu durumda hidrolik ile mekanik asansörlerin bu konularda aynı davranışlara sahip olduğu sonucuna varılabilir.

## 4.2 Yolcu Bekleme Süresi

Bir binadaki asansör veya asansörlerin taşıma kapasitesi, binanın hizmet kalitesi açısından önemli bir parametredir. Yolcuların bekleme süresini ve lobide oluşan kuyrukları sınırlamak için, asansör veya asansörlerin özellikle trafiğin yoğun olduğu zamanlarda insanlara gereken hizmeti verebilme kabiliyetinin veya kabiliyetlerinin olması istenen bir özelliktir.

Genellikle, mekanik asansörler yüksek hızlara ulaşabilir ve dolayısıyla, trafik yoğunluğu yüksek olan binalarda, nominal hız açısından sınırlı (genellikle en fazla 1 m/s) olan hidrolik asansörlerden daha iyi bir hizmet sunabilirler. Ancak, referans bina (3-4 katlı / her katta 3 daire ve yılda toplam 25.000 seyir) açısından, referans asansör (450-630 kg, 0,63-1,0 m/s), beklenen taleplere göre kaliteli bir hizmet verebilir.

Pek çok binada inşaatçıların ve mimarların trafik taleplerini olduğundan fazla tahmin etmesi ve hiçbir pratik avantajı olmamasına rağmen nominal asansör hızını arttırmaları not edilmesi gereken ilginç bir noktadır. Bu durum, aşağıdaki örnekte gösterilmektedir.

Toplam seyir mesafesi 10 m olan 4 katlı bir binada hizmet veren ve nominal hızları farklı olan beş adet asansör (0,6 / 0,8 / 1,0 / 1,2 / 1,6 m/s) bulunduğunu varsayınız.

Hız ( $v_m$ ), ivme ( $a$ ) ve sarsıntı ( $j$ ) kriterlerinde tipik nominal değerleri dikkate alarak, nominal hıza ulaşma mesafesi ( $s_{vm}$ ) ve nominal hıza ulaşma süresini ( $t_{vm}$ ) aşağıda gösterilen denklemleri kullanmak suretiyle hesaplamak mümkündür:

$$s_{vm} = \frac{v_m^2}{2 \cdot a} + \frac{a \cdot v_m^2}{2 \cdot j} \quad (2)$$

$$t_{vm} = \frac{v_m}{a} + \frac{a}{j} \quad (3)$$

(2) ve (3). denklemler kullanılarak ve belirli varsayımlarda bulunularak, Tablo 4'te gösterilen değerler hesaplanmıştır.

**Tablo 4. Asansör hareket parametreleri**

$v_m$ (m/s)	$a$ (m/s <sup>2</sup> )	$j$ (m/s <sup>3</sup> )	$t_{vm}$ (s)	$s_{vm}$ (m)	Nominal hızdan durağa kadar geçen yavaşlama süresi $t_d$ (s)	Yavaşlama esnasında katedilen mesafe $S_d$ (m)	Nominal hızla katedilen mesafe $S_{rs}$ (m)
0,6	0,4	0,6	2,16	1,14	2,66	1,14	8,86
0,8	0,55	0,68	2,26	1,68	2,76	1,68	8,32
1	0,7	0,75	2,36	2,36	2,86	2,36	7,64
1,2	0,73	0,8	2,55	3,28	3,05	3,28	6,72
1,6	0,8	0,9	2,9	5,48	3,4	2,9	4,52
Varsayım: Hızlanma mesafesi ( $s_{vm}$ ) = yavaşlama mesafesi Yavaşlama süresi = hızlanma süresi ( $t_{vm}$ ) + 0,5 s							

Ayrıca, Tablo 4'teki değerleri kullanarak, en alt kattaki durakta otomatik kapıların açılma ve kapanma süresi ve varış katında kapıların açılma süresi de dahil, bir kullanıcının yukarı doğru tam bir seyir (10 m) gerçekleştirmesi için gereken zamanı hesaplamak mümkündür. Tablo 5'te, beş farklı nominal hıza ilişkin sonuçları görebilirsiniz.

**Tablo 5. Tam bir seyir için gereken süre**

Toplam seyir mesafesi (m)	Nominal hız $v_m$ (m/s)	Nominal hızla seyir süresi ( $S_{rs} / v_m$ )	Kapıların açılması ve kapanması dahil olmak üzere, yukarı doğru 10 metrelik bir seyir için gereken süre $T = t_{vm} + (S_{rs} / v_m) + t_d$ $+ 2 t_o + t_c + t_h$	$v_m = 0,8$ m/s değerine referansla hız farkı (%)	$v_m = 0,8$ m/s değerine referansla zaman farkı (%)
10	0,6	14,8 s	31,7 s	- 25	+ 14,7
	0,8	10,4 s	27,52 s		
	1	7,64 s	25,06 s	+ 25	- 9,2
	1,2	5,6 s	23,4 s	+ 50	- 15,2
	1,6	2,825 s	21,4 s	+ 100	- 22,5
800 mm Serbest Açıklığı bulunan sürme kapıların yana doğru otomatik açılması hakkında varsayımlar: Kapı açılma süresi, $t_o$ : 2,9 s Kapı kapanma süresi, $t_c$ : 3,3 s Yolcunun binme ve inme süresi ve kabin kontrolör elemanlarını kullanma süresi hakkında varsayım: $t_h$ : 6 s					

Tablo 4 ve 5'e göre, aşağıda sayılan sonuçlara varılabilir (10 metrelik bir asansör seyri için):

- Hızlanma ve yavaşlama mesafesinden dolayı, asansör, toplam mesafenin sadece %45 ilâ %88'inde nominal hızında seyrederek. Nominal hız arttıkça bu yüzde oranı azalır.

- Hızlanma ve yavaşlama süresinden dolayı, asansör, toplam seyir süresinin sadece %18 ilâ %57'sinde nominal hızında seyrederek. Nominal hız arttıkça bu yüzde oranı da azalır.
- Nominal hızın 0,8'den 1,6 m/s'ye çıkarılması (+ %100), tam seyir süresini 27,62 saniyeden 21,4 saniyeye düşürür iken (- %22,5), nominal hızın 0,8'den 1 m/s'ye çıkarılması (+ %25), toplam seyir süresini 27,62 saniyeden 25,06 saniyeye düşürür (-%9,2).

Yukarıda varılan sonuçlar bağlı olarak nominal hızdaki bir artışın daha yüksek motor güçlerine ve daha yüksek enerji tüketimine yol açacağı göz önünde tutularak, konut amaçlı alçak binalarda, asansörün nominal hızını belirli değerlerin (0,6 m/s – 0,8 m/s) üzerine çıkarmanın hiçbir faydası olmadığı sonucuna varabiliriz.

### 4.3 Seyir Kalitesi

#### 4.3.1 Genel

Asansör seyir kalitesi, kabin içindeki ses ve gürültü seviyeleri ile kabin tabanındaki titreşim olarak tanımlanır; bunlar, yolcunun algıları için önemlidir ve kabin hareketiyle bağlantılıdır.

Hidrolik ve mekanik asansörlerin seyir kaliteleri açısından karşılaştırılmasında önemli olan nokta, asansörde kullanılan tahrik tipidir. Örneğin, bir VVVF tahrikli mekanik asansörün bir AC2(çift hız) tahrikli mekanik asansöre kıyasla daha düzgün bir seyir sağladığı görülmektedir. Benzer şekilde, hidrolik asansörler açısından, geleneksel bir elektromekanik valf yerine bir elektronik kontrol valfinin kullanılması durumunda seyir kalitesinin daha iyi olduğu görülmüştür.

Tahrik teknolojisinin yanı sıra, kılavuz rayının hizalanması, kullanılan malzemelerin kalitesi ve kılavuz elemanlarının tipi gibi diğer önemli parametrelerin de seyir kalitesi üzerinde büyük bir tesiri vardır.

Genelde, en fazla 1 m/s olan nominal hız için, günümüzde teknolojinin geldiği noktada, çok yüksek bir seyir kalitesi sağlamak için her iki asansör tipinin kullanımına da izin verilmektedir.

#### 4.3.2 Kleemann Binalarında Yapılan Ölçümler

Kleemann ARGE Departmanı, Physical Measurement Technologies, Inc firmasının ürettiği ve Şekil 2'de gösterilen bir endüstri standardı Asansör Seyir Kalitesi Analizörü (EVA-625) kullanarak dört adet asansörde seyir kalitesi ölçümleri gerçekleştirdi.



## Şekil 2.

Dört asansöre ilişkin elde edilen teknik veriler Tablo 6’da gösterilmektedir.

**Tablo 6. Ölçülen asansörler**

	<b>Asansörün tipi – tahrik teknolojisi / nominal hız</b>
A	Endirekt askı hidrolik – elektromekanik valf / 0,63 m/s
B	Endirekt askı hidrolik – elektronik valf / 0,67 m/s
C	Mekanik 1:1 askı – dişlili AC2 / 1,0 m/s
D	Mekanik 1:1 askı – dişlisiz VVVF / 1,0 m/s

Ölçümler esnasında, kabin içindeki ses ve gürültü seviyesi, x-y eksenindeki titreşim ve z-eksenindeki titreşim kaydedildi. Eksenlerin tanımları şöyledir:

x, kabin ön kapısı düzlemine dikeydir (yani, arkadan öne doğru).

y, x’e ve z’ye dikeydir (yani, kenardan kenara).

Z, tabana dik iner (yani, dikey)

Tablo 7’de, kaydedilen maksimum değerler gösterilmektedir.

**Tablo 7. Ölçümler esnasında kaydedilen maksimum değerler**

Asansör	x-y eksenindeki maksimum titreşim (m-g)	z eksenindeki eksenindeki maksimum titreşim (m-g)	Nominal hızdaki maksimum ses dB (A)
A	15	22	55
B	14	21	55
C	19	21	55
D	13	20	54

Kleemann ölçümlerinden çıkarılan sonuçlar, ölçülen dört adet asansörün hemen hemen benzer düzeyde bir seyir kalitesi gösterdiğini kanıtlamaktadır.

## 5. GENEL SONUÇLAR

Konut amaçlı alçak binalarda hidrolik ve mekanik asansörlerinden birinin kullanılmasının avantaj ve dezavantajı vardır. Önemli olan, emniyetin sağlanması şartıyla, kullanıcı için yüksek bir hizmet kalitesi sunan çevre-dostu bir asansörün kullanılmasıdır.

Mekanik asansörler, seyir esnasında, karşı ağırlığı bulunmayan hidrolik asansörlerden daha az enerji harcarlar, ancak konut binalarında hizmet veren asansörler açısından önemli bir parametre olarak bekleme(standby) konumu enerji tüketimi, yeni mekanik asansörlerde daha fazladır. Biyobozunabilir yağlar, geleneksel maden yağlarına bir alternatif teşkil etmektedir ve hidrolik asansörler için ‘daha yeşil ve çevreci’ bir çözümün önünü açmaktadır.



Kullanıcıya yönelik hizmet kalitesi, asansörün bakımının iyi yapılması kaydıyla her iki tip asansör için de yüksek olabilir. Modern teknolojiyle yapılmış hidrolik ve mekanik asansörlerin seyir kalitesi çok yüksek düzeydedir ve konut amaçlı binalarda 1 m/s'yi aşan nominal hızlar gereksizdir.

## 6. REFERANSLAR

Barney G. (2003). Vertical transportation in tall buildings. *Elevator World*, Vol. LI, NO.5, pp 66-75

CIBSE (2005). *GuideD: Transportation systems in buildings*. 13-3, A-29 p.p.

CIBSE (2004). *Guide F: Energy efficiency in buildings*

Howkins, R (2006). Elevator ride quality – the human ride experience, *Elevator Technology 16, Proc. Of ELEVCAN 2006*, pp. 100-110

ISOP 18738 (2003). Lifts (Elevators) – Measurement of lift ride quality

ISO/CD 25745-1. Energy performance of lifts and escalators – Part 1: Energy measurement and conformance.

Nipkow J. (2005). *Electricity consumption and efficiency potentials of lifts*. Report of Swiss agency for efficient energy use S.A.F.E., Zurich; HTW Chur University of Applied Sciences.

VDI 4707 (2007). Lifts – Energy efficiency

## 7. BİYOGRAFİK AYRINTILAR

Nickos Spyropoulos, Selanik/Yunanistan'da 1975 yılında doğmuştur. Selanik Aristoteles Üniversitesi Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Fakültesi mezunudur. 18 yaşından beri, okul hayatının yanı sıra, asansörlerin montajı ve bakımı işlerinde aktif çalışmıştır. Yeni ürünlere ilişkin yönetmelikler, ilgili standartlar ve sertifikalandırmadan sorumlu olduğu KLEEMANN firmasında 2003 senesinden beri çalışmaktadır. Ayrıca, firmanın organize ettiği eğitim seminerlerinde eğitmenlik de yapmaktadır ve sektör dergilerinde birkaç makalesi yayımlanmış bulunmaktadır.

Lazaros Asvestopoulos, Selanik/Yunanistan'da 1959 yılında doğmuştur. Selanik Üniversitesi Makine Mühendisliği (MSc) Fakültesi'nden mezun olmuştur. KLEEMANN firmasına 1984 senesinde katılmıştır. Şu anda, KLEEMANN Group Araştırma ve Buluş merkezi sorumlusudur. Kongrelerde sunulan sayısız bildiri ve makalenin yazarıdır ve KLEEMANN Group firmasının başvurusunu yaptığı birkaç patentte de buluş sahibi olarak ismi verilmiştir.

Stefanos Parizyanos, İstanbul'da 1976 yılında doğmuştur. İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Fakültesi Bölümünden 1998 yılında mezun olmuştur. Kleemann Asansör firmasında 2000 yılından beri çalışmaktadır. Şu an Kleemann Asansör Türkiye'de satış müdürüdür. Firmanın Türkiye'de organize ettiği seminerlerde eğitmenlik de yapmaktadır.



Asansör Sempozyumu 2010  
21 – 23 Mayıs, İzmir

## Hidrolik asansörlerde termal-denge ve enerji verimliliği ilişkisi

K. Ferhat Çelik  
Blain Hydraulics GmbH, Almanya  
&  
Murad Kucur  
İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
Makine Mühendisliği Bölümü

### Özet

Asansör pazarında yaşanan rekabet enerji verimliliğinin sadece kullanım sırasında harcanan enerjiye indirgenmesi sonucunu doğurmuştur. Bunun bir sonucu olarak konvansiyonel hidrolik asansörler enerji verimliliği açısından en alt kategoriye yerleştirilmiştir. Gerçekte asansörlerin enerji verimlilikleri; boшта ve kullanım halinde harcanan enerjinin yanında, servis ve bakım-onarımdan kaynaklanan maliyetlerin enerji eşdeğerlerini de içeren bir bütündür.

Hidrolik asansör tasarımı enerji sarfiyatına etki eden önemli bir faktördür. Yağ sıcaklığının kontrol altında tutulması enerji sarfiyatını iyileştiren, sürüş performansını ve servis ömrünü arttıran önemli etkenlerden biridir. Karşı-ağırlık hidrolik asansör sistemlerinde şimdiye kadar sık kullanılmamakla birlikte, değişen pazar stratejilerine karşı enerji sarfiyatını düşürebilmek amacıyla artan oranlarda kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle yoğun olarak kullanılan asansörlerde karşı-ağırlığa sahip sistemler kullanılarak termal-denge sıcaklığı ve enerji sarfiyatı önemli oranlarda azaltılabilir.

Bu makalede, hidrolik asansörlerde termal-denge sıcaklığı gözetilerek yapılan tasarımların ve karşı-ağırlık kullanılmasının enerji verimliliğine etkileri incelenmiştir.

### 1. GİRİŞ

Konvansiyonel hidrolik asansörler, 6 veya 7 kata kadar servis verebilen düşük maliyetli asansör çözümleridir<sup>[1]</sup>. Genellikle karşı-ağırlık bulundurmamalarıyla kurulumları kolaydır, az servis gerektirirler, yüksek güvenilirlik ve emniyet sağlarlar. Buna karşılık enerji sarfiyatları, eşdeğer bir halatlı asansöre göre daha fazladır. Fakat sağladıkları avantajlar, enerji sarfiyatından doğan ve genellikle senelik 50 TL ile 150 TL arasındaki maliyetleri elimine ettiğinden alçak binalarda tercih edilirler.

Hidrolik asansör sistemlerinde hidrolik akışkan enerjilendirilerek kabinin istenen yüksekliğe çıkması sağlanır. Pompa, bir elektrik motoru vasıtasıyla mekanik enerjiyi akışa,

hidrolik sistemin akışa gösterdiği direnç de bunu basınç enerjisine dönüştür. Dolayısıyla hidrolik sistem gerçekte bir enerji transfer sistemidir. Doğal olarak enerji bir formdan diğerine transfer edilirken oluşan kayıplar nedeniyle bir kısım enerji ısıya dönüşerek yağın sıcaklığının artmasına neden olur. Hidrolik yağ bu oluşan ısıyı tanka, borulama sistemine ve nihayetinde çevreye transfer eder.

Hidrolik asansör ünitelerinde çoğunlukla mekanik valfler tercih edilmektedir. Bunun başlıca nedenleri mekanik kontrol valflerinin daha ekonomik olması, basit yapısı, çalışma prensibi ve kolay anlaşılabilir ayarlarıdır. Hidrolik asansörler genellikle akışkan sıcaklığını aşırı arttıracak sıklıkta kullanılmadığından dolayı gerekli sürüş kalitesi sağlamaları da tercih edilmelerinde önemli rol oynamaktadır. Diğer yandan, mekanik kontrol valflerinin sürüş kalitesi artan sıcaklık ve çalışma basıncı aralığıyla azalmaktadır. Bu nedenle beklenen çalışma şartlarında güç ünitesinde oluşacak sıcaklık değişimleri imalata geçmeden belirlenmelidir. Sanayiide kullanılan bazı empirik formülasyonlarla en yoğun çalışma şartlarında soğutucuya ihtiyaç olup olmadığı noktasında hesaplamalar yapılmaktadır. Fakat bu hesaplamalar asansörün kullanım sıklığına, tasarım ve çevre şartlarına bağlı olarak yağ sıcaklık değişimlerini vermezler. Bu durum, gerekmediği halde birçok ünite de soğutucu kullanımına veya yanlış ünite tasarımına neden olur. Bu çalışmada hidrolik ünite tasarımında dikkat edilmesi gereken bütün parametreler göz önüne alınarak, soğutucuya gerek duymadan hidrolik asansör güç ünitesi tasarımının ana başlıkları da verilmiştir.

## 2. YAĞ SICAKLIK DEĞİŞMESİNİN NEDENLERİ

### 2.1 İÇ FAKTÖRLER

**Basınç düşmesi:** Hidrolik sistemde yer alan her komponent bir basınç düşmesi yaratır. Basınç düşmesi akış oranı (debi) ve yağ viskozitesi ile doğru orantılıdır. Bunun aşırı artmasının nedenleri olarak, yanlış valf veya hortum büyüğü, borulamada yapılan gereksiz birleşimler ve keskin dönüşler sıralanabilir. Basınç düşmesi nedeniyle kullanılmayan enerji ısıya dönüşerek yağın sıcaklığını yükseltir. 10bar lık bir basınç düşmesi mineral yağın sıcaklığını 0.56°C arttıracığı teorik olarak gösterilebilir.

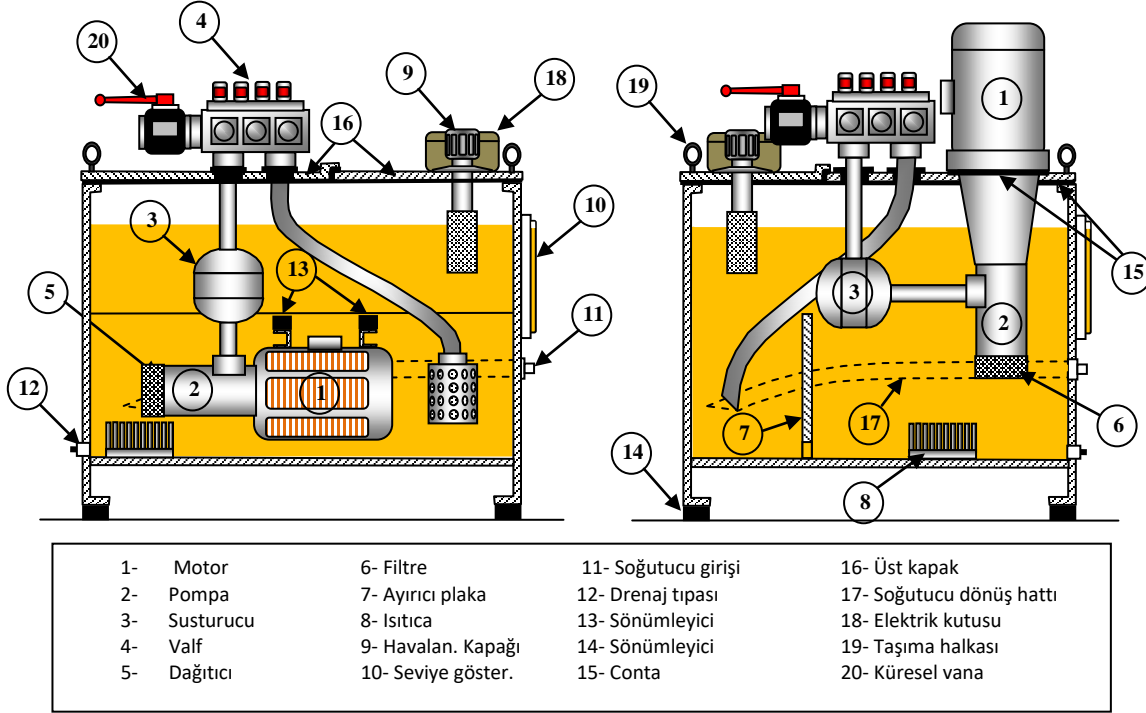
**Bileşenler arası sürtünmeler:** Yağın sıcaklığı borulama sistemi, pompa, motor, silindir contalarından kaynaklanan sürtünmeler neticesinde de artış gösterir.

**Yağ içindeki hava miktarı:** Yağın beyaza dönen bulutlu rengi ve yüksek gürültü yağdaki aşırı hava miktarının göstergesidir ve yağ sıcaklığının artmasında önemli bir unsurdur.

### 2.2 DIŞ FAKTÖRLER

**Hidrolik yağ:** Çoğu hidrolik problemin temelinde yanlış yağ seçimi yatmaktadır. Hidrolik yağ seçimi ortam sıcaklığı göz önüne alınarak pompa ve valf imalatçılarının önerdiği özelliklere göre belirlenmelidir.

**Hidrolik ünite:** Tank, güç ünitesinde oluşan ısıyı çevreye aktaran önemli bir soğutma elemanıdır. Şekil 1 de şematik olarak ünite tasarımları gösterilmektedir. Burada kullanılan yağ hacmi, tank şekli, motorun dışta veya daldırma olması, geri dönüş borulaması, ayırıcı plakalar v.s. dikkatle tasarlanması gereken özelliklerdir. Ayrıca makina odasındaki kötü havalandırma ve/veya makina odasından dışa açılan bir pencere bulunmaması ve tankın oda içinde yanlış konumlandırılması sıcaklık artışı problemlerinde sıkça yapılan hatalardandır.



Şekil 1. Hidrolik güç ünitesi tasarımları.

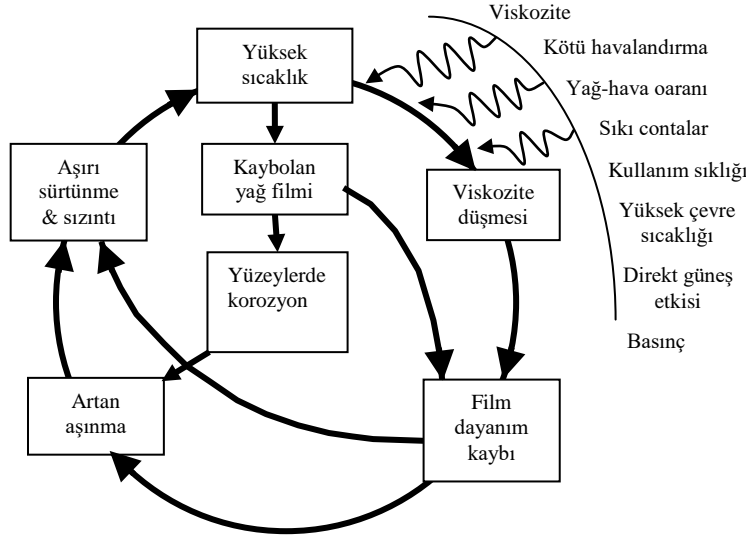
**Hidrolik yağ temizlik değeri:** Hidrolik yağ sıcaklığının artmasına ve sistemin hasarlanmasına etki eden önemli bir neden de hidrolik akışkanın katı partiküllerle kirlenmesidir (kontaminasyon). Kirlilik metalik parçalar, kum, su, hava ve aynı zamanda kimyasal kalıntılar şeklinde olabilir. Bu partiküller hidrolik sistemin içinde devamlı olarak sirküle edilirler. Uzun servis ömrü ve yüksek performans için hidrolik ürün kataloglarında belirtilen optimum yağ temizlik değerleri hedeflenmeli ve sürekliliği sağlanmalıdır. Hidrolik asansör sistemleri için tipik yağ temizlik seviyesi ISO, NAS ve SAE standartlarına göre Tablo 1 de verilmiştir.

Hidrolik system basınç aralığı	ISO 4406	NAS 1638	SAE 749	Filtrasyon seviyesi $\mu\text{m}$ ( $\beta_{\chi} \geq 75$ )
50 -150 bar	18/15	9	6	12-15
< 50 bar	19/16	10	-	15-25

Tablo 1. Hidrolik asansörlerde yağ temizlik değeri ve filtrasyon seviyesi.

Gerekli filtreleme yapılmadığı takdirde partiküller hidrolik parçaların tolerans boşluklarında birikerek kritik yüzeylerde sürtünmeye ve aynı zamanda yağ sıcaklığının artmasına neden olurlar. Artan akışkan sıcaklığı (yağ viskozitesini düşürür) akışkanın yağlayıcı özelliğini

negatif yönde etkileyerek abrasif veya erozyon tipi aşındırma gelişimini sağlar. Aşınma sonucu daha fazla partikül oluştuğu gibi sistem sızdırmaları da (basınç düşmesi) artar. Artan kirlilik sonucu oluşan partiküller ve sıcaklık zincirleme bir aşındırma ve sıcaklık artışı çevrimi başlatır ki bu hidrolik yağın oksidasyonunu hızlandırarak diğer istenmeyen artıkları oluştururlar. Şekil 2 de bu döngü görülmektedir. Yağ filtrasyonu partiküllerin hidrolik parçaların içine nüfuz etmelerini önleyecek tek pratik çözümdür.



Şekil 2. Termal döngü.

**Sistemin çalışma prensibi:** Yukarı çıkış sırasında oluşan bütün basınç düşmeleri ısıya dönüşür. Eğer daldırma bir motor kullanılıyorsa, motorun verimlilik oranına bağlı olarak yağın ilaveten ısınması söz konusudur. Bunlara ek olarak, uzun by-pass, hızlanma, yavaşlama ve seviyeleme zamanları ısı oluşumuna büyük katkı sağlarlar. Bunun nedeni, basıncı arttırılarak enerjilendirilmiş olan akışkanın bir kısmı bu zamanlarda tanka geri

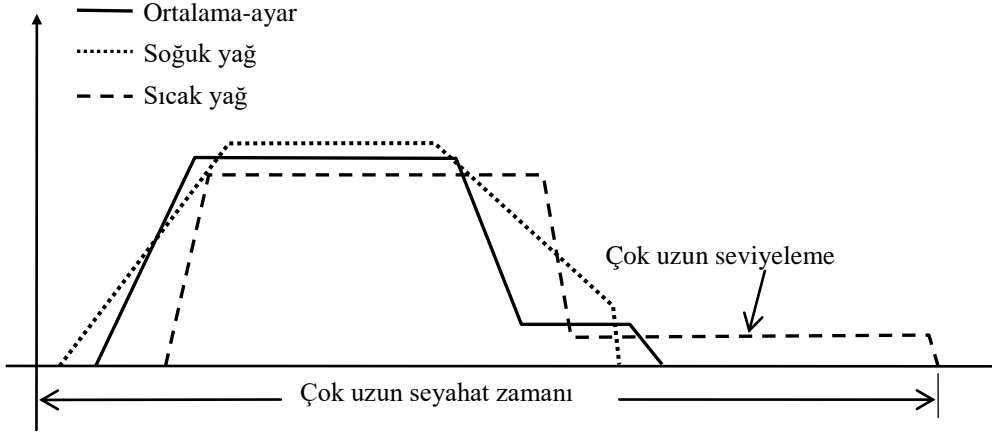
gönderilir yani by-pass edilir. Böylece basınç enerjisi ısı enerjisi şeklinde yağa aktarılır. Aşağı iniş sırasında ise motor genellikle çalıştırılmaz ve kabinin sahip olduğu potansiyel enerji büyük bir oranda ısı enerjisine çevrilerek yağı ısıtır.

Vvfv sürücü kullanan tahrik sistemlerinde değişken pompa debisi kullanıldığından tanka by-pass edilen akışkan miktarı ve dolayısıyla yağa aktarılan ısı azalır. Burada motor hem iniş hemde çıkış sırasında kullanılır. İniş sırasında motorun dinamo olarak çalışmasıyla üretilen enerji direnç devresinde ısıya çevrilerek yağın ısınması önlenir. Dolayısıyla vvfv sürücü içeren tahrik üniteleri daha yüksek döngü sayılarında ve soğutucuya gerek duymadan kullanılabilirler<sup>[2]</sup>.

**Diğer nedenler:** Doğru ayarlanmamış basınç ayar valfleri, yanlış seçilen yağ viskozitesi, yüksek ortam sıcaklıkları, güç ünitesinin güneşe direkt maruz kalması v.b. nedenler hidrolik sistemin sıcaklığının artmasına neden olan diğer dış faktörlerdir.

### 3. SICAKLIK DEĞİŞİMİNİN ASANSÖR OPERASYONUNA ETKİSİ

Yağ sıcaklığının değişmesindeki ana sakıncalar; yağ viskozitesinin aşırı değişmesi ve hidrolik yağın bozulması sonucu fiziksel özelliklerinin değişmesidir.



Şekil 3. Sıcaklık değişiminin seyahat kalitesine etkisi.

**Sürüş kalitesi:** Mekanik kontrol valfleri ortalama çalışma sıcaklığına göre ayarlanırlar. Asansör kullanımı az olduğu durumlarda (<20 döngü/saat) çalışma sıcaklığındaki değişim sınırlı olacak ve asansör, sürüş kalitesinde değişme olmadan başarılı bir şekilde servis verecektir. Asansör kullanımı arttığında daha fazla ısı enerjisi yağa aktarılacağından çalışma sıcaklık aralığı da genişler. Neticede bu geniş sıcaklık aralığında asansör, düşük ve yüksek yağ viskozitelerinde farklı sürüş kaliteleri sergiler. Yağ viskozitesi yüksek olduğunda (soğuk yağ), sistem operasyonu ağır hareket eden bir görünüm kazanır. Örnek olarak, hızlanma ve yavaşlama süreleri uzar ve harekete başlangıç sarsıntılı olabilir. Yağ daha viskoz olduğundan pompa volumetrik verimliliği artar ve mekanik valflerde asansör hızı yükselir. Artan viskoziteyle basınç düşmesinin artması nedeniyle düşük basınçlarda (<8bar) asansör kontrolü güçleşir. Bu nedenle yağın 15°C nin altına düşmesini önlemek için ısıtıcılar tercih edilir.

Buna karşın düşük yağ viskozitesi yağı inceltir ve asansör operasyonunun (mekanik kontrol valfleriyle) düzensiz ve kötü olmasına neden olabilir. Bu durumda, hızlanma ve yavaşlama zamanları kısalmış ve pompanın volumetrik verimliliği düştüğünden asansörün seyir hızında bir düşme ve seviyeleme zamanında artma görülür (Şekil 3). Asansör kullanımının artmasıyla güç ünitesinin ürettiği ısı enerjisi ve gittikçe artan by-pass ve seviyeleme süreleri arasında bir ısı-döngü oluşur. Asansörün bu durumda kullanılmaya devam edilmesi hidrolik yağın ayrışarak özelliğini kaybetmesine, contaların, motor ve pompanın hasarlanmasına neden olabilir.

Elektronik kontrol valfleri yağ viskozitesinin değişiminden daha az etkilenirler ve kabul edilebilir bir sıcaklık aralığında sürüş zamanlarında bir değişiklik göstermezler. Bu nedenle bu valfler çok daha yüksek sıcaklık aralıklarında kullanılabilirler.

**Mineral yağ ömrü:** Mineral yağlar oda sıcaklığında dahi okside olurlar. Normalde oksidasyon hızı 80°C nin altında kabul edilebilir oranlardadır. 80°C den sonraki her 10°C sıcaklık artışında hız ikiye katlanır. Hidrolik asansör uygulamalarında yağ sıcaklığı

genellikle 55°C nin altında kalır fakat pompa içinde ve motor yataklarındaki sıcaklıklar ölçülen yağ sıcaklığının çok üzerinde gerçekleşir. Bu nedenle 55°C sıcaklıklarda dahi hissedilen yağ kokusu artan oksidasyonun bir habercisidir. Bu nedenle hidrolik yağın maksimum sıcaklık sınırı mümkün olduğunca aşağı çekilmelidir.

Hidrolik asansörlerin çoğunda yüksek yağ sıcaklığı problemi kendini göstermektedir. Çoğunlukla çözüm bir soğutucu kullanılarak giderilmeye çalışılır. Aşırı durumlarda mekanik valfler elektronik olanlarla değiştirilir. Gerçekte ise çoğu ısı probleminin altında yanlış güç ünitesi tasarımı, kötü kuyu anahtarlama mesafeleri, yetersiz makina odası tasarımı, yanlış valf ayarları gibi nedenler vardır. Sık kullanılmayan asansörlerde meydana gelen ısı problemleri genellikle asansör sisteminde yapılacak küçük düzeltmelerle giderilebilir.

#### 4. SICAKLIK VE VİSKOZİTE İLİŞKİSİ

ISO viskozite sınıfı	Tipik çalışma sıcaklığı ortamı
VG 22	Soğuk iklimler
VG 32	Orta Avrupada kış koşulları
VG 46	Orta Avrupada yaz koşulları
VG 68	Yüksek çevre sıcaklıkları
VG 100	Son derece yüksek çevre sıcaklıkları

Tablo 2. Değişik çalışma ortamlarında kullanılan viskozite sınıfları<sup>[3]</sup>.

Yağ viskozitesi hidrolik sistem bileşenlerinin ömürlerine ve sistem performansına etki eden çok önemli bir özelliktir. Petrol ürünü yağların viskozite değeri sıcaklık ile ters orantılıdır. Bu nedenle viskozite veya sıcaklık sınırları belirlenirken dikkatli davranılması gereklidir. Viskozite sınıfı (ISO VG), çalışma şartları ve çevre sıcaklığı göz önüne alınarak doğru seçilmelidir. Çevre sıcaklığı göz önüne alınarak minimum ve

asansör kullanım sıklığı göz önüne alınarak maksimum yağ sıcaklıkları belirlenebilir. Asansör uygulamalarında kullanılan ISO VG sınıfları Tablo 2 de verilmiştir (İmalatçı firmalar tarafından önerilen VG belirli bir ortam sıcaklığı için geçerlidir. Değişen ortam sıcaklıklarında kullanılan yağın VG değerinin de değiştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır). VG den farklı olarak yağın viskozite indeksi (VI) de hidrolik yağ seçiminde önemlidir. VI değeri arttıkça yağın sıcaklık değişimine karşı gösterdiği viskozite değişim oranı düşer. Çalışma sıcaklık aralığı arttığında yüksek VI değerine sahip yağlar tercih edilir.

Sıcaklığın artmasıyla kontrol valflerinin performansı yanında pompa ve motorun da performanslarında düşüş olacağı unutulmamalıdır. Çok genel bir kural olarak mekanik valfler yağ sıcaklığında oluşacak 12°C ile 15°C artışları tolere edebilir ve iyi performans verirler (ISO VG 46, VI 100). Elektronik valflerde ise bu rakam 35°C civarındadır. Hidrolik yağın viskozite indeksi değeri (VI) arttığında (>130) bu sıcaklıklar 20°C ve 40°C değerlerine ulaşabilirler. Yağ sıcaklık değişim aralığını mümkün olduğu kadar dar tutmak gerekse de, verilen sıcaklık sınırlarında iyi ayarlanmış valfler yüksek performansda çalışırlar. Asansör kontrol valflerinin el kitapçıklarında verilen çalışma aralığı valfin bu sınırlar içinde

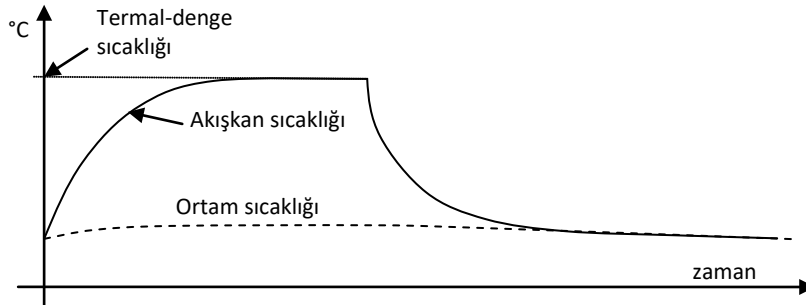


ayar yapılarak kullanılabileceğini gösterir. Valfin 0°C ile 70°C arasında tek bir ayarlamayla yüksek sürüş kalitesi vereceği manasını taşımaz. Tablo 3 de VI 100 değerinde değişik ISO VG ye sahip hidrolik yağlar için optimum ve kabul edilebilir sıcaklık sınırları verilmiştir.

Viskozite	cSt (SUS)	Sıcaklık (VG68)	Sıcaklık (VG46)	Sıcaklık (VG32)	Sıcaklık (VG22)
Minimum kabul edilebilir	20 (98)	70°C	61°C	52°C	43°C
	25 (119)	63°C	55°C	47°C	38°C
Minimum Optimum	30 (142)	58°C	50°C	42°C	33°C
Maksimum Optimum	100 (465)	33°C	25°C	18°C	11°C
Maksimum kabul edilebilir	150 (695)	26°C	20°C	12°C	5°C
	200 (927)	21°C	14°C	8°C	2°C

Tablo 3.VG değerine göre sıcaklık sınırlarındaki değişimler (VI=100)

## 5. TERMAL DENGE HESABI



Şekil 4 Termal-denge sıcaklığı

Hidrolik asansör sabah ortam sıcaklığındaki hidrolik yağ ile çalışmaya başlar. Sonraki 2 ile 4 saat içerisinde yağ sıcaklığı maksimum değere doğru tırmanır ve sonrasında yatay bir sıcaklık değerine asimtotik olarak yaklaşır (Şekil 4).

Bu durumda hidrolik

sistem termal-denge sıcaklığına ulaşmıştır ve hidrolik sistemin ürettiği ısı miktarı sistemden taşınım ve ışıınım yoluyla kaybolan ısı miktarına eşittir. İlerleyen zamanlarda yağ sıcaklığı gece boyunca soğuyarak ortam sıcaklığına eşit duruma gelir. Bu durum hidrolik asansör sistemlerde görülen çok genel bir ısı-döngüdür. Burada ulaşılan denge sıcaklık değeri asansörün kullanım sayısına ve ortam sıcaklığına bağlı olarak değişir. Güç ünitesi tasarımında önemli kriterlerden biri termal dengeye kabul edilebilir bir sıcaklık değerinde sadece doğal taşınım vasıtasıyla ulaşılmasıdır.

Termal denge sıcaklığının doğru hesaplanabilmesi için aşağıdaki parametreler göz önüne alınmalıdır.

1- Ortam sıcaklığı (15 – 35°C)	10- Ortalama seyahat mesafesi, TD (= $k_L * L$ )
2- Akışkan sıcaklığı	11- Ortalama seyahat yükü ( $k_{yük} * G$ )
3- Ortalama döngü sayısı (10 – 40)	12- Motor verimleri, $\eta_{daldırma} = \%65-80$ , $\eta_{normal} = \%85-93$
4- Ortalama yükseklik faktörü, $k_h \sim 0.7$	13- Pompa verimi, $\eta_p = \%75-81$
5- Ortalama yük faktörü, $k_{yük} \sim 0.5$	13- Toplam basınç düşmesi (dP: 2 – 8 [bar])
6- Seyahat mesafesi, L [m]	14- Havalandırma
7- Taşınan kütle (G [kg])	15- Tank yerleşimi
8- Asansör hızı, v [m/s]	16- Tank tasarımı
9- Seyahat zamanları, $t_i$ [s]	17- Debi, Q [l/dak]

Tablo 4. Termal denge hesabında dikkate alınması gereken parametreler.

Hızlanma ve yavaşlama ivmelenme süreleri genellikle 1.5 – 2 s ( $0.6 \text{ m/s}^2$ ) civarında olmakla birlikte, bu zamanlar genellikle elektronik valflerde yumuşak geçişler nedeniyle daha uzundur. Tablo 5 de tipik seyahat zamanları verilmiştir.

	By-pass ( $t_1$ ) [s]	Hızlanma ( $t_2$ ) [s]	Yavaşlama( $t_4$ ) [s]	Seviyeleme( $t_5$ ) [s]	Durma( $t_6$ ) [s]
Mekanik valf	1 – 4 <sup>1</sup>	1.5 – 2 <sup>1</sup>	1.5 – 2.5 <sup>1</sup>	1 – 4 <sup>1</sup>	0.4
Elektronik valf	0.5 – 1.5 <sup>1</sup>	1.5 – 2.5 <sup>2</sup>	2 – 3 <sup>2</sup>	0.5 – 1.5 <sup>1</sup>	0.4

Tablo 5. Mekanik ve elektronik valfler için tipik seyahat zamanları.

<sup>1</sup> Sıcaklık ve basınç aralığına bağlı olarak değişir. <sup>2</sup> Hıza bağlı olarak değişir.  $t_3$ : maks hızda seyahat süresi.

Saatte yapılabilecek maksimum seyahat sayısı (z), kapıların açılıp kapanma sürelerini de ekleyerek aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$z = 60 / (2 * \text{Seyahat süresi [dak]} + 1) \quad (1)$$

Toplam seyahat süresi  $t_{total}$ , (2) ve (3) eşitliklerinden bulunabilir.

$$t_3 = \frac{TD - \frac{v_2 * t_2}{z} - \frac{(v_2 + v_5) * t_4}{z} - \frac{v_5 * t_5}{z}}{v_3} \quad (2)$$

$$t_{total} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \quad (3)$$

## 5.1 GÜÇ ÜNİTESİ TARAFINDAN ÜRETİLEN ISIL GÜÇ

**Motor ve pompa verimlilikleri ( $\eta_m$ ,  $\eta_p$ ):** Verimlilik oranı motor gücü arttıkça artar. Motor verimlilikleri %85 ile %93 ve vidalı pompa verimlilikleri genellikle %75 ile %81 civarındadır. Daldırma motor verimlilikleri ise %65 ile %80 arasında değişir. Daldırma motor ve pompa dolayısıyla yağa aktarılan ısı gücü Eş. (4) de verilmiştir.

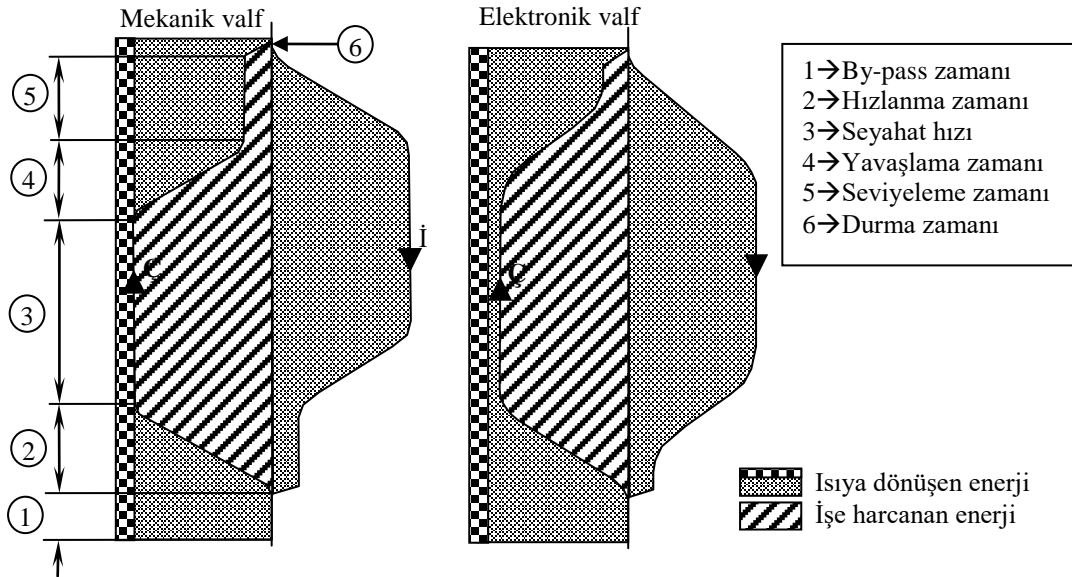
$$W_{M,P} = \text{Motor gücü} * (1 - \eta_M * \eta_P) \quad (4)$$

**Basınç düşmesi (dP):** Basınç düşmesi nedeniyle üretilen ısı gücü Eş. (5) ile hesaplanabilir.

$$W_{\text{Basınç düşmesi}} = \sum dP * Q \quad (5)$$

**By-pass nedeniyle üretilen toplam ısı gücü:** Şekil 5 de hidrolik asansörde ısı oluşum aşamaları şematik olarak gösterilmiştir. Bu şekilden anlaşıldığı üzere, yukarı çıkış sırasında by-pass süresince (1) basınçlandırılan akışkanın tamamı tanka geri gönderilmektedir. Bu durum çok aşırı miktarda ısı oluşturmaktadır. Benzer şekilde hızlanma (2), yavaşlama (4) ve seviyeleme (5) süreçlerinde de bir kısım yağ by-pass yapıldığından ısı oluşumu söz konusudur. Elektronik valflerde bu duruma ilaveten debinin %5 ile %7 kadarlık bir kısmı seyahat hızında (3) asansörü kontrol edebilmek amacıyla by-pass edilir. Bu durum elektronik valflerde ekstra ısı oluşumuna neden olur. Diğer bir yandan, elektronik valflerin basınç ve sıcaklık değişimlerinden bağımsız olarak sağladığı sabit hareket zamanları (by-pass, hızlanma v.s.), bu valfleri kullanan ünitelerin daha az ısı üretmelerine neden olur. Ayrıca toplam seyahat süresi sabit kaldığından neticede daha az enerji harcarlar. Çıkış sırasında, motor ve pompa verimlilikleride aynı zamanda ısı oluşumuna etki ederler. Bu durum Şekil 5 de dar bir şeritle gösterilmiştir. Değişik süreçlerdeki ısı oluşum güçleri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir. Burada  $Q_{i\_by-pass}$ , tanka by-pass edilen akışkan debisi ve  $P_i$ , seyahat sürecindeki basınçtır<sup>[4,7]</sup>.

$$W_{by-pass} = \sum_{i=1}^6 P_i * Q_{i\_by-pass} \quad (6)$$



Şekil 5. Mekanik ve elektronik valflerde çıkış ve iniş sırasında ısı oluşumu.

**Çıkış sırasında üretilen toplam ısı gücü;**

$$W_C = W_{M,P} + W_{by-pass} + W_{\text{basınç düşmesi}} \quad (7)$$

Pratik olarak elektrik motor gücünün %15 ile %20 değerinin ısıl güce çevrildiği kabul edilerek kaba bir hesap yapılabilir. Yaklaşık bir değer ise aşağıdaki formülasyon ile bulunabilir ( $k = k_L * k_{yük}$ ):

$$W_c [kW] = \frac{M [kg] * g [\frac{m}{s^2}] * h [m] * z * k}{340000} \quad (8)$$

**İniş sırasında oluşan ısı gücü:** İniş sırasında asansör sisteminin sahip olduğu potansiyel enerjinin büyük bir kısmı ısıya dönüşür. Genel bir eşitlik aşağıdaki gibi verilebilir;

$$W_i = M * g * L * k_L \quad (9)$$

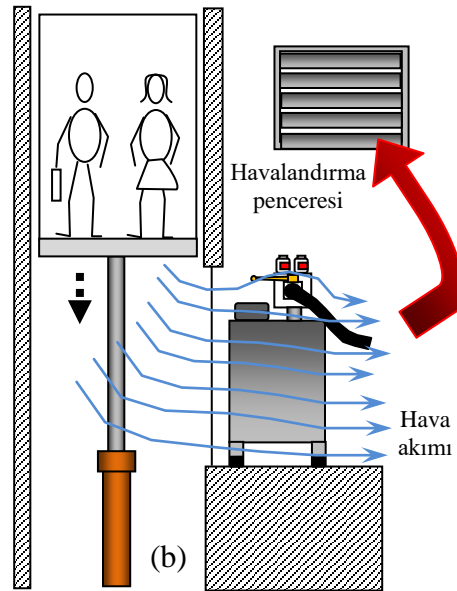
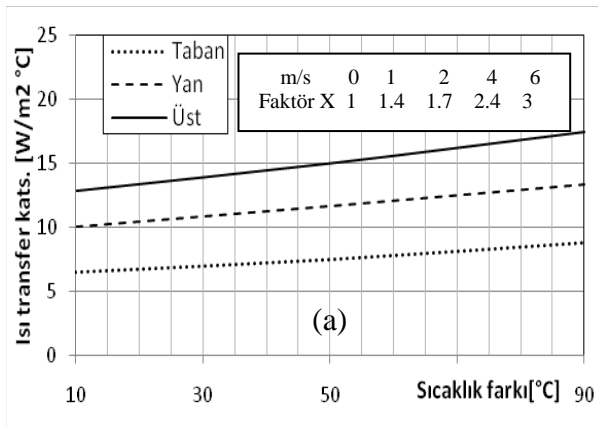
### 5.3 GÜÇ ÜNİTESİ TARAFINDAN ORTAMA YAYILAN ISI

**Tank ve silindirlerden yayılan ısı:** Isı taşınımı ortam ve tank arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak artar. Isı taşınımı hesapları genellikle empirik formüller ve tablolar yardımıyla bazı kabuller yapılarak sonuçlandırılır. Şekil 6(a) da durgun hava ortamında düz yüzeyler için bazı tipik ısı taşınım katsayıları verilmiştir. Şekilde aynı zamanda yüzeylerin hava akımına maruz kalmaları halinde bir çarpanda tanımlanmaktadır<sup>[5]</sup>. Yağın kaybettiği ısı gücü aşağıdaki eşitliklerle hesaplanabilir.

$$W_{yay\_tank} = h * A_{tank} * (T_{Yağ} - T_{Modası}) \quad (10a)$$

$$W_{yay\_silindir} = h * A_{silindir} * (T_{Yağ} - T_{Kuyu}) \quad (10b)$$

W: Yayılan ısı güç, h: ısı transfer katsayısı (0.0090 – 0.012 kW/m<sup>2</sup>°C), A: Yüzey alanı, T: sıcaklık.



Şekil 6. (a) Düz yüzeylerde ısı taşınım katsayıları. (b) Kabinin hareketi vasıtasıyla doğal tank soğutması.

**Hava akımına maruz tankın ısı kaybı:** Çoğu asansör uygulamalarında makine odası kuyunun hemen yanında yer alır. Kabin her hareketinde kuyu içinde bir pompalama hareketi yapar, yani üstündeki havayı iterken altındaki havayı emer veya tam tersi durum söz konusudur. Kabinin bu pompalama hareketinden doğan havalandırma gücü tankın üzerine yönlendirilerek, tankın soğumasına ve makina odasının havalandırılmasında kullanılabilir. Bu durum şematik olarak Şekil 6 (b) de gösterilmiştir. Kuyunun üst kısmında ve makina odasında bulunan pencereler sayesinde serin ve temiz havanın sistemde sirkülasyonu sağlanır. Bu duruma doğal hava akımı adı verilmiştir.

**Zaman boyutlu termal-denge hesabı:** Termal hesaplama genellikle kritik bir koşulda, örneğin yağ ve ortam sıcaklıkları sınır değerlerinde seçilerek (55°C ve 30°C), saatteki döngü sayısına göre hesaplanır. Eğer üretilen ısı güç ortama yayılandan daha fazlaysa, bunların farkı kadar soğutma kapasitesine sahip bir soğutucu sisteme eklenir. Bu tip bir hesaplamada sıcaklığın zamana bağlı değişimi ihmal ettiğinden dolayı sağlıklı çözümler tanımlamaz. Bu nedenle zamana bağlı sıcaklık değişimini veren aşağıdaki denklem kullanılabilir<sup>[6]</sup>.

$$T_D = \frac{E_{\text{loss}}}{\sum h_c A} * \left( 1 - e^{\left( -\frac{\sum h_c A}{\sum c M_{\text{Total}}}\right) t} \right) + T_{D_i} * e^{\left( -\frac{\sum h_c A}{\sum c M_{\text{Total}}}\right) t} \quad (11)$$

$E_{\text{üret}}$ , üretilen ısı güç [kW], t: zaman [h], c: özgül ısı kats.(mineral yağ : 1,88 kJ/kg°C, tank: 0,5 kJ/kg°C),  $M_{\text{Total}}$ : toplam kütle [kg],  $T_D$ : sıcaklık farkı [°C],  $T_{D_i}$  (başlangıç  $T_D$  değeri), h: ısı transfer kats [kW/m<sup>2</sup>°C] and A: yüzey alanı [m<sup>2</sup>].

t -> ∞ için  $T_D$  maksimum değerine ulaştığından termal denge sıcaklığı Eş.(12) den bulunur.

$$T_D = \frac{E_{\text{loss}}}{\sum h_c A} \quad (12)$$

## 6. SONUÇLAR

	İtme	Çekme		İtme	Çekme
Kabin [kg]	1215		Pompa verimi	80	
Yük [kg]	630		Hız [m/s]	0.62	
Karşı ağı. [kg]	-	1495	Yağ yoğ. [kg/m <sup>3</sup> ]	850	
Seyahat mesafesi [m]	9		Yağ özgül ısı. [kJ/kg °C]	1.88	
Pis. çapı [m]	0.1	100/55	$k_{\text{yük}}$	0.5	
Motor gücü [kW]	16	9,5	$k_L$	0.7	
Motor verimi	88/77	88/74	Sürtünme katsayısı	0.07	
Debi [l/dak]	146	102	Oda sıcaklığı [°C]	27	
$P_{\text{min}}$ [bar]	32	14	Hortum çapı [mm]	38.1	25.4
$P_{\text{maks}}$ [bar]	47.7	36.6			

Tablo 6. İtme ve çekme tip asansörlerde kullanılan parametreler.

Tablo 6 ve 7 de özellikleri verilen itme ve çekme tip (karşı-ağırlıklı) endirekt asansörler termal-denge sıcaklığının tasarım farklılıklarına bağlı olarak değişimini göstermek amacıyla incelenmiştir. Bu simülasyonlarda akışkan hacmi pompa debisinin (Q) katları

olarak alınmıştır. Döngü sayısı, daldırma veya dış motor kullanılması, mekanik veya elektronik valf tercihi, doğal ve sürekli hava akımı etkileri grafiklerle gösterilmiştir.

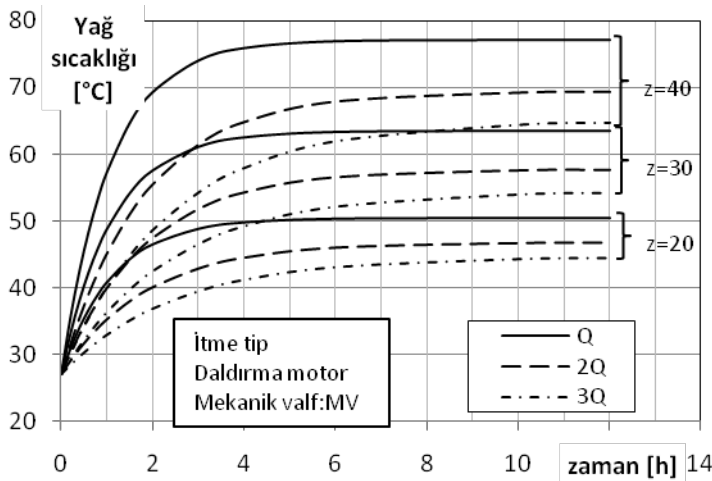
[s]	$t_1$	$t_2$	$t_4$	$t_5$	$t_6$
Mekanik valf	2.9	1.7	1.7	3.3	0.3
Elektronik valf	1.4	2.1	2.1	0.4	0.3

Tablo 7.  $z=40$  döngü/h için kullanılan ortalama seyahat süreçleri.

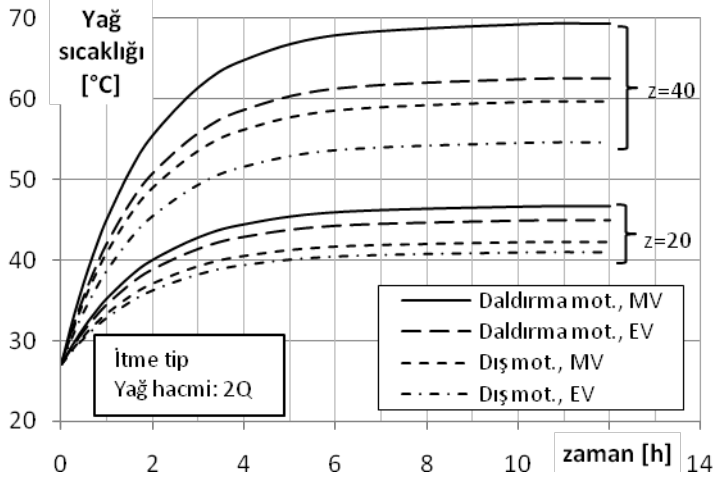
Tablo 6 incelendiğinde çekme tip asansörde karşı-ağırlık nedeniyle motor gücü ve pompa debisinin %40.6 ve %30.1 oranında düştüğü görülmektedir. Bu durum güç ünitesinin daha az ısı üretmesini sağlamaktadır. Tablo 7 de ortalama seyahat zamanları verilmiştir.

Şekil 8 (a)–(e) deki simülasyonlar asansörlerin yüksek (40döngü/h) ve orta sıklıkta (30 – 20 döngü/h) kullanımları halinde termal-denge sıcaklıklarını vermektedir (Oda sıcaklığı: 27°C). Daldırma motor kullanıldığında ve tank yağ hacminin Q dan 2Q ve 3Q ya çıkarılması halinde; yüksek kullanımlarda ( $z=40$ ) termal denge sıcaklığı %10 ile %17.6 arasında azalmaktadır. Orta sıklıkta kullanımlarda ise bu değerler %7.6 ile %12.1 olmaktadır (8-a). Dış motor kullanımı ise termal sıcaklığı %9 ile %14.5 oranında azaltmıştır.

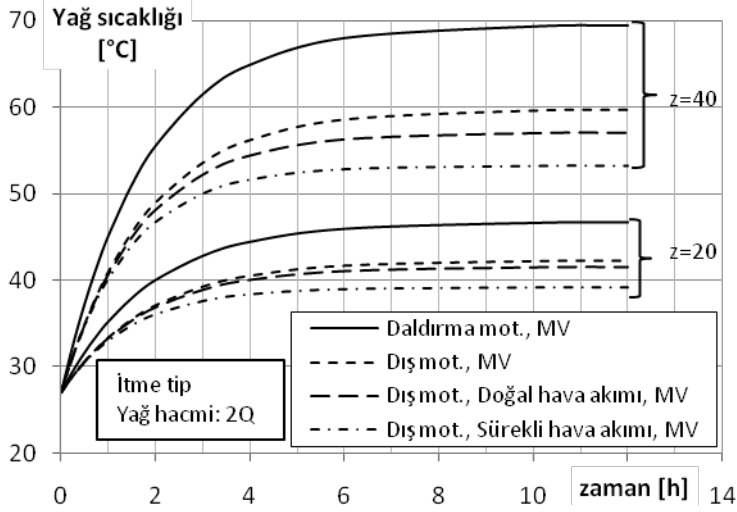
Elektronik valfler kullanım sıklığına bağlı olarak termal sıcaklığı %3 ile %10 arasında düşürmüşlerdir (8-b). Bu nedenle sık kullanılan asansörlerde sıklıkla tercih edilmelidirler. Doğal hava akımlarına maruz güç ünitelerinde termal denge sıcaklığı %1 ile %4.5 arasında düşerken, sürekli hava akımı %2 ile %11 lik düşmelere neden olmuştur (8-c,d,e). Genel olarak çekme tip asansörlerde elektronik valfler soğutucuya gerek kalmadan kullanılabilir fakat daldırma tip motor kullanan itme tipi asansörlerde soğutucu ve/veya yüksek yağ hacmi gerekmektedir. Mekanik valfler genellikle düşük kulanımlı asansörler için daha elverişlidir ( $z<20$ ). Bunlar dış motor kullanan çekme tipi asansörlerde, 2Q yağ hacminde orta kullanım sıklıklarında da ( $20<z<30$ ) tercih edilebilirler.



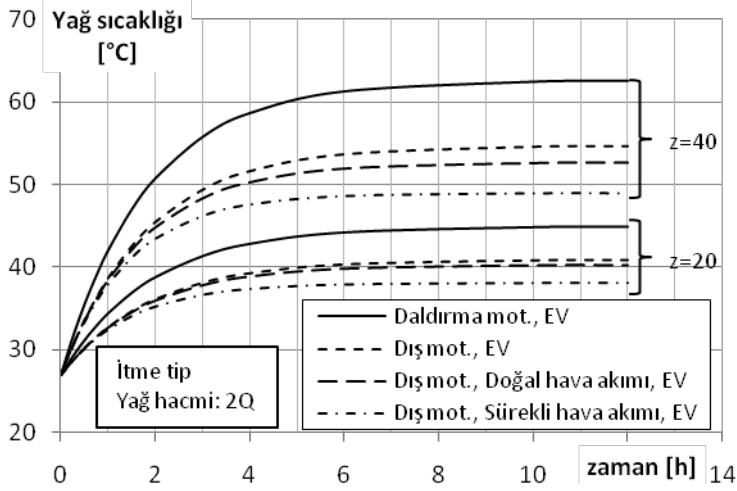
(a) Akışkan hacminin termal denge sıcaklığına etkisi.



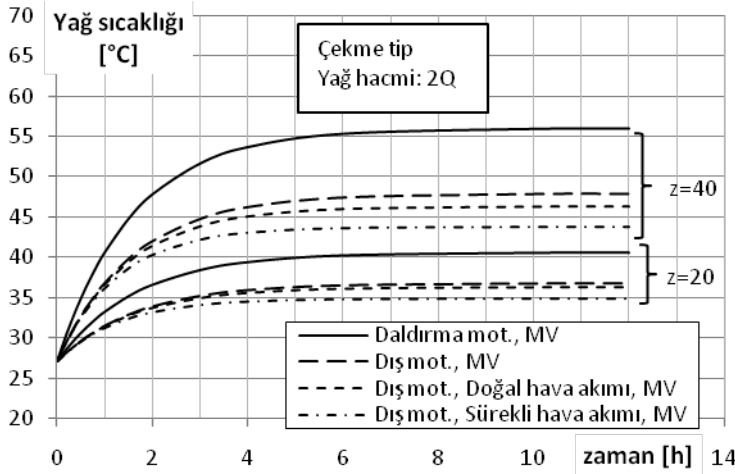
(b) Valf tipinin termal denge sıcaklığına etkisi.



(c) Mekanik valflerde motor ve hava akımının etkisi.



(d) Elektronik valflerde motor ve hava akımının etkisi.



(e) Çekme tip asansörde motor ve hava akımının etkisi.

Şekil 8. Kullanım ve tasarım parametrelerinin termal denge sıcaklığına etkileri.

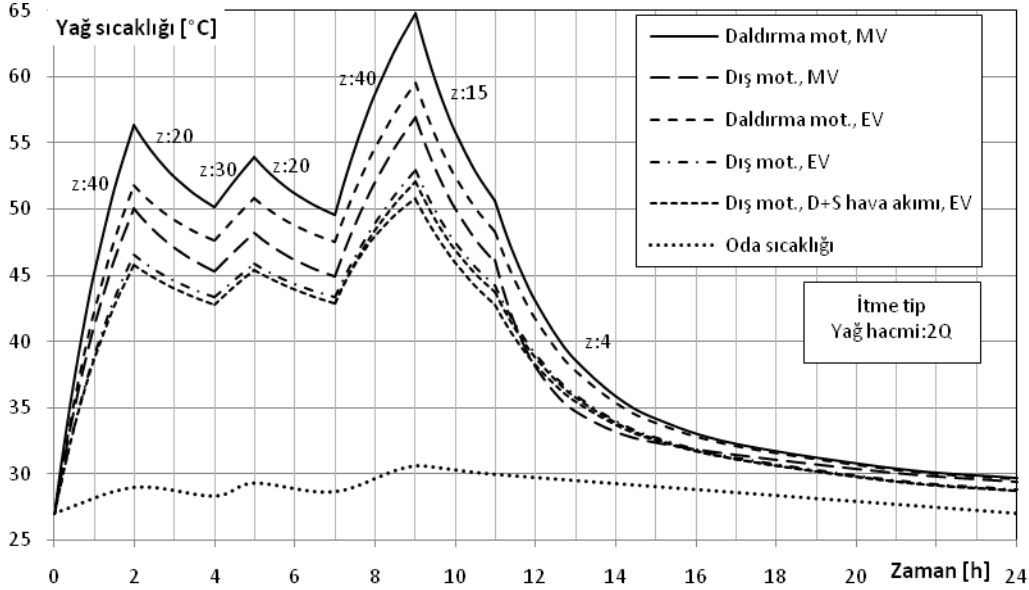
Asansörlerin gün içinde kullanım sıkları değiştiğinden, akışkan sıcaklık değişiminin günlük kullanım senaryosuna bağlı olarak belirlenmesinde fayda vardır. Böylece güç ünitesi tasarımı daha gerçekçi olarak belirlenmiş olur. Şekil 9 (a) ve (b) de böyle bir kullanım senaryosu itme ve çekme tip asansörler için verilmiştir. Bu senaryoya göre, 2Q yağ hacmi kullanılarak itme ve çekme tip asansörler için değişik valf ve motor tercihlerinde yağ sıcaklığının değişimi gösterilmiştir. Bu senaryoda saatteki ortalama döngü sayısı 15 olmakla birlikte, yüksek kullanımın olduğu 9 saatlik süreçte bu rakam 30 civarındadır. Dolayısıyla bu asansörler orta kullanım sıklığının üzerinde hizmet vermektedirler. Kullanıma bağlı olarak oda sıcaklığının 27°C ile 31°C arasında değişimi öngörülmüştür.

Şekil 9 (a) dan görüleceği üzere mekanik valf kullanan itme tip bir ünitenin (dış veya daldırma motor) soğutucu olmaksızın yüksek sürüş kalitesi vermesi beklenemez. Çünkü sıcaklıklar 55°C nin üzerine çıkmakta ve sıcaklık değişimi 30°C ı aşmaktadır. Elektronik valflerde ise dış motora sahip ünite soğutucu gerektirmeksizin kullanılabilir. Daldırma motor kullanan ünite ise daha yüksek yağ hacmi (3Q) kullanılarak soğutucusuz tercih edilebilirler. Bununla beraber, dış motor tercihi sürüş konforunun sürekliliğini garantiler ve daha uzun bir yağ ömrü verir. Kabin tarafından süpürülen hava hacminin %60 ı tank üzerine üflendiğinde tepe sıcaklık değeri yaklaşık %2 ile %4 oranında azalmaktadır. Bu senaryoda ideal çözüm dış motor ve elektronik valf kullanan bir ünedir. Üniteye eklenecek bir fanın 45°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda devreye girmesi yağ ömrü uzatır.

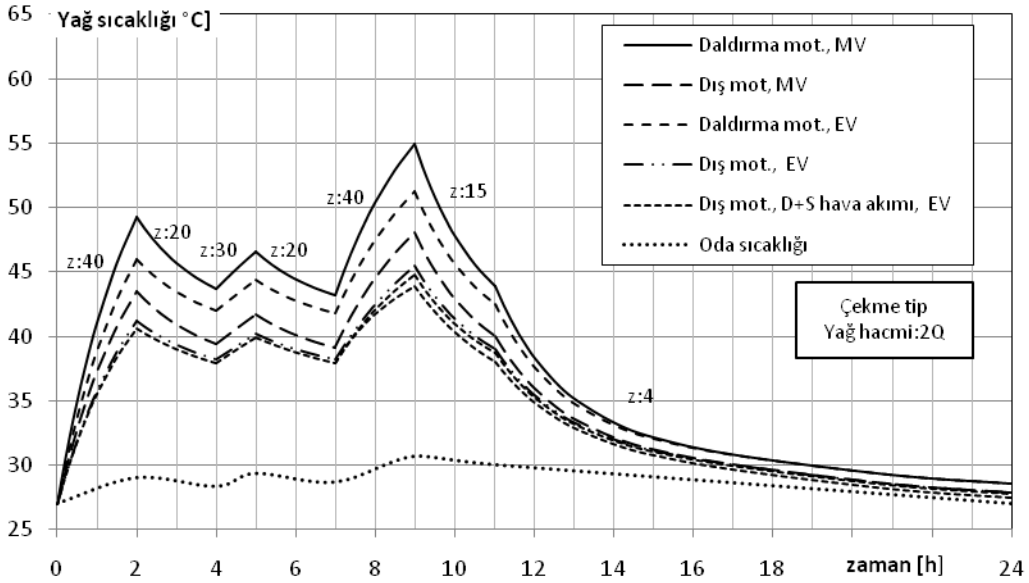
Çekme tip asansörde de (Şekil 9-b) mekanik valf kullanımı soğutucu gereksimini ortadan kaldırmamakla birlikte, soğutucudan beklenen soğutma kapasitesini önemli oranda düşürmektedir. Bu tip asansörde elektronik valfler her iki tip üniteyle de kullanılabilirler. Fakat dış motorlu üniteler uzun ömür ve sürekli yüksek sürüş kalitesi açısından en olumlu sonucu sunarlar.



Hidrolik asansörlerin yağ sıcaklığının kontrol altında tutularak, aşırı artışının önlenmesi sürüş kalitesini teminatı olduğu gibi toplam seyahat zamanının artmasını önleyerek enerji sarfiyatının yükselmesine de mani olur. Çekme tip asansörler, yapılarında bulundurdıkları karşı-ağırlık nedeniyle motor gücünün düşmesine neden olurlar ve asansörlerin yağ sıcaklığını yükseltmeden daha yüksek kullanım sayılarına ulaşılmasını sağlarlar.



(a) İtme tip asansör.



(b) Çekme tip asansör (karşıağırlıklı).

Şekil 9. İtme ve çekme tip asansörlerde kullanıma bağlı yağ sıcaklığının değişimi.

## KAYNAKLAR

- [1] K.F. Çelik & B. Körbahtı, 'Neden hidrolik asansörler daha popüler-Bölüm 2', Asansör Dünyası, Nisan 2006.
- [2] G. Lees, 'A study of the actual power relative to the theoretical power consumption of a variable frequency drive hydraulic system and how it benefits the user', Master dissertation, University College Northampton, April 2005.
- [3] C. Brenden, Insider secrets to hydraulics, Hydraulic supermarket, (2002), West Perth.
- [4] K.F. Çelik & M. Kucur, 'Importance of thermal balance for hydraulic elevators', Elevcon 2010, Lucerne, Switzerland.Kabul edilmiş makale.
- [5] [www.spiraxsarco.com](http://www.spiraxsarco.com), 'Energy consumption of tanks and vats'.
- [6] F. Yeaple, Fluid power design handbook , Dekker, (1996), New York, pp.37.
- [7] T. Altınörs, 'Hidrolik asansör tahrik sistemlerinde güç gereksinimi, verimlilik, ısı oluşumunun nedenleri ve önleyici yöntemler', Asansör Sempozyumu 2008, 23-25 Mayıs, İzmir.
- [8] G. McRee, Measuring the heat from hydraulic lifts. Report for George Floth Consulting Engineers (2007),pp. 6-11.

# ASANSÖR SİSTEMLERİNDEKİ İLETİŞİM MEKANİZMASI

N. Özlem Ünverdi<sup>1</sup>

N. Aydın Ünverdi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi  
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, 34349, Beşiktaş, İstanbul  
Tel : (212) 383 70 70 / Dahili:2491 Faks : (212) 259 49 67  
E-posta: unverdi@yildiz.edu.tr

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi  
Makina Mühendisliği Bölümü, 34437, Gümüşsuyu, İstanbul  
Tel : (212) 293 13 00 / Dahili:2710 Faks : (212) 245 07 95  
E-posta: unverdi@itu.edu.tr

## ÖZET

Çok katlı binaların temel taşları arasında yer alan asansör sistemleri, katlar arasındaki ulaşımı sağlamakta ve bu sırada zaman kaybının azalmasına destek olmaktadır. Güvenilir ve karşılaşılabilecek sorunlar karşısında çözüm üretecek özelliklere sahip olan hızlı asansör sistemleri ile ulaşım süresi daha da kısalmaktadır.

Bu çalışmada, asansör sistemlerinin tarihsel süreç içindeki gelişimi açıklanmış ve karakteristik özellikleri incelenmiştir. Optik fiberlerin ve koaksiyel kabloların yer aldığı kablolu haberleşme sistemleri ile antenin kullanıldığı kablosuz haberleşme sistemleri irdelenmiş ve sistemin iletişim bilgileri analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** *Asansör, asansör mühendisliği, akıllı bina, optik fiber, koaksiyel kablo, anten ve propagasyon*

## 1. GİRİŞ

Dikey ve yatay olarak yük ve insan taşımada kullanılan asansörler, özellikle şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde ve çok katlı binalarda kullanılmaktadır. Yüksek binalarda, insanların üst katlara ulaşabilmesi için kullanımı zorunlu hale gelen asansörler, binaların ayrılmaz parçaları olmuştur. Asansörlerin olmadığı yerlerde, çok sayıdaki insanın barındığı yüksek yapıların ve gökdelenlerin kurulamayacağı ve birçok endüstri kolunun gelişemeyeceği açıktır. İnsan taşıyan asansörlerin yanında inşaatlarda ve fabrikalarda yük taşıyan asansörler de önemli bir hizmet vermektedir.

Asansörlerin, her geçen gün gelişen teknolojiye uygun olarak yapılması, inşaat mühendisliğinin yanı sıra makina, elektrik, elektronik, haberleşme, kontrol ve kumanda mühendisliğinin de konunun içinde yer almasını sağlamıştır. Asansör mühendisliğinde, disiplinler arasında işbirliğinin yapılması esastır. Asansör mühendisleri, binaya uygun olan düşey taşıma teknikleri ve iletişim sisteminin seçimi, trafik analizinin kontrolü ve tasarımı, asansör sisteminin montajı ve bakımından sorumludur.

Bu çalışmada, düşey kaldırma tekniğinin kullanıldığı akıllı binalardaki asansörler, kablolu ve kablosuz iletişim sistemleri açısından analiz edilmiştir. Çalışmanın 2. Bölümü'nde, asansörün tarihsel gelişimi ve günümüzdeki kullanımı açıklanmıştır. 3. Bölüm'de, iletişim sistemleri ele alınmış ve 4. Bölüm'de, asansörlerde kullanılan kablolu ve kablosuz iletişim tekniklerinin karakteristik özellikleri incelenerek verimi etkileyen faktörler irdelenmiştir. 5. Bölüm'de, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

## 2. ASANSÖRÜN TARİHSEL GELİŞİMİ

Tarih boyunca ağır yükleri kaldırmak için makinalardan yararlanma yolları araştırılmış ve bu konuda zaman içinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Arkeoloji alanındaki çalışmalarda, Roma İmparatorluğu zamanında iner - çıkar dolapların olduğu öğrenilmiştir. Ortaçağda bazı manastırlarda, hırsızların içeriye girememesi için basit bir çıkırık yardımıyla işletilen yük asansörüne benzeyen bir aletten yararlanıldığı bilinmektedir. 17. yüzyıldan itibaren İngiltere ve Fransa'da konuyla ilgili çalışmalar yapılmıştır.

19. yüzyılda bazı maden ocakları ve fabrikalarda, kömür ve gerekli maddelerin taşınmasında yük asansörleri kullanılmıştır. İnsanların can güvenliğini tehlikeye atmayan ve buhar gücü ile çalışan ilk asansörler, 19. yüzyıl ortalarında yapılmıştır. Bu asansörlerde, buhar makinası bir tamburu döndürmüş ve asansör kabinini çeken halat, tamburun üzerine sarılmıştır.

Düşey kaldırma sistemlerinin gelişimi, 19. yüzyılın ikinci yarısında hızlanmıştır. Henry Waterman, 1850 yılında New York'da buhar makinasıyla çalışan ve iki kat arasında gidip gelen yük asansörünü yapmıştır. Elisha Gravers Otis, 1857 yılında insan taşıyan ve güvenlik önlemleri alınmış ilk asansörü New York'daki bir binaya kurmuştur.

Leon Edoux, 1867 yılında ilk güvenli hidrolik kaldırma sistemini gerçekleştirmiş ve bu sisteme *asansör* adını vermiştir. Werner von Siemens, 1880 yılında elektrikle işleyen asansörü insanlığın hizmetine sunmuş ve bu asansörler kısa zamanda yaygınlaşmıştır.

1870 - 1900 yılları arasında çoğunlukla hidrolik asansörler kullanılmıştır. Bu sistemde, yarısı yapının en üst katından yere kadar inen, diğer yarısı da temelin altında toprağa gömülü durumdaki çelikten yapılmış olan bir silindir, asansör boşluğunu oluşturmuştur. Asansörün kabini, bu silindirin içinde aşağı yukarı hareket eden bir çelik pistonun üzerine oturtulmuş ve silindire basınçlı su pompalandığı zaman asansör aşağıya inmiştir. 1890 yılından sonra elektrik motorları yaygınlaşmış ve hidrolik asansörlerin yerini elektrikli asansörler almıştır.

Günümüzde kullanılan asansörlerin çoğunluğunu oluşturan ve çekmeli tipte olan elektrikli asansörlerde, eski asansörlerde kullanılan halat sarmalı tambur sistemi, buhar makinası yerine elektrik motoruyla döndürülerek kullanılır. Bu asansörlerde, askı halatlarının bir ucuna asansör kabini, diğer ucuna da kabinin ağırlığını dengeleyen bir karşı ağırlık bağlanır. Askı halatlardan her biri, asansör boşluğunun tepesine yerleştirilmiş bir kasnağın ya da makaranın üzerindeki ayrı bir yive oturur. Elektrik

motoruyla çalışan makara döndüğü zaman halatları hareket ettirir. Bu şekilde asansör bir yöne doğru yol alırken karşı ağırlık ters yönde hareket eder.

Modern asansörlerden bazıları da pistonlu ve elektrikli. Bu asansörlerin çalışma mantığı, eski hidrolik asansörlere benzer; aradaki fark, paslanmayı ve donmayı önlemek için su yerine yağ kullanılmasıdır. Silindirin içine elektrikli bir pompayla konulan yağ, elektrikli vanalara boşaltılır. Bu asansörler, çok yüksek olmayan yapılarda, özellikle ağır yüklerin kaldırılması için fabrikalarda ve uçak gemileri ile otomobil yıkama ve yağlama istasyonlarının yükseltici platformlarında kullanılır.

Günümüze kadar asansörlerde kullanılan çeşitli yiv profilleri ve yapım tarzları üzerinde çalışılmıştır. Son yarım yüzyıl içinde, işletme güvenliği, kullanma rahatlığı ve kolaylığını artırıcı yönde, elektrik, elektronik, kontrol, kumanda ve mekanik olarak büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Kasnak ve çekme kayışı olarak kullanılan polimer malzemeler, düşey kaldırma sistemlerinde önemli yer sahibi olmuştur. Asansörlerdeki yeniliklerden birisi de oldukça hafif olan alüminyum kabinlerin kullanımınıdır. Panoramik asansörler, özellikle çok yüksek binalarda tercih edilen teknolojiler arasında yer alır.

Kabinin çok hızlı inip çıkmasını sağlayan birçok güvenlik düzeneği ile donatılmış olan günümüzün asansörleri, verimli ve güvenilirdir. Çok sayıda asansörü olan yüksek yapılardaki bütün asansörler, yolcu trafiğine göre düzenlenecek biçimde programlanan bilgisayarlarla bağlı otomasyon sistemi ile kumanda edilir.

Günümüzde klasik kontrol sistemlerinin yanında bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı kontrol sistemlerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Asansör kontrolü ve simülasyonu konusunda yapılan çalışmalarda, yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritmaları ve kontrol algoritmalarından yararlanılmaktadır. Bu çalışmalarla asansör performansını belirleyen ortalama bekleme zamanının azaltılması hedeflenmektedir. Yapay zeka çalışmaları yardımıyla asansör kontrol sistemlerinin, günümüzdeki asansör sistemlerine göre daha zeki, öğrenme yeteneğine sahip ve bekleme zamanını minimum hale getirecek sistemler olması beklenmektedir [1-4].

### **3. İLETİŞİM SİSTEMLERİ**

İletişim sistemleri, kablolu iletişim ve kablosuz iletişim olmak üzere iki ana başlık altında incelenir. Kablolu iletişimde, iletim ortamı olarak, bakır kablo, koaksiyel kablo ve optik fiber kullanılır. Optik fiberler, iletim kaybının azlığı ve band genişliğinin büyüklüğüne bağlı olarak kapasitesinin fazlalığı, hammaddesi olan silisyumun doğada bol miktarda bulunması, elektromagnetik olaylardan etkilenmemesi, az yer kaplaması, güvenilirliği ve maliyetinin düşüklüğü nedeniyle tercih edilen iletim ortamlarıdır. Veri iletimi, telefon ağları, kablolu televizyon sistemleri, entegre optik düzenekler, ulaşım, tıp ve askeri uygulamalar gibi birçok alanda optik iletişim tekniklerinden yararlanır.

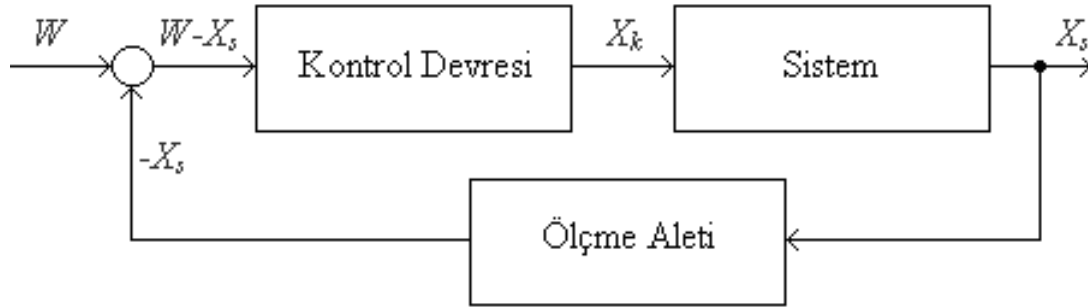
Kablosuz iletişimde, iletim ortamı serbest uzaydır ve temel elemanlar, hem verici, hem de alıcı olarak çalışan antenlerdir. Kablosuz iletişimdeki iletim kaybı, optik iletişimdeki

iletim kaybından daha fazla olmakla birlikte, iletişimin, kablodan bağımsız olarak gerçekleştirilmesi, kullanım rahatlığı sağlar.

#### 4. ASANSÖRDEKİ İLETİŞİM SİSTEMLERİ

Asansör sisteminin temel elemanı olan asansör kabini, raylar yardımıyla hareket eder. Asansör kabini, binanın tepesinde bulunan motora bağlanır. Asansör kabininin hızı, kullanılan motorun hızıyla, motorun hızı ise şebeke frekansı ile bağlantılıdır. Motor, PLC (Programmable Logic Controller, Programlanabilir Lojik Kontrol Birimi) ve mikrodenetleyici tarafından kontrol edilir. Asansör kabininden gelen bilgiler, kablo yardımıyla PLC'ye gider ve buradaki lojik işlemlerden geçerek mikrodenetleyiciye ulaşır. Mikrodenetleyici, bu bilgileri değerlendirir ve sıraya koyar. Asansör kabininin hangi katta duracağı, bu sıralamaya göre belirlenir.

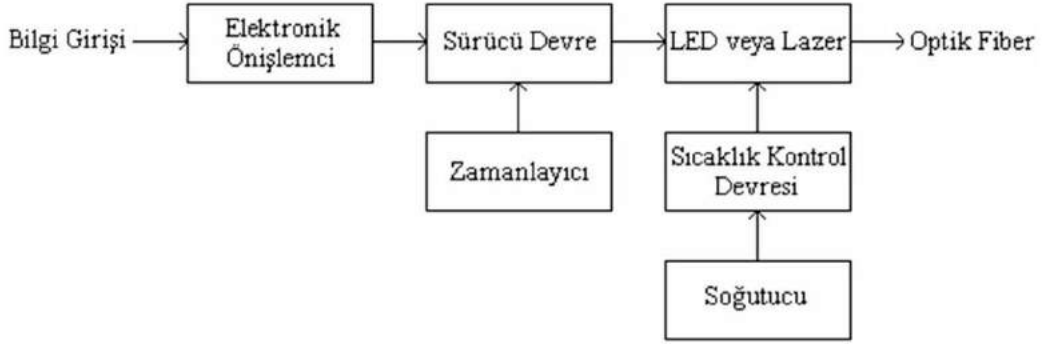
Asansörlerin, düşey taşıma tekniklerinin kullanıldığı, insan ve yük taşımacılığında yararlanılan sistemler olarak hızlı ve daha da önemlisi güvenilir bir biçimde çalışmalarını hedefler. Şekil-1'de asansörlerde kullanılan kontrol sistemlerinin genel yapısı görülmektedir. Burada,  $W$ , bilgi işaretini,  $X_k$ , kontrol devresinin çıkışındaki işareti ve  $X_s$  ise sistemin çıkışındaki işareti göstermektedir.



Şekil-1: Asansörlerde kullanılan kontrol sistemlerinin genel yapısı.

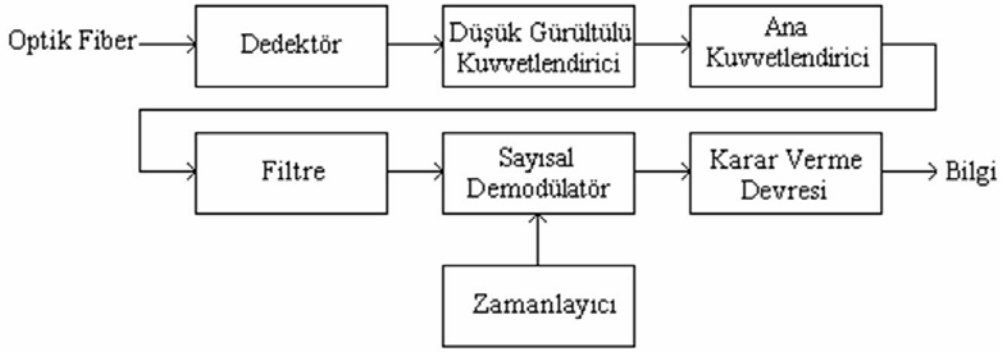
##### 4.1. Kablolü İletişim

Bu bölümde, kablolu iletişim teknikleri arasında yer alan optik iletişim incelenmiştir. Optik iletişim sistemleri, verici, veri iletiminin gerçekleştirildiği optik fiber ve alıcı olmak üzere üç ana bölümden meydana gelir. Şekil-2'de optik haberleşme sisteminin verici kısmı yer almaktadır. Burada, elektronik önışlemci ve zamanlayıcı ile desteklenen sürücü devreden geçen bilgi işareti, sistemin kaynağı olan LED veya lazerden sonra optik fiberden iletilir. LED veya lazerin ısınmaya karşı korunması için sıcaklık kontrol devresi ve soğutucu kullanılır. Günümüzde, kaynak olarak genellikle indium, alüminyum, galyum ve arsenitten yapılan üç veya dört jonksiyonlu yarıiletken lazerler kullanılmaktadır.



Şekil-2: Optik iletişim sistemlerinde kullanılan vericinin blok diyagramı.

Optik haberleşme sistemlerinde kullanılan alıcı katının blok diyagramı Şekil-3’de görülmektedir. Burada, optik fiberden gelen işaret, sırasıyla dedektör, düşük gürültülü kuvvetlendirici ve ana kuvvetlendiricide işlenir, filtre edilir ve zamanlayıcı ile kontrol edilen sayısal demodülatörün ardından karar verme devresinde değerlendirilerek bilgi işareti olarak alıcıya ulaşır.



Şekil-3: Optik iletişim sistemlerinde kullanılan alıcının blok diyagramı.

Optik iletişim sistemlerinde veri kalitesini etkileyen faktörler, dispersiyon ve zayıflama başlıkları altında toplanır. Dispersiyon, ışık işaretinin, optik fiber boyunca bozulmasıdır ve zaman domeninde impuls yanıtı, frekans domeninde ise faz gecikmesi ile tanımlanır. Optik haberleşme sistemlerinin tasarlanması sırasında göz ardı edilmemesi gereken dispersiyon, modülasyon frekansı, kullanılan kaynağın dalgaboyu ve optik fiberin uzunluğu gibi faktörlerle değişebilir.

Dispersiyon, dalga kılavuzu dispersiyonu, modal dispersiyon ve malzeme dispersiyonu olmak üzere üç ana konuyu içerir. Dalga kılavuzu dispersiyonu, optik fiberde iletilen bir modun içinde farklı frekanstaki bileşenlerin farklı biçimde iletilmesi sonucunda meydana gelir. Optik fiberde iletilen modların grup hızlarının farklılığına bağlı olarak modların alıcıya ulaşmaları için gerekli olan zaman farklı olduğundan modal dispersiyonun oluşumu söz konusudur. Modal dispersiyon, basamak indisli optik fiberlerde çok önemli iken, yumuşak geçişli optik fiberlerde, grup hızı farklılıkları

dengelenildiği için çok daha az önem taşır. Malzeme dispersiyonu ise, optik fiberin yapıldığı camın yapısından kaynaklanır.

Kayıp nedenlerinin ikincisi olan zayıflama, işaret gücünün, optik fiber boyunca azalmasıdır. Soğurma (absorbsiyon), saçılma, dalga kılavuzu saçılması, bağlantı ve bükülme kayıplarının yanı sıra optik fiberin giriş ve çıkışında meydana gelen kuplaj kayıpları da söz konusudur.

Soğurma, ışık enerjisinin ısıya dönüşmesidir. Optik fiberlerde, soğurma mekanizmasında, asal soğurma, yabancı madde soğurması ve atomik bozukluk kayıpları rol oynar.

Saçılma kayıpları, camı meydana getiren moleküller arasındaki süreksizliklerden kaynaklanır. Elektromagnetik dalganın bu süreksizliklerden saçılmasına Rayleigh saçılması adı verilir.

Optik fiberdeki pertürbasyonlar, üretim sırasında meydana gelir ve iletilen modlar arasında etkileşime yol açarak dalga kılavuzu saçılmasına neden olur.

Optik haberleşme sistemlerinde, açılır - kapanır ekler, bir başka ifadeyle konnektörler ile *splice* olarak isimlendirilen sabit eklerin yapılmaları sırasındaki hatalar nedeniyle meydana gelen kayıp, bağlantı kaybı olarak bilinir. Optik fiberlerin eklenmesi sırasında, optik fiber çekirdeklerinin karşı karşıya getirilirken, yüzeylerin düzgün olmaması, optik fiberlerin eksenlerinde kayma olması ve optik fiberlerin kırılma indislerinin farklı olması gibi nedenlerden dolayı kayıp meydana gelir.

Optik fiber eksenini doğrusal değilse, düz optik fiber içinde elde edilen elektromagnetik alan bağıntıları geçersiz olur. Bükülmüş optik fiberin eğrilik merkezinden uzaklaştıkça faz hızı artar ve bu hız, ışınımın kostiğinde, dış ortamdaki düzlem dalga hızına eşit olur; bu uzaklıkta, elektromagnetik dalga, dış ortama doğru ışınım yapar ve kayıp meydana gelir; bu kayıp, bükülme kaybı olarak yorumlanır. Eğrilik yarıçapı küçültüldükçe, yüksek dereceli modlar, hızla zayıflarken, dominant olan ilk veya ilk birkaç mod ise bükülme bölgesi sonunda da kılavuzlanmış kalacağı için fazla etkilenmez [5].

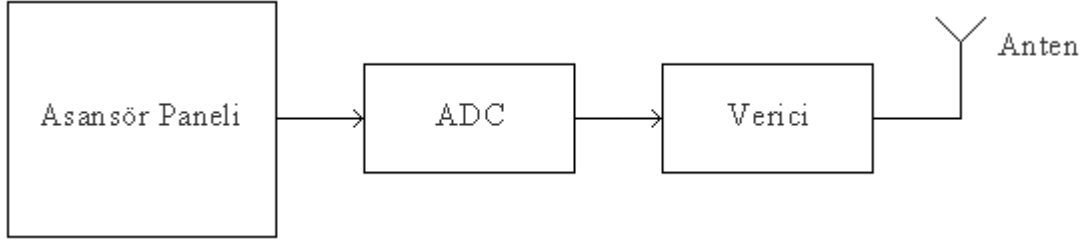
## 4.2. Kablosuz İletişim

Bu bölümde, akıllı binalardaki asansör sistemlerinde kullanılacak kablosuz iletişim sistemi analiz edilmiştir. Asansör kabini ve binadaki merkezi birimde, ayrıca kullanıcıların isteğine bağlı olarak binanın her katında ve bina dışında uygun görülen bir yerde kurulacak kablosuz iletişim birimleriyle kabin içindeki kişilerin kabin dışındaki kişilerle bağlantı kurmalarını sağlayan sistem modellenmiştir.

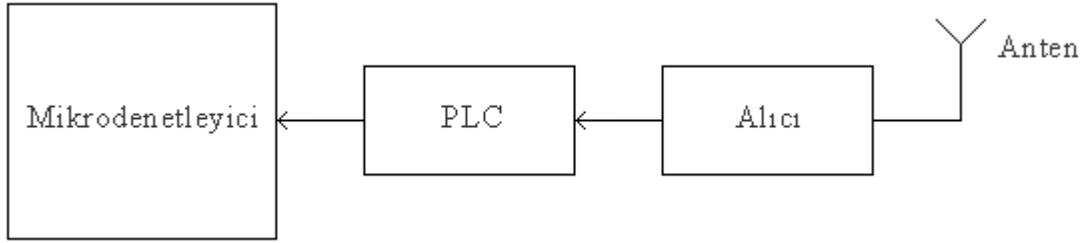
Asansör sisteminde meydana gelecek arıza durumunda, söz konusu kablosuz iletişim birimlerinin yer aldığı yerlerdeki kişilerin konudan haberdar olmaları ve çözüm bulmaları gündeme gelir. Asansör panelinde açma - kapama düğmesi kullanılarak antenin verici ve alıcı olarak kullanılması sağlanır. Şekil-4'de, asansör sistemindeki verici ve alıcı katları bulunmaktadır. Sistemin verici katında, asansör panelinden gelen



analog işaret, ADC (Analog to Digital Converter, Analogdan Sayısal Dönüştürücü) ile sayısal işarete dönüştürülür ve verici biriminden geçerek anten yardımıyla alıcı antene gönderilir. Sistemin alıcı katında ise, verici katından gelen işaret, anten ile alınır, alıcı biriminin ardından önce PLC, sonra da mikrodenetleyicide değerlendirilir ve asansör sistemindeki sorun çözülmeye çalışılır. Asansör paneli ile alıcı katındaki mikrofon ve hoparlör sistemi yardımıyla ses iletişimi sağlanır.



a) Verici Katı



b) Alıcı Katı

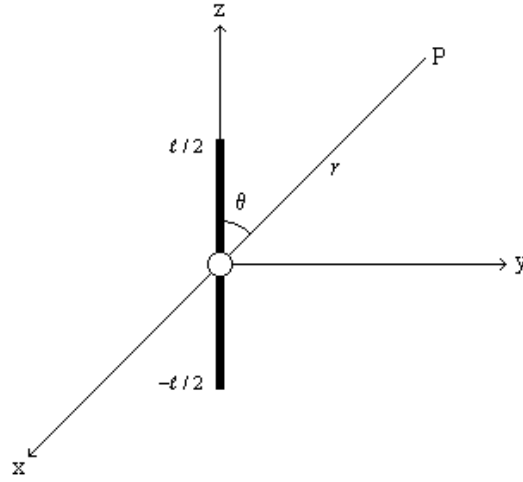
Şekil-4: Asansör sistemindeki verici ve alıcı katları.

Bu bölümde, asansör sisteminin iletişim boyutunu meydana getiren anten ve propagasyon bilgileri incelenmiştir. Sistemdeki 2.4 GHz frekansında çalışan yarım dalga dipol anten ve propagasyonu irdelenmiştir [6-8]. 2.25 (inch) (=5.715 (cm)) uzunluğunda, lineer düşey polarizasyonlu, 50 ( $\Omega$ )'luk empedansı olan anten ele alınmıştır. Antenin dalgaboyuna göre boyu,  $\frac{\ell}{\lambda} = 0.4572$  'dir. Bu değer, modellemede 0.5 olarak alınarak, antenin yarım dalga dipol anten olduğu kabul edilmiştir. Yüksek frekanslarda anten boyunun küçük olması, antenin az yer kaplaması bakımından önemli bir avantajdır.

Sistemde kullanılan dipol anten Şekil-5'de yer almaktadır. Ortasından beslenmiş  $\ell$  boyundaki dipol antenin P noktasındaki elektrik alan bağıntısı,

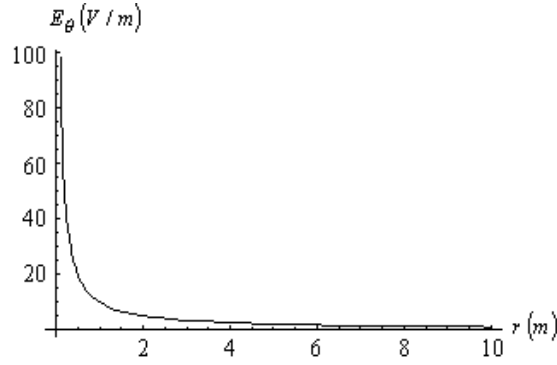
$$|E_{\theta}| = 60 \frac{I_m}{r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos\theta\right)}{\sin\theta} \quad (1)$$

olarak ifade edilir.



Şekil-5: Dipol anten.

Elektrik alan, maksimum değerine  $\theta = \frac{\pi}{2}$ 'de ulaşır. Bu  $\theta$  değeri ve  $|I_m| = 0.164$  (A) değeri için  $E_\theta$ 'nin  $r$  uzaklığına göre değişimi, Şekil-6'da görülmektedir.



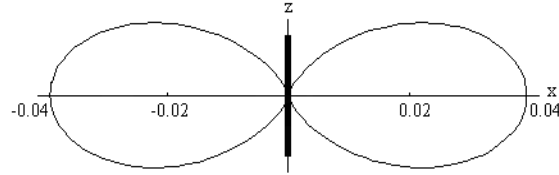
Şekil-6:  $\theta = \frac{\pi}{2}$  için elektrik alanın uzaklığa göre değişimi.

Yarım dalga dipol anten için ortalama güç yoğunluğu, Poynting vektörü ve (1) eşitliği kullanılarak,

$$P_r = \frac{15 I_m^2}{\pi r^2 \sin^2 \theta} \left[ \cos \left( \frac{\pi}{2} \cos \theta \right) \right]^2 \quad (2)$$

formunda elde edilir.

Yarım dalga dipol antenin yarım güç huzme genişliği, (2) eşitliğinde yer alan ortalama güç yoğunluğu yardımıyla bulunur. Gücün maksimum değerinin yarıya düştüğü doğrultular arasındaki açı yarım güç huzme genişliğini verir; bu değer, yarım dalga dipol anten için  $78^\circ$ 'dir. Şekil-7'deki antenin ışınma diyagramından, maksimum ışınımın  $\theta = \frac{\pi}{2}$ 'de olduğu görülmektedir.



Şekil-7: Yarım dalga dipol antenin ışınma diyagramı.

Yarım dalga dipol antenden ışınan toplam güç,

$$W_T = 15 I_m^2 \text{Cin}(2\pi) \quad (3)$$

eşitliği yardımıyla  $W_T = 0.98 \cong 1 (W)$  olarak elde edilir.

Antenin verimi,

$$e = \frac{R_{i\mathcal{S}}}{R_{i\mathcal{S}} + R_k} \quad (4)$$

eşitliği ile bulunur. Burada,  $R_{i\mathcal{S}}$ , antenin ışınma direnci,  $R_k$  ise antenin kayıp direncidir. Yarım dalga dipol antenin ışınma direnci,  $R_{i\mathcal{S}} = 73.11 (\Omega)$  olduğuna göre, verimin hesaplanmasında antenin kayıp direncinin bulunması gerekir. Antenin kayıp direnci,

$$R_k = \frac{\ell}{\sigma 2\pi a \delta} \quad (5)$$

dır. Burada,  $\sigma$ , antenin iletkenliğini,  $a$ , antenin yarıçapını ve  $\delta$  ise etkin derinliği ifade eder.  $\mu$ , antenin bulunduğu ortamın magnetik geçirgenliği ve  $\omega$ , açısal frekans olmak üzere, etkin derinlik,

$$\delta = \left( \frac{2}{\omega \mu \sigma} \right)^{1/2} \quad (6)$$

formundadır. Bu durumda, bu çalışmada analiz edilen alüminyumdan yapılmış olan 2.25 (inch) (=5.715 (cm)) uzunluğunda ve 5 (mm) yarıçapındaki yarım dalga dipol

antenin verimi, alüminyumun iletkenliği olan  $\sigma = 4 \times 10^7$  (S/m) değeri dikkate alınarak, % 99.9 olarak elde edilir ve antenin yapımında kullanılan alüminyumun uygun bir malzeme olduğu görülür.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, günümüz teknolojileri içinde önemli bir yerde bulunan asansör sistemleri ele alınmış ve asansörlerde kullanılan iletişim teknolojileri incelenmiştir. Kablolü ve kablosuz iletişim teknolojilerinin karakteristik özellikleri irdelenmiştir.

Kablolu iletişim tekniklerinden optik iletişimde, dispersiyon ve zayıflamanın, veri kalitesi üzerindeki etkileri açıklanmıştır. Kablosuz iletişim modelinde, dipol antenin propagasyon analizi yapılmış ve elektromagnetik özellikleri değerlendirilmiştir.

Modellemede kullanılan dipol antenin gücünün maksimum değerine  $\theta = \frac{\pi}{2}$ 'de ulaştığı ve fiziksel mekanizmanın sonucu olarak, kaynaktan uzaklaştıkça gücün azaldığı görülmüştür. Antenin, % 99.9 verimle çalıştığı belirlenmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

[1] G. R. Strakosch, *The Vertical Transportation Handbook*, ISBN: 0-471-16291-4, John Wiley & Sons Inc., New York, 1998.

[2] G. Barney, *Elevator Traffic Handbook, Theory and Practice*, ISBN: 0-415-27476-1, Spon Press, New York, 2003.

[3] G. C. Barney, Loher AG, *Elevator Electric Drives*, ISBN: 0-13-261462-6, Ellis Horword Limited, West Sussex, 1990.

[4] M. Y. H. Bangash, T. Bangash, *Lifts, Elevators, Escalators and Moving Walkways / Travelators*, ISBN: 0-415-36437-X, A. A. Balkema, Leiden, New York, 2006.

[5] A. W. Snyder, J. D. Love, *Optical Waveguide Theory*, ISBN: 0-412-09950-0, J. W. Arrowsmith Ltd., Bristol, Great Britain, 1983.

[6] D. K. Cheng, *Field and Wave Electromagnetics*, ISBN: 0-201-10132-7, Addison - Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1983.

[7] C. A. Balanis, *Advanced Engineering Electromagnetics*, ISBN: 0-471-50316-9, John Wiley & Sons Inc., New York, 1989.

[8] C. A. Balanis, *Antenna Theory*, ISBN: 0-471-59268-4, John Wiley & Sons Inc., New York, 1997.

## ASANSÖRLERDE YALITIMLI YANGIN KAPILARININ ÖNEMİ

Devran TULUNAY  
Metalurji ve Malzeme Mühendisi  
19 Mayıs Mahallesi Şemsettin Günaltay Caddesi Güneşli Sokak No:1/24  
Kazasker / Kadıköy / İSTANBUL  
Tel: (0216) 467 31 40 (dahili: 156)  
Faks: (0216) 467 31 45  
e-mail: [d.tulunay@akm.com.tr](mailto:d.tulunay@akm.com.tr)  
web: [www.akm.com.tr](http://www.akm.com.tr)

### ÖZET

Türkiye’de binaların yangından korunma yönetmeliğinin asansörlerle ilgili maddeleri incelenerek, asansör kapılarının sınıflandırılması için gereken test prosedürleri ve testin detayları hakkında açıklamalar yapılmış; asansörlerde yangın kapısı imalatında kullanılacak malzemelerin özellikleri ile yangına dayanımlı asansör kapısının fonksiyonları ve önemi vurgulanmış; yangın kapılarında uygun malzeme seçimi ve uygulanan panellerin Türk üreticilerin kapıları ile yapılan ön test çalışmaları hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

### TÜRKİYE YANGINDAN KORUNMA YÖNETMELİĞİNİN ASANSÖRLERLE İLGİLİ MADDELERİ:

Bakanlar kurulunun 10.08.2009 tarihli ve 2009/15316 karar sayılı yönetmeliği 09.09.2009 tarihinde 27344 sayılı Resmi gazetede yayınlanmıştır. Bu yönetmeliğin 62. Maddesi asansörlerle ilgilidir.

Bu maddede asansör kapılarının en az 30 dakika yangın dayanımlı ve duman sızdırmaz olması, yapı yüksekliği 51.5 m’den yüksek binalarda yangına karşı en az 60 dakika dayanıklı ve duman sızdırmaz olması gerektiğine değinilir.

Ayrıca Madde 63’e göre 51.5 m’den yüksek binalarda mutlaka 60 dakika yangın dayanımlı ve duman sızdırmaz bir acil durum asansörü bulunmalıdır.

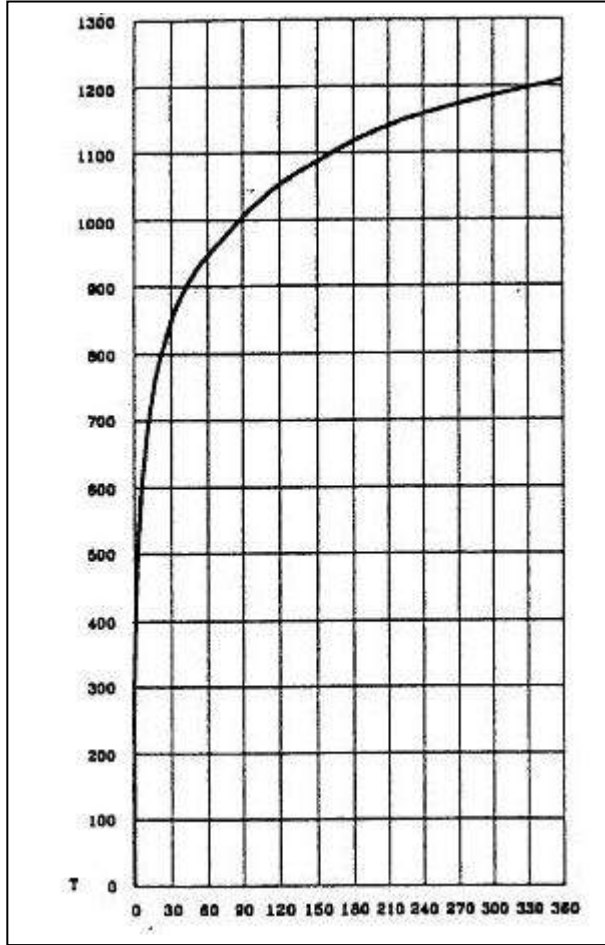
Bu maddeler doğrultusunda Türkiye’de yapılan binalarda yangına dayanıklı kapıların kullanılması gerekmektedir.

### ASANSÖR KAPILARININ SINIFLANDIRILMASI İÇİN GEREKEN TEST PROSEDÜRLERİ:

Yangına dayanımlı kapıların sertifikalandırılmasında 3 Temel Kriter vardır.

E (Bütünlük)  
I (Yalıtım)  
W (Işıma)

Akredite olmuş deney laboratuvarlarında yapılan testler doğrultusunda asansör kapılarının yangın dayanım değerleri E, I ve W olarak ölçülüp sınıflandırma yapılır.



Yanda görülen grafik'te, asansör yangın kapısının bu test süresince monte edildiği fırında, zamana bağlı olarak maruz kaldığı sıcaklık değişimi görülmektedir.

Grafiği incelediğimizde test esnasında kapımızın;

30. dakikada: 842°C ve 60. dakikada ise 945°C'lik sıcaklığa maruz kalacağı görülmektedir. Bu değerler yangın kapımızın izolasyonunu sağlaması gereken minimum iki değerdir.

Bu verilerden yola çıkarak sertifikasyon için gerekli olan şartlardan kısaca bahsedelim.

Grafik - TS EN 81-58 Fırın Sıcaklık Grafiği

Tablo 1 - TS EN 81-58 Fırın Sıcaklık Tablosu

Zaman (dakika)	Fırın sıcaklığı (°C)	Zaman (Dakika)	Fırın sıcaklığı (°C)
0	20	90	1006
5	576	120	1049
10	678	150	1082
15	738	180	1110
20	781	210	1133
30	842	240	1153
45	902	300	1186
60	945	360	1214

1- Bütünlük ( E ) kriterinde kapının fiziksel dayanımı ve bir alevlenme oluşup oluşmadığı gözlenir. Oluşacak alevlenme 10 sn.'den fazla sürer ise test o anda sonlandırılır. Testin sonlandırıldığı zaman ise, kapının E (bütünlük) değeri olarak verilir. Bütünlük bu test için temel kriterdir. E kriterinde alınan sonuç ana değerimiz olacaktır.

2- Yangın dayanımının istenildiği yalıtım ( I ) kriterinde test başlangıç sıcaklığından itibaren kapı üzerinde bulunan 10 adet thermocoupledan herhangi birisinin toplam sıcaklık değişiminin 180°C yi geçmemesi gerekmektedir. Buradaki sıcaklık ölçümü kapının standartta belirlenen bölgelerine ve kapıdan 1 m uzakta bir kanopi içine thermocouplelar koyularak yapılmaktadır. Her bir thermocouple'da okunan sıcaklığın oda sıcaklığından 180°C fazla olmaması gerekmektedir.

Test limit sıcaklığı = oda sıcaklığı + 180°C dir.

Test limit sıcaklığının üzerine çıktığı an okunan zaman, kapının testten aldığı I değerini gösterir. Mesela 90. dakikada kapının bütünlüğü devam ettiği halde test limit sıcaklığı 38. dakikada aşılmış olursa, I 30 değerine sahip olur ancak E değeri daha yüksek olabilir.

3-TS EN 1363-2 8. maddede Işıma (W) ölçümü sıcaklığı 300°C'nin altında olan bir yüzeydeki radyasyonu ölçmek gerekli değildir. Çünkü böyle bir yüzeyden yayılan radyasyon düşüktür (tipik olarak 6 kW/m<sup>2</sup> – emisyon katsayısı 1.0 olduğunda bile).

Bu madde uyarınca bir kapının EI sertifikası almış olması aynı zamanda EW sertifikası almış olması anlamına da gelir.

Bu 3 kriterle alınan sonuçlar dahilinde sertifikasyon işlemlerinde

E, EI, EW değerleri üzerinden belgemiz hazırlanır. Örneğin E 98, I 63, W 72, sürelerini almış bir kapı; E 90 , EI 60, EW 60 olarak belgelenecektir.



Resim 1 - Thermocoupleların kapı üzerine yerleştirilmesi



Resim 2 - TS EN 81-58 e göre kapıdan 1 m uzakta oluşturulan odacık ve oradan yapılan ölçümler

Yukarıdaki resimlerde testin yapılış düzeneği gösterilmiştir. Testte kapı üzerindeki sıcaklık ve odacık içindeki sıcaklık ayrı ayrı ölçülür. Resim 1'de Thermocoupleların kapı üzerindeki yerleşimi gösterilmiştir. Test esnasında bu thermocouplelardan herhangi bir tanesi oda sıcaklığı + 180°C olan test limit sıcaklığının üzerinde bir değer okursa test o anda I kriteri

açısından sonlandırılır. Aynı kriter Resim 2’de gösterilen odacık düzeneği için de geçerlidir. Test sonucunda dayanım alınmak istenen dakika değerinin mutlaka üzerine çıkılmalıdır. 60 dakika dayanımlı bir kapı test sırasında 59. dakikada test limit sıcaklığını geçer ise o kapı 45 dakika dayanımlı kabul edilir ve EI 45 sertifikası alabilir.

Bu bilgilerden yola çıkarak bir asansör kapısının EI 60 sertifikası alabilmesi için, 60 dakika boyunca, üzerinde bir alevlenme olmaması, test limit sıcaklığının üzerine çıkmaması ve sızdırmazlık özelliği göstermesi gerekir.

#### ASANSÖR KAPILARINDA İZOLASYON İÇİN DOĞRU MALZEME SEÇİMİ:

Asansör kapılarında izolasyon malzemeleri için bırakılan boşluk 15mm ila 50mm arasında değişmektedir. Bu boşluğa monte edilecek malzemenin; istenilen izolasyon özelliklerini taşıması, ağır olmaması, kolay monte edilebilir olması ve izolasyon özelliğini uzun yıllar kaybetmemesi gerekmektedir.

Bu tip bir uygulamada testi geçme amaçlı olarak çeşitli malzemelerle çalışmalar yapılmış ve bu malzemelerle kısmi başarıya ulaşılabilmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki bu kapının test prosedürü ve kriterleri esas olarak yangın çıktığında katlar arası sıçramaları minimuma indirerek, insanların bu yangından etkilenmeden binadan kaçabilmeleri için gerekli süreyi sağlamasıdır. Malzemenin uzun ömürlü olması çok önemlidir; çünkü binada ne zaman yangın çıkacağı belli olmadığından binaya takılan yangın dayanımlı asansör kapısının bina ömrüyle eşdeğer bir ömre sahip olması gerekmektedir. Kapının yatayda sürekli olarak çalışmasından kaynaklı titreşimden etkilenerek bütünlüğünü yitirmeyen ve zamanla belirli bölümlerde kapının özelliğini kaybetmesine yol açarak insan hayatı için tehlike oluşturmayan malzemeler tercih edilmelidir.

Dünyada ve Türkiye’de çıkan yangınların geneli incelendiğinde, yangına bağlı ölümlerden



Resim 3 - Yangın testi sırasındaki asansör kapısı

büyük bir kısmının duman zehirlenmesinden gerçekleştiği görülmektedir. Binanın herhangi bir katında çıkacak yangın ve buna bağlı oluşacak dumanın diğer katlara taşınması, binada baca görevi de yapabilecek konumdaki asansör boşluğu aracılığıyla olabilmektedir. Asansör boşluğunun katlarla olan bağlantısını sağlayan asansör kapıları bu dumanın ve alevin taşınmasını doğrudan önleyici konumdadır. Genelde asansörler yangın alarmı verildiğinde zemin kata inerek kapılarını açıp fonksiyonsuz olarak beklerler. Yangın anında asansör içinde insanlar olduğunu düşünürsek ve asansörün de belirlenen kata gidebilmek için yangının olduğu kattan geçmesi gerektiğini düşünürsek bu kattan geçtiği sırada asansördeki kişilerin herhangi bir sıcaklık veya dumana maruz kalmamaları gerekmektedir. Bu durumda yine en önemli işlev asansör kat kapılarına aittir. Resim 3’de kapıda kullanılan çeşitli sızdırmazlık elemanlarına ait detaylar gösterilmektedir.



Burada yangın anında genişleyerek boşlukları dolduran ve duman geçişini önleyen özel bant görülmektedir.

Bu bant sayesinde yangın anına kadar asansör kapısının normal görevini rahatça gerçekleştirebilmesi için gerekli boşluklara izin verilirken, yangın anında bu boşlukların kendi kalınlığının 14 katına kadar genişleyebilen bantlarla kapatılarak duman sızdırmazlığını sağlaması esas alınmıştır.

Asansör kapılarındaki I kriterinin ayrıca yangının bina içerisinde yayılmasına etkisi vardır. Burada kullanılan izolasyon malzemesi, hem kapının belirli bir sıcaklığa kadar yangının etkisini azaltmasını sağlamakta, hem de bu özelliğinden ötürü yangının yayılmasını önlemektedir. Bilindiği üzere, alev teması veya belirli bir sıcaklığın üzerine dek ısınma yoluyla, binalarda kullanılan malzemeler alev alabilmektedir. Kapıların izolasyon malzemesi ile kaplanması, bu sıcaklığın veya alevin diğer katlara taşınmasını engelleyip, yangının belirli bir süre çıktığı katta kalmasını sağlayarak, insanlara güvenli bir şekilde binayı tahliye edebilmeleri için gerekli zamanı kazandırmaktadır.

Son yıllarda Avrupa'da yapılan çalışmalarda asansör kapılarındaki izolasyonun üzerinde önemle durulmaktadır. Bu uygulamalarda öncü konumundaki ülke İtalya'da, resmi olmayan tahmini bilgiler son 5 yılda üretilen her 100 asansör kapısından yaklaşık 90'ının izolasyonlu olduğunu göstermektedir. Diğer Avrupa ülkelerinde de oranlar buna yakındır.

Gelişen dünya ve modern mimarinin bir sonucu olarak, dar alanlarda maksimum yaşam ortamı sağlayan gökdelen projeleri doğrultusunda, binalardaki yangın güvenlikleri de arttırılmıştır.

Asansör kapısı üreten firmalar tercihen stabil, kolay uygulanabilen ve insan sağlığına ve çevreye zararı olmayan malzemelere yönelmişlerdir. Bu malzemelerin başında 3 katmandan oluşan kompozit bir yapıya sahip özel paneller tercih edilmektedir. Bu panellerin en önemli özellikleri, kolayca uygulanabilir olmalarıdır. Kullanılan diğer yöntemlerdeki gibi 2-3 farklı malzemeyi, istenilen ölçüde kesip biçerek bir araya getirmek yerine, çeşitli ölçülerde hazır tek bir paneli monte etmek rahatlıkla mümkündür. Bu şekilde işçilik ve zamandan ciddi bir kazanım sağlanmaktadır. Ayrıca diğer malzemelerde, insan sağlığını tehdit eden çeşitli tozlar ve benzeri unsurlar mevcutken, bu panellerde sağlığa zararlı herhangi bir madde bulunmamaktadır.

Bu paneller, çok önemli olan kolay montaj özellikleri sayesinde, eski asansör kapılarının revizyonunda, yerinde, hızlı ve kolay montaj imkânı da sağlamaktadır. Böylece mevcut yangın yönetmeliğine uymayan asansör kapılarını izolasyonlu kapılarla değiştirmek isteyen kullanıcılar, herhangi bir şantiye ortamı yaratılmadan ve çok kısa sürede, bu panellerle yerinde yapılacak değişimle, kapılarını E sınıfından EI sınıfı kapıya revize edebilirler.

Panellerin, akredite kuruluşta sertifikasyon işleminden önce panel üreticisi firmanın laboratuvarında ön teste tabi tutulması mümkündür. Türkiye'den 2 kapı üreticisi firma ile yapılan ön test çalışmalarının raporları ve detayları aşağıda verilmiştir.

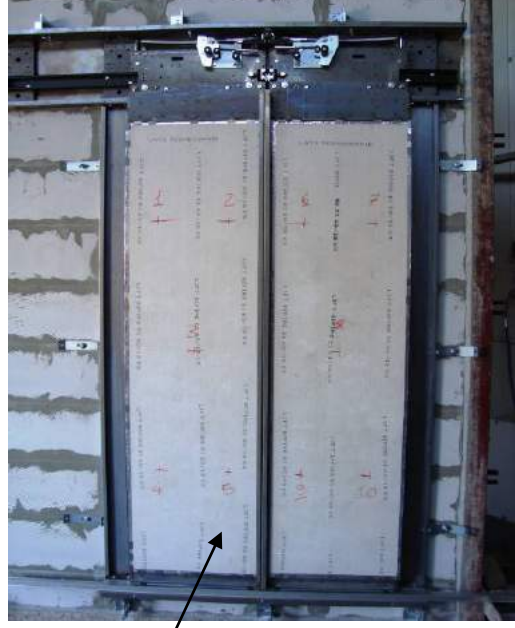
PANELLERİN TÜRK ÜRETİCİLERİN KAPILARI İLE YAPILAN ÖN TEST ÇALIŞMALARI:  
(Bu testlerde 60 dakika izolasyon kriteri dikkate alınarak panel seçilmiştir.)

A Firması Kapı Testi:

Test Öncesi Kapı:



Resim 4 - Test öncesi kapının alev gören yüzü



Resim 5 - Test öncesi kapının izolasyon panelli alev görmeyen yüzü

Test Sonrası Kapı:



Resim 6 - Kapının test sonrası alev gören

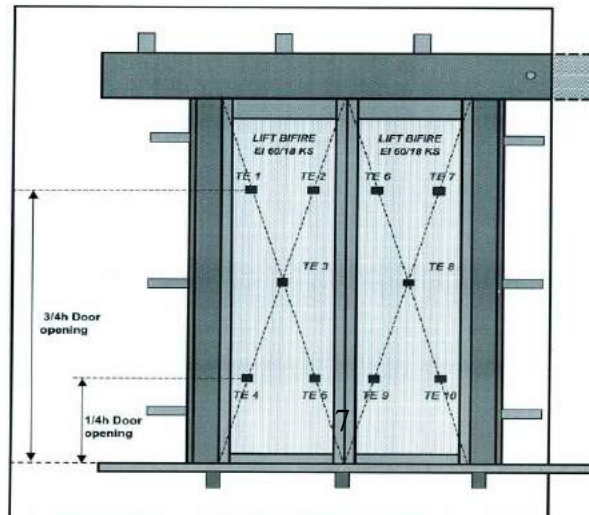
Resim 7 - Kapının Test sonrası izolasyon

Tablo 2 - Türk kapı üreticisi A firmasının ön test sonuç tablosu

yüzü

Time [min.]	Date and hour	LEFT SHUTTER					Mean1 [°C]	RIGHT SHUTTER					Mean2 [°C]	CURTAIN			T Furnace [°C]
		TE 1 [°C]	TE 2 [°C]	TE 3 [°C]	TE 4 [°C]	TE 5 [°C]		TE 6 [°C]	TE 7 [°C]	TE 8 [°C]	TE 9 [°C]	TE 10 [°C]		TE 28 [°C]	TE 29 [°C]	TE 30 [°C]	
64	2010/04/07 10.25.52	87,4	82,0	92,8	84,3	82,1	85,7	97,2	87,4	83,2	86,3	88,2	88	39,6	28,9	27,3	1009
65	2010/04/07 10.26.52	87,4	82,3	93,9	84,2	82,2	86,0	99,5	87,0	83,5	85,7	88,1	89	40,0	28,3	25,1	1009
66	2010/04/07 10.27.52	87,5	82,6	92,6	84,6	82,4	85,9	103,0	87,0	84,1	85,7	88,2	90	41,0	28,6	27,8	1011
67	2010/04/07 10.28.52	87,6	83,2	91,8	83,9	82,0	85,7	107,0	86,6	84,5	85,2	87,8	90	41,0	29,3	26,1	1015
68	2010/04/07 10.29.52	87,8	83,4	93,5	84,0	82,7	86,3	112,9	86,2	84,8	84,9	87,8	91	39,7	27,8	28,2	1017
69	2010/04/07 10.30.52	88,0	84,4	94,9	83,7	82,5	86,7	119,6	85,8	84,6	83,8	87,2	92	38,6	27,3	24,0	1017
70	2010/04/07 10.31.52	89,1	86,9	97,7	84,1	82,7	88,1	127,2	86,7	85,9	84,0	86,9	94	41,2	29,5	25,1	1028
71	2010/04/07 10.32.52	90,4	88,9	100,2	84,7	83,1	89,5	135,2	87,3	86,6	83,6	85,9	96	41,4	29,5	26,0	1027
72	2010/04/07 10.33.52	92,0	92,2	103,5	85,2	83,2	91,2	143,2	88,9	88,4	83,3	85,7	98	41,8	30,0	27,0	1024
73	2010/04/07 10.34.52	94,1	96,2	108,8	85,4	83,5	93,6	150,9	91,3	91,5	83,5	85,5	101	43,6	29,8	26,6	1027
74	2010/04/07 10.35.52	96,6	102,3	116,1	85,5	83,1	96,7	156,9	93,0	93,6	83,1	84,1	102	41,9	30,1	27,4	1033
75	2010/04/07 10.36.52	99,4	113,6	124,9	86,0	83,6	101,5	163,1	95,7	96,8	81,9	83,1	104	38,8	31,5	28,6	1031
76	2010/04/07 10.37.52	103,1	128,0	136,1	86,2	83,9	107,5	172,1	100,8	104,4	83,2	83,9	109	44,2	32,6	28,9	1037
77	2010/04/07 10.38.52	106,8	140,3	145,5	86,1	84,1	112,6	178,3	106,0	114,4	84,0	84,3	113	44,9	32,1	28,6	1039
78	2010/04/07 10.39.52	112,6	150,5	155,5	86,2	84,4	117,8	183,3	112,3	126,0	85,5	84,8	118	45,8	32,5	27,6	1043
79	2010/04/07 10.40.52	128,6	158,6	164,8	86,1	84,6	122,9	187,3	119,8	136,8	89,0	84,9	124	45,8	32,1	27,3	1042

TERMOCOUPLE'S LEGEND : TE 1-10 Termocouple for the measurement of the increase of this mean temperature of 140°C and maximum temperature of 180°C



Resim 8 - Ön test sırasında kapı üzerine yerleştirilen thermocoupleların dağılımı.

Yukarıda A firmasının merkezi sistem tam otomatik kapılar için yapmış olduğu test sonuçları verilmiştir.

Tablo 2'de 78. dakika sonunda kapı üzerindeki thermocouple ölçümleri görülmektedir. Kapı üzerine resim 5 de görüldüğü gibi 10 adet thermocouple yerleştirilmiştir. Test başladıktan 78 dakika sonra 1043 °C de Resim 8 de görülen 6 numaralı thermocouple 180°C limitini aşmıştır. Bu raporlar incelendiğinde resimlerde görülen kapı, EI 60 sertifikası almaya uygundur.

(Kapının test sonrası çekilen resimlerinde izolasyon panelleri çıkartılmıştır. )

#### B Firması Kapı Testi

#### Test sonrası Kapı Resimleri

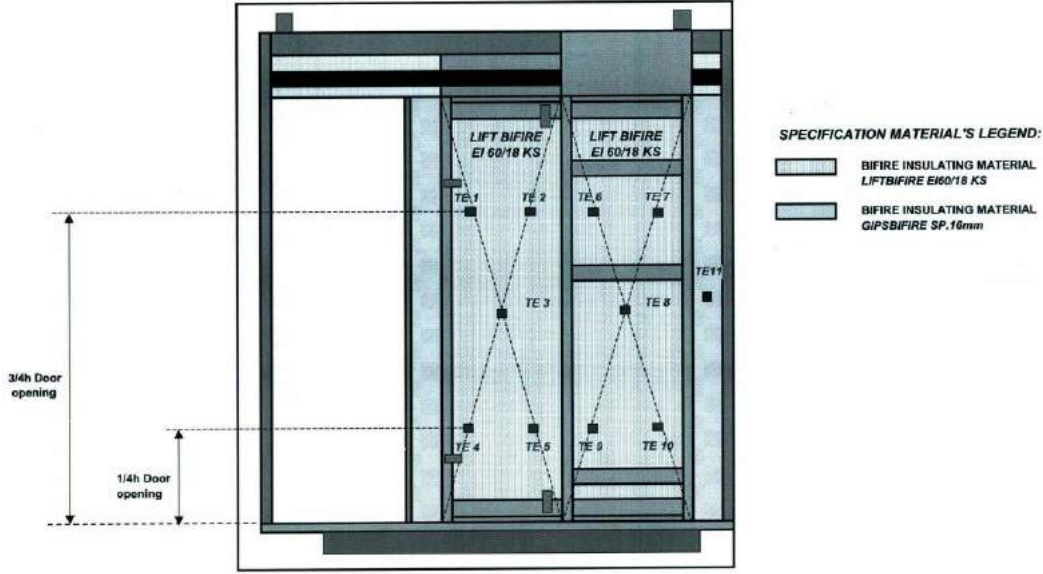


Resim 9 - Kapının İzolasyon paneli olan alev görmeyen yüzü.



Resim 10 - Kapının alev gören yüzü.

TERMOCUPLE'S LEGEND : TE 1-10 THERMOCUPLE FOR MEASUREMENT OF INCREASE THE MEAN TEMPERATURE OF 140°C AND THE MAXIMUM TEMPERATURE OF 180°C  
TE 11 THERMOCUPLE FOR MEASUREMENT OF INCREASE THE MAXIMUM TEMPERATURE OF 360°C



B firması tarafından gerçekleştirilmiştir.

Resim 11 - Ön test sırasında kapı üzerine yerleştirilen thermocoupleların dağılımı.

Tablo 3 - Türk kapı üreticisi B firmasının ön test sonuç tablosu.

Time [min.]	Date and hour	LEFT SHUTTER					Mean1 [°C]	RIGHT SHUTTER					Mean2 [°C]	RIGHT JAMB			CURTAIN	T Furnace [°C]
		TE 1 [°C]	TE 2 [°C]	TE 3 [°C]	TE 4 [°C]	TE 5 [°C]		TE 6 [°C]	TE 7 [°C]	TE 8 [°C]	TE 9 [°C]	TE 10 [°C]		TE 11 [°C]	TE 28 [°C]	TE 29 [°C]		
69	2010/04/09 10.24.37	100,1	149,5	84,9	84,8	74,4	99	99,8	106,3	114,6	93,6	91,6	101	277,1	71,4	35,3	42,8	1026
70	2010/04/09 10.25.37	101,2	160,6	85,4	85,4	73,7	101	102,7	107,5	121,3	94,3	92,1	104	281,8	73,0	36,4	47,6	1030
71	2010/04/09 10.26.37	102,1	172,1	85,6	85,6	73,4	104	106,4	108,5	128,3	94,8	92,5	106	286,4	73,9	38,9	43,3	1029
72	2010/04/09 10.27.37	103,6	188,3	86,2	86,2	73,8	107	110,8	110,2	135,1	95,6	93,0	109	290,0	75,8	39,4	40,5	1031
73	2010/04/09 10.28.37	105,7	209,6	87,1	86,4	73,9	110	116,0	112,4	141,2	96,4	93,8	112	293,0	76,7	40,0	45,9	1034
74	2010/04/09 10.29.37	108,0	230,4	88,5	86,7	74,2	113	121,6	115,4	147,4	97,4	94,8	115	295,2	78,6	40,9	46,9	1040
75	2010/04/09 10.30.37	111,4	251,2	90,7	86,7	74,2	115	129,4	118,9	155,4	98,3	95,8	120	298,1	75,0	38,2	44,0	1042
76	2010/04/09 10.31.37	115,4	272,0	92,4	86,7	74,3	118	137,0	124,0	162,8	99,2	96,9	124	299,1	76,2	37,8	45,2	1041
77	2010/04/09 10.32.37	119,8	292,8	94,6	87,2	75,2	121	143,9	131,4	170,1	100,3	98,2	129	302,0	79,7	39,0	47,4	1036

Yukarıdaki tablodan da görüldüğü üzere resim 11 de görülen 2 numaralı thermocouplede 72. dakikada 180°C sıcaklık aşılmıştır. Böylelikle B firması da yapılan ön test çalışması sonucunda izolasyon panellerini kullanarak EI 60 sertifikasyonu için kapılarını onaylı test kuruluşuna göndermeye karar vermiştir.

SONUÇ olarak, Türkiye'deki yangına dayanımlı asansör kapılarının 60 dakika yangın izolasyonlu imalatında panel kullanımı, ön test çalışmaları ile de ispatlanmıştır. Malzemelerin izolasyon niteliği, ömrü, sağlamlığı, kesilerek şekil verilebilme özelliği, rahat montajı ve stok kolaylığı, bu panelleri asansörlerde ısı izolasyonlu kapı yapımında ön plana çıkartmaktadır.

KAYNAKÇA:

- 1- TS EN 81-58 Şubat 2006
- 2- TS EN 1363-1 Nisan 2001
- 3- TS EN 1363-2 Mart 2002
- 4- TS EN 1634-1 Nisan 2003
- 5- Türkiye’de Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Ağustos 2009

# ENCODER TEKNOLOJİSİ VE ASANSÖR UYGULAMALARI

Alparslan TEMUR  
Akantel Elektronik San. Tic. Ltd. Şti.

## ÖZET

Asansör uygulamalarında gelişen kumanda sistemleri ve uygulamaları gün geçtikçe artan frekans kontrol üniteleri kontrol ettikleri motorların duruş ve seyir konforlarının denetlemektedir. Bu tür bir kontrolün gerçekleşmesi için motor dönüş hareketinin uygun bir yerinde mekanik olarak irtibatlı encoder sayesinde sağlanmaktadır. Ayrıca asansör şaftındaki kabin hareketi de benzeri bir mekanik takip hattına bağlı encoder sayesinde hassas olarak okunup digital ortama aktarılarak hassas kontrol sağlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Encoder , artımsal ,ardışık.

## 1-GİRİŞ

Hassas kontrollu makinelerin tüm hareketleri ve pozisyon bilgileri farklı tipte ve modelde encoderlar ile sağlanmaktadır. Yıllardır çeşitli tipte ve teknolojiye üretilen encoderlar temel olarak mekanik hareketi farklı tipte digital sinyale dönüştürmek üzere tasarlanmıştır. Birim mekanik hareket genellikle farklı sayıda digital pals haline dönüştürülür. Bu palsler kullanılan teknolojiye göre tur başına 64 pals ten 10000 pals e kadar çıkabilir. Encoder iç yapısı genel olarak üzerinde farklı sayıda boşluklar olan bir döner diskin her iki tarafında bulunan alıcı verici optik ileticinin ışık iletim yolunun kontrol edilmesinden oluşur. Disk üzerindeki yapıya bağlı olarak encoder pals çıkış farklı fazlarda ve açılarda olabilir. Ayrıca dairesel olarak bulunduğu açı ve başlangıç bilgisinin farklı data formatında üretebilen encoderlarda mevcuttur.

## 2\_ ENCODER TIPLERİ:

- a- Mutlak tip (absolute)
- b- Artımsal tip (Incremental)
- c- Endat
- d- Hiperface

### Mutlak Tip (Absolute) Encoderler

Bu Encoderlar, her pozisyonlarında farklı sayıdaki bitlerden oluşan dijital bit dizileri şeklinde birbirine benzemeyen çıkışlar üreterek, gerçek pozisyonlarını tam olarak gösterirler. Enerjisi kesilse bile mevcut durumunu korur.

### Artımsal Tip (Incremental) Encoderler

Bu Encoderler, her pozisyonda benzer çıkış sinyalleri (Kare Dalga) üretirler. Bu sinyaller hız ölçümü (bir Takometre ile birlikte) yada sayma işlemi için (bir Sayıcı ile birlikte) kullanılabilirler.

Bu tip encoderlar absolute encoderlardan farklı olarak enerjilendikleri anda buldukları yeri 0 kabul eder ve bunun üstüne işlem yapar.

Ve Absolute Encoderlar, Incremental Encoderlara göre daha pahalıdır.

512 / 1024 / 1048 / 4096 pals ve üstü encoderlar mevcuttur. Bu palsler encoder 'ın 1 tam tur

attığında üreteceği pals sayısıdır. Tabiki 4096 palsli bir encoder daha hassastır. Çünkü nokta aralıkları daha azdır.

Örneğin bir motor 'a bağlı encoder 'ın pozisyonuna göre motorun kontrolünü sağlayabiliriz, hangi pozisyonda olduğuna göre feedback alıp işlemlerimizi ona göre düzenleyebiliriz.

**Hata! Bağlantı geçersiz.**

**TTL-Sine encoder (1Vss)**

**Hata! Bağlantı geçersiz.**

**HTL enkoder (30V)**

## Endat Encoderlar

Bu tür encoderlar diğer artımsal ve mutlak encoder yapısını içinde barındırmaktadır. Buna ilave olarak yapı içinde bazı matematiksel bilgilerin saklanması sağlayan hafıza bölümü ve dönüş hareketin mekanik kalitesini izleyen iki adet sinyal çıkış bulunmaktadır.

Bunun ile beraber diğer encoderlarda digital pals çıkış olarak dışarı veriel tüm sinyaller yerine seri haberleşme yapısı ile bilgiler aktarılmaktadır. Bu sayede dış etkilerden büyük oranda korunmuş ve kararlılığı kontrol edilebilen sinyaller elde edilmektedir.

Son yıllarda asansör teknolojisinde kullanılmaya başlanan düşük hızlı senkron motorların hemen hemen tümünde endat encoderlar kullanılmaktadır. Bunun nedeni direk t olarak tahrik kasnağına bağlı olan motorda düşük devirde ve kararlı dönmesi beklenmekte ve seyir konforu elektronik sistem tarafından denetlenmektedir. Şekil 1 de Endat encoder örnek bağlantısı görülmektedir.

1	DATA	Absolute encoder ile iletişim için data line
2	/DATA	Data line tersi
3	U + sens	Sensör kablosu + enkoder gerilimi
4	+5V_REG	Controlled + 5V güç kaynağı
5	DGND	Absolute encoder'ın besleme toprağı
6	-	N.C.
7	B	Track B
8	-	N.C.
9	/CLK	Clock sinyali ters
10	CLK	Seri transfer için clock sinyali
11	U – sens	Sensör kablosu + encoder gerilimi
12	A	Track A
13	/A	Track A ters
14	/B	Track B ters
15	GND_A_B	Dahili ekranlama için topraklama
housing		ekranlama



## Şekil 1

### ASANSÖR UYGULAMALARI:

Encoderler genellikle hız kontrol sistemi ile çalışan asansör uygulamalarında kullanılmaktadır. Burada amaç iki amaç gözetilmektedir. Birincisi istenilen hızda motorun dönmesine sağlamak yani motor dönüşün denetlemektir. Bu sayede yük altında motor devir düşüşleri hissedilerek ilave düzeltmeler yapılmaktadır. İkinci işlem ise kat duruşlarındaki hassas duruşu sağlamaktır.

Diğer bir kullanım alanı ile asansör kabininin shaftın içinde bulunduğu konumun belirlenmesidir. Bu sistem ile tüm shaft durumu hassas olarak izlenebilmektedir.

### KAYNAKÇA

- 1.Ziehl Abegg AG
- 2.Hidenhain

# ASANSÖR UYGULAMALARINDA HALOJENSİZ KABLO KULLANIMI

MUSTAFA KAVUKCU

\*KALİTE ve ÇEVRE & İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ DİREKTÖRÜ  
THYSSENKRUPP ASANSÖR SANAYİ ve TİCARET A.Ş.\*

[mustafa.kavukcu@thyssenkrupp.com](mailto:mustafa.kavukcu@thyssenkrupp.com)  
[mustafakavukcu@ttmail.com](mailto:mustafakavukcu@ttmail.com)  
[mkavukcu@tnn.net](mailto:mkavukcu@tnn.net)

ÖZET: Bu çalışmada, Asansör sektöründe kullanılan ve kullanılması gereken kablolardan bahsedilecektir.

Asansör ve Yürüyen Merdiven/Bantlarda kullanılan kablolar PVC (Poly Vinyl Chloride) esaslı kablolardır. Kullanılan kabloların PVC olmasına karşın gerek Yerel gerekse Uluslar arası Yönetmeliklerde açık bir şekilde belirtildiği gibi kullanılması gereken kablolar **Halojensiz** kablolardır.

Bu konu Yönetmeliklerde bazen Halojensiz kablo olarak doğrudan ifade edilirken bazı yönetmeliklerde dolaylı olarak belirtilmekte veya referans verilmektedir.

Konunun anlaşılabilir olması için aşağıdaki kabuller daima göz önüne alınmalıdır.

- 1- Yönetmeliklerin gereklerini yerine getirmek yayınlandığı tarihten itibaren **zorunludur**.
  - 2- Standart uygulamaları veya Standartlara uygun davranmak yayınlandığı tarihten sonra uygulamaları beklenmesine rağmen **ihtiyaridir**.
- Konu başlığı ile ilgili Yönetmelik ve standartlar ise aşağıdaki gibidir.

1- Asansör Yönetmeliği	( 95 / 16 / AT)	15.02.2003 RG# : 25021
2- a) Makine Yönetmeliği	( 98 / 37 / AT )	30.12.2006 RG# : 26392
b) Makine Yönetmeliği	( 2006 / 42 / AT)	03.03.2009 RG# : 27158
3- Yapı Malzemeleri Yönetmeliği	(89 / 106 / AT)	08.09.2002 RG# : 24870
4- Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği		30.11.2000 RG# : 22280
5- a) Binaların Yangından Korunması hakkında Yönetmelik		19.12.2007 RG# : 26735
b) Binaların Yangından Korunmasına Değişiklik Yapılması hakkında Yönetmelik		09.09.2009 RG# : 27344

## I- GİRİŞ

Günümüzde asansör sektörü her sektörde olduğu gibi gelişen sosyal ve demografik özelliklere bağlı olarak kullanımını artmaktadır.

Özellikle büyük şehirlerde gelişmenin yatay gelişmeden ziyade dikey gelişme olduğunu rahatça görebiliriz. Bu duruma en iyi örnek özellikle yeni yapılan binaların Yüksek katlı özellikler taşımasıdır.

Tabi ki bu gelişme paralelinde ilave sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başlıca olanları şunlardır;

- Binaya ulaşım ve/veya ulaşımın zorluğu
- Park yeri problemi
- Binanın içinde yaşayanların acil bir durumda tahliye zorluğu vs

Yüksek Binalarda bu tür acil sorunların başında gelen problemlerden biride yangındır. Bilindiği gibi Yangın esnasında zamanlama çok önemli olup hayati bir önem arz etmektedir.

Günümüzde Binaların Yangından Korunması Yönetmeliği ile belirtilen asansör kapıları **TS EN 81-58** Standardında belirtilen işaretleme sistemine göre adapte edilmeye çalışılmaktadır. Bu konuda ilgili çeşitli Bakanlıklar ve Sektörel Derneklerden çeşitli öneriler sunulmaktadır. Fakat Asansör pazarında henüz Asansör kat kapılarının yangına dayanımı konusunda ortak bir karara varılmamıştır.

Yangına dayanıklı kapılar esasen binada herhangi bir katta çıkan yangının diğer katlara sıçramasını ve/veya yayılmasını önlemek içindir.

Bahsi geçen bu kapılar kadar önemli diğer bir hususta Asansör kuyularında ve Makine dairelerinde kullanılan kablolardır

Yangın esnasında asansörlerde kuyu içinde var olan kabloların yanması ile ortaya çıkacak zehirli gazlar çıkması potansiyel bir tehlikedir.

Yangında ortaya çıkan zehirli duman Asansör kuyusunun baca etkisi yapması nedeniyle binanın üst katlarına hızla yayılmaktadır.

British Medical Journal da yayınlanan bir makalede "Malzemelerin yanmasından kaynaklanarak ortaya çıkan "Duman ve Gazların" ın sebep olduğu can kayıpları 70%'in üzerindedir."denmiştir.

İşte bu noktada Halojensiz kablolar son derece önem arz etmektedirler.

Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle Halojenin ne olduğunun ve insan sağlığı üzerinde nasıl bir etkisi olduğunun bilinmesi gerekir.

Bünyesinde, aşağıda belirtilen Halojen esaslı maddeleri barındıran, yalıtım ve kılıf malzemelerinin yanması sırasında oluşan gazlara Halojen maddelerdir diyebiliriz.

Zehirli Halojenleri meydana getiren Halojen bileşimleri aşağıdadır.

- **Hidrojen klorid** (HCL) Hacimce yüzde 0,1 hidrojen klorür gazı İçeren havanın solunması birkaç dakika içinde ölüme yol açabilir. Derişik hidroklorik asit ise deride yanıklara neden olur.
- **Hidrojen florid** (HF) Düşük miktarda inhalasyona maruz kala Hastalarda iritan semptomlar gelişir ve aşırı maruziyet bronşial ve pulmoner yıkım nedenidir. İnhalasyonu takiben ölüm akut AC yaralanması sonucu olabilir.
- **Hidrojenbromide** (HBr) Hidrojen bromür, oda sıcaklığında renksiz olan bir gazdır. Bu gaz deriyi, gözü ve teneffüs yolları mukozasının zarlarını oldukça tahriş eder.

*Inhalasyon: Katı ya da sıvı maddelerin hava yollarına girmesi.*

*iritan:tahriş edici*

*Pulmoner:Akciğer ile ilgili*

Yukarıdaki belirtilen maddelerden de anlaşılacağı gibi yangın esnasında oluşan gazların ortaya çıkardığı duman kolay kaçıışı engelleyen bir ortam yaratarak panik olgusunu tetikler.

Ayrıca yangın esnasında ortamda bulunan insanların, açığa çıkan CO<sub>2</sub> gazından ve yaşanan panikten dolayı nefes alma hızları artar, ortamdaki CO gazının artışından dolayı kandaki oksijen miktarı azalır, Toksik gazların açığa çıkmasını ise kas hareketlerini azaltır (örnek HCL gazı).

Toksik gazlar solunum sistemini negatif etkiler ve merkezi sinir sistemini çökertir. Dumanın etkisi ile insanın ciğerinde Asfeksi (Oksijen yokluğundan ileri gelen boğulma) denilen reaksiyon meydana gelir ile oksijen oranının 15 - 17%’den daha az olması yaklaşık 15 dakika içinde öldürücü olur. Ayrıca yangının meydana getirdiği ısı susuzluk, aşırı yüksek vücut ısısı ve bunlara bağlı kalp krizi geçirmelerine sebep olur.

Önemli noktalardan biride Toksik gazların açığa çıkış hızı ile tehlikeli miktara ulaşma hızı “yanıcı malzemelerin” tehlikeli olarak sınıflandırılabilmesi için en kritik faktörlerdir.

Bu durum PVC Kablolar ve Halojensiz kablolar arasındaki farkları aşağıda gösterilen grafiklerde açıkça görülmektedir.

Asansör pazarında var olan ve yeni montajı yapılan asansörlerin kabloları büyük bir çoğunlukla PVC esaslı kablolardır. Yani Halojen ihtiva eden kablolardır.

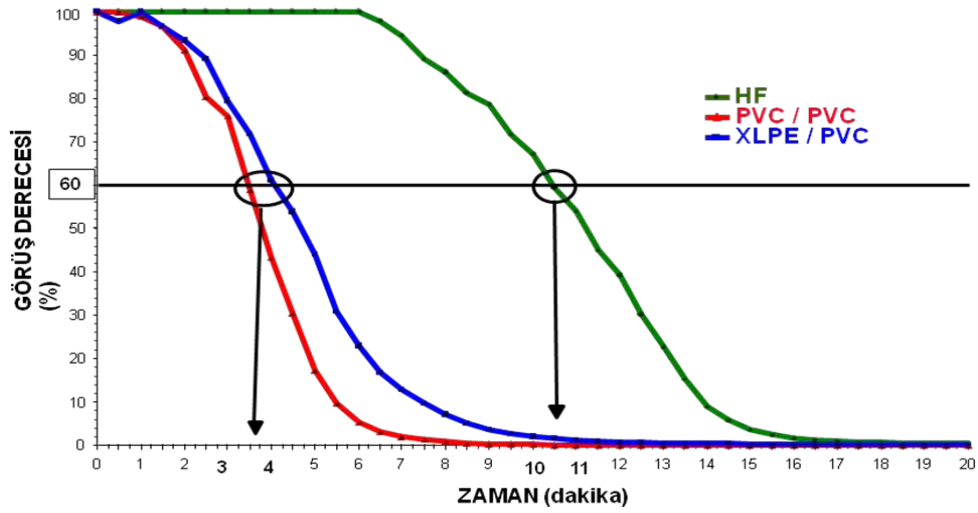
Karşılaştırma amaçlı olarak aşağıda Halojensiz kablolar ile PVC esaslı kabloların yangın esnasındaki davranışlarını göreceksiniz.

- Halojensiz kablolar, PVC esaslı standart kablolarla oranla çok düşük seviyede duman oluşturur ve yangın esnasında ortamın görüş derecesi yüksek kalır. (>60%)
- Kapalı ortamlarda (küçük yangınlar) Halojensiz kabloların yanması durumunda en az 10-11 dakika boyunca yüksek görüş derecesi garanti edilmektedir. (ISO/TR5924 testi)
- Açık ortamlarda (büyük yangınlar) Halojensiz kabloların yanması görüş derecesini kötüleştirmez. (SBI testi: görüş derecesi daima 60%’den daha fazladır)

Aşağıdaki iki grafiklerde “Kapalı Ortamlarda Küçük Yangınlarda” ve “Açık Ortamlarda Büyük Yangınlar” daki PVC esaslı kablolar ile Halojensiz Kabloların karşılaştırmasını göreceksiniz.

### KAPALI ORTAMLARDA KÜÇÜK YANGINLAR

ÇİFT KİŞİLİK ODA (ISO/TR 5924) - 20 kW/m<sup>2</sup> - DUMANDA GÖRÜŞ DERECESİ (3x2,5 kablo)



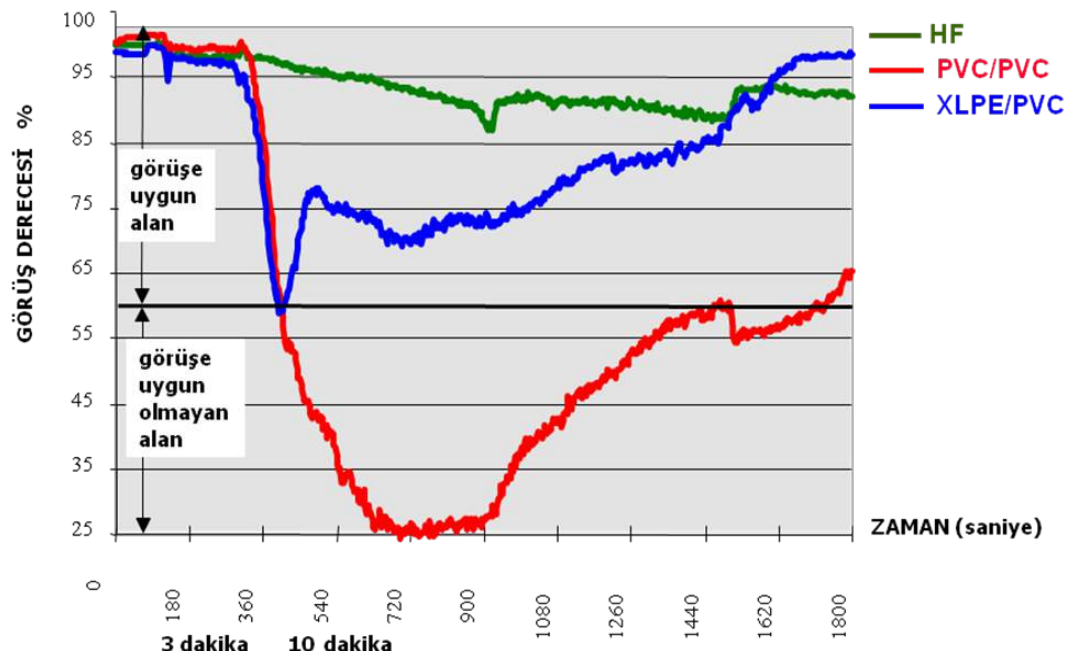
**HF** : Halojensiz kablo

**PVC** : Polivinil kablo

**XLPE** : Çapraz Bağlı Polietilen kablo

### AÇIK ORTAMLARDA BÜYÜK YANGINLAR

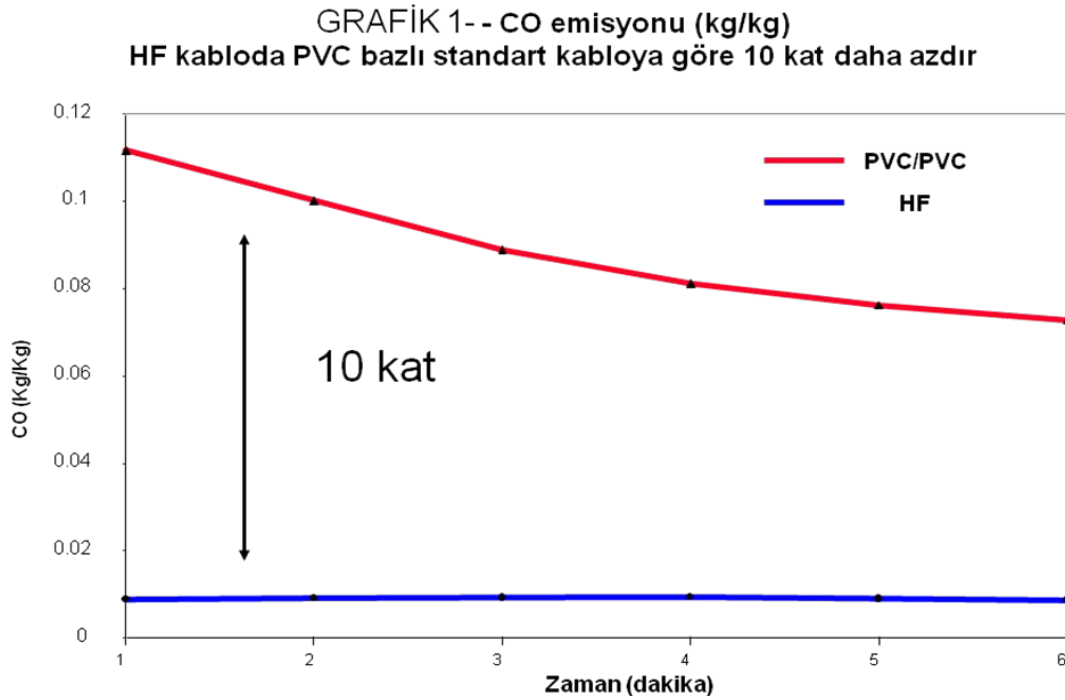
SBI testi- GÖRÜŞ DERECESİ (3x2,5 kablo)

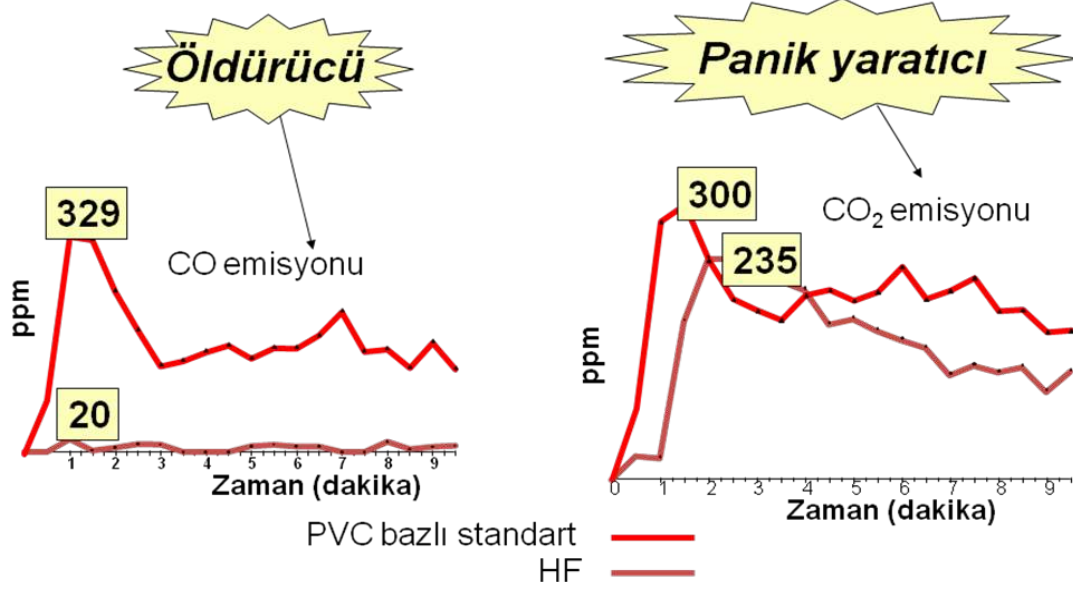


## II- İNSAN HAYATI DÜŞÜNÜLEREK HF ve PVC BAZLI STANDART KABLOLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

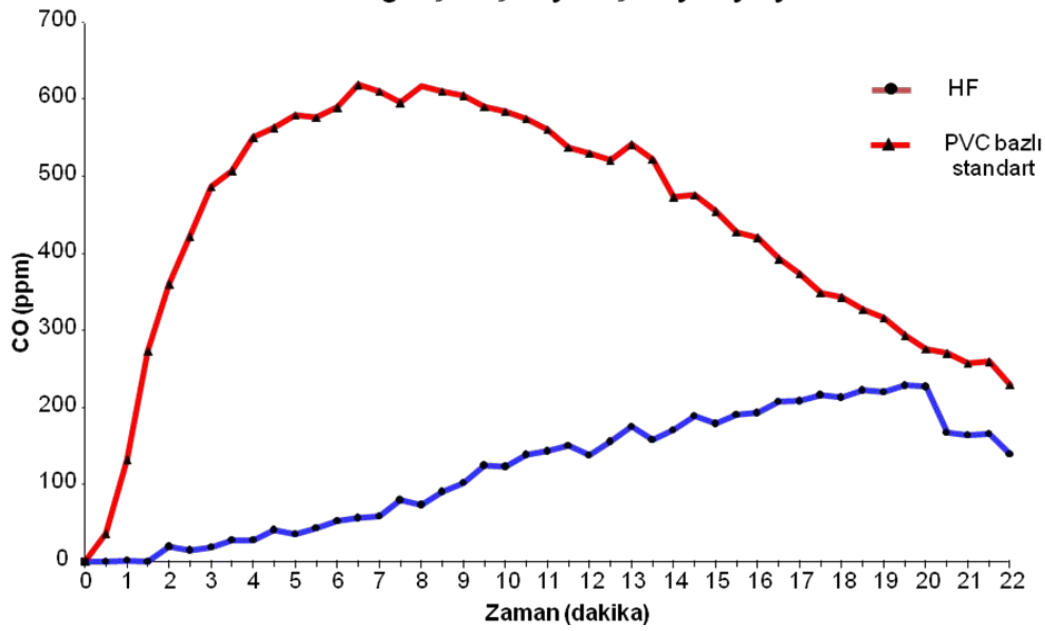
(Küçük ve Büyük derecedeki yangın durumu) grafiklerden görüleceği üzere:

1. HF kabloları yapısal olarak PVC bazlı standart kablolarına göre daha az tehlikelidir. Kg başına CO emisyonu **10 kat daha azdır.** (Grafik 1)
2. HF kablolarının içindeki tehlikeli bileşenler **yangın başladıktan uzun süre sonra** açığa çıkmaya başlar. (örneğin CO<sub>2</sub> ve CO oranı uzunca bir süre düşük seviyede kalır) Yangının ilk ve en önemli bölümleri daha az tehlikelidir. (Grafik 2)
3. HF kabloları yanmaya başladıktan sonra, **CO değeri tehlikeli seviyelere çok yavaş ulaşır** ve en yüksek seviyesi **PVC bazlı standart kablolardan 25% daha aşağıda** kalır. (Grafik 3)
4. PVC bazlı standart kablonun HCL emisyonu çok tehlikelidir. **HF kabloları HCL içermez.** (Grafik 4)

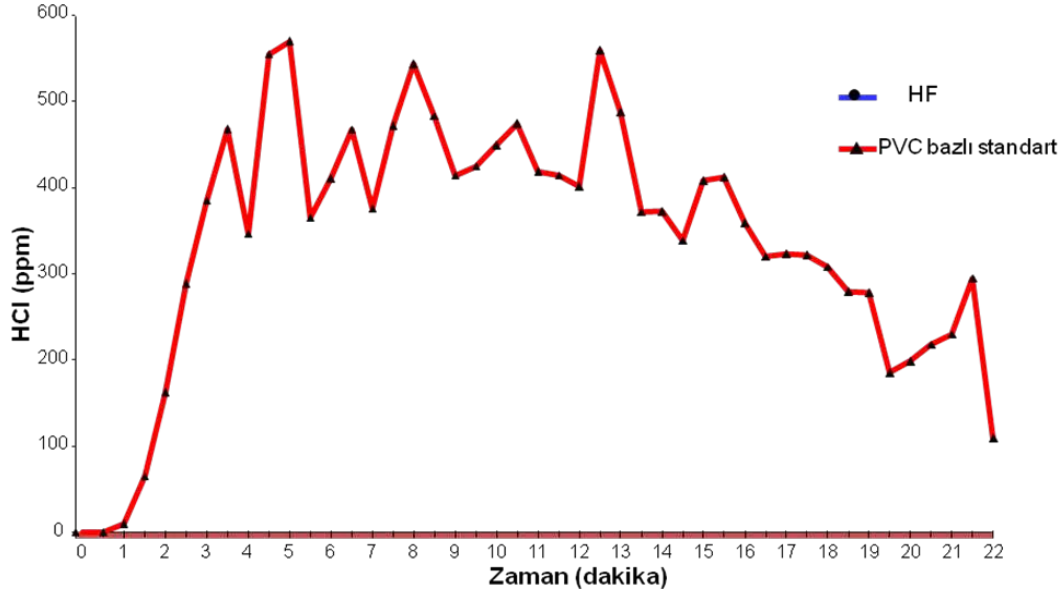


GRAFİK 2 - CO ve CO<sub>2</sub> emisyonu (PPM/zaman)

ppm, (İng.: Parts per million) [milyonda](#) bir birime verilen isimdir.

GRAFİK 3 - SBI testi - CO gelişimi  
HF kablo CO gelişimi çok yavaş ve yataya yakındır

GRAFİK 4 - SBI testi - HCL gelişimi  
HF kablo HCL açığa çıkarmaz



**Halojeniz ve PVC esaslı standart kablo arasında performans karşılaştırması:**

	HF	PVC Bazlı Standart kablo
<b>Aleve dayanıklılık (IEC 60332.1)</b>	✓	✓
<b>Aleve dayanıklılık (IEC 60332.3 Kat. C)</b>	✓	-
<b>HCl emisyonu(kalorimetre)</b>	0	5 dakikada 500 ppm
<b>CO emisyonu (kalorimetre)</b>	2 dakikada 20 ppm	3 dakikada 330 ppm
<b>Dumanda görüş derecesi düşüşü</b>	10.5 dakikada 60%	3.5 dakikada 60%
<b>Çekme kuvveti</b>	12.5 Mpa	12.5 Mpa
<b>Maksimum uzama</b>	125%	125%
<b>Minimum kıvrılma yarıçapı</b>	14 mm	14 mm
<b>Aşınma dayanımı</b>	aynı	aynı

Mpa: Megapascalda basınç birimi

Basınç her inch karede (psi) veya megapascalda (Mpa) çekme yaparak artar.

1 Mpa mm kare başına 1 newtona eşittir.



Halojensiz malzeme kullanılan yerlerde Kurtarma ekipleri ve itfaiye ekipleri, yangın ortamına ulaştıkları zaman, kurtarma ve yangın söndürme çalışmaları için çok daha rahat bir ortam bulacaklardır.

ABD’de yapılan istatistiklere göre; yangın ekiplerinin, çalışmaları esnasındaki ölüm oranları aşağıdaki sebeplerden oluşmaktadır:

50% kalp krizi

21% dumandan boğulma

14% şok

2% yanma

80% ölüm sebebi CO ve diğer toksik gazların solunmasından kaynaklanmaktadır.

20% ölüm sebebi oksijen yetmezliğinden kaynaklanmaktadır.

Aynı istatistikler göstermiştir ki; bina sakinleri için ilk 3-4 dakika çok önemlidir.

Sonraki 10-15 dakika ise kurtarma ekipleri için çok önemlidir.

Düsseldorf havaalanı yangını ile ilgili resmi rapor (Nisan ‘96) göstermektedir ki:

17 insan 11.04 .1996 da toksik gazlardan zehirlenerek ölmüştür. PVC esaslı standart kablolar yanan tüm malzemelerin 24%’üdür.

“ ... ana öldürücü CO olup, PVC bazlı standart kabloların yanması sonucu BİNA, DUMAN İLE DOLARAK ÖLÜMLERİN ARTMASINA SEBEP OLMUŞTUR.

Daha fazla görüş seviyesi ve daha az toksik duman olması durumunda, 17 insan hala sağ olabilirdi...”

PVC esaslı standart kabloların kendinden sönmürlülük özellikleri daha fazla olmasına rağmen, aynı şekilde yanmaya devam ederler. Çünkü alevler diğer malzemeler tarafından beslenirler (polystyrene rigid foam). ENGELLENMESİ GEREKEN ASIL PROBLEM TOKSİK GAZ VE DUMAN ÇIKIŞIDIR.

PVC bazlı kabloların yanmasından dolayı açığa çıkan HCL gazı elektronik, elektrik, mekanik ve elektromekanik cihazlara ve hatta metalik yapıya da CİDDİ OLARAK zarar verir. Aşağıda, PVC bazlı standart kablo döşenmiş olan EVİMİZDE oluşacak POTANSİYEL ZEHİR ve KOROZYON miktarları gösterilmektedir.

100 m<sup>2</sup> bir dairede ortalama 800 metre kablo kullanılır.

800 metre kablo (1x1,5 - 1x2,5) 15 kg plastik malzeme içerir.(bakır hariç)

800 metre PVC bazlı standart kablo 36 şişe KLORİK ASİT oluşturacak kadar miktarda HCL gazı açığa çıkarır.(evlerde en çok bilinen asit türüdür)

Özetlersek Halojensiz Kablolar PVC esaslı Kablolara göre aşağıdaki önemli avantajlara sahiptir.

1-Alev geciktiricilik

2-Düşük duman yoğunluğu

3-Korozif ve zehirli gaz yaymama

4-Yalıtımın yangın şartlarında uzun süre işlevini görmesi

5-Kablo sistemlerinin yangın şartlarında belirtilen sürede fonksiyonelliğinin devamı.

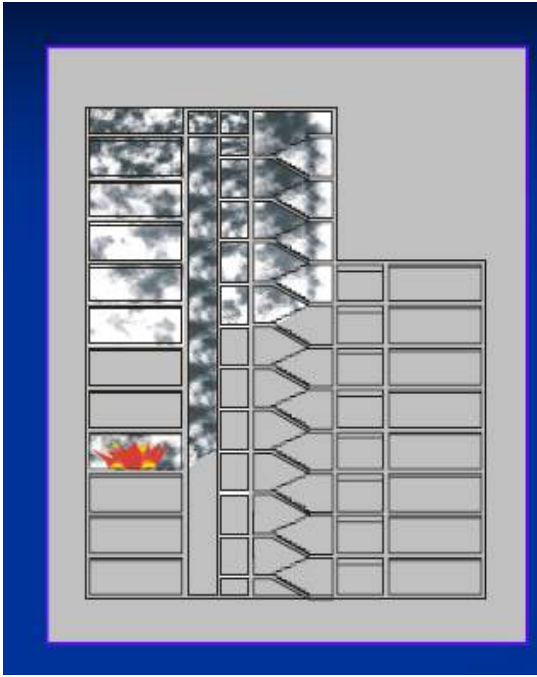
6-Alev geciktirici malzeme tutuşmaya karşı dirençlidir.

7-Tutuşsa da alevin yürümesini engeller.

### III- ASANSÖR UYGULAMALARINDA HALOJENSİZ KABLO KONULARI

Yangın Esnasında binada bulunan tüm düşey bağlantılar (merdivenler, asansör kuyuları, aydınlatma boşlukları, koridorlar, katlar vs..) çok kritiktir.

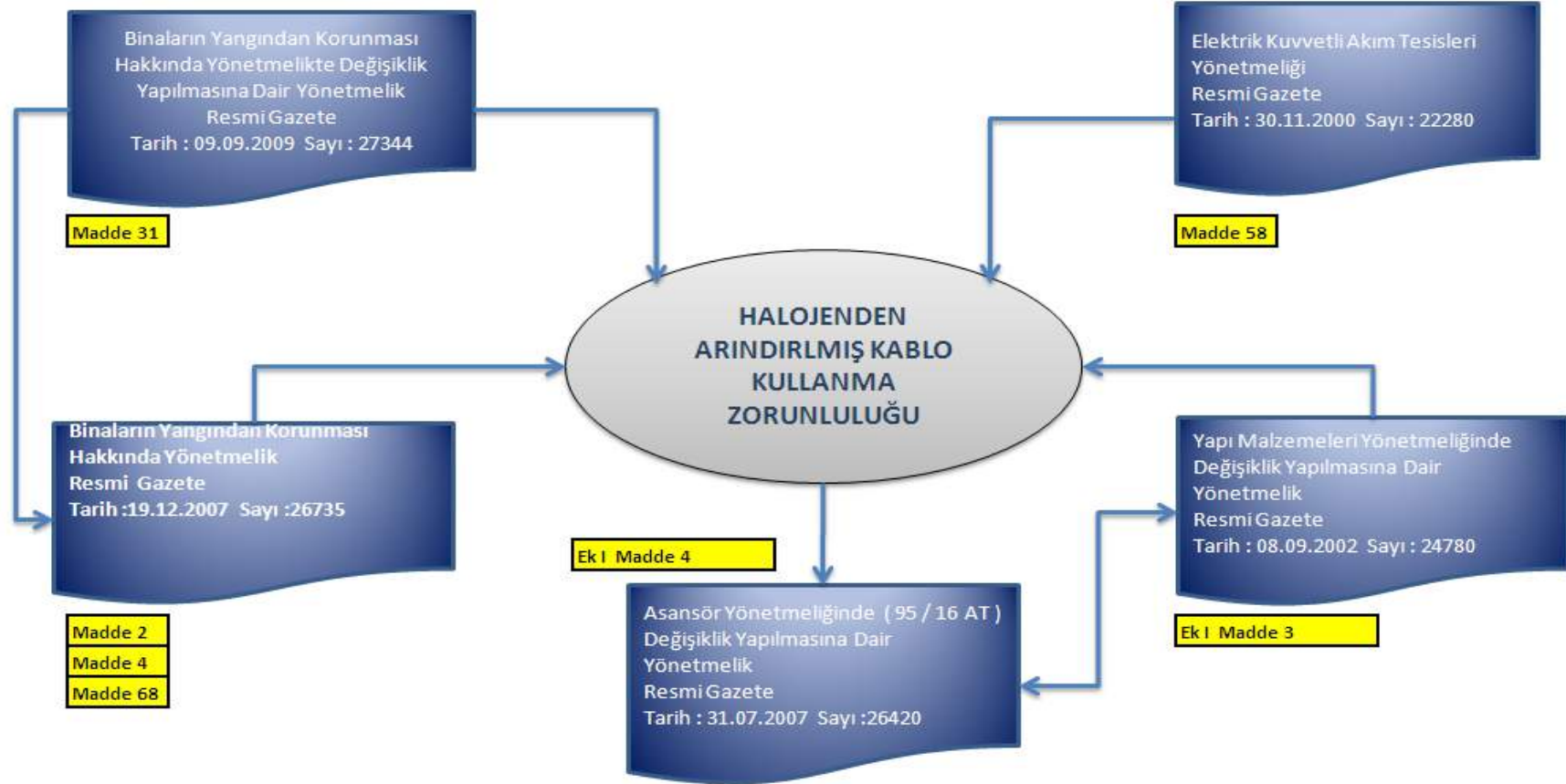
- Bir binadaki yangın ve **çıkardığı duman yukarı yöne doğru seyreder.**
- **Asansör kuyusundaki yangın** ve dumanı (herhangi bir basınçlandırma yoksa)  **baca etkisiyle yayılır.**
- Genellikle **yangın dumanı** resimde görüldüğü gibi **üst katlarda birikir.**
- Boğucu etki ve ölümlerin çoğu bu bölgelerde olmuştur.



PVC kablolar TS EN 81-1 ve TS EN 81-2 de Atıf Yapılan standartlar bölümünde listelenmekte fakat aşağıda belirtilen Yönetmeliklerle çalışmaktadır.

Bu gün itibari ile Halojensiz kablolarla ilişkili var olan Yönetmelikler aşağıda şemada belirtilmiştir.

Şema sonrası ise tek tek ilgili maddeler referans gösterilerek Halojensiz kablolarla ilgili maddeler ilgili yönetmeliklerden alıntı yapılarak açıklanmaya çalışılmıştır.



## **A-Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik**

**Resmi Gazete ;**

**Tarih: 19.12.2007**

**Sayı: 26735**

**MADDE 2-** (1) Bu Yönetmelik;

b) Yangının, ısı, **duman, zehirleyici gaz, boğucu gaz** ve panik sebebiyle can ve mal güvenliği bakımından yol açabileceği tehlikeleri **en aza indirebilmek için, yapı, bina, tesis ve işletmelerin tasarım, yapım, kullanım, bakım ve işletim esaslarını** kapsar.

### **İç tesisat**

**Madde 68-** (1) Her türlü binada elektrik iç tesisatı, koruma teçhizatı,kısa devre hesapları, yalıtım malzemeleri, bağlantı ve tespit elemanları,uzatma kabloları, elektrik tesisat projeleri ve kuvvetli akım tesisatı;

4/11/1984 tarihli ve 18565 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine”, 21/8/2001 tarihli ve 24500 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğine, 30/11/2000 tarihli ve 24246 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğine ve ilgili diğer yönetmeliklere ve standartlara uygun olarak tesis edilir.

### **B-Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**

**Resmi Gazete Tarihi: 30.11.2000**

**Resmi Gazete Sayısı:22280**

#### **Kablolar**

**Madde 58-** Bu Yönetmeliğin kapsamına giren tesislerde Türk Standartlarına uygun kablolar kullanılacaktır. Bunlar bulunmadığında Madde 1'de belirtilen standartlara uygun kablolar kullanılacaktır.

##### **10) Yer durumu:**

Kablolar dönecekleri yerlerin özelliklerine uygun tipte seçilmelidir.

**İnsanların yoğun bulunduğu, paniğin yaşanabileceği tüm yapılar, yüksek katlı binalar, hastaneler, tüneller, tiyatrolar, okullar, alış-veriş merkezleri gibi yapı ve yerlerde yangın anında az duman çıkaran, *halojensiz özellikli kablolar kullanılmalıdır.***

Bu maddede bulunan **yüksek bina tanımına açıklama 19.12.2009 tarihli ve 26735 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Binaların Yangından korunmasına hakkında Yönetmeliğinin ;**

#### **Tanımlar**

**Madde 4-** (1) Bu Yönetmeliğin uygulanmasında;

**ccc) Yüksek bina:** Bina yüksekliği 21.50 metreden, yapı yüksekliği 30.50 metreden fazla olan binaları,

I - 09.09.2009 tarihli ve 27344 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğin” ;

**Madde 31** – Aynı Yönetmeliğin 83 üncü maddesine aşağıdaki fıkra eklenmiştir.

"(5) Sağlık hizmeti amaçlı binalarda, 100'den fazla kişinin bulunduğu konaklama amaçlı binalarda ve kullanıcı sayısı 1000'i geçen toplanma amaçlı binalarda her türlü besleme ve dağıtım kabloları ve kablo muhafazalarında kullanılan malzemelerin *halojenden arındırılmış* ve yangına maruz kaldığında herhangi bir *zehirli gaz üretmeyen* özellikte olması gerekir."

**C- Yapı Malzemeleri Direktifi (89/106/EEC), (8 Eylül 2002 tarihli Resmi Gazete Sayı: 24870 )**

Bayındırlık ve İskân Bakanlığında: Avrupa Birliği'nin üye ülkeler arasındaki farklı yaklaşımları ortadan kaldırmak amacıyla yayımladığı insan sağlığı ve can güvenliğini en iyi şekilde korumayı, bunun yanında sadece kablolar değil tüm yapı malzemeleri için ortak bir standart getirmeyi amaçlayan bir direktiftir.

Direktifin 6 temel gereği vardır. Bu maddeler aşağıda belirtildiği gibidir:

1. Mekanik dayanım ve kararlılık
- 2. Yangın durumunda emniyet**
- 3. Hijyen, Sağlık ve Çevre**
4. Kullanım emniyeti
5. Gürültüye karşı koruma
6. Enerji tasarrufu ve ısı korunumu

**Ek I Temel Gereklilikler**

**2. Yangın durumunda emniyet**

Yapı işleri, yangın çıkması halinde aşağıdaki hususları sağlayacak şekilde tasarlanıp, yapılmalıdır:

- İnşa edilen yapının yük taşıma kapasitesi belli bir süre azalmamalıdır,
- Yapı içinde yangın çıkması, yangının ve dumanın yayılması sınırlı olmalıdır,
- Yangının etraftaki yapı işlerine yayılması sınırlı olmalıdır,
- Yapı sakinleri binayı terk edebilmeli veya başka yollarla kurtarılabilir,
- Kurtarma ekiplerinin emniyeti göz önüne alınmalıdır.

**3. Hijyen, sağlık ve çevre**

Yapı işleri ikamet edecek kişiler veya komşuları için aşağıdaki nedenlerden dolayı hijyen ve sağlık açısından ***tehdit oluşturmayacak şekilde tasarlanıp, yapılmalıdır:***

- ***Zehirli gaz çıkması,***
- ***Havada tehlikeli parçacık ( partikül ) veya gazların bulunması,***
- Radyasyonun tehlikeli bir şekilde yayılması
- Toprağın ve suyun zehirlenmesi, kirlenmesi

**D- Resmi Gazete’de 31.01.2007 tarihli 26420 sayılı olarak yayınlanan Asansör Yönetmeliği 95 / 16 / AT**

Ek I

Asansör ve Güvenlik Aksamının Tasarımı ve Yapımı İle İlgili Temel Sağlık ve Güvenlik Gereklere

4. Bu Yönetmelik kapsamında yer almayan ve 08/09/2002 tarihli ve 24870 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan **Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/AT)** kapsamındaki temel gereklere asansörler için geçerlidir.

**IV- SONUÇ**

Yukarıda anlatılan tüm Yönetmelikler çerçevesinde Monte edilen asansörlerin büyük bir kısmı Halojensiz kablolar ile tesis edilmedi.

Günümüzde özellikle büyük şehirlerimizde arz talep dengesinin değişimi yeni inşa edilen binaları çok katlı (yüksek bina) olmaya zorlamaktadır.

Yüksek binalarda ise mutlaka asansör bulunmaktadır.

Son 10 yılda yüksek binaların yanında özellikle Büyük Şehirlerimizden başlayarak tüm ülke sathında yoğunlaşan inşaat türleri;

- Alış Veriş Merkezleri
- Metrolar
- Hastaneler
- Hava Limanları
- Kamu binaları
- Okullar

olarak göze çarpmaktadır.

Bu gelişim yukarıda anlatılan riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu risklerin en büyüklerinden biride Yangın riskidir.

Asansör sektörü olarak, gerek yangın anında olabilecek riskleri en aza indirmek gerekse mevzuatlarda belirtilen ilgili maddelere uygun davranmak için, yüksek katlı ve yukarıda belirtilen binalarda yapılan asansörlerin kablolarını ( düşük katlı konutlar hariç)

**Halojensiz Kablo olarak tesis etmeliyiz.**

Zamanımızda az da olsa örnekleri olan ve çok yakın gelecekte yaygınlaşacak olan “Yeşil Bina”lar, çevreci özelliklerinden ve yangın anında insan sağlığı ve güvenliği için düşük riskler içerdiğinden sadece asansörde değil tüm binalarda Halojensiz kablo kullanım zorunlu olacağını ve yaygınlaşacağını düşünmekteyim.

Sektörde tek sorun olarak görülen Halojensiz kabloların PVC Bazlı kablolarla oranla pahalı olması, Halojensiz kablo kullanımının artması ile fiyat farkı makası kapanacaktır. Kaldı ki bu farkların son yıllarda hızla Halojensiz kabloların lehine kapanmakta olduğunu görmekteyiz.

## V- İLGİLİ STANDARTLAR

### YEREL STANDARTLAR

Standardın ortak Başlığı ;

Kablolar- Yangın Şartlarında Ortak Deneş Metotları- Kablolardan Alınan Malzemelerin Yanması Sırasında Açığa Çıkan Gazlara Uygulanan Deneyler

TS EN 50267- 1	10.05.2001	Bölüm 1: Teçhizat
TS EN 50267 -2-1	10.05.2001	Bölüm 2-1: İşlemler- Halojen Asit Gazı Miktarının Tayini
TS EN 50267 -2-2	13.04.2001	Bölüm 2.2: İşlemler- pH ve iletkenliğin Ölçülmesiyle Malzemelerin Gazlarının Asitlik Derecesinin Tayini
TS EN 50267 -2-3	13.04.2001	Bölüm 2-3: İşlemler- pH ve İletkenliğin Ağırlıklı Ortalamasının Belirlenmesi İle Kablolardan Açığa çıkan Gazların Asitlik Derecesinin Tayini

### ULUSLARARASI İLGİLİ STANDARTLAR

IEC 60754-1 Released 01/1994  
Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables - Part 1: Determination of the Amount of Halogen Acid Gas

VDE 0482 Bölüm 267 -2-1 Released 09/2001  
Common test methods for cables under fire conditions - Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables

DIN EN 50267 -2-2  
Common test methods for cables under fire conditions tests on gases evaluated during combustion of materials from cables Part 2.2: Procedures- Determination of degree of acidity of gases for materials by measuring and conductivity

## VI- İLGİLİ KAYNAKLAR

- 1- Deneş Grafikleri ve bazı tablolar Prysmian Cable & System Firmasından Sağlanmıştır
- 2- Amerikan istatistikleri [www.usfa.dhs.gov/fatalities](http://www.usfa.dhs.gov/fatalities) United State Fire Administration sayfasından

## VII- YARARLI İNTERNET BAĞLANTILARI

[www.stb.gov.tr](http://www.stb.gov.tr)

[www.bayindirlik.gov.tr](http://www.bayindirlik.gov.tr)

[www.cevreorman.gov.tr](http://www.cevreorman.gov.tr)

[www.tse.org.tr](http://www.tse.org.tr)

[www.rega.basbakanlik.gov.tr](http://www.rega.basbakanlik.gov.tr)

[www.usfa.dhs.gov/fatalities](http://www.usfa.dhs.gov/fatalities)

# TAŞIYICI HALATLARIN DENEYSSEL GERİLME ANALİZİ

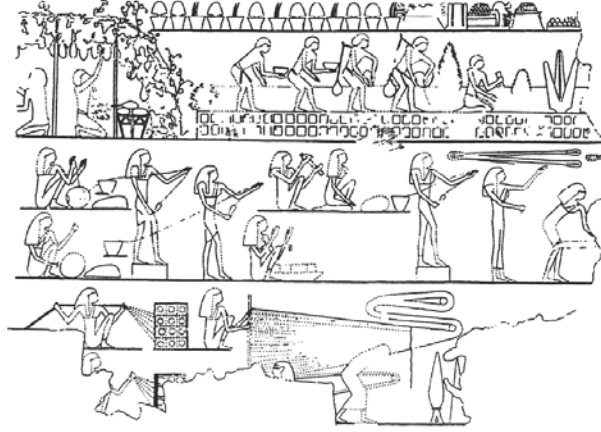
Prof.Dr. C. Erdem İMRAK<sup>1</sup> , Ar.Gör.Özlem SALMAN<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> İTÜ. Makina Fakültesi Gümüşsuyu 34437, İstanbul.

## ÖZET

Helisel sarımlı halatlar, geniş ve önemli bir mühendislik eleman sınıfı oluşturur. Eksenel mukavemet ve rijitlik sağlayacak düzenli bir geometrik formda helisel olarak bir araya getirilmiş tellerden oluşurlar. Bu elemanların en önemli özelliği büyük eksenel yükleri düşük eğilme ve burulma rijitliği ile taşımalarıdır. Çelik tel halatlar, normal malzeme numunelerinden farklı kesit ve yapıya sahip olduğundan klasik yöntemlerle testlerin yapılması mümkün değildir. Bu nedenle, farklı yöntemler denenerek çekme testleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada çelik tel halatlara ve bileşenlerine (demet, öz, tel) çekme deneyi yaparken kullanılacak en uygun aparatın seçimi ve bu deney neticelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 1. GİRİŞ

İnsan uygarlığının ilk kazanımlarından olan halatlar saç ya da bitki malzemelerinden yapılmıştır. Halatların en eski örneklerine yaklaşık M.Ö. 12000'den 9000 yılına kadar olan tarihlerde rastlanır. Finlandiya'da bulunan halatların kalıntılarının Mezolitik dönemden (M.Ö. 9000-3000) kaldığı, Mısırda bulunan ve devetüyünden yapılanların ise 4000 yıldan daha eski olduğu varsayılıyor. Mısır'daki bazı duvar resimleri (M.Ö. 2000) halatların üretiminin papirus, deri ya da palmiye elyafından yapıldığını gösteriyor (Şekil 1) [1].



Şekil 1. M.Ö. 2000 Mısır'da halat üretimi

Çelik tellerden yapılan tel halat, transport makinalarının en fazla zorlanan önemli bir elemanıdır. Tel halatların geliştirilmesi sonucu daha önceleri kullanılan zincirler bugün için vinç imalatında kullanılmamaktadır.

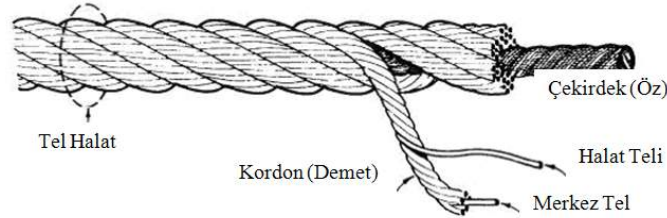
Çalışma sırasında ortaya çıkan aşınma ve korozyon olayının dışında yorulma ve nemin etkisi ile mukavemetlerinden pek bir şey kaybetmemektedirler. Yükün halat içindeki çok sayıda tele dağılması nedeniyle işletme emniyeti oldukça yüksektir. Tel halatlar yüksek çalışma hızlarında çalıştırılabilirler, kendi ağırlıkları ile taşıma kapasiteleri arasında uygun bir oran mevcuttur ve büyük bir elastik uzama miktarına sahiptirler. İşletme sırasında kolaylıkla gözle kontrol edilmeleri mümkündür. Tel



halatların taşıma kapasiteleri ve çalışma özellikleri düşük sıcaklıklarda değişmemektedir. Yalnız lif çekirdekli halatlarla 100 °C, çelik çekirdekli halatlarla ise 250 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çalışılmamalıdır. Alçak ve yüksek sıcaklıklarda halat ucu bağlantısının kontrolü çok dikkatli yapılmalıdır [2-4].

## 2. TEL HALATLARIN YAPISI

Tel halatlar yüksek mukavemetli ince çelik tellerden yapılırlar. Bu tür elemanların en önemli avantajı oldukça küçük eğilme ve burulma rijitlikleri sayesinde büyük aksenal yükleri taşıma kapasiteleridir. Kullanma amacına göre bu teller çeşitli şekillerde örülerek veya bükülerek halat şekline getirilir. Kordonlu halatlarda teller bir veya birkaç çekirdek tel etrafında yine bir veya birkaç katlı olmak üzere helis şeklinde bükülür ve bir kordon teşkil eder. Daha sonra kordonlarda bitkisel (Manila veya sisal, daha az önemli amaçlar için kendir) öz etrafında yine helis şeklinde bükülürler ve bütün bir halat şeklinde bağlanırlar. Bir halatı oluşturan parçalar Şekil 2 'de gösterilmiştir [5].

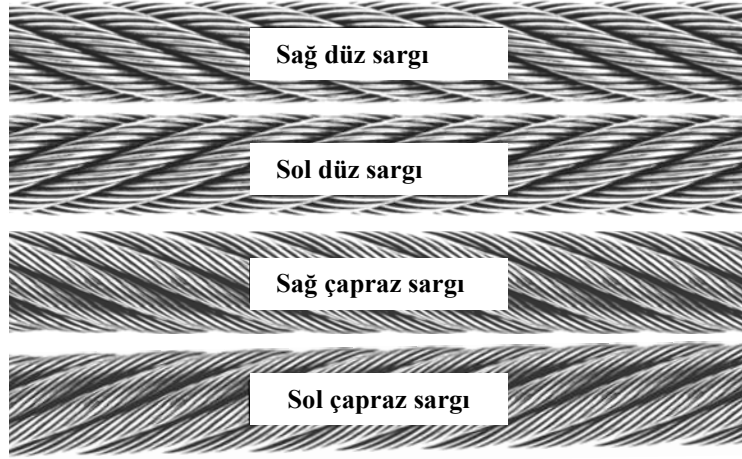


Şekil 2. Tel halat bileşenleri [6]

## 3. HALAT SARIM YÖNÜ

Dış kordonların helis yönü, halatın sarım yönü olarak isimlendirilir. Standartlarda dış kordonların halat üzerine sarılışında helis yönünün sağ dönüşlü olduğunu belirtmek için 'Z' harfi, sola dönüşlü olduğunu belirtmek için ise 'S' harfi kullanılmaktadır. Ayrıca kordonların sarılışında helis yönü sağa sarılış için 'z' ve sola sarılış için 's' harfi ile gösterilmektedir. Kısa gösterilişte 'ZZ' ve 'sS' sarılışına düz sargı, 'zS' ve 'sZ' sarılışına çapraz sargı denir. Başka bir ifadeyle, çapraz sargıda kordonları meydana getiren tellerle, halatı meydana getiren kordonların sarım yönleri birbirlerine terstir. Şekil 3'de halat sarımında meydana gelen dört ayrı durum gösterilmiştir.

Düz sargılı halatların eğilme kabiliyetleri daha fazladır. Makaraların ve tamburların yivlerine daha iyi otururlar. Bu bakımdan basınçlar, bütün yiv çevresine dağılmış olduğundan, aşınmada dağılmış ve halatın ömrü uzamış olur. Fakat düz sargılı halatlar, tellerin ve kordonların aynı tarafa olan sarılışları nedeniyle, eğer uçlarından tutulmayacak olursa, hemen kendi üzerlerinde dönmeye çalışırlar. Onun için yalnız kılavuzlanmış yükler haline, mesela asansörlerde olduğu gibi gayıtlar arasında çalışma haline uygun gelirler.



Şekil 3. Halat sarım yönü

Çapraz sargılı halatlarda ise, dönme kabiliyeti az olduğundan, kren tesislerinde yalnız bunlar kullanılır [2,5,7].

#### 4. HALAT DENEYİ VE KRİTERLERİ

Çelik tel halatlar, normal malzeme numunelerinden farklı kesit ve yapıya sahip olduğundan, konvansiyonel yöntemlerle testlerin yapılması mümkün değildir. Bu nedenle, uygun yöntemin belirlenmesi için bilinen yöntemler tek tek değerlendirilmiş, en uygunu seçilmiştir.

Deneylerin geçerli sayılabilmesi için literatürde belirtilen kriterlere uyulmuştur. Bu kriterler aşağıda detaylıca açıklanacaktır. Başlıklar hariç en küçük serbest deney uzunluğu Çizelge 1'e göre olmalıdır.

Çizelge 1. Deney uzunlukları

Halat anma çapı, d (mm)	Demetli halatta en küçük deney uzunluğu (mm)
6 dahil 6'ya kadar	300
6'dan 20'ye kadar (20 dahil)	600
20'den 60'a kadar	30xd
60 ve üzeri	3m

Deney parçası makineye halatın bütün tellerinin deney sırasında uygulanan kuvvete maruz kalacağı bir şekilde yerleştirilmelidir. Standartlarda belirtilen en küçük kopma kuvvetinin ( $F_{en\ az}$ ) %80'i uygulandıktan sonra uygulanan kuvvet, saniyede en küçük kopma kuvvetinin %0.5'in den fazla olmayacak şekilde artırılmalıdır.

Ölçülen kopma kuvveti değerine ( $F_m$ ), uygulanan kuvvetin daha fazla artırılmasının mümkün olmadığı ve halatın koptuğu anda ulaşılır.

Kavrama veya halat sonundan halat çapının 6 misli bir mesafe içerisinde kırılmalar olursa ve en küçük kopma kuvvetine erişilemez ise deney geçersiz sayılır [8]. Demetler için ayrı bir deney kriteri tanımlanmıştır. Deney uzunluğu en az çapın 60 katı kadar olmalı, bu çalışmada deney uzunlukları 200mm alınmıştır. Hız ise, 8 mm/dk alınmıştır [9].

Teller için de deney kriterleri ayrıca tanımlanmıştır. Teller mikrometre yardımıyla ölçülmeli ve her çap için hassasiyet minimum 0.002mm olmalıdır. Test makinesinin çeneleri arasındaki mesafe 203mm'den daha az olmamalıdır. Deney makinesinin hızı 3 mm/dk'yı aşmamalıdır. Eğer tel numunesi çenelere 25.4 mm uzaklıkta herhangi bir noktadan koparsa deney geçersiz sayılır [10].

## 5. YAPILAN DENEYLER

Deneylerde kullanılan çelik halat numuneleri,  $\varnothing 6$  mm çapında (6x7) kompozisyonunda,  $\varnothing 8$  mm çapında (6x7) kompozisyonunda ve  $\varnothing 10$  mm çapında (6x7) kompozisyonunda halatlardan seçilmiştir. Halatları oluşturan çelik teller, kordonlar ayrı ayrı mekanik deneye tabi tutulmuştur.

### 5.1 Deneylerde Kullanılan Test Cihazları

Bu deneyleri gerçekleştirirken kullanılan 50 kN kapasiteye sahip Shimadzu marka çekme cihazı Şekil 4'de gösterilmektedir. Bu cihazla halat telleri ve demetlerinin çekme testleri gerçekleştirilmiştir. Hem bu cihazın çenelerine uygun, hem de numunelerin standartlarda belirtilen yerlerden kopmasını sağlayacak deney aparatları tasarlanmış ve imal edilmiştir. Denenmiş tüm deney aparatları ilerleyen bölümde açıklanacaktır.



Şekil 4. Shimadzu Çekme Cihazı

### 5.2 Halat telleri için hazırlanan deney aparatları

Tel çekme deney aparatı tasarlanırken dikkat edilen ilk husus, çekme deney makinasının çenelerine uygun gövde tasarlanmasıydı. O nedenle tasarım yaparken belli ölçü kısıtları dikkate alınmıştır. (İki çene arası açılabilen maksimum mesafe, çene ile aparatın temas edeceği yüzeyin alanı ). Diğer önemli nokta ise, makara çapının büyüklüğüydü. Büyük çaplı makara, aparatın ağırlığını da artıracak ve deney numunelerinin makaraya sarılması sırasında daha yorucu bir işlem olacaktı. O nedenle öncelikle küçük çaplı makaraya sahip aparatlar tasarlanmıştır. Şekil 5'te

denenmiş ilk aparatın resmi gösterilmiştir. Tel numuneleri özel olarak hazırlanan tel çekme test aparatına sarılmış ve hazırlanan test aparatı Shimadzu test cihazına yerleştirilerek çekme testi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Halat teli çekme aparatı prototip 1

Yapılan tekrarlı deneyler neticesinde görülmüştür ki, tel numuneleri makara üzerinden bir noktadan kopuyor ve standartlara göre bu deneyler geçersiz sayılıyordu.

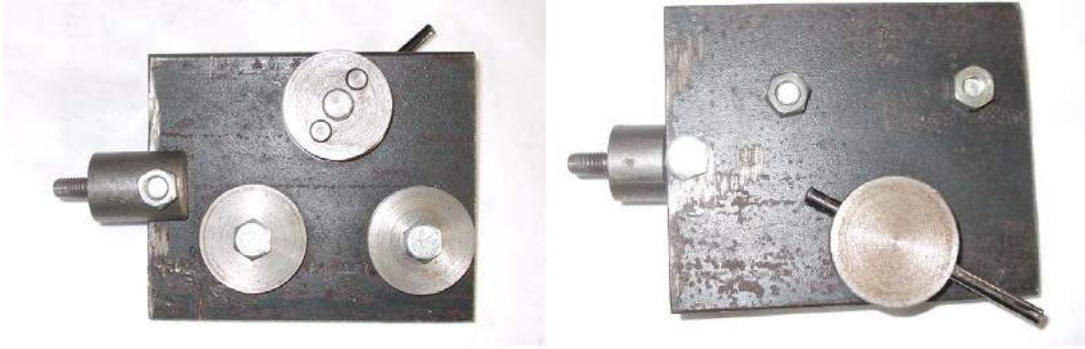
İkinci olarak düşünülen yöntem ise makara yiv formunu değiştirmektir. İlk yöntemde sivri olan makara yivinin bu kez ufak bir radius ile yuvarlatılmış halini içeren mevcut tel çekme aparatı Şekil 6'da üzerinde birkaç deney yapılmıştır ve tel numunelerinin yine makara üzerinden koptuğu görülmüştür. Bu deney neticesinde, yiv formunun yuvarlatılmasının deneyde herhangi bir olumlu iyileştirme getirmediği görülmüştür. Standartlara göre bu aparat ile yapılan deneyler de başarısız sayılmıştır.



Şekil 6. Halat teli çekme aparatı prototip 2

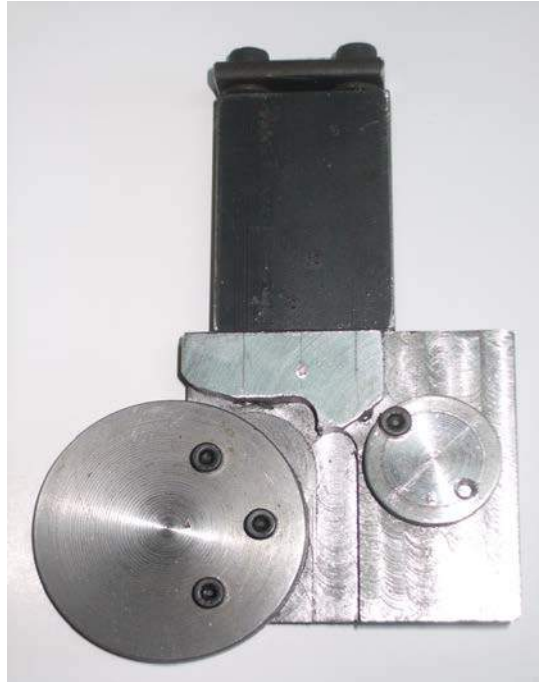
Bu durumda tel çekme aparatlarında yapılabilecek iki çeşit iyileştirme vardı. Bunlardan biri, teli birkaç makara üzerinden dolamak suretiyle, tel numunesi ile

makaralar arasında oluşabilecek sürtünme yüzeyini azaltmak ve teli çok fazla bükmek zorunda kalmadan aparata bağlayabileceğimiz bir tasarım yapmak. Bu yöntemin sakıncası tel çekme aparatı birkaç makara içereceğinden gövdesinin çekme cihazı çeneleri arasına sığamayacak kadar büyük ve ağır olmasıydı. Şekil 7’de üçüncü olarak denenen tel çekme aparatının resmi görülmektedir. Bu yöntemde yapılan deney, aparatın ağırlığı nedeniyle çekme cihazı çenesinden kaymaya başlamıştır. Deney sonuçlanmadan iptal edilmiştir.



Şekil 7. Halat teli çekme aparatı prototip 3

İkinci olarak yapılabilecek iyileştirme ise, tel numunesinin tek ve daha büyük çaplı bir makara üzerine dolamaktır. Çap büyüyeceğinden tel numunesi makara üzerinde dolanırken daha az bükülmüş olacak ve makara üzerinden kopmalar engellenmiş olacaktır. Bu nedenle tel numunesi 60 mm çapındaki makara üzerine sarılarak yapılan deneylerde, gerilme yığılması azaldığından, başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 8’de tel çekme aparatının resmi görülmektedir.



Şekil 8. Halat teli ve demeti çekme aparatı prototip 4

Halat teli çekme aparatının makara yivi genişletildiğinde, üzerine kordonların sarılması mümkün hale gelmiştir (Şekil 8). Böylece yeni bir tasarıma ihtiyaç

duymaksızın aynı aparat ile hem tel numuneleri hem de demet numuneleri çekilmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

### 5.3 Halatlara Uygulanan Deney Yöntemleri

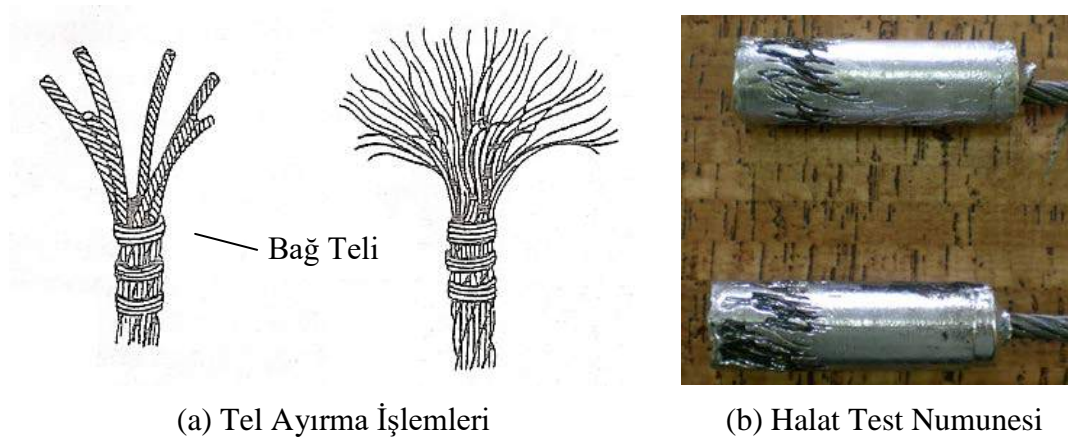
İlk yapılan deneyde, çelik halat numunesine herhangi bir işlem uygulanmadan, doğrudan çekme test cihazının çeneleri vasıtasıyla sıkıştırılarak çekme testi gerçekleştirildi. Çelik halat, çenelerin sıkıştırdığı yerlerde hasara uğradığı için kopma bu noktalarda gerçekleşmiştir. Bunun neticesinde, çok düşük kopma değerleri verdiğinden bu yöntem başarısız olmuştur.

İkinci yöntemde ise, yine çelik halat numunesine yine herhangi bir işlem uygulanmaksızın çekme test cihazına bağlanırken çenelerle halat arasına Alüminyum sac levhalar konuldu. Alüminyum sacın, çenelerin halata zarar vermesini önleyeceğini ve halat numunelerin uygun bir değerde kopmasını sağlayacağı düşünülmüştür. Fakat halat numunesi, çekme testi esnasında Alüminyum sac levhalardan sıyrıldı ve test başarısızlıkla sonuçlandı.

Üçüncü yöntemde ise, kıvrırma gözü ve preslenmiş kurşun bilezik denen yöntem ile test numunesi hazırlandı. Bu yöntemde 50 cm uzunluğundaki çelik halat numunesinin ucu rodensa denilen bir parça etrafında döndürülür ve kurşun bilezik halat ve halat ucu içinde kalacak şekilde yerleştirilir. Kurşun bilezik preste sıkıştırılır. Bu yöntem numunenin her iki ucuna da uygulanır.

Hazırlanan test numunesinin uçlarına inox kilitler takılır. Çekme test cihazının çenelerinde bu inox kilitler sıkıştırılarak çekme işlemi gerçekleştirilir. Bu testlerde halat numuneleri kurşun bileziklerin halatı sıkıştırdığı yerden kopmuş olup, beklenen değerleri vermediği için bu deneyde başarısız sayılmıştır.

En son yöntem olarak halat numunelerinin, uçlarına çinko döküm yapmak düşünüldü. İlk olarak deneyde kullanılacak halatlar 50 cm uzunluğunda kesilir. Bu halatlar her iki ucun 7-8 cm aşağısından bağ teli ile bağlanır. Halatın kordonları bağ teline kadar ki mesafede tek tek ayrılır, ayrılan kordonlardaki tellerde aynı şekilde birbirlerinden ayrılarak dışa doğru kıvrılırlar. Bu tel ayırma işlemleri Şekil 9.a'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Halatların test için hazırlanması

Ayrılan teller tiner vb. temizleyicilerle herhangi pislik veya yağ tabakası kalmayacak şekilde temizlenir. Bu aşamadan sonra halat, döküm kalıbına açılan uçlar kalıp içinde kalacak şekilde yerleştirilir. Son olarak kalıp içine hazırlanan çinko dökülerek işlem tamamlanmış olur. Bu işlemler halatın her iki ucuna da uygulanacaktır. Hazırlanmış bir halat numunesi Şekil 9.b’ de gösterilmiştir. Son olarak halat test numunesi çekme cihazı çeneleri arasına yerleştirilir ve deneye başlanır (Şekil 10).



Şekil 10. Halat Çekme Testi

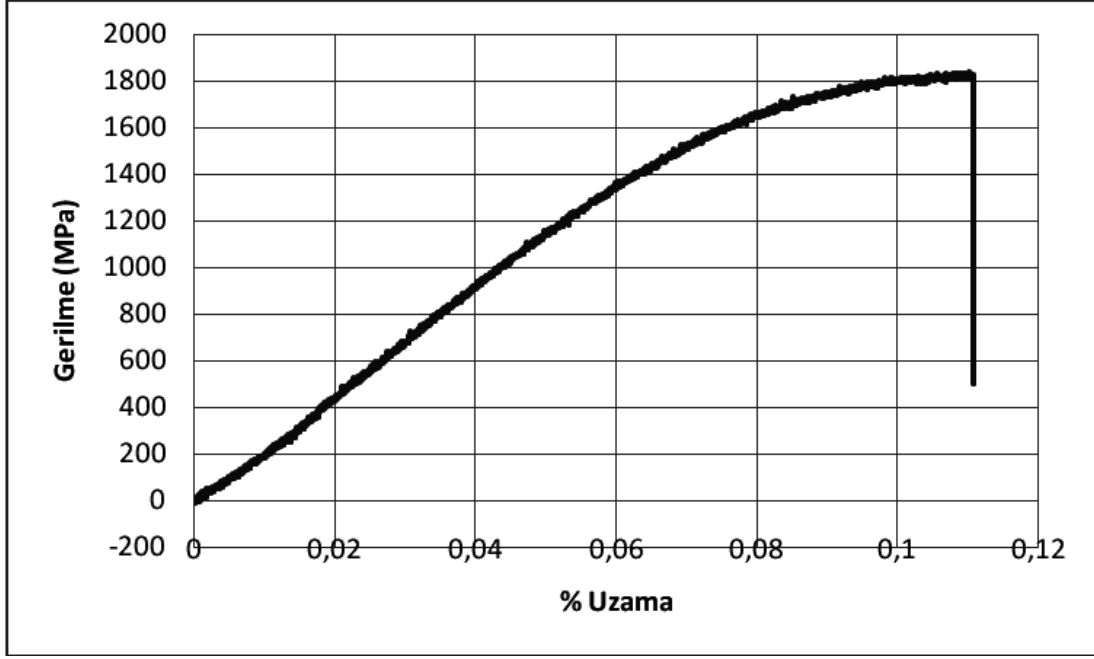
## 6. DENEY SONUÇLARI

Aynı halata ( $\varnothing$  8 mm çaplı halat) ait örnek alınan bir tel ve demet, Şekil 8’de görülen aparatla gerçekleştirilen deneylerin neticeleri Çizelge 2’de görülmektedir.

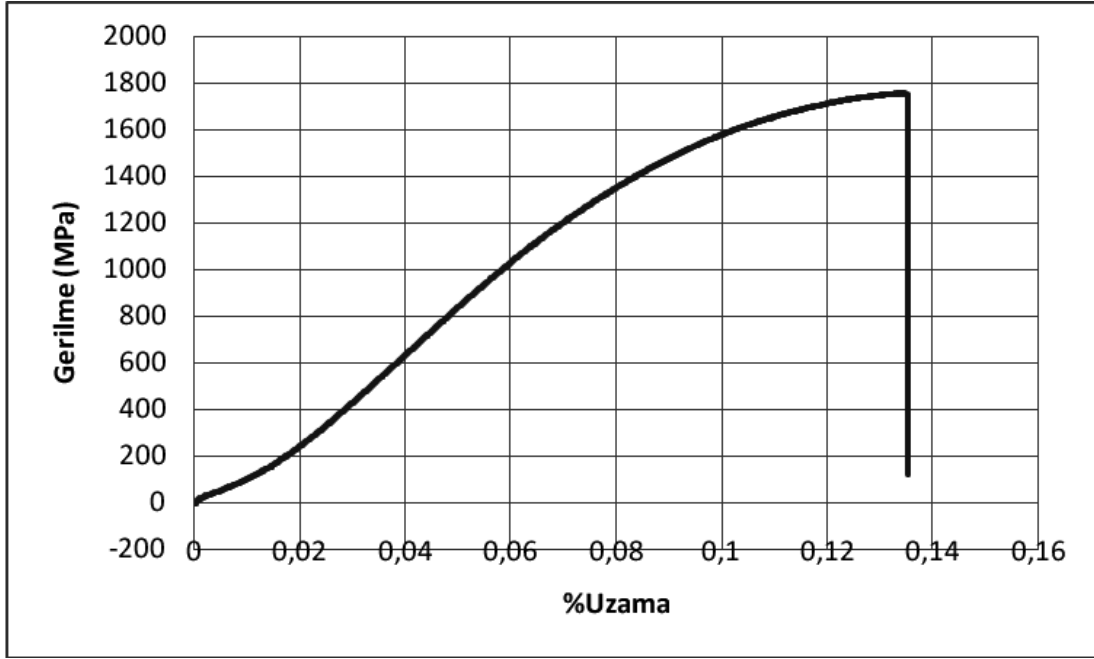
Çizelge 2. Tel ve demet çekme deneyi sonuçları

	<b>Tel</b>	<b>Demet</b>
<b>Tel çapı</b>	0.93 mm	2.58 mm
<b>Deney uzunluğu</b>	300 mm	150 mm
<b>Elastiklik modülü</b>	196000 N/mm <sup>2</sup>	196000 N/mm <sup>2</sup>
<b>Maksimum kuvvet</b>	1246.88 N	7179.69 N
<b>Kopma gerilmesi</b>	1835.55 N/mm <sup>2</sup>	1373.33 N/mm <sup>2</sup>

Aynı halata ( $\varnothing$  8 mm çaplı halat) ait merkez telinin ve dış demet telinin gerilme uzama grafikleri Şekil 11’de görüldüğü gibi elde edilmiştir.



Telinin Gerilme-Uzama Grafiği



Dış Demetinin Gerilme-Uzama Grafiği

Şekil 11. Ø 8 mm halata ait tel ve demetin deney grafikleri

Şekil 10'da görüldüğü gibi uçları hazırlanan çelik tel halatların testlerinin yapılmasından elde edilen deney neticeleri Çizelge 3'de toplu halde verilmiştir.



Çizelge 3. Çelik tel halat deney sonuçları

	<b>Kopma gerilmesi</b> (N/mm <sup>2</sup> )	<b>Maksimum kuvvet</b> (N)	<b>Elastiklik modülü</b> (N/mm <sup>2</sup> )
Ø 10mm 6x7 Halat	719.25	56490	196000
Ø 8mm 6x7 Halat	711.82	35780	196000
Ø 8mm 6x37 Halat	672	33810	196000

## 7. DEĞERLENDİRME

Yapılan bu çalışma ile hem halat çekme yöntemleri araştırılmış hem de halatın, teli ve kordonu ile kopma kuvveti bakımından ilişkisi incelenmiştir. Tüm yapılan deneyler sonucunda halat çekme yöntemi olarak, halat uçlarına çinko döküm yapılmasının en uygun yöntem olduğu anlaşılmıştır. Tel ve kordon çekme yöntemleri olarak ise tel ve kordonun bir makara etrafından döndürülerek çekilmesi en uygun yöntemdir. Bu çalışmada çelik tel halatlara çekme deneyi yapılırken en etkili sonucu veren aparatın tasarımı tespit edilmiş ve deneyler sonucunda elde edilen veriler sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

- [1] **Url-1**, www.casar.de
- [2] **Demirsoy, M.**, 1999. Transport Tekniği – Kaldırma Makineleri Cilt 1, Birsen Yayınevi, İstanbul, Bölüm 2.
- [3] **Kösemen, Ö.**, 2008. Asansör Taşıyıcı Halatların Statik Yük Altında Deneysel Gerilme Analizi, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [4] **Şentürk, Ö.**, 2007. Eksenel Yüklü Tel Halat Demetlerinin Sonlu Elemanlar Metodu ile Modellenmesi ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [5] **Ernst H.**, 1973. Kaldırma Makinaları Cilt-1, Çev. T.Arıtan, G.Hazardın, G.Keçecioglu, S.Yurdakonar, Fon Matbaası, Ankara.
- [6] **Hardin, J-Ml.**, 1998. On Path Independence of Axially Loaded Wire Rope Strands, *Doktora Tezi* University of Illinois, Urbana-Champaign.
- [7] **Öztepe, H.**, 1999. Transport Tekniği Kaldırma ve Taşıma Makinaları, İTÜ Makina Fakültesi İstanbul.
- [8] **N.N.**, 2005. TS EN 12385-1 Çelik Tel Halatlar, Güvenlik, Bölüm 1: Genel Kurallar, TSE, Nisan 2005.
- [9] **N.N.**, 2006. ASTM A416/A 416M-06 Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete, ASTM.
- [10] **N.N.** 2007. ASTM A1007-07 Standard Specification for Carbon Steel Wire for Wire Rope, ASTM.

## EN 115 İLE EN 115-1 ARASINDAKİ FARKLILIKLAR – I ( MEKANİK )

MEHMET KARA

LÖHER ASANSÖR VE YÜRÜYEN MERDİVEN SAN.TİC.A.Ş.

10002 SK. NO:19 A.O.S.B. ÇİĞLİ İZMİR 35620

TEL: (+ 90 232) 376 7125 / 846 1595

FAKS:(+ 90 232) 376 7127 / 846 1740

Elektronik Posta: [mehmetkara@loher.com.tr](mailto:mehmetkara@loher.com.tr)

### ÖZET

Bu bildiride 1995 yılında CEN tarafından yayınlanan EN 115:1995 standardı ile aynı kurum tarafından 2008 yılında yayınlanan EN 115-1:2008 standardının mekanik farklılıkları incelenmiştir.

#### 1. GENEL BAKIŞ

“EN 115:1995 Safety rules for the construction and installation of escalators and passenger conveyors,” standardı 15 Ekim 1995 tarihinde 55 sayfa olarak yayınlanmış olup ülkemizde ise, “TS EN 115:1998 Yürüyen Merdiven ve Yürüyen Bantlar – Güvenlik Kuralları – Konstrüksiyon ve Tesisatı İçin” adıyla 10 Mart 1998 tarihinde 49 sayfa olarak;

1998 yılında Avrupa Birliği’nde yayınlanan “EN 115:1995/A1:1998 eki ise 23 Aralık 2003 tarihinde “TS EN 115/A1” eki 1 sayfa olarak;

2004 yılında Avrupa Birliği’nde yayınlanan “EN 115:1995/A2:2004 eki ise 16 Şubat 2006 tarihinde “TS EN 115/A2” eki 8 sayfa olarak;

2008 tarihinde “EN 115-1:2008 Safety of escalators and moving walks – Part 1: Construction and Installation” olarak yayınlanan standartın son hali ülkemizde TSE tarafından 09 Nisan 2009 tarihinde 93 sayfa ve İngilizce olarak yayınlanmış ve şu anda yürürlükte olan bir standarttır.

Standartta yer alan tablo ve şekiller standartta geçtiği isimlendirme ve numaralarla bu bildiride yer almaktadır.

#### 2. TEORİK KAPASİTE

EN 115:2009 standardında verilen kapasiteler uygulamada incelendiğinde gerçek kapasiteleri yansıtmadığından kapasitelerde düşme yapılmıştır. Aşağıda yer alan tabloda EN 115:1995 standardında Sayfa 5’de Madde 3.8.- Teorik Kapasite başlığı altında yer alan değerler ile EN 115:2008 standardında sayfa 81’de EK-H H.1 Maksimum Kapasite başlığı altında yer alan değerlerin karşılaştırılması görülebilir.

Basamak/palet genişliği (z <sub>1</sub> )[m]	Nominal Hız (v) [m/s]			
	0,50	0,65	0,75	
0,60	4500	5850	6750	EN115:1995
	3600	4400	4900	EN115-1:2008
0,80	6750	8775	10125	EN115:1995
	4800	5900	6600	EN115-1:2008
1,0	9000	11700	13500	EN115:1995
	6000	7300	8200	EN115-1:2008

Ayrıca verilen H.1 — Maksimum Kapasite Tablosunda da yazılan notlarda

- alışveriş ve valiz arabalarının kullanımı kapasiteyi % 80 düşüreceği,
- 1,0m'den daha geniş palete sahip yürüyen bantlarda ise kapasitenin artmayacağı belirtilmiştir.

### 3. BAŞLICA TEHLİKELER LİSTESİ

#### 3.1. GENEL

Bu madde, yürüyen merdivenler/bantlar için, bu standart ile ele alındığı kadarıyla, kayda değer olarak tanımlanmış ve riski yok etmek veya azaltmak için müdahale gerektiren tüm belli başlı tehlikeleri, tehlikeli durumları ve olayları kapsayacak şekilde listelenmiştir. Bu başlıca tehlikeler, EN ISO 1421-1 [2] ye dayanmaktadır.

#### 3.2. MEKANİK TEHLİKELER

Yürüyen merdivenlerde/bantlarda ve yakın çevrelerinde, makinenin tasarımı veya ona erişim nedeniyle mekanik tehlikeler meydana gelebilir.

Bunlar aşağıdakileri içerir:

- Hareket eden makine aksamına (tahrik ünitesi, el bandı tahriki gibi) temas (bakınız 5.2.1.1,5.2.1.2, 5.2.1.3, 5.2.1.5, 5.2.1.6, 5.2.3, 5.2.4, 5.8.1, 5.8.4, 5.12.2.5, A.3.2, A.3.3)
- El bandı ile korkuluk arasında ve korkuluklar arasında parmak sıkışması veya kesilmesi (bakınız 5.5.2.5,,5.6.2)
- Bitişik kaplama parçalarının kesme tehlikesi (bakınız 5.5.2.4)
- Bina yapıları (duvar, çatı, çapraz (criss-cross) düzenleme) ile veya bitişik yürüyen merdiven/banttaki insanlar ile çarpışma sonucunun vücutlardaki etkisi (bakınız A.2.1, A.2.2,A.2.3, A.2.4)
- El bandında korkuluğa doğru içine çekilme (bakınız 5.6.4.3, 5.6.5)
- Zemin ile el bandı arasına kısılma (bakınız 5.6.4.1, 5.6.4.2)
- Basamak ile basamak veya palet ve palet arasında kısılma (bakınız 5.3.2)

### 3.3. MAKİNE TASARIMINDA ERGONOMİK PRENSİPLERİN İHMAL EDİLMESİ NEDENİYLE MEYDANA GELEN TEHLİKELER

Tehlikeli durumlar aşağıdaki nedenlerden dolayı meydana gelebilir:

- Kullanıcıların ergonomik boyutlarının ihmal edilmesi ( korkuluk yüksekliği, el bandı genişliği gibi) (bakınız 5.5.2.1, 5.6.2, 5.6.3)
- Çalışma alanlarındaki yetersiz ışıklandırma ve bu alanlara yetersiz erişim (bakınız 5.8.3.1,5.8.3.2, A.3.4, A.3.5)
- Çalışma alanlarında yetersizlik (bakınız 5.8.2.1, 5.8.2.2, 5.8.2.3, A.3.6, A.3.7, A.3.8)
- Ağır yükler için kaldırma ekipmanının eksikliği (bakınız 5.8.2.2, 5.10).

### 3.4. KONTROL DEVRESİNİN ARIZASI NEDENİYLE MEYDANA GELEN TEHLİKELER

Tehlikeli durum şu nedenlerle meydana gelebilir:

- Tehlikeli durumlarda durdurma olmaması (bakınız 5.11.2, 5.12.1)
- Elektrik kablolarında kısa devre (bakınız 5.11.1.4, 5.11.6)
- Aşırı elektrik kablo yüklemesi (bakınız 5.11.3, 5.11.5, 5.4.1.5, 5.12.1, 5.12.2)
- Bir duraklama (kesinti) den sonra makinenin beklenmedik şekilde çalışmaya başlaması (bakınız 5.4.1.5, 5.12.2)
- Beklenmedik şekilde tahrik yönünün tersine dönmesi (bakınız 5.4.2.3, 5.12.1)
- Aşırı hız (bakınız 5.4.2.3, 5.12.1)
- Duruşlar sırasında aşırı yavaşlama (bakınız 5.12.1).

### 3.5. PARÇALANMA NEDENİYLE MEYDANA GELEN TEHLİKELER

Bir yürüyen merdiven veya bant EN 115-1 şartlarına göre tasarlanmış olsa da, önemli tehlikeler aşağıdaki nedenlerle meydana gelebilir:

- İskelette, belirlenen kullanıcı ve yapısal yükten daha fazla yük (bakınız 5.2.5);
- Korkulukta belirlenen yükten fazla yük (bakınız 5.5.2.3, 5.5.2.4)
- Önceden tahmin edilemeyen yanlış kullanım ile basamaklar/paletler üzerinde belirlenenden fazla yük (bakınız 5.3.3)
- Tahrik ünitesinde belirlenenden fazla yük (bakınız 5.4.1.3, 5.4.3, 5.4.4).

### 3.6. KAYMA, TÖKEZLENME VE DÜŞME TEHLİKELERİ

Yürüyen merdivenlerde bantlarda meydana gelen tehlikelerin büyük bölümü kişilerin kayması ve düşmesinden meydana gelir. Bunlar aşağıdakileri içerir:

- Basamak/paletler/bant üzerinde, tarak plakası ve zemin tabakası üzerinde kayma (bakınız 5.3.1, 5.5.4, 5.7.1)
- El bandının hızındaki değişimi ( hareket etmemesi dahil) nedeniyle düşme (bakınız 5.6.1, Şekil.G.1, şekil. G.3)
- hızlanmada/yavaşlama artış nedeniyle düşme (bakınız 5.2.2, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.4.2.1, 5.7.2.1,5.7.2.2., 5.7.2.3, 5.7.2.4)
- Makinenin beklenmedik şekilde çalışmaya başlaması veya aşırı hızlı olması nedeniyle düşme (bakınız 5.4.1.5)
- Sahanlıklarda yetersiz ışıklandırma nedeniyle düşme (bakınız A.2.8, A.2.9).

### 3.7. BU TİP MAKİNE İÇİN ÖZEL TEHLİKELER

Pek çok tehlike bu tip makineye özeldir. Bunlar aşağıdakileri içerir:

- Noksan basamak veya paletler (bakınız 5.3.6)
- Elle tahrik cihazı tarafından kısılma (bakınız 5.4.1.4)
- Kişilerden başka yüklerin ( alışveriş veya valiz arabaları, pusetler taşınmasıyla yanlış kullanım (bakınız 7.4.1 d.9, Şekil G.4. Ek I)
- Korkuluğun dış tarafına tırmanma (bakınız 5.5.2.2)
- Korkuluklar arasında kayma (bakınız 5.5.2.2)
- Korkuluk üzerinden tırmanma (bakınız 5.5.2.6)
- El bandı üzerinde kayma (bakınız 5.5.2.2)
- Korkuluğa bitişik mal konulması (bakınız 7.4.1 d)
- Birbirini izleyen yürüyen merdiven veya bantların tıkanmış sahanlıklarında veya orta çıkışlarında Trafik kilitlenmesinin meydana gelmesi (bakınız A.2.5, A.2.6)
- İlgili yürüyen merdiven, bantta kişi akımında düzensizlik (bakınız A.2.5, A.2.6)
- Küpeşte burunlarında el bandı tarafından yukarı kaldırılarak, bitişik bariyerin veya yürüyen merdivenin/bandın korkuluğun öbür tarafına düşmek (bakınız A.2.7)

NOT: Güncel tip makineler için gürültü başlıca veya belirgin bir tehlike olarak görülmemektedir.

### 4. DIŞ KAPLAMA PANELLERİNİN DAYANIMI

EN 115:1995’de olmayan fakat EN 115-1:2009 standardında sayfa 16’da 5.2.1.2 maddesinde “Dış panellerin 25 cm<sup>2</sup> bir alanın üzerindeki herhangi bir noktaya dik olarak uygulanacak 250 N gücünde bir kuvvet karsın herhangi bir boşluk doğuran bir kırılma veya bir hasar meydana gelmemelidir. Montaj, muhafazanın ölü ağırlığının en az iki katını kaldıracak şekilde tasarlanmalıdır.” tanımı verilmiştir.

### 5. MUAYENE KAPAKLARI VE ZEMİN KAPLAMALARI

EN 115:2009 standardında sayfa 16’da 5.2.4. maddesinde “Muayene kapakları ve zemin kaplamaları, Tablo 6.n’ ye uygun bir kontrol cihazı ile teçhiz edilmiş olmalıdır.” şeklinde eski standartta yer almayan istasyon kapakları kaldırıldığında sistemin normal çalışmasına izin vermeyen kontrol elemanları konulması tanımlanmıştır.

### 6. YAPISAL TASARIM

Yürüyen merdiven / Yürüyen bant sisteminin taşıyıcı çelik konstrüksiyonun hesaplama kriterleri belirlenirken eski standartta “Toplu taşımacılıkta kullanılan yürüyen merdivenler ya da yürüyen bantlar için yolcu yükü esas alınarak hesap edilen ya da ölçülen sehim, destekler arası uzaklığının ( $l_1$ ) 1/1000’i geçmemelidir.” şeklinde normalde 1/750 olarak tanımlanmış kıstas, toplu taşımacılık için verilen 1/1000 istisnası kaldırılmıştır. EN 115-1:2009 standardında tüm yürüyen merdivenler / yürüyen bantlar için çelik konstrüksiyonun hesaplama ve ölçüm kriteri ( $l_1$ )/750 ile sınırlanmıştır.

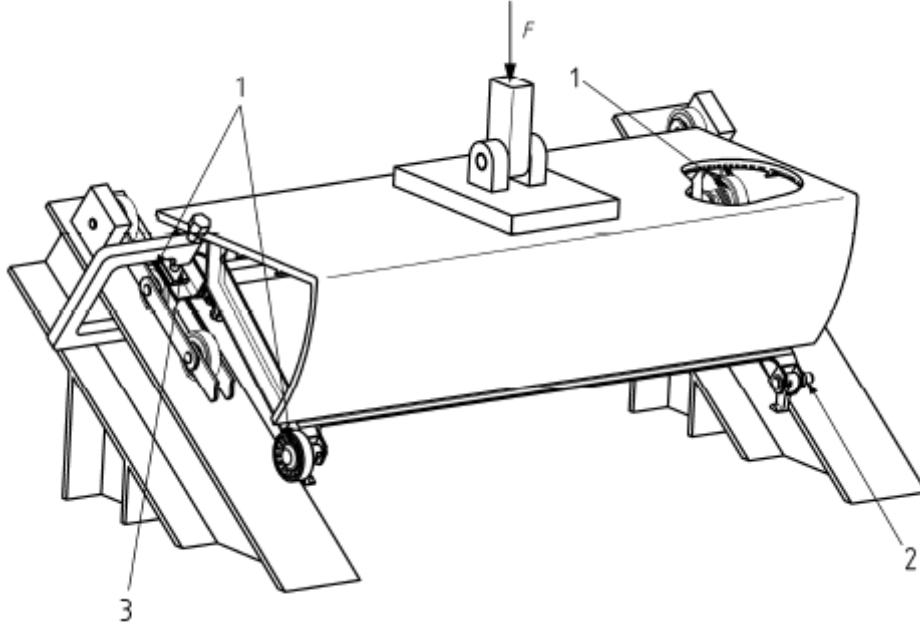
### 7. BANT DIŞ PROFİLLERİ ÖLÇÜMÜ

Bant malzemesi alüminyum ve sac malzemeye göre daha esnek olduğu için standartta verilen 5.3.2.3.4. maddesinde “profil gövdesi genişliği b8, en az 4,5 mm.,olmalı ve 8 mm. yi aşmamalı ve bandın taban yüzeyinde ölçülmelidir.” Şeklinde bir kısıtlama EN 115-1:2009 standardında getirilmiştir.

## 8. BASAMAK / PALETLERDE BÜKÜLME TESTİ

EN 115-1:2009' da gelen yeniliklerden en önemlilerinden birisi basamak / palet tekerleklerinden herhangi birisinde zamanla oluşan kırılma veya yırtılmalar sonucunda basamak / paletin tekerlek çapı kadar düşmesi sonucunda oluşan bükülmeye dayanıklılığının tespiti amacıyla yapılan testtir. Ve bu test yeni standartın

- 5.3.3.3.1.2. maddesinde basamak için,
- 5.3.3.3.2.1. maddesinde paletler için tanımlanmıştır. Test cihazlarının örnekleri ve tanımlamaları ise EK-F'de detaylı olarak verilmiştir.



1 çelik makaralı

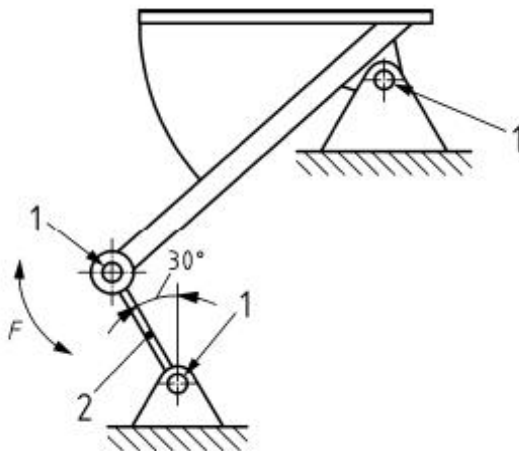
3 destek alanına paralel kilit kelepçesi

2 makarasız

$F$  dinamik yük

Şekil F.1 – Basamak ve palet için bükülme testi (1) – Test ekipmanı

NOT : Bu şekil doğru orantılı olarak çizilmemiştir. Sadece şartları göstermek amacıyla hizmet etmektedir.



1 pivot

2 bağlantı (basamağın sadece bir yanı)

$F$  dinamik yük

**Şekil F.2 – Basamak ve palet için bükülme testi (2) – Test prensibi**

## 9. NOKSAN BASAMAK VEYA PALET CİHAZI

EN 115-1:2009 standardında madde 5.3.6.'da "Noksan bir basamak/palet (bakınız Tablo 6) incelenmeli ve taraftan ortaya çıkan boşluktan ( noksan basamak/palet den kaynaklanan) önce, yürüyen merdiven veya bant durdurulmalıdır. Bu, her tahrik ve dönüş istasyonunda bir cihaz tarafından temin edilmelidir." şeklinde bir tanımlama ile eksik basamak/palet kontrolü yapan bir switch veya sayıcı zorunluluğu getirilmiştir.

## 10. FRENLEME YÜKÜ VE DURUŞ MESAFELERİ

### 10.1. YÜRÜYEN MERDİVENLER İÇİN FREN YÜKLERİ

EN 115:1995 ile EN 115-1:2009 aynı olup bir değişiklik olmamıştır.

### 10.2. YÜRÜYEN MERDİVENLER İÇİN DURUŞ MESAFELERİ

EN 115:1995 standardında 0,75 m/s hızı için duruş mesafesi aralığı 0,35 m ile 1,5 m arasında iken EN 115-1:2009 standardında 0,40 m ile 1,50 m aralığında olması gerektiği zorunluluğu gelmiştir. Ayrıca "aşağıya inen bir yürüyen merdivende ölçülen, seyahat yönündeki yavaşlama, fren sistemi işlemesi esnasında 1m/s<sup>2</sup>yi aşmamalıdır. Verilen yavaşlama sınırları dahilinde, mümkün olan en kısa duruş mesafesinin elde edilmesi tavsiye edilir." şeklinde kısıtlar getirilmiştir.

### 10.3. YÜRÜYEN BANTLAR İÇİN FREN YÜKLERİ

"Uzunlukları boyunca değişik eğimlere (seviyeler arası fark) sahip olan yürüyen bantlar için sadece aşağı iniş bölümleri göz önüne alınacaktır." Şeklinde bir tanımlamanın yanında aşağıdaki tablo ile frenleme yükünün saptanması istenmiştir.

Palet Geniliği (z <sub>1</sub> )	0,4 m uzunluk başına fren yükü
0,60 m.ye kadar	50 kg
0,60 m ila 0,80 m arası	75 kg
0,80 m ila 1,10 m arası	100 kg
1,10 m ila 1,40 m arası	125 kg
1,40 m ila 1,65 m arası	150 kg

Tablo 4- yürüyen bantlar için fren yükünün saptanması

### 10.4. YÜRÜYEN BANTLAR İÇİN DURUŞ MESAFELERİ

Nominal hız (v)	Duruş mesafesi aralığı
0,50 m/s	0,20 m ila 1,00 m
0,65 m/s	0,30 m ila 1,30 m
0,75 m/s	0,40 m ila 1,50 m *
0,90 m/s	0,55 m ila 1,70 m **

\* EN 115:1995'de 0,35 m ila 1,50 m aralığı geçerli idi.  
\*\*EN 115:1995'de 0,40 m ila 1,70 m aralığı geçerli idi.

Tablo 5 - yürüyen bantlar için duruş mesafeleri

## 11. KÜPEŞTELERİN DAYANIMI

EN 115-1:2009 standardında madde 5.5.2.3.'de "korkuluklar, ikisi de 1m' lik bir uzunluk üzerinde eşit dağıtılmış ve aynı yerdeki el bandı kılavuz sisteminin üzerinde, 600 N' luk statik yanlamasına bir gücün ve 730 N' luk diklemesine bir gücün eş zamanlı uygulamasına dayanacak şekilde tasarlanmalıdır." İbaresini ile eski standartta yer alan 5.1.5.3 maddesinde yer alan "el bantlarının yüzeyinde, 0,5 metre uzunluğa yayılmış 900 N dik kuvvet karşısında, korkuluk parçalarından hiç birisi kırılmamalı veya yerinden oynamamalı ve kalıcı şekil bozukluğu olmamalıdır." Farklılık arz etmektedir.

## 12. SÜPÜRGELİK KORUMALARI

TS EN 115/A2 eki ile yayınlanan süpürgelik korumaları, EN 115-1:2009'da standardın içinde 5.5.3.4 maddesi ile yer almakta olup aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

Yürüyen merdivenlerde, süpürgelik ile basamaklar arasında kısılma riski en aza indirilmelidir. Bu amaçla, aşağıdaki koşullar karşılanmalıdır:

a) süpürgeliğin 5.5.3.3'e göre yeterli rijiditesi

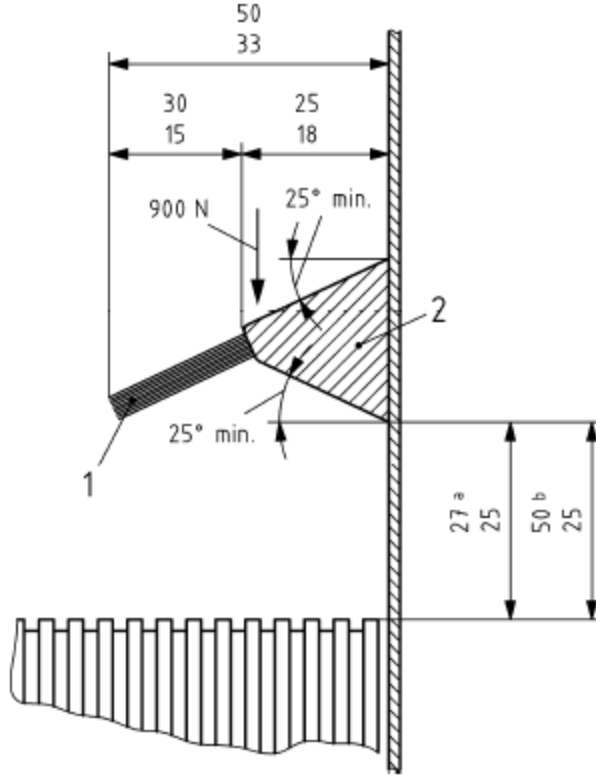
b) açıklıkların 5.5.5.1'e göre olması

c) aşağıdaki şartlara uyan süpürgelik korumalarının montajı:

- Bir rijit ve bir esnek kısımdan (firçalar, kauçuk profiller gibi) meydana gelmelidirler
- Süpürgelik panelinin dikey yüzünden en az 33 mm ve en fazla 50 mm. kadar öne çıkmalıdır.
- Rijit kısım üzerinde 600 N' luk bir dikdörtgen alana, rijit kısım ile bağlantı hattına dik olarak uygulanacak eşit dağıtılmış 900 N'luk bir güç karşısında bir ayrılma veya kalıcı bir deformasyon olmamalıdır.
- Rijit kısımlar, 18 mm ila 25 mm arasında yatay bir öne çıkışı olmalı ve belirtilen şartlara dayanmalıdır. Esnek kısmın yatay öne çıkışı en az 15 mm en fazla 30 mm olmalıdır.
- Rijit kısmın iç yüzeyinin en alt kısmı ile basamak burnuna dik hat arasında, hareketin eğimli kısmı boyunca 25 +/- 2 mm.lik bir mesafe olmalıdır.
- Süpürgelik korumasının rijit kısmının iç yüzeyinin en alt kısmı ile geçişteki herhangi bir basamağın mesnet takozunun tepesi ve yatay alanlar arasında 25 mm ve 50 mm arasında olmalıdır.
- Rijit kısmın aşağı yüzeyi süpürgelik panelinden yukarı doğru 25 dereceden daha az eğilmemiş olmalıdır. Ve üst yüzeyi süpürgelik panelinden aşağı doğru 25 dereceden az eğilmemesi olmalıdır.
- Korumalar yuvarlak köseli olarak tasarlanmış olmalıdır. Bağlantı vidası başları ve birleşim bağlantıları hareket yoluna uzanmamalıdır.
- Terminal sonu kısmı süpürgelik ile tasma ara yüz yapacak şekilde konikleştirilmiş olmalıdır. Herhangi bir korumanın terminal sonu kısmı, tarak kesişim hattından önce en az 50 mm ve en fazla 150 mm devam etmelidir.
- Eğer süpürgelik koruması, alt iç kirişlerin bir uzantısı ise, 5.5.2.6.2 uygulanır. Süpürge koruması, süpürgeliğe bağlanmış veya süpürgeliğin ayrılmaz parçası ise 5.5.3.1 uygulanır.



d) Deri (ıslak ve kuru), PVC ( kuru) ve kauçuk (kuru) ile 0,45 den az bir sürtünme sabiti elde etmek için uygun materyallerin veya koruma cihazının içinin uygun tipte astarlama ( test metotları üzerinde bilgi için bakınız EN 115-1:2009 Ek K)



Boyutlar milimetredir.

1 Esnek kısım

2 rijit kısım

a eğim alanında

b geçişte ve yatay alanlarda

Şekil 1 – Süpürgelik korumasının şartları

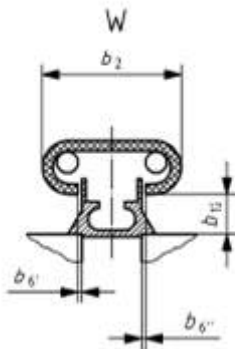
### 13. EL BANDI SİSTEMİ

#### 13.1. EL BANDININ HIZI

EN 115-1:2009 standardı ile el bandının hızının kontrol altına alınması zorunluluğu getirilmiştir. Bir el bandı hızı denetim donanımı (bakınız Tablo 6.m.) bulunmalı ve el bandının hızında, yürüyen merdiven/bant hareket halindeyken 15 s den fazla olan gerçekleşen hız ile -%15 den fazla bir sapma meydana geldiği takdirde yürüyen merdiveni/bandı durdurmalıdır.

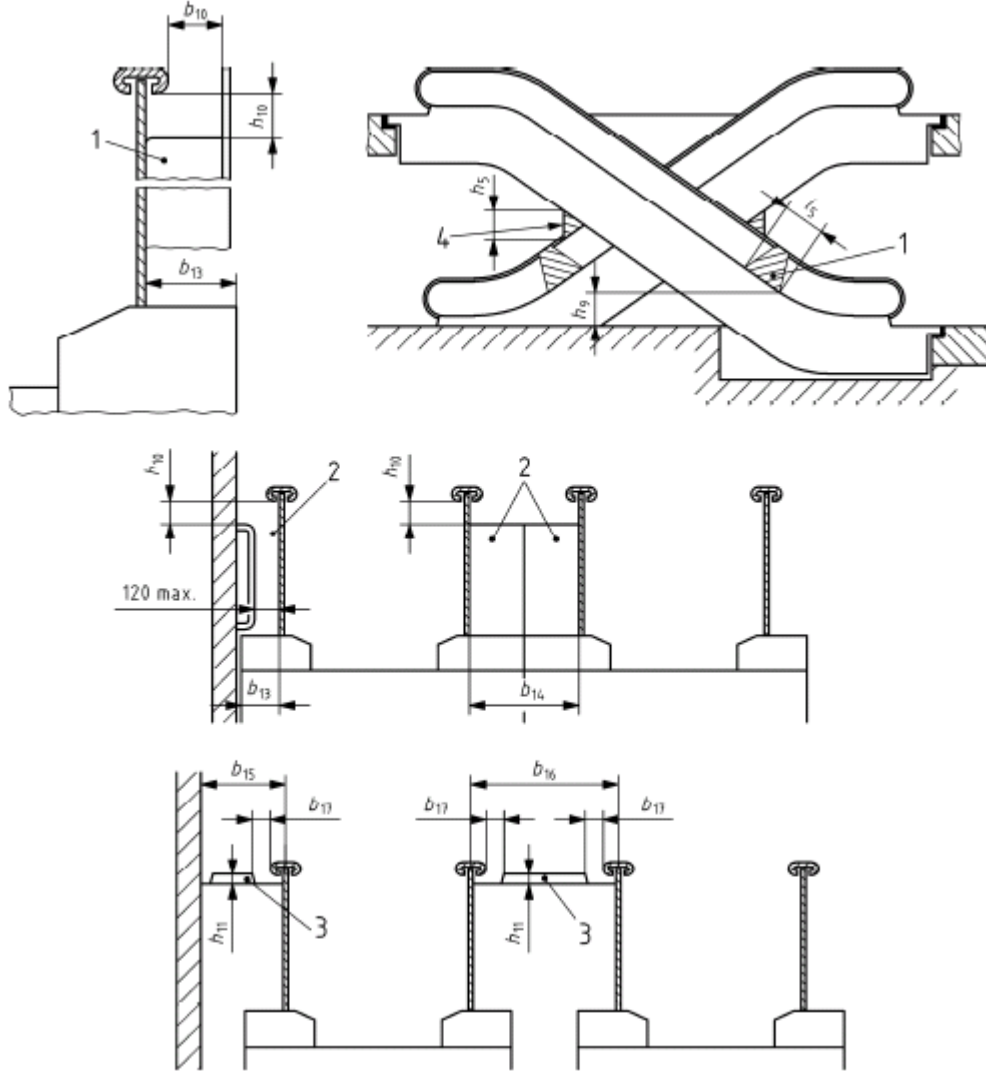
#### 13.2. EL BANDI PROFİLİ VE KONUMU

El bandı profili ve kılavuzu veya kaplama profilleri arasındaki mesafe, koşullar ne olursa olsun 8 mm den geniş olmalıdır. (bakınız  $b_6^I$  ve  $b_6^{II}$  şekil 3 detay w). Eski standartta  $b_6^I$  ve  $b_6^{II}$  ölçülerinin her biri 8 mm'ye eşit veya küçük olması istenirken yeni standartta toplamaları 8 mm.ye eşit veya küçük olması zorunlu kılınmıştır.



#### 14. HATALI KULLANIMA KARŞI CİHAZLAR

EN 115-1:2009 ile yürüyen merdiven/bantın binaya montajı sonrasında kalan tehlike arz eden mimari detayların engellenmesi amacı ile tırmanmayı, erişim kısıtlamayı, kaymayı ve korumayı sağlayan cihazların nitelikleri ve boyutları ile ilgili detaylar zorunlu kılınmıştır.



Şekil 4 - Hatalı Kullanıma Karşı Cihazlar

1 tırmanma-karşıtı cihaz ( 5.5.2.2)

2 erişim kısıtlayıcı cihaz ( 5.5.2.2)

3 kayma-karşıtı cihaz ( 5.5.2.2)

4 dikey koruma ( A.2.4)

Temel Boyutlar	Madde	Temel Boyutlar	Madde
$b_{13}, b_{14}, b_{15}, b_{16}$	5.5.2.2	$h_{10} = 25 \text{ mm} - 150 \text{ mm}$	5.5.2.2
$b_{17} \geq 100 \text{ mm}$	5.5.2.2	$h_{11} \geq 20 \text{ mm}$	5.5.2.2
$h_5 \geq 0,30 \text{ m}$	A.2.4	$l_5 \geq 1000 \text{ mm}$	5.5.2.2
$h_9 = (1000 \pm 50) \text{ mm}$	5.5.2.2		

## 15. EMNİYET ŞARTLARININ VE/VEYA KORUMA TEDBİRLERİNİN DOĞRULANMASI

Şartlara uygunluğu doğrulamak için kullanılacak metotlar EN 115-1:2009 standardında Tablo – 7’de ilgili standart maddeleri ve doğrulama yöntemleri detaylı olarak verilmiştir.

## 16. YÜRÜYEN MERDİVEN/BANT GİRİŞLERİ YAKININDAKİ EMNİYET İŞARETLEMELERİ



EN 115'e göre pintograflar  
(Ölçü 80x80 mm.)



EN 115-1'e göre pintograflar  
(Çap min 80 mm.)

## 17. KAYDIRMAZLIK ÖZELLİĞİ

EN 115-1:2009 ile Basamakların, paletlerin, tarak plakası ve kaplama plakasının kaydırmazlık özelliğinin tespit edilmesi ile ilgili tanımlar ve detaylar bilgilendirme amaçlı olarak Ek J' de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Yukarıda verilen 17 madde ile amacım 1998 de yayınlanan EN 115 standardı ile 2009 yılında TSE tarafından İngilizce olarak yayınlanan EN 115-1 standardı arasındaki farklılıkları, yeni gelen yükümlülüklerden en göze çarpanları özetlemektir.

## BİBLİYOGRAFYA

- 1.TS EN 115 :Mart 1998 Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlar Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon Ve Tesisatı İçin (Safety rules for the construction and installation of escalators and passengers conveyors)
2. TS EN 115:1998 A1:Aralık 2003 Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlar Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon Ve Tesisatı İçin (Safety rules for the construction and installation of escalators and passengers conveyors)
- 3.TS EN 115:1995 / A2 :Şubat 2006 Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlar Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon Ve Tesisatı İçin Tadil 2 (Safety rules for the construction and installation of escalators and passengers conveyors Amendment 2)
4. EN 115-1:July 2008 Safety of escalators and moving walks - Part 1: Construction and installation (English Version)

## EN 115 İLE EN 115-1 ARASINDAKİ FARKLILIKLAR – II( ELEKTRİK)

### BATTAL MURAT ÖZTÜRK

LÖHER ASANSÖR VE YÜRÜYEN MERDİVEN SAN.TİC.A.Ş.

10002 SK. NO:19 A.O.S.B. ÇİĞLİ İZMİR 35620

TEL: (+ 90 232) 376 7125 / 846 1595

FAKS:(+ 90 232) 376 7127 / 846 1740

Elektronik Posta: [bmuratozturk@loher.com.tr](mailto:bmuratozturk@loher.com.tr)

### ÖZET

Bu bildiride 1995 yılında CEN tarafından yayınlanan EN 115:1995 standardı ile aynı kurum tarafından 2008 yılında yayınlanan EN 115-1:2008 standardının mekanik farklılıkları incelenmiştir.

#### 1. GENEL BAKIŞ

“EN 115:1995 Safety rules for the construction and installation of escalators and passenger conveyors,” standardı 15 Ekim 1995 tarihinde 55 sayfa olarak yayınlanmış olup ülkemizde ise, “TS EN 115:1998 Yürüyen Merdiven ve Yürüyen Bantlar – Güvenlik Kuralları – Konstrüksiyon ve Tesisatı İçin” adıyla 10 Mart 1998 tarihinde 49 sayfa olarak;

1998 yılında Avrupa Birliği’nde yayınlanan “EN 115:1995/A1:1998 eki ise 23 Aralık 2003 tarihinde “TS EN 115/A1” eki 1 sayfa olarak;

2004 yılında Avrupa Birliği’nde yayınlanan “EN 115:1995/A2:2004 eki ise 16 Şubat 2006 tarihinde “TS EN 115/A2” eki 8 sayfa olarak;

2008 tarihinde “EN 115-1:2008 Safety of escalators and moving walks – Part 1: Construction and Installation” olarak yayınlanan standartın son hali ülkemizde TSE tarafından 09 Nisan 2009 tarihinde 93 sayfa ve İngilizce olarak yayınlanmış ve şu anda yürürlükte olan bir standarttır.

Yürürlüğe girmiş olan EN115-1 Yürüyen Merdiven ve Yürüyen Band için Güvenlik standartı ile bir önceki standart olan EN115 arasındaki belli başlı değişiklikler/yenilikler getirilmiştir. Bu değişiklikler 14 ana başlık altında toplanmıştır.

1. Başlıca tehlikeler listesi
2. Elektromagnetik uyumluluk
3. Eksik basamak kontrolü
4. Start sonrası elektromekanik frenin kontrolü
5. Duruş mesafelerinin sürekli ölçülmesi
6. Aşırı hızlanmanın ölçülmesi
7. Elektrostatik yüklenmeye karşı önlemler
8. Faz sırası hatası
9. Elektrik güvenlik cihazları
10. Acil durumlar için elle işletilen durdurma anahtarının mesafesi
11. Muayene kapağı kontrol sistemi
12. Sökülebilir volan kapağı
13. El bandı hızının ölçülmesi
14. Bir tahrik ünitesinin birden fazla yürüyen merdiven / bandı işletmemelidir

## 1.BAŞLICA TEHLİKELER LİSTESİ

Bir önceki standart olan EN115 standartında daha sönük kalan tehlikeler bölümü EN115-1 standartında kapsamlı olarak ele alınmıştır.

### 4.1 Genel

Bu madde, yürüyen merdivenler/bantlar için, bu standart ile ele alındığı kadarıyla, risklendirme tarafından kayda değer olarak tanımlanmış ve riski yok etmek veya azaltmak için müdahale gerektiren tüm belli başlı tehlikeleri, tehlikeli durumları ve olayları kapsar. Bu başlıca tehlikeler, EN ISO 1421-1 [2] ye dayanmaktadır.

### 4.3 Elektrik tehlikeleri

Elektrikli tehlikeli durumlar şu nedenlerle meydana gelebilir

-kişilerin elektrikli kısımlara teması (bakınız 5.8.3.3, 5.11.1.3);

- dolaylı temas (bakınız 5.11.1.4, A.4);
- yetersiz acil durum duruşları (bakınız 5.12.2.2.3);
- elektrikli parçaların yanlış montajı (bakınız 5.11.5.4);
- elektrostatik olaylar (bakınız 5.11.7);
- elektrik tesisatı üzerinde dış kaynaklı etkiler (bakınız 5.12.1.2.1.4, 5.12.1.2.1.5, 5.12.1.2.2.3).

#### 4.4.Radyasyon tehlikeleri

##### 4.4.1 Makine tarafından yayılan elektromanyetik radyasyon

Elektromanyetik radyasyon, normal işleyiş sırasında yürüyen merdiven veya bant tarafından yayılabilir. (bakınız 5.11.1.2.3, 5.12.1.2.1.5).

##### 4.4.2 Dışarıdan alınan elektromanyetik radyasyon

Düşük frekanslı radyasyon, radyo frekansı ve mikrodalgaların radyasyon emisyonu meydana gelebilir.(bakınız 5.11.1.2.3, 5.12.1.2.1.5).

#### 4.5 Yangın tehlikeleri

Yangın tehlikeleri, iskelet içinde kolay tutuşan materyalin birikmesi, kabloların yalıtım materyali ve tahriklerin fazla yüklenmesi nedenleriyle meydana gelebilir (bakınız5.2.1.4, 5.9).

#### 4.7 Kontrol devresinin arızası nedeniyle meydana gelen tehlikeler

Tehlikeli durum şu nedenlerle meydana gelebilir:

- tehlikeli durumlarda durdurma olmaması (bakınız 5.11.2, 5.12.1);
- elektrik kablolarında kısa devre (bakınız 5.11.1.4, 5.11.6);
- aşırı elektrik kablo yüklemesi (bakınız 5.11.3, 5.11.5, 5.4.1.5, 5.12.1, 5.12.2);
- bir duraklama (kesinti) den sonra makinenin beklenmedik şekilde çalışmaya başlaması (bakınız 5.4.1.5, 5.12.2);
- beklenmedik şekilde tahrik yönünün tersine dönmesi (bakınız 5.4.2.3, 5.12.1);
- aşırı hız (bakınız 5.4.2.3, 5.12.1);
- duruşlar sırasında aşırı yavaşlama (bakınız 5.12.1).

## 2.ELEKTROMAGNETİK UYUMLULUK

EN 115-1'e göre

"5.11.1.2 Uygulama sınırları

5.11.1.2.1 Bu standardın elektrik tesisatı ve elektrik ekipmanının parçaları ile ilgili şartlar şunlar için geçerlidir:

a) yürüyen merdiven ve bant ve bağlı devrelerin her bağımsız güç devresinin ana anahtarı

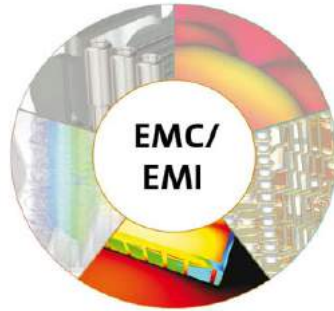
b) Yürüyen merdiven veya bant ve bağlı devrelerin aydınlatma devresi anahtarı

Yürüyen merdiven veya bant, bir makine ve onun ayrılmaz parçaları ile aynı şekilde tek bir bütün olarak ele alınmalıdır.

5.11.1.2.2 5.11.1.2.1'de söz edilen anahtarların girdi terminallerine ve makine dairelerine, tahrik ve dönüş istasyonların aydınlatmasına elektrik kaynağı, bu standart ile feregat edilmiş değildir.

5.11.1.2.3 Elektromanyetik uyumluluk EN 12015 ve EN 12016 şartlarına uyum göstermelidir."

EN 115 standartında zorunlu olarak koyulmayan bu şart EN 115-1 standardı ile zorunlu hale gelmiştir. Yeni haliyle kullanılan komponentlerin değil sistemin uyumlu olması gerekmektedir. **Buna bağlı olarak sistemin uyumunu üretici ispat etmek zorundadır.**





**Müşterinin adı/adresi :** LÖHER Asansör ve Yürüyen Merdiven Sanayi ve Tic.A.Ş.  
Customer name/address 10002 Sokak No:19/A A.O.S.B. Çiğli - İZMİR

**İstek Numarası :** EMC-100305-01  
Order No.

**Numunenin adı ve tarifi :** Yürüyen Merdiven Kontrol Panosu  
Name and identity of test item

**Numunenin kabul tarihi :** 09.03.2010  
The date of receipt of test item

**Açıklamalar:** Yürüyen Merdiven Kontrol Panosu cihazının yayılım ve bağışıklık  
Remarks testleri EN 12015 , EN 12016 , EN 61000-6-2:2005 ve EN 61000-6-4:2007 standardlarına göre yapılmıştır.

**Deneyin yapıldığı tarih :** 18.03.2010-25.03.2010  
Date of test

**Raporun Sayfa Sayısı :** 57  
Number of pages of the Report

Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.  
(The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.)

Bu rapor: Firmamıza ulaşan numunelere deney ve/veya deneyler uygulanarak elde edilmiştir.  
Müşteriye ait diğer numuneleri kapsamaz.  
(This report was prepared after applying test/tests to the samples that are sent to our company.)  
(Note that this report does not involve other samples of the customer.)

**Mühür ve Tarih**  
(Seal and Date)



26.03.2010

**Deney Sorumlusu**  
(Person in charge of test)

*[Signature]*  
Özge ÖZDEMİR ÇELİK

**Laboratuvar Müdürü**  
(Head of Testing Laboratory)

*[Signature]*  
Ahmet ÖZCAN

Bu rapor laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz.

İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.

This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory.

Testing reports without signature and seal are not valid.

## Elektromagnetik Uyumluluk Belgesi

### 3.EKSİK BASAMAK KONTROLÜ

"5.3.6 Eksik bir basamak/palet olup olmadığı incelenmeli ve taraktan ortaya çıkan boşluktan ( noksan basamak/palet den kaynaklanan) önce, yürüyen merdiven veya bant durdurulmalıdır. Bu, her tahrik ve dönüş istasyonunda bir cihaz tarafından temin edilmelidir."

Bakım veya montaj sırasında sökülen basamak / paletin yerine montajlanmasının unutulduğu durumlarda kullanıcıya zarar vermemesi için yürüyen merdiveni durdurması işlemidir.

Standart eksik basamağın / paletin daha çok görünmeyen kısımda kaldığını düşünerek tarak plakalarından çıkmadan tabiri kullanmıştır. Buna dayanarak en az iki adet cihaz kullanarak tahrik ve dönüş istasyonlarından önce eksik basamak / palet algılanmalı ve yürüyen merdivenin/bandın çalışması durdurulmalıdır.

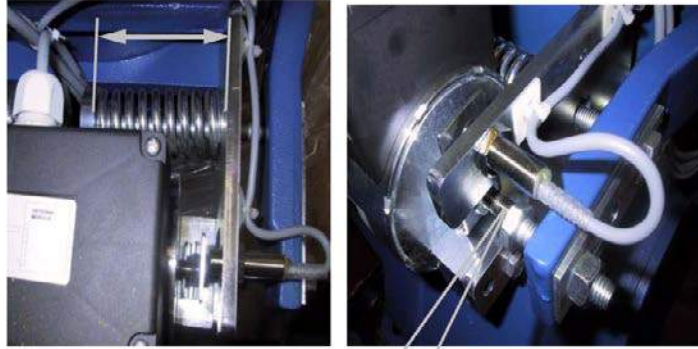
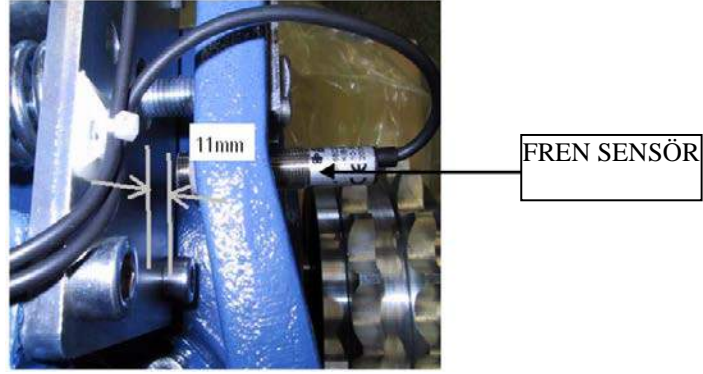
#### 4.START SONRASI ELEKTROMEKANİK FRENİN KONTROLÜ

"5.4.2.1.1 Yürüyen merdiveni / bandı yeniden çalıştırdıktan sonra fren sisteminin çalışıp çalışmadığını denetleyen bir cihaz sağlanmış olmalıdır."

Start sonrası yürüyen merdivenin / bandın motoruna ait olan elektromekanik frenin açılıp açılmadığının kontrolü buradaki amaç açılmamış olan elektromekanik frenin hem motorun fazla akım çekerek ısınmamasını hemde balatalarına zarar vermesini engelleyerek fren mesafelerinin uzamamasını sağlamak. Yürüyen merdivenler / bandlarda tek sistemi hareketsiz kılma özelliği frenedir. Balataları aşınmış fren tertibatı acil durumlarda durma mesafeleri uzayacağında tehlikeli durumlar arz eder.

Fren balatalarının durumu ölçümünü standart şart koşmuştur. Bunuda 5.4.2.1.3 Fren yükü ve işletme freni için durus mesafeleri maddesinde belirterek sürekli fren mesafelerinin ölçümünün yapılması ve belirtilen mesafeleri aştığı zaman sistemin durdurulması ile sağlanmasını istemiştir.

Yeni oluşan sistemlerde fren balata kontrolleride eklenmiştir. Bu sayede balatalarda erime tehlike arz edecek duruma geldiğinde sistem kendini otomatik olarak duracak ve kullanıcının zarar görmesini engelleyecektir.



Elektromekanik Frenin Açılıp Açılmadığının Kontrolü

## 5.DURUŞ MESAFELERİNİN SÜREKLİ ÖLÇÜLMESİ

EN 115-1'e göre

"5.4.2 Fren sistemi

5.4.2.1 İşletme freni

5.4.2.1.1 Genel

5.4.2.1.1 Yürüyen merdivenler/bantlar, düzenli bir yavaşlama ve dingin durma (işletme freni) sağlayabilecek bir fren sistemine sahip olmalıdır. Ayrıca bakınız 5.12.12.4 . Fren sistemi uygulamasında kasıtlı bir gecikme olmamalıdır.

Durma mesafeleri 5.4.2.1.3.2 ve 5.4.2.1.3.4 deki maksimum değerleri % 20'den fazla geçerse, ancak arıza kilidi yeniden kurulduktan sonra yeniden çalıştırmak mümkün olmalıdır.(bakınız Tablo 6) Elle yeniden kurmadan önce, fren sistemi muayene edilmeli ve gerekiyorsa düzeltici müdahale yapılmalıdır."

Duruş mesafelerinin sürekli ölçülmesi ve maksimum duruş mesafesinin %20 aşılması durumunda yürüyen merdivenin tekrar başlatılması engelleyen bir sistem olmalıdır ve bu sistem elle resetlemeli olmalıdır.

## 6.AŞIRI HIZLANMANIN ÖLÇÜLMESİ

EN 115 'e göre

"12.5 - Aşırı Hız ve Kasıtlı Olmayan Hareket Yönü Değişikliği Riskine Karşı Koruma

12.5.1 - Yürüyen merdivenler ve yürüyen bantlar, beyan hız, anma hızın 1,2 katını geçmeden önce otomatik olarak duracak şekilde donatılmalıdırlar. (Madde 14.2.2.4.1 e). Bu amaç için, hız kontrol cihazları kullanılan hallerde bu cihazlar yürüyen merdiven ya da yürüyen bantı, hız, beyan hızının, 1,2 katını geçmeden önce durdurmuş olmalıdırlar.

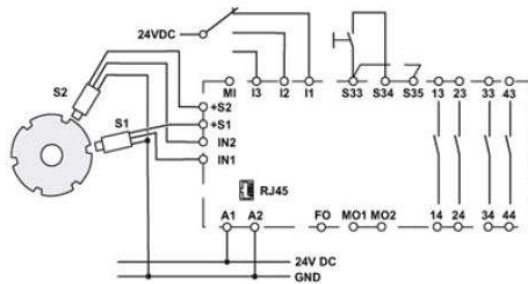
Bu özellik, basamaklar, paletler veya bandın tahrik edicisi ile sürtünmesiz bağlantısı yapılmış AC motor, ve % 10'dan fazla patinaj yapmayan, bu sayede aşırı hızın, önlendiği a.a motor için dikkate alınmayabilir."

EN 115-1'e göre

"5.4.2.3 Aşırı hız ve istem dışı olarak hareket yönünün tersine dönmesi risklerine karşı koruma

5.4.2.3.1 Yürüyen merdivenler ve bantlar, hızları, nominal hızın 1,2 katını aşmadan önce taktirde otomatik olarak duracak şekilde teşhiz edilmelidir(bakınız Tablo 6) Bu amaçla hız denetleme cihazları kullanıldığında, bunlar yürüyen merdiveni veya bandı, hız, nominal hızın 1,2 katını asmadan durdurmalıdırlar."

Sadece sistemin tasarımında aşırı hızlanmanın engellendiğinin ispatlandığı durumlarda bu durum gözardı edilebilir.



## 7.ELEKTROSTATİK YÜKLENMEYE KARŞI ÖNLEMLER

EN 115-1'e göre

"5.11.7 Elektrostatik yüklemeye karşı koruma

Elektrostatik yüklemeyi deşarj eden araçlar (fırçalar gibi) sağlanmış olmalıdır."



Elektrostatik Yüklenmenin Giderilmesi İçin Fırça

Yürüyen merdiven / bandın sürtünmelerden oluşan statik enerjiyi absorbe ederek kullanıcı üzerinden deşarj olmasını önleyecek sistemler bulunmalıdır.

## 8.FAZ SIRASI HATASI

EN 115-1'e göre

"5.12 Elektrik arızasına karşı koruma ve kontrol

5.12.1.1.2.j Fazın tersine dönmesi"

EN 115 standartında faz kaybının kontrolünün yapılması iştenmişti . Fakat faz sırasının kontrolü EN115-1 standardı ile gelmiştir. Buna göre sisteme gelen ana beslemedeki fazlardan ikisi veya daha fazlasının yerinin(sırasının) değişmesi durumunda sistem durmalı ve fazlar doğru sıraya gelinceye kadar çalışması engellenmelidir.



## 9.ELEKTRİK GÜVENLİK CİHAZLARI

EN 115 standartında güvenlik devrelerine paralel hiçbir cihazın bağlanmayacağını belirtilmişken EN 115-1 standartında ise 5.12.1.2.1.2 maddesinde bazı esneklikler sağlanmıştır.

EN 115-1'e göre

"5.12.1.2.1.2 Aşağıdakiler haricinde hiçbir elektrikli ekipman bir elektrik güvenlik cihazı ile paralel bağlanmayacaktır:

- a) muayene modunda oldukları takdirde elektrik güvenlik cihazları ( 5.12.2.5)
- b) elektrik güvenlik cihazlarının durumu hakkında bilgi için güvenlik devresinin değişik noktalarına bağlantılar;"

Bu esneklikler genel olarak bakım zamanlarında bakımıcının veya arızalar durumunda arızacının işini kolaylaştırmak için sağlanmıştır. Bunlar EN115-1 Tablo 6 da belirtilen h), j), k), l) ve m) ve n) maddelerinde söz edilen cihazlar hariç etkin kalmalıdır.

## 10.ACİL DURUMLAR İÇİN ELLE İŞLETİLEN DURDURMA ANAHTARININ MESAFESİ

EN 115-1'e göre

"5.12.2.2.3 Acil durumlar için, elle işletilen durdurma anahtarı

### 5.12.2.2.3.1

Acil durum halinde, yürüyen merdivenin/bandın durdurulması için acil durumlar için durdurma anahtarı sağlanmış olmalıdır. Bunlar, göze çarpan şekilde ve kolayca erişilebilir konumda en azından her yürüyen merdivenin/bandın her iki sahanlığında ya da yakınında bulunmalıdır. ( optik/görsel tasarım için bakınız 7.2.1.2.2)

Acil durumlar için durdurma anahtarları arasındaki mesafe geçmemelidir:

- Yürüyen merdivenlerde 30 m

- Yürüyen bantlarda 40 m

gerekli ise, mesafeye uymak için ilave durdurma anahtarları sağlam olmalıdır."

EN 115 standartında yürüyen merdivenlerde iki adet acil durumlar için kullanılan durdurma anahtarının arasındaki mesafe en fazla 15m iken EN115-1 de bu mesafe en fazla 30m olarak değiştirilmiştir.

**Tablo 6 – Denetleme ve elektrik güvenlik cihazları için şartlar**

	<b>Algılanan olay</b>	<b>Şartlar</b>
a)	Aşırı yük (otomatik devre kesiciler vasıtasıyla); başlama engellenecektir. (bakınız ayrıca 5.12.2.4.1)	5.11.3.2
b)	Aşırı yük ( sıcaklık yükselmesine göre işleme)	5.11.3.3
c)	Aşırı hız veya istem dışı olarak hareket yönünün tersine dönmesi ( 5.4.2.3'e göre); başlama engellenecektir ( ayrıca bakınız 5.12.2.4.1)	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3
d)	Yardımcı frenin kapatılması ( 5.12.2.2.4'e göre)	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3
e)	Zincirler veya dişli çubuklar gibi basamakları, paletleri veya bandı doğrudan yürüten parçaların parçalanması/kırılması veya uygunsuz uzaması; başlama engellenecektir ( ayrıca bakınız 5.12.2.4.1)	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3
f)	Tahrik ve dönüş cihazları arasındaki mesafenin ( istem dışı) uzaması ya da azalması	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3
g)	Basamakların, paletlerin veya bandın tarak altına girdiği noktada yabancı nesne sıkışması	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3
h)	Bir ara çıkışın bulunmadığı (bakınız A.2.6) veya yürüyen merdiven/bant çıkışının yapısal önlemlerle bloke edildiği ( kepenk, yangın koruma köprüsü gibi) yerlerde, takip eden bir yürüyen merdiven veya bandın durması	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3
i)	Yabancı nesnelerin el bandı girişine kısılması	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3
j)	Basamakların veya paletlerin (bakınız 5.7.2.5) sarkması; başlama engellenecektir.	5.12.1.2.2 veya 5.12.1.2.3
k)	Noksan basamak/palet (bakınız 5.3.6); başlama engellenecektir. ( ayrıca bakınız 5.12.2.4.1)	Kategori 3 EN 954- 1:1996 ve EN ISO 13849-2:2003
l)	Yürüyen merdiven/bant başladıktan sonra fren sisteminin yukarı kalkmaması (bakınız 5.4.2.1.1 ); başlama engellenecektir.	Kategori 1 EN 954- 1:1996 ve EN ISO 13849-2:2003
m)	El bandı hızının 15 m/s fazla gerçekleşen hızdan -%15'den fazla sapması	Kategori 2 EN 954- 1:1996 ve EN ISO 13849-2:2003
n)	Kiriş sahasında açılmış muayene kapağı ve/veya açılmış zemin kapağı (bakınız 5.2.4)	Kategori 1 EN 954- 1:1996 ve EN ISO 13849-2:2003
o)	İzin verilen maksimum duruş mesafelerinin %20'den fazla aşılması (bakınız 5.4.2.1.1); başlama engellenecektir.	5.12.2.4.1
p)	Bir elektrik güvenlik cihazının olduğu yerde bir topraklama devresi arızası (ayrıca bakınız 5.12.1.1.4)	5.12.2.4.1
q)	Yerinden kaldırılabılır bir elle sarma cihazı tesisatı (bakınız 5.4.1.4)	Kategori 1 EN 954- 1:1996 ve EN ISO 13849-2:2003

## 11.MUAYENE KAPAĞI KONTROL SİSTEMİ

EN 115-1'e göre



#### "5.2.4. Muayene kapakları ve zemin kaplamaları

Muayene kapakları ve zemin kaplamaları, Tablo 6 n'ye uygun bir kontrol cihazı ile teçhiz edilmiş olmalıdır.

Muayene kapakları ve zemin kaplamaları sadece bir anahtar veya bu amaç için uygun bir araç ile açılabilir olmalıdır."

Yürüyen merdiven / bandın alt ve üst istasyonlarının kapaklarının açık olduğunun kontrolü yapılması için bir sistem sağlanmış olmalıdır. Bu sistem kapaklar açık olduğu durumlarda yürüyen merdiven / bandın normal şekilde çalışmasını engellemelidir.

### 12.SÖKÜLEBİLİR VOLAN KAPAĞI

EN 115-1'e göre

#### "5.4.1.4 Elle sarma cihazı(Volan Kontrolü)

Eğer bir elle sarma cihazı mevcut ise erişimi kolay ve işletimi güvenli olmalıdır.

Eğer elle sarma cihazı kaldırılabilir özellikte ise 5.12.1.2.2'ye uygun bir elektrik güvenlik cihazı (bakınız Tablo 6 q), elle sarma cihazı makineye konarken ya da konmadan önce etkin hale getirilmelidir.

Krank tutamaklarına veya delikli el tekerleklerine izin verilmez."

Eğer kullanılan tahrik makinasının sökülebilen bir volanı var ise volan takılı olduğu hallerde sistem etkin olmamalıdır.

### 13.EL BANDI HIZININ ÖLÇÜLMESİ

EN 115-1'e göre

#### "5.6 El bandı sistemi

##### 5.6 1 Genel

Her korkuluğun üstünde, basmakların, paletlerin veya bandın normal işletim koşulları altında gerçekleşen hızları ile -%0 ve +%2 tolerans ile aynı hızda ve aynı yönde hareket eden bir el bandı bulunmalıdır.

Bir el bandı hızı denetim donanımı bulunmalı ve el bandının hızında, yürüyen merdiven/bant hareket halindeyken 15 s den fazla olan gerçekleşen hız ile -%15 den fazla bir sapma meydana geldiği takdirde yürüyen merdiveni/bandı durdurmalıdır."

EN 115'e göre

"7 - EL BANTI

7.1 - Genel

Her korkuluğun tepesinde, basamaklar, paletler ya da bantla aynı yönde ve % 0 ila % 2 toleransla hareket eden el bantı olmalıdır."

Bir önceki standart olan EN 115'te de geçmesine rağmen EN115-1 standardında bu madde genişletilmiştir. Bu durumda elbandı hızının nominal hızının %15 altına düşüp düşmediğinin 15sn aralıklarda kontrolünün yapılması gerekir.

14.BİR TAHRİK ÜNİTESİ BİRDEN FAZLA YÜRÜYEN MERDİVEN/BANT İŞLETMEMELİDİR

EN 115-1'e göre

"5.4 Tahrik ünitesi

5.4.1 Tahrik makinesi

5.4.1.1 Genel

Bir tahrik ünitesi birden fazla yürüyen merdiven/bant işletmemelidir."

EN 115'e göre

"12.1 - Genel

Her yürüyen merdiven ya da yürüyen bant, yalnızca kendisine ait en az bir makina tarafından tahrik edilmelidir."

**SONUÇ : Yürüyen** merdiven ve yürüyen bantlar güvenlik kurallarını içeren EN115-1 ile EN115 standartları arasında bulunan 14 adet elektriksel farkın neler olduğu ve bu farklılıkların üreticilere ne gibi sorumluluklar getirdiği konusunda bir bildiri hazırlamaya çalıştım.

KAYNAKÇA

TS EN 115 :Mart 1998 Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlar Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon Ve Tesisatı İçin (Safety rules for the construction and installation of escalators and passengers conveyors)

TS EN 115:1998 A1:Aralık 2003 Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlar  
Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon Ve Tesisatı İçin (Safety rules for the construction  
and installation of escalators and passengers conveyors)

TS EN 115:1995/A2:Şubat 2006 Yürüyen Merdiven Ve Yürüyen Bantlar  
Güvenlik Kuralları-Konstrüksiyon Ve Tesisatı İçin Tadil2(Safety rules for the  
construction and installation of escalators and passengers conveyors Amendment 2)

EN 115-1:July 2008 Safety of escalators and moving walks - Part 1:  
Construction and installation (English Version)

# LİNEER MOTORLU BİR ASANSÖR KAPI TAHRİK SİSTEMİ

Mahir DURSUN<sup>1</sup>

Harun ÖZBAY<sup>2</sup>

Fatmagül KOÇ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>GÜ Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü, 06500 Teknikokullar/Ankara

Tel:0(312)2028526, e-posta: [mdursun@gazi.edu.tr](mailto:mdursun@gazi.edu.tr)

<sup>2</sup>Bilecik Üniversitesi, MYO Elektrik Bölümü, 11100 Gülümbe/Bilecik

Tel:0(228)2160061, e-posta: [harun.ozbay@bilecik.edu.tr](mailto:harun.ozbay@bilecik.edu.tr)

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi, Gazi MYO Elektrik Bölümü, 06760 Çubuk/Ankara

Tel:0(312)2028526, e-posta: [fatmagul@gazi.edu.tr](mailto:fatmagul@gazi.edu.tr)

## ÖZET

Asansör kapılarının açılıp kapanma süresi yolcu bekleme sürelerini önemli ölçüde etkiler. Ayrıca bu kapıların güvenilirliği, yolcu güvenliği ile direkt ilgilidir. Bu çalışmada, SANTEZ kapsamında yürütülen proje ile asansör kapısı tahrikinde hızlı ve güvenli olarak kullanılmak amacıyla imal edilen Lineer Anahtarlama Relüktans Motor (LARM) 'lu bir asansör kapı tahrik sistemi ve bu sistemin tasarım aşamaları açıklanmaktadır. Kapı tahrikinde kullanılan klasik DC motor yerine Lineer 6/4 kutuplu, çift taraflı konfigürasyona sahip bir LARM kullanılarak kapı mekanizmaları basitleştirilmiştir. Ayrıca motor boyutları küçültülerek verim yükseltilmiş ve mekanizmaların azaltılması ile emniyeti artırılmıştır.

*Anahtar kelimeler: Lineer anahtarlama relüktans motor, Sonlu eleman analizi, Asansör kapısı, Tasarım*

## 1.GİRİŞ

Tren, metro ve asansör gibi yolcu trafiğinin yoğun olduğu mekânlarda konfor, iklimlendirme, yetkisiz girişleri engelleme ve güvenlik nedeniyle otomatik kapı sistemleri tercih edilmektedir. Bu sistemlerde kullanılan otomatik kapı sistemlerinin açılıp kapanma süreleri, yolcuların bekleme sürelerini de önemli ölçüde etkiler. Ayrıca kışın ısı tasarrufu sağlama yanında çalışma alanlarına sadece yetkili personelin girişine izin verme gibi avantajlara da sahiptir. Bu sistemlerin performansı sistemi tahrik etmede kullanılan motorun yapısı ve sürücüsünün performansına bağlıdır.

LARM'ler basit yapıları, düşük maliyetli, hassas pozisyon kontrolü ve değişken hız elde etme kolaylığı ile birlikte yüksek itme/çekme kuvveti sağlamaktadırlar[1,2,3]. Bu özellikleri nedeniyle otomatik kapılarda kullanımı, kapı sisteminin performansını önemli ölçüde artıracaktır. Fakat kapı sistemlerinin standart olmayışı her kapı türü için farklı ve kapıya uygun çekme kuvveti uygulayacak optimum kapı tahrik motorunun tasarımını zorunlu kılmaktadır.

Asansör kapılarına uygulanacak kuvvet standardı ülkelere göre farklı değerlerdedir. Kapı standartlarında kapıya uygulanacak tahrik kuvveti,

herhangi bir çarpma veya kaza anında canlıya zarar vermemesi için belirlenmiş sınırlar arasında tutulmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmada, klasik kapı tahrik sistemlerindeki DC motor ve kapı kontrol kartı yerine doğrusal olarak tahrik edilen asansör kapısı sisteminde kullanılabilen bir LARM ve kontrol kartı yerine motor sürücü devresi konularak bu motorun analizi yapılmıştır. Motor kapı kanadına sabitlenmiştir ve herhangi bir kayış kasnak ya da redüktör olmaksızın kapıyı hareket ettirebilmektedir. Tasarımın ilk aşamasında motorun gücü 100 W olarak belirlenmiştir. Buna göre LARM' nin yatay eksende 250 N çekme kuvveti üretmesi öngörülmüştür. Bu değer, çalışmada kullanılan asansör kapısının Türkiye için ilgili standartlara uygun ve kapıyı doğrusal olarak tahrik edilebilmesi için yeterlidir.

Çalışmanın birinci aşamasında, öngörülen temel parametrelere göre motorun fiziksel boyutları analitik olarak hesaplanmaktadır[4]. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bilgisayar destekli tasarım programları (CAD) kullanılarak motorun üç boyutlu modeli görselleştirilmektedir.

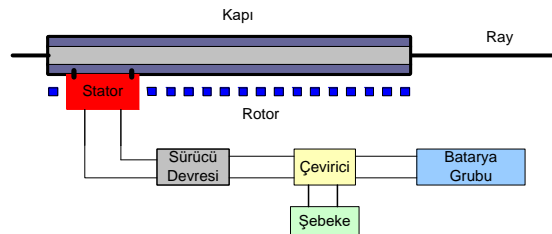
Analiz sonucu elde edilen statik karakteristikler değerlendirildiğinde tasarlanan lineer anahtarlama relüktans motordan alınan performans, asansör

kapısı tahriği sağlamak amacıyla kullanımına uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca farklı güçlerde ve konumlarda yapılarak farklı amaçlı lineer hareket gereken uygulamalara da uyarlanabilir.

## 2. OTOMATİK KAPI TAHRİKİ

Günümüzdeki otomatik kapı sistemlerindeki hareket; dairesel hareketi sağlayan bir motor ve bu motorun hareket ettirdiği kayış sistemi ile kurulan bir mekanizma ile gerçekleştirilmektedir. Bu sistemlerde hareketi sağlayan kayış ve dişli sistemleri zamanla deforme olmakta, kolaylıkla bozulmaktadır. Bunun yanında motorların dairesel hareketinden dolayı sistemde titreşim oluşmaktadır. Oysa bu sistemlerde işin hızlı ve tam doğru, kullanılan cihazların uzun ömürlü, hareketli parçaların ve kullanılan eleman sayılarının az ve sistemin bakım gereksiniminin çok az olması gerekir.

DC motorların kontrol yapılarının basitliği ve analog devre elemanlarıyla gerçekleştirilebilmesi sebebiyle başlangıçtan günümüze kadar DC motorlar yaygın şekilde kullanılmakta ve endüstride önemli bir yer teşkil etmektedir. Benzer şekilde tren, metro, asansör veya ameliyathane kapılarında da genellikle doğru akım motoru kullanılmaktadır. Ancak DC motorlarda bulunan fırça ve kollektör gibi mekanik parçalarından dolayı bu motorların arıza oranının yüksek olması, kollektör ve fırçalar arasında oluşan yanma ve patlama ihtimali olan ortamlarda kullanılmaması hız tepkisinin yavaş olması ve yüksek hızlarda kullanılmaması gibi sebepler DC motorların kullanımını sınırlamaktadır. Özellikle sık kullanılan kapı uygulamalarında fırça ve kollektör bakımı ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Ayrıca, DA motorlarının kalkışta yüksek akım çekmesi bir başka dezavantajı olarak görülebilir. İlk çalışma anında (kalkış), sağladıkları yüksek tork sebebiyle DA motorları tercih sebebi olmuştur.

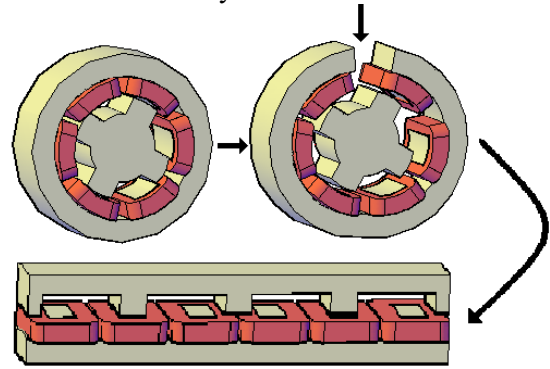


Şekil 1 Lineer tahrikli bir asansör kapısında güç akışı

Lineer Anahtarlamaalı relüktans motorlar ise yarıiletken teknolojisinin gelişimi ile birlikte oldukça hızlı bir gelişme kaydetmişlerdir. Hız kontrol aralığının çok geniş olması nedeniyle bu

motorlar son yıllarda yaygın bir kullanım alanı bulmaktadırlar. Yapılarının basit, üretim ve bakım maliyetlerinin düşük olmasından dolayı endüstri ve tüketiciye yönelik uygulamalarda gittikçe artan bir ilgiye sahiptirler[5]. Sağladığı avantajlar nedeniyle hareket kontrol sistemlerinde diğer AC ve DC motorlara alternatif olarak birçok uygulama alanı bulmuştur[6]. Uygun bir konvertör devresi ve sürme sistemi ile kontrol edilen LARM' de diğer elektrik motorlarından daha yüksek verim elde edilebilir [7]. Bu motorlar yapı bakımından stator kutup sayısı rotor kutup sayısından farklı ve rotorlarında herhangi bir sargı bulunmayan fırçasız DC motorlardır.

Asansörler ve otomatik kapılar gibi doğrusal hareketin gerektiği birçok uygulama için LARM geliştirilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır [8]. Lineer Anahtarlamaalı Relüktans Motor (LARM) yapısı, Şekil 2'den görüleceği gibi dairesel hareket eden ARM'ler ile aynıdır.



Şekil 2 6/4 Kutuplu LARM ve ARM

ARM'de bir faza ait sargılar enerjilendiği anda stator kutupları büyük bir elektromıknatis haline gelirler. Elektromıknatis haline gelen stator kutupları belli bir büyüklükteki tork ile en yakın rotor kutuplarını kendilerine doğru çekerler. Oluşan hareket, başlangıçta ayrık pozisyonda bulunan rotor kutuplarının hizalı pozisyona gelinceye kadar devam eder. Rotor kutbu hizalı pozisyona geldiğinde eğer bu fazın enerjisi kesilip sıradaki faza enerji verilmez ise rotor hareketi sona erer [9]. Motor kutuplarında kullanılan demirin mıknatıslanması manyetik akının yönünden bağımsız olduğundan ve devrenin simetrik çıkıntılara sahip olması nedeniyle rotor torku stator sargılarına uygulanan akımın yönüne bağımlı olmaktadır.

### 3. LİNEER ANAHTARLAMALI RELÜKTANS MOTOR TAHRİKLİ KAPI TASARIMI

Anahtarlamalı relüktans motorlar, gerek statorunda gerekse rotorunda çıkık kutupları bulunan basit yapıli motorlardır. Bu çalışmadaki tasarlanan çift taraflı LARM' nin stator sargılarının karşılıklı olanları paralel olarak bağlanmıştır. Aynı stator nüvesi üzerinde yan yana olanlar ise seri bağlanmıştır. Motorun statoru ve rotoru tamamen, bir tarafı silisli saçların paketlenmesinden oluşmuştur. Fakat rotorda herhangi bir sargı veya mıknatis malzemesi bulunmaz.

Farklı kutup ve sargı yapılarına sahip LARM'ler tasarlanmasına karşın bu çalışmada asansör tahriki için tasarlanan motorun statorunda altı, rotorunda dört adet çıkık kutup bulunmaktadır. Böylece kontrol devresi için gereken ve motorun faz sayısı ile doğru orantılı olarak artan anahtarlama elemanlarının sayısı da minimum seviyede tutulmaktadır [10]. Asansör kapısının tahriki için tasarımı yapılan lineer anahtarlamalı relüktans motorun temel parametrelerinde güç 100W, nominal akım 5 A ve nominal çekme kuvveti 250 N olarak alınmıştır.

Motor parametreleri doğrultusunda motordaki her faz sargısı için uygulanan manyeto motor kuvveti (MMF Eşitlik 1 ile hesaplanır);

$$F = F_g + F_s + F_r \quad (1)$$

Buradaki  $F$ , her faz için uygulanan toplam manyeto motor kuvvetini göstermektedir.  $F_g$ ,  $F_s$  ve  $F_r$  terimleri ise sırasıyla, hava aralığındaki kuvvet düşümünü, stator nüvesindeki kuvvet düşümünü ve rotor nüvesindeki kuvvet düşümünü göstermektedir.

Eşitlik 1 ve Eşitlik 2' den yararlanılarak manyetik alan şiddeti bulunabilir;

$$F = N_f \cdot i = \sum H_g \cdot l_g + \sum H_s \cdot l_s + \sum H_r \cdot l_r \quad (2)$$

Buradaki  $N_f$ , her faz sargısı için sarım sayısını,  $i$  ise, sargıdan geçen akımı göstermektedir.  $H_g$ ,  $H_s$ ,  $H_r$ ,  $l_g$ ,  $l_s$ ,  $l_r$  terimleri ise sırasıyla, hava aralığındaki, stator nüvesindeki ve rotor nüvesindeki manyetik alan şiddetlerini ve akı yolu uzunluklarını göstermektedir.

LAR motorun statorunda üretilen toplam akı;

$$\varphi_s(i, x) = B_s(i, x) \cdot A_s \quad (3)$$

şeklinde yazılır. Burada  $B_s(i, x)$ ,  $i$  akımı altında ve  $x$  pozisyonunda iken stator kutbu akı yoğunluğunu,  $A_s$  ise stator kutbu alanını ifade eder.

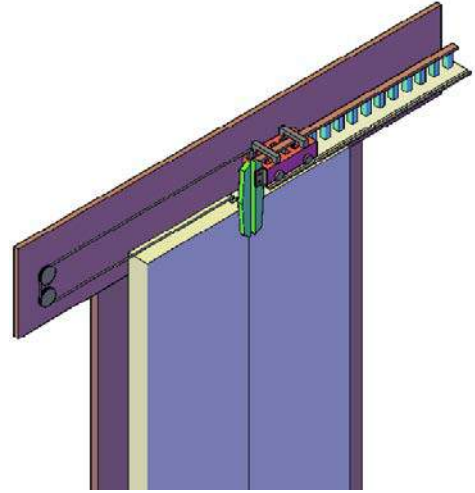
Eşitlik 3 kullanılarak akı yoğunluğu bulunur ve nüvelerde kullanılan metallerin B-H karakteristik eğrilerinden manyetik alan şiddetleri ( $H$ ) elde edilir. Motorun relüktansı, stator kutupları, rotor kutupları ve hava aralığı için elde edilen manyetik alan şiddetleri ve ortalama uzunluklar yardımıyla Eşitlik 4 ile hesaplanır;

$$\mathfrak{R} = \frac{H \cdot l}{\varphi} \quad (4)$$

Bir fazın endüktansı ise toplam manyetik akı yolları kullanılarak Eşitlik 5'ten bulunur.

$$L(i, x) = \sum L(i, x) = \frac{N_f}{i} \cdot \sum \varphi(i, x) \quad (5)$$

Motorun geometrik boyutlarına ilişkin analitik hesaplamalarla elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, bu boyutlar üzerinde performans artırıcı yönde çeşitli iyileştirmeler yapılabilir. Bu sonuçlara göre tasarlanan LARM tahrikli asansör kapısı Şekil 3' de görülmektedir.



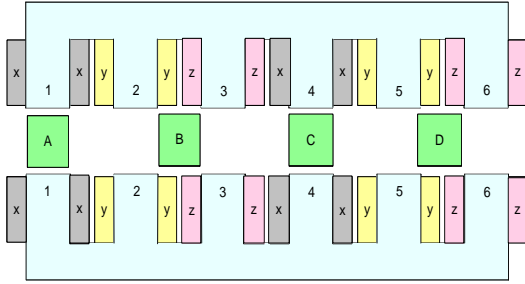
Şekil 3 LARM tahrikli asansör kapısı

### 4. LİNEER KAPI MOTORUNUN MANYETİK ANALİZİ

Motor sargılarının ayrı iki stator yapısına karşılıklı olarak yerleşimi Şekil 4'te gösterilmiştir. Stator

konumu rotora göre karşı karşıya durumundadır ve minimum relüktans göstermektedir. Bu durumda “y” sargıları enerjilendirilirse stator taşıyıcı olarak sağ tarafa doğru harekete geçecektir. Eğer diğer tarafa doğru hareket istenirse “z” sargıları enerjilendirilmelidir.

Stator ve rotor Steel 1010 karakteristiğindeki çelik malzeme ile tasarlanmıştır Stator sargılarında ise bakır kullanılarak, modelin dış bölgesi hava olarak atanmıştır.



**Şekil 4** Lineer Anahtarlama Relüktans Motor Stator Sargılarının Yerleşimi

Motorun tasarıma uygun olarak mekanik ve elektriksel parametreleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu parametreler doğrultusunda motor 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamında görselleştirilmiştir.

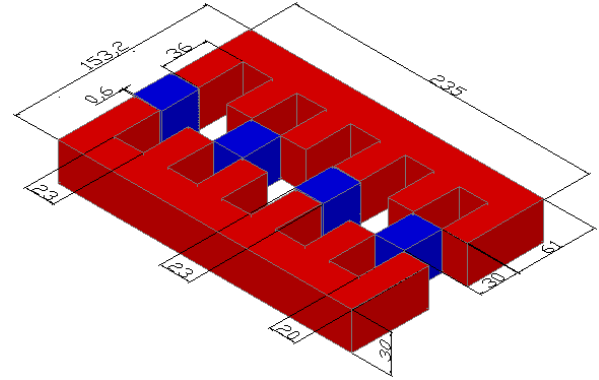
**Tablo 1** LAR motor parametreleri

Motor Özelliği	Ölçüsü
Faz Sayısı	3
Stator Kutbu Genişliği	20 mm
Stator Kutbu Aralığı	23 mm
Stator Kutup Yüksekliği	36 mm
Stator Derinliği	30 mm
Rotor Kutup Genişliği	23 mm
Rotor Deinliği	30 mm
Toplam Uzunluk	235 mm
Toplam Genişlik	153,2 mm
Hava Aralığı	0.6 mm
Çelik tipi	Steel 1010

Bilgisayar destekli tasarım programı kullanılarak çizilmiş motorun 3 boyutlu hali Şekil 5’te gösterilmektedir.

Motorun manyetik analizindeki değişkenler, rotorun konumu ve sargı akımlarıdır. Kullanılan yazılımı, rotor konumuna bağlı olarak motorun sonlu elemanlar yüzeyini oluşturmakta ve ardından faz endüktansları, moment, kuvvet, manyetik akı ve akı

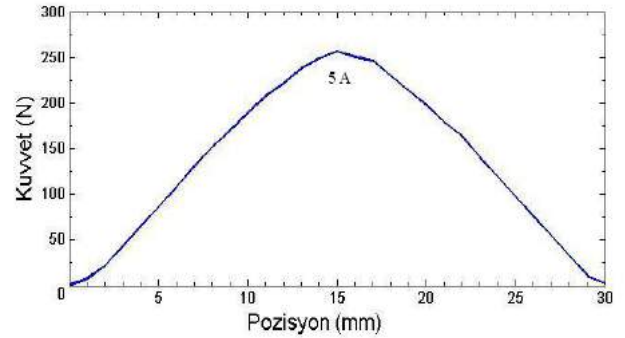
yoğunluğu gibi temel çıkış parametrelerini hesaplamaktadır.



**Şekil 5** Tasarlanan LAR Motorunun üç boyutlu modeli

LARM’nin en önemli karakteristik eğrileri, rotor konumu-kuvvet ve sargı akımı-endüktans değişimleridir. Motorun dinamik performansı bu eğriler yardımı ile elde edilir.

Tasarımı yapılan motorun manyetik analizi sırasında sargılara 5 A akım uygulanmıştır. Bu durumda rotor durumuna göre elde edilen kuvvet Newton cinsinden Şekil 6’da verilmiştir. Şekildeki grafik rotor ve statorun sonlu elemanlar yöntemi ile motorun farklı uyarma ve rotor konumları için tamamen ayrı konumundan çakışık durumuna kadar olan kuvvet değişimini göstermektedir.



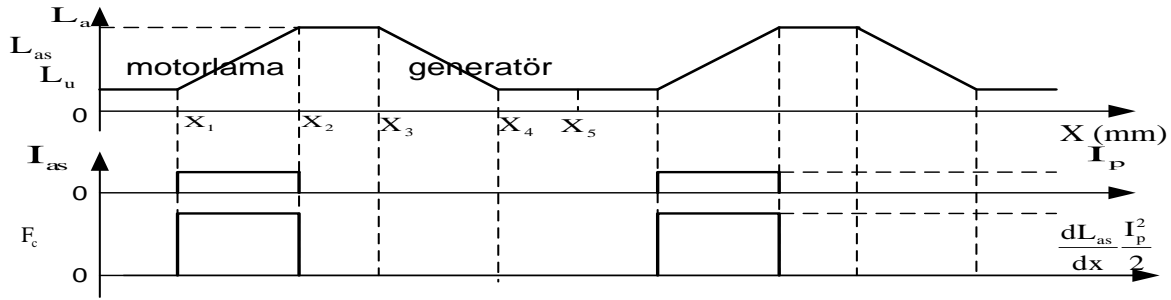
**Şekil 6** Rotor Konumu-Kuvvet Değişimi

Şekil 7.’de gerçek endüktansı verilen LARM’nin A fazına ait ideal endüktans profili ile motorun kuvvet üretme ve akım geçirilme bölgeleri görülmektedir. Motorlama bölgesinde akım geçirilirse pozitif kuvvet, generatör bölgesinde de akım geçirilmeye devam edilirse negatif kuvvet yani frenleme oluşur. Oluşan kuvvet denklem 6 ile hesaplanır.

$$F = \frac{1}{2} i_a^2 \frac{dL_{as}}{dx} \quad (6)$$

Denklemdede  $F$  kuvvet (N),  $i_a$  akım (A),  $dL_{as}$  faz endüktansının değişimi,  $dx$  ise pozisyon

değişimini göstermektedir.



Şekil 7 Endüktans değişimi

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada bir asansör kapısı tahriki için klasik fırçalı DC motor yerine kullanılan LARM tasarımı ve manyetik analizi gerçekleştirilmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi ile manyetik devrenin çakışık ve ayrık durumlardaki endüktans ve kuvvet değişkenleri elde edilmiştir. Tasarımı yapılan motorun üç boyutlu modeli çıkartılarak manyetik analizi yapılmıştır. Motorun fiziksel boyutları matematiksel olarak elde edilerek sonlu elemanlar yöntemi ile farklı uyarma ve rotor konumları için manyetik akı ve kuvvet değerleri statik olarak elde edilmiştir.

Gerçekleştirilen manyetik analiz sonucunda istenilen çıkış büyüklüklerine ulaşıldığı görülmektedir. Bu durumda tasarlanan LARM, bir asansör kapısının ihtiyaçlarına cevap verebileceği sonucuna varılmaktadır. Bu çalışmada tasarımı yapılan LARM'nin elektromanyetik tasarım aşaması sunulmuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ile EMSA Otomasyon tarafından 00401.STZ.2009-1 kodlu SANTEZ projesi ile desteklenmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1.H. Sun Lim, R. Krishnan, and N. S. Lobo, "Design and Control of a Linear Propulsion System for an Elevator Using Linear Switched Reluctance Motor Drives", IEEE Trans. On Ind. Elect., Vol 55(2), 2008.
- 2.W.-Chuen Gan, N. C. Cheung, and Li Qiu, "Position Control of Linear Switched Reluctance Motors for High-Precision Applications", IEEE Trans On Ind. App., Vol. 39, No. 5, 2003.

- 3.F. Daldaban, N. Ustkoynucu, "A new double sided linear switched reluctance motor with low cost", Energy Con. and Management 2983–2990, 2006.
- 4.S.-M. Jang1, Ji-H.Park, D.-J. You, H.-W. Cho1, Ho-K. Sung, "Design of High Speed Linear Switched Reluctance Motor", Proceeding of International Conference on Electrical Machines and Systems 2007, Oct. 8~11, Seoul, Korea
- 5.Dursun M., A. Saygın, "Bulanık Mantık Denetimli Anahtarlamalı Relüktans Motorla Asansör Tahriki", Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu, BMYS2005, Kocaeli, 16-18 Kasım 2005.
- 6.Dursun M., Özden S., "Bulanık Mantık Denetimi ile Asansör Tahriki", Politeknik Dergisi, 2008
- 7.Dursun M, Saygın A., "Bir Asansör Tahrik Sistemi İçin Bulanık Mantık Denetimli Anahtarlamalı Relüktans Motor Sürücüsü Tasarımı", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Eylül 2006
- 8.M. Min Thet, "Design and Calculation of 75W Three-phase Linear Switched Reluctance Motor", Proceedings Of World Academy Of Science, Engineering And Technology Volume 36, 2070-3740, 2008 .
- 9.J. L. Domingos, D. A. Andrade, M. A. A. Freitas, H. De Paula, "A New Drive Strategy for a Linear Switched Reluctance Motor", Electric Machines and Drives Conference, Volume 3, 1714 – 1719, 2003.
10. H.-Kyung Bae, B.-Seok Lee, P. Vijayraghavan, and R. Krishnan; "A Linear Switched Reluctance Motor: Converter and Control"; IEEE Trans. On Industry App., Vol. 36, No. 5, 2000



11. A. Fenercioğlu, M. Dursun, “Design and Magnetic Analysis of a Double Sided Linear Switched Reluctance Motor”, *Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review)*, ISSN 0033-2097, R. 86 NR 5/2010

# ASANSÖRLERDE KULLANILAN FREN BALATALARININ TRIBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

*Doç. Dr. Ertuğrul DURAK, Mak. Müh. Hakan YURTSEVEN*

Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Makine Mühendisliği Böl. 32260 ISPARTA

Ake Asansör Antalya Org. San. St. ANTALYA

[edurak@mmf.sdu.edu.tr](mailto:edurak@mmf.sdu.edu.tr), [hyurtseven@ake.com.tr](mailto:hyurtseven@ake.com.tr)

## Özet

Asansörlerde kullanılan fren balatalarının sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı, aşınma gibi tribolojik özellikleri araştırılacaktır. Asansör tesislerinin en önemli güvenlik elemanlarından biri olan fren sistemlerindeki balataların sürtünme ve aşınma özellikleri hem güvenlik hem de konfor açısından oldukça büyük öneme sahiptir. Fren balatalarında genellikle kuru ve kısmi yağlı çalışan raylar kullanılmaktadır. Bu nedenle balatalarda meydana gelen sürtünme katsayısı ve aşınma tipleri farklılık gösterebilmektedir. Literatürde fren malzemelerinin tribolojik özellikleri genellikle Pim – Disk ( Pin on Disc) aşınma test cihazı ile yapılmaktadır. Bu aşınma cihazında dönen bir disk ile pim temas etmektedir. Fakat asansör sistemlerinde fren balatası ile ray doğrusal hareket (gidip gelme, öteleme) etmektedir. Bu nedenle Pim disk cihazın uygun olmamaktadır. Bu nedenle sunulan çalışmada Gidip – Gelme hareketi yapabilen bir aşınma test cihazında testlerin yapılması gerekmektedir. Doğrusal hareketli test düzeneğinde çalışma şartlarına göre balataların sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı ve aşınma gibi tribolojik özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Böyle bir çalışma ile de hem üretici firmalar için literatür hem de yeni fren balata malzemesi geliştirme yönünde büyük katkı sağlanacaktır. Bildiride söz konusu test cihazının tanıtımı yer almaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Aşınma, sürtünme, gidip gelme hareketi, Asansör fren mekanizması, Paraşüt fren.

## 1. GİRİŞ

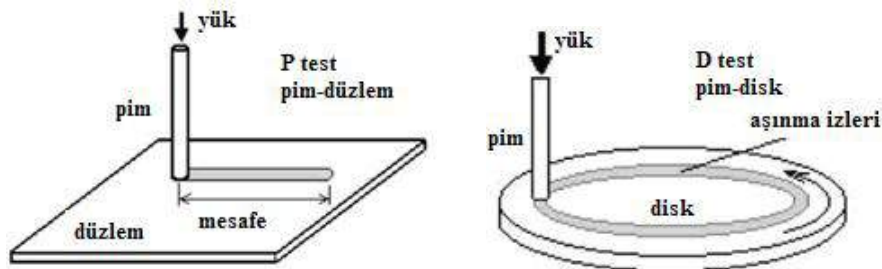
Aşınma, sürtünme gibi özellikler ile belirlenen yüzey temasının kontrolü ile genellikle mekanik sistemin performansı belirlenebilmektedir. Yağlamalı sistemlerde, kayan parçaların sürtünme ve aşınmanın azaltılmasında yağlayıcı önemli bir rol oynamaktadır.

Günümüzde her geçen gün önemi artan biyomedikal uygulamaları başta olmak üzere diğer birçok makine, sistem ve mekanik parçalarında karşılaştığımız gidip gelme hareketine maruz kalan yüzeylerin tribolojik özelliklerin incelenmesinde çoğunlukla pim disk cihazı kullanılması yetersiz kalmaktadır. Çünkü bu uygulamalarda yüzeyler düşük hızlara, öteleme hareketine veya kısmi dönmelere sahip olabilmektedir. Asansörlerdeki çalışma şartlarına göre fren balataların sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı ve aşınma özelliklerini deneysel belirleyebilmek için Gidip – Gelme hareketi yapabilen bir aşınma testi cihazı tasarımı, imalatı ve seçilecek fren balatalarının tribolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. GİDİP GELME HAREKETİ YAPAN TEST SİSTEMLERİ

Tribolojik özelliklerin belirlenmesinde, sürtünme kuvvetinin kayma mesafesi ile değişimlerinin izlenmesi, yük, hareket uzunluğu ve çevresel etkiler vb. gibi çeşitli parametrelerin yanı sıra yüzeyler arasındaki normal kaymada üretilen talaş miktarı ve deney numunesinin kütle kaybının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Parry 1966 yılında, bu gereklilikleri kısmen yerine getiren bir Gidip-gelme hareketi yapan kayma aşınma makinesi tasarlayıp imal etmiştir [1]. Kayma sistemlerindeki tribolojik araştırma ve inceleme alanlarında dört bilye testi, dönen disk-pim ve gidip gelme hareketi yapan plaka - pim yaygın kullanılan deney sistemleridir.

Maru ve Tanaka, yaptıkları deneysel çalışmalarında, dairesel hareket yapan disk ve pim, hem de gidip-gelme hareketi yapan düzlemsel levha ve pim deney sisteminde yağlayıcı olarak VI 100 parafin mineral yağ kullanmışlardır. Deney sistemi tasarımları **Şekil 4.** de görülmektedir. Pim malzemesi AISI 52100 çelik ve disk malzemesi AISI 8640 çeliktir. Gidip-gelme hareketindeki aşınma dairesel sistemden daha çok aşınma ile sonuçlanmıştır; yağlayıcı akışı ve temastaki parçacıkların devamlılığı iki önemli faktör olmuştur[2].



**Şekil 1.** Gidip-gelme sistemi ve Dönme-kayma sisteminin gösterilişi [2].

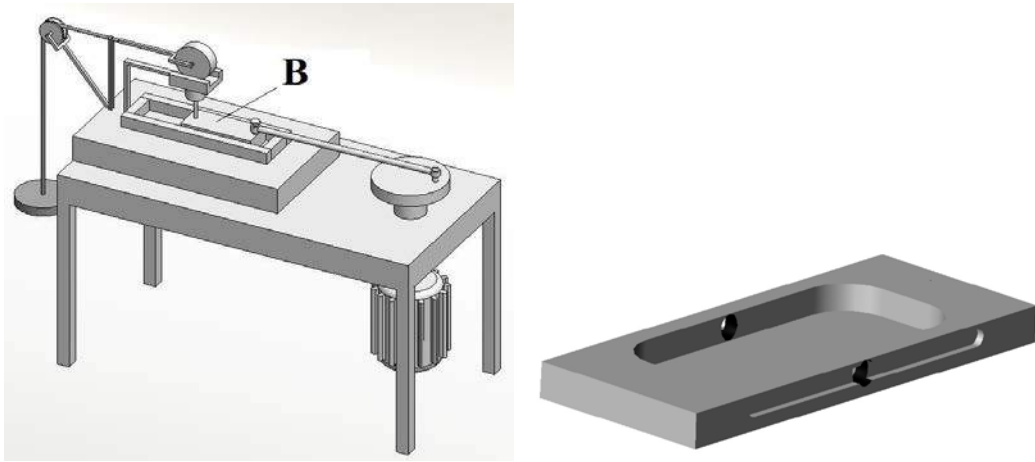
### 3. GİDİP GELME HAREKETLİ AŞINMA TEST CİHAZININ TASARIMI VE İMALATI

Test sistemi gidip gelme hareketine (doğrusal) sahip bir plaka ile sabit bir pim arasındaki sürtünme kuvvetini ölçülmek için tasarlanmıştır. Benzer test cihazı olan Pim disk test cihazında pim dönen disk ile temas etmektedir. Gidip gelme hareketine sahip test cihazındaki pim numune, doğrusal harekete sahip bir plaka ile temas etmektedir. Bu plakanın hareketini kolaylaştırmak ve plakanın altında bulunan tabla ile temasın önlenmesi plakada oluşturulan hidrostatik yağ cepler ile sağlanmıştır. Plakanın alt yüzeyinde bir adet, yan yüzeyinde iki adet yağ cebi tasarlanmıştır. Deney sırasında plaka ile tabla arasında metalik temasın olmadığı elektriksel bağlantı ile ölçülebilmektedir. Bu hidrostatik ceplere gönderilen, basıncı ve debisi ayarlanabilir yağlayıcı, yağlama ünitesinden sağlanmaktadır. Test sisteminde, sınır, karışık ve sıvı filmlili yağlama bölgelerinde testler yapılabilmektedir. Yağlayıcı, farklı şartlarda (sıcaklık, debi, basınç, vb.) gönderilebilmektedir (**Şekil 2.** ve **Şekil 3.**).

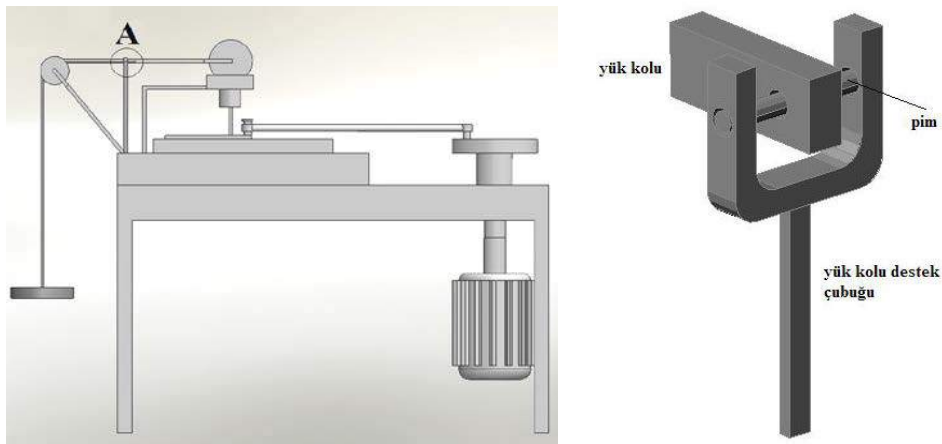
Test cihazında doğrusal hareketi yapan plaka elektrik motoru ile (1.5 kw, 1390 nominal devri, 220 V) tahrik edilmektedir. Elektrik motoru miline kama ile bağlanan flanş ile hareketli plaka iki tarafı küresel mafsallı bir kol ile sağlanmaktadır. Farklı hızlarda testler yapmak için elektrik motorunun devri, frekans değiştirici ile değiştirerek yaklaşık 50 d/d ile 1200 d/d arasında ayarlanabilmektedir. Dolayısıyla Pim ile temasta olan plakanın hızı 120 m/s ile 2890 m/s arasında farklı hızlar elde etmek mümkün olmaktadır. Test cihazında pim numunesi kare prizma olarak tasarlanmıştır. Sürtünme alanı 4mm<sup>2</sup>-6mm<sup>2</sup> arasında değişen pim numuneler kullanılabilir. Temas yüzeylerinde şimdilik yüzeysel temas düşünülmektedir. Küresel, vb. yüzeylerinde test edilebilmesi planlanabilir. Test sisteminde sabit yük uygulanmaktadır. Yük büyüklüğü ise 500N'a kadar çıkabilmektedir.

Sürtünme kuvveti, uzama ölçerden kurulan Wheatstone köprüsü devresinden yararlanılarak ölçülmektedir. Bunun için 10x120x2 mm boyutlarındaki yay çeliğinden imal edilen ölçüm levhasının alt ve üst yüzeylerinde iki adet strain gauge yapılandırılmaktadır. Tam Wheatstone köprü oluşturmak için iki adet strain gauge de pasif olarak devreye bağlanmaktadır. Plakanın rahatça hareketini sağlamak için tabla ile plaka arasında hidrostatik bir yağ filmi

oluşturulmaktadır. Doğru ölçmek için tabla ile plakanın teması önlenmiştir. Oluşan sürtünme kuvvetine ait sinyaller kaydedilerek, daha önceden elde edilen kalibrasyon doğrusu yardımı ile alınan bu sinyal değerleri sürtünme kuvvetine çevrilmiştir. Deneylere başlarken plaka hareket ettirilmeden (motor döndürülmeden), plaka ile tabla arasına yağ gönderilmekte metal temas kontrol edilerek yük ve yağ gönderme büyüklükleri (basınç, debi, vb..) ayarlanır. Böylece plaka ile tabla arasındaki metalik temas kesilmektedir. Böylece tahrik başlangıcındaki ve bitimindeki büyük aşınmalar önlenmektedir. Plaka ile tabla arasından sızan yağ ile pim ile plaka arasından sızan yağlar toplama tablası vasıtasıyla yağlama ünitesine gönderilip, yağın sürekli sirkülasyonu sağlanmaktadır. Hazırlanan bilgisayar programı ile sürtünme katsayısı hesaplanıp sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı test süresine bağlı olarak depolanabilmektedir.



Şekil 2. Tasarlanan gidip-gelme hareketli aşınma test sistemi ve (B) Plaka



Şekil 3. Tasarlanan sistem ve (A)yük kolu bağlantısı

#### 4. SONUÇ

Bu tezde asansörlerde kullanılan fren balatalarının sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı, aşınma gibi tribolojik özellikleri araştırılmıştır. Test numunesi olarak ülkemizde asansörlerde kullanılan yerli ve/veya ithal edilen fren balataları kullanılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde testlerin yapılabilmesi için gidip gelme hareketi yapabilen bir aşınma test cihazının tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiş ve deneylerde pim malzemesi olarak fren balata numuneleri hazırlanmış, karşı eleman olarak ise ray malzemeleri kullanılmıştır. Deney öncesi ve deney sonrasında hem ray hem de fren numunelerinin yüzey pürüzlükleri ölçülüp, yüzey profillerinin, yüzey pürüzlerinin değişimleri incelenmiş ve kullanılan rayların yüzey sertlikleri ölçülmüştür. Numunelerdeki aşınma miktarları ise kütle kayıp metodu ile ölçülmüştür. Deneyde test verileri olarak Asansör yönetmelikleri ile fren üretici firmalarının önerdikleri yatak yüzey basınç değerlerine ve hızlarına göre deneyler yapılmıştır. Ayrıca test numunesindeki sıcaklık artışları da imkânlar ölçüsünde ölçülüp değişimlerin değerlendirilmiştir. Kullanılacak ray malzemesine göre deneylerin de pratikte olduğu gibi kuru ve sınır yağlama bölgesinde yapılmıştır. Seçilecek yol veya test süresine bağlı olarak sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı hesaplanmıştır.

Test sonuçlarına göre fren balataları kuru olarak sürtünmeye bırakılmış ve sürtünme katsayısı 0,5 -0,7 arasında hesaplanmıştır. Numune kütle değişimleri % 0,009-0,011 olarak ölçülmüştür. Testte elde edilen sürtünme katsayısı grafiği artan parabol şeklindedir.

#### 5. KAYNAKÇA

1. Werner Osterle, W., Urban, I., 2006, "Third Body Formation on Brake Pads and Rotors", Tribology International 39 (2006) 401–408.
2. Blau, P.J., Jolly, B.C., Qu, J., Peter, W.H., Blue, C.A., 2007, "Tribological Investigation of Titanium-Based Materials for Brakes", Wear 263 (2007) 1202–1211.
3. Severin, D., Dörsch, S., 2001, "Friction Mechanism in Industrial Brakes", Wear 249 (2001) 771–779.
4. Türk Standartları Enstitüsü, "Asansörler-Yapım ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları-Bölüm1:Elektrikli Asansörler", TS 10922 EN 81-1: 1998 +AC 1999 dahil Nisan 2001, TSE, Ankara, Nisan 2001.
5. Türk Standartları Enstitüsü, "Asansörler-Yapım ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları-Bölüm2:Hidrolik Asansörler", TS EN 81-2, TSE, Ankara, Nisan 1997.

6. Tavaslıoğlu S., “Asansörde Pratik Bilgiler”,TMMOB Elektik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, Nisan 2003.
7. Makine Müh. Odası, “Asansör Avan ve Uygulama Projeleri Hazırlama Teknik Esasları”,TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, Mart 2005.
8. 25021 sayılı Resmi Gazete., “(95/16/AT) Asansör Yönetmeliği”,Resmi Gazete, Ankara, 15 Şubat 2003
9. 24643 sayılı Resmi Gazete., “III. CE Uygunluk İşaretinin Ürüne İliştirilmesi Ve Kullanılmasına Dair Yönetmelik”, Resmi Gazete, Ankara, 17 Ocak 2002.
10. İmrak, C.E., Fetvacı, M.C. “ Asansör ve Asansör Ekipmanlarına CE Avrupa’ya Uygunluk İşareti Uygulanmasının Esasları”, İletim Teknolojileri Kongresi ve Sergisi, Sayfa 9-18, İstanbul, 15-18 Ekim 2003.

## ÖZGEÇMİŞLER

**Ertuğrul DURAK** : 06.12.1968 tarihinde Erzincan’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzincan’da tamamladı. 1986-1990 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Makine Mühendislik Bölümünde Lisans, 1990-1993 tarihlerinde Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans, 1993-1998 yılları arasında Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktorasını tamamladı. Ağustos 1999 – Haziran 2005 tarihleri arasında Makine Mühendisliği Bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak çalışmıştır. Haziran 2005 tarihinde Doçent Unvanını almıştır. Triboloji (Yağlama, yağ katkı maddeleri, çevre dostu yağlar, aşınma, sürtünme ) ve makine elemanları tasarımı üzerine çalışmaktadır. İngilizce ve Fransızca bilmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

**Ali Hakan YURTSEVEN** : 1972 Afyon’da doğmuştur. 1994 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2008 yılında SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği bölümünde yüksek lisan eğitime başlamıştır. 2002 yılından bu yana Ake Asansör firmasında fabrika müdürü olarak çalışmaktadır.