

# **Asansör Sistemlerinde Enerji Tüketiminin Analizi ve Etiketlenmesi**

**H.Tarık DURU**  
**tduru@kocaeli.edu.tr**

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

- Bu çalışmada, asansör sistemlerinde enerji tüketimlerinin ölçümü ve verimliliğin etiketlenmesine ilişkin yöntemler ISO 25745 taslak metni ve VDI 4707 kılavuzu baz alınarak tanıtılmıştır .
- Çalışmanın amacı güncelliğini korumakta olan bu kılavuzun, objektif olarak tanıtılması ve örnek bir enerji etiketleme hesaplamasının verilmesidir.

- VDI 4707, Federal Almanya Mühendisler Birliği'nin asansörlerin enerji verimliliğine ilişkin olarak hazırlamış olduğu ve asansörlerin enerji tüketimlerinin standart bir kritere göre değerlendirilmesi ve sınıflandırılmasını sağlayan bir kılavuzdur.
- 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.
- 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve Binalarda Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi ve diğer mevzuat hareketliliği ve AB mevzuatı ile uyum iradesi, benzeri (veya uyumlaştırılmış) bir kılavuzun Türkiye için de uygulanmasının mümkün olabileceği öngörülebilir.

- 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 sınanması ve enerji tüketim tahminlerinin öngörülmesi için de kullanılabilir.
- Bu şekilde, müteahhit, 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.

## ▣ 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.

## 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 kademededen oluşan genel enerji tüketimi ve enerji verimliliği sınıfının belirlenmesine esas oluşturacaktır. Alışıldığı üzere A sınıfı en az enerji tüketen, dolayısı ile 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.

## 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.



Tablo 1. Kullanım kategorileri ve Seyir-Bekleme süreleri

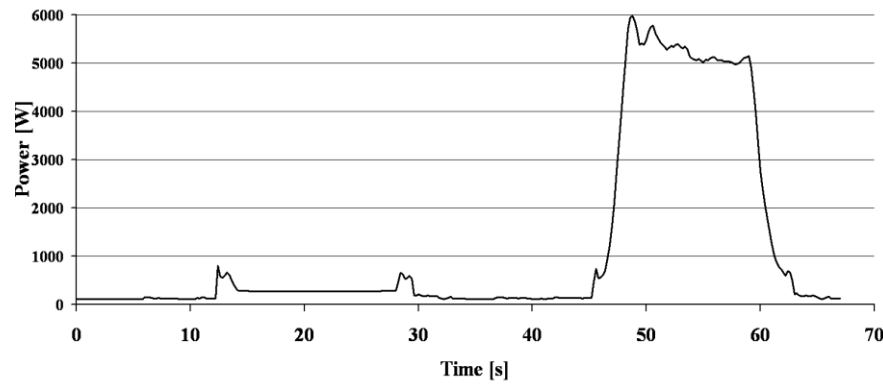
Kullanım Kategorisi	1	2	3	4	5
Kullanım Oranı	Çok az	Az	Orta	Yoğun	Çok Yoğun
Günlük Seyir Süresi* (Saat)	0.2	0,5	2.5	3	6
Günlük Bekleme Süresi (Saat)	23.8	23.5	22.5	21	18
Örnek Binalar	Mesken (6 veya daha az daire)  Küçük Ofisler	Mesken ( 20 daire)  Küçük oteller  2-5 Katlı Ofisler  Küçük işletmelerin 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

- 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.

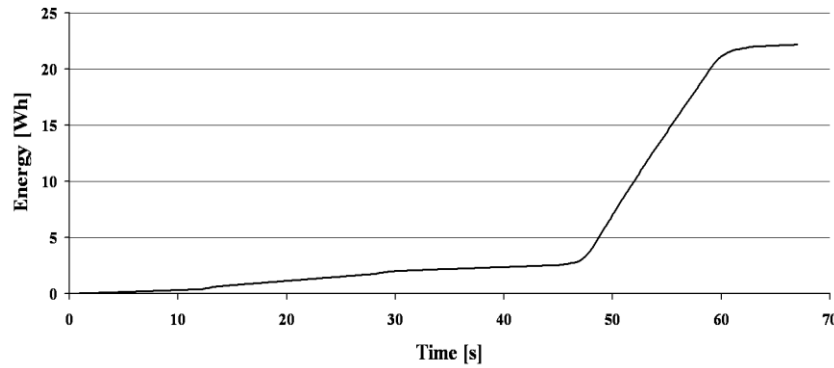
Referans seyir aşağıdaki seyir aşamalarından oluşmuştur.

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

Reference Trip



Reference Trip



Referans seyir için güç ve enerji değişimi

Tablo 2. Yük oran dağılımları

% Yük	%alıřma
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.

ASANSÖR KOLON HATTI

ESAS BESLEME

(P1)\*

Makine Motor  
Frenler  
Pano-Denetim  
Kapılar

YARDIMCI BESLEME

(P2)\*

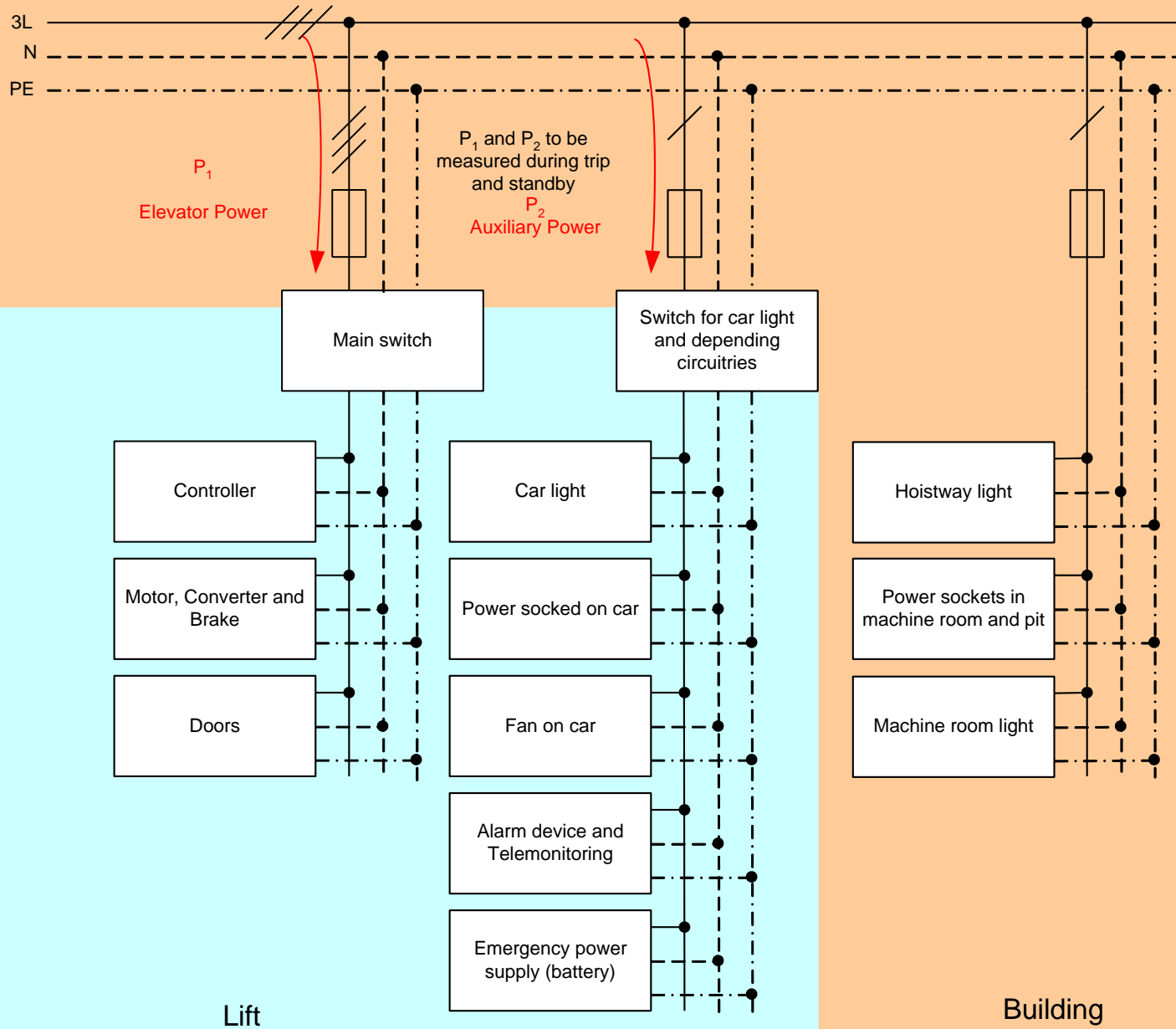
Kabin aydınlatması  
Kabin üstü prizi  
Kabin havalandırma  
Alarm sistemi  
Acil kurtarma güç sistemi

DİĞER BESLEME

Kuyu aydınlatması  
Kuyu içi ve makine dairesi prizleri  
Makine dairesi aydınlatması  
Makine dairesi havalandırma ve klima

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

**Ölçüm noktaları.**



## Hesaplamalar ve Etiketleme

- Yapılan ölçmeler sonucunda, Seyir ve Bekleme tüketimleri belirlenen bir asansör sisteminde enerji etiketlemesine esas oluşturacak tüketim aşağıdaki bağıntı ile hesaplanacaktır.

$$E_{\text{ÖT}} = E_{\text{ÖST}} + \frac{P_B \cdot t_B \cdot 1000}{Q \cdot v \cdot t_s \cdot 3600}$$

$E_{\text{ÖT}}$  : 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.



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)	$\leq 0.56$	$\leq 0.84$	$\leq 1.26$	$\leq 1.89$	$\leq 2.80$	$\leq 4.20$	$> 4.20$

<b>Leistung / Output in W</b>	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
<b>Klasse / Class</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>

<b>Spez. Energieverbrauch / Specific energy consumption in mWh/(kg m)</b>	≤ 0,56	≤ 0,84	≤ 1,26	≤ 1,89	≤ 2,80	≤ 4,20	> 4,20
<b>Klasse / Class</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>

<b>Energieeffizienzklasse / Energy efficiency class</b>	<b>Spezifischer Energiebedarf des Aufzugs in mWh/(kg·m) / Specific energy demand of the lift, in mWh/(kg·m)</b>				
	<b>Nutzungskategorie / Usage category</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<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	≤ 5,53
<b>G</b>	> 57,09	> 25,09	> 10,87	> 7,31	> 5,53

- 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 PB ve EÖT değerlerine sahip bir asansörde, A sınıfının 1. Kullanım kategorisi için sınırını tanımlayan bağıntı;

$$E_{\text{ÖT}_A_1} = 0.56 + \frac{50 \cdot (23.2) \cdot 1000}{Q \cdot v \cdot (0.8) \cdot 3600}$$

A sınıfı 1. kategori Q=1000kg, v=1 m/s için örnek hesap:

$$E_{\text{öt}_A_1_{1000}_1} = 0.56 + \frac{50 \cdot (23.2) \cdot 1000}{(1000) \cdot (1) \cdot (0.8) \cdot 3600} = 2.21 \text{ mWh/kg.m}$$

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

$$S = ts \times v$$

anma yükü (Q) kullanılarak da günlük seyir tüketimi;

$$E_{SGÜN} = E_{ÖST} \times S \times Q$$

şeklinde elde edilir.

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

$$E_{BGÜN} = t_B \times P_B$$

şeklinde hesaplanır.

Buradan yıllık enerji tüketimi;

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

olarak bulunur.

## Örnek bir hesaplama ( VDI 4707 de verilmiştir )

### Örnek hesaplama için veriler

$v = 1 \text{ m/s}$ ,  $Q=630 \text{ kg}$ , 5 durak ve 12 m seyir mesafeli , tahmini günlük seyir sayısı 200 ( Doktor muayenehanesi), bekleme tüketimi 40 W

Ortalama seyir mesafesi 12 m'nin yarısı alınarak 200 günlük seyir sayısı ve 1m/s hız için günlük seyir süresi,  
 $(6 \text{ m } 200 \text{ seyir}) / (1 \text{ m/s}) = 1200 \text{ s}$  veya 0.33 h

Buna göre incelenen asansör Tablo 1. 'den kullanım kategorisi 2' ye girmektedir. (  $0.3\text{h} < 0.33 \text{ h} < 1 \text{ h}$  )

Bu aşamadan sonraki hesaplamalarda , kategori 2'nin öngördüğü seyir ve bekleme süreleri (0.5 h seyir,23.5 h bekleme ) kullanılacaktır.



Örnek sistemin bekleme tüketimii 40 W olduğundan, bekleme tüketimi açısından Tablo 3.'e göre A sınıfı olacaktır.

Sistem için referans seyir ( yukarı ve aşağı boş kabin için) tüketiminin 10.8 Wh ölçüldüğü kabul edilsin.

Yük faktörü 0.7 alınarak, toplam seyir 2x12m olduğundan,

Özgül Seyir Tüketimi

$$E_{\text{ÖST}} = 0.7 E_{\text{RST}} / ( Q \cdot 2 \cdot S ) = (0.7) (10.8) / ((630) (2)(12) ) = 0.5 \text{ mWh/kgm}$$
 bulunur.

Bu değer kullanım kategorisine bağlı olarak Özgül Seyir Tüketimi bakımından incelenen sistemin A enerji sınıfına uyduğunu göstermektedir. (Tablo 3 )

Günlük seyir mesafesi seyir süresi 0.5 h ve 1m/s için 1800 m, günlük seyir tüketimi, 630 kg ve 1800 m için

567 Wh olarak bulunur.

23.5 h 'lik bekleme için, 40 W güçteki günlük bekleme enerji tüketimi 940 Wh ve günlük enerji tüketimi 1507 W ve özgül enerji tüketimi ( seyir ve bekleme birleşik) 1.33 mWh/ kgm olarak belirlenir.

Yıllık tüketim 365 gün için 550 kWh olarak bulunur.

## Lift energy efficiency certificate according to VDI 4707

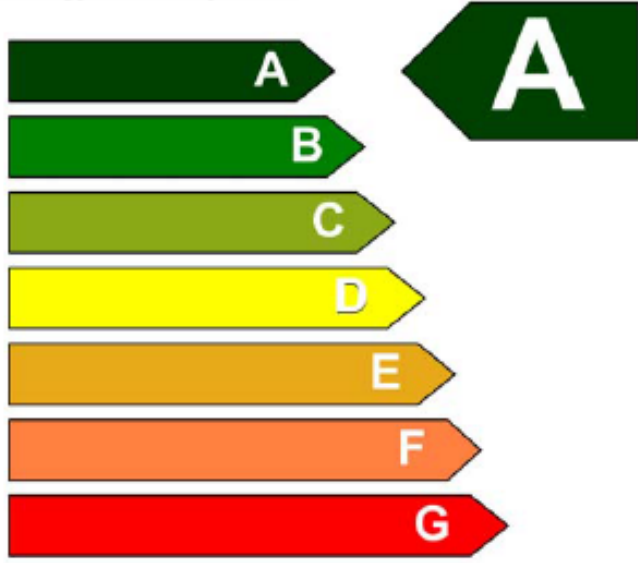
<b>Manufacturer:</b> <i>Company</i>	<b>Energy efficiency class</b>  A B C D E F G
<b>Location:</b> <i>Street</i> <i>City</i>	
<b>Lift model:</b> <i>Series/Version</i>	
<b>Lift type:</b> electric operated passenger lift	
<b>Nominal load:</b> 630 kg	Nominal demand per year for nominal values as shown: <b>550 kWh</b>
<b>Nominal speed:</b> 1 m/s	
<b>Operating days per year:</b> 365	
<b>Standby demand:</b> 40 W (energy demand class A)	<b>Usage category 2 according to VDI 4707</b> Comparison of energy efficiency classes is only possible under equal usage.  Date: 01.03.2009 Reference: VDI 4707 Part 1 (issue 03-2009)
<b>Specific travel demand:</b> 0,50 mWh/(kg·m) (energy demand class A)	

Figure 2. Energy certificate for a lift according to VDI 4707 Part 1

Sonuçta verilecek verimlilik sınıfı etiketi ( VDI 4707'den alınmıştır.)

- 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.

Daha güvenli , konforlu ve verimli asansörler  
kullanmak dileđi ile...

İlginiz ve sabrınız için teşekkürler..  
tduru@kocaeli.edu.tr

Sorularınız