

ASANSÖRLERDE ENERJİ SINIFLANDIRILMASI VE VERİMLİLİĞİ ARTIRMAK İÇİN ALINABİLECEK TEDBİRLER

Mehmet Melih Küçükçalık

Arkel Elektrik Elektronik San. Tic. A.Ş.
melih.kucukcalik@arkel.com.tr

ÖZET

Gelişme ve büyümenin kaçınılmaz bir sonucu olan artan enerji ihtiyacı, atmosfere saldıığımız karbon miktarını da artırmaktadır. Karbon salınım artışının önüne geçmenin bir yolu yenilenebilir enerji kaynaklarını devreye sokmaktan geçerken, bir diğer önleyici tedbir ise kullanılan enerjinin en verimli şekilde tüketilmesi ve gereksiz karbon salınımların azaltılmasından geçmektedir. Bu konuda asansör ve taşıyıcı bantlar ile ilgili çalışmalar 2005 yılından sonra ağırlık kazanmış. Alman mühendisler birliğinin 2009'da yayınladığı VDI4707 firmalar için bir yol gösterici olmuş, ISO 25745 'in yayımlanması ile de asansörlerin enerji tüketim ölçümü ve sınıflandırması konusunda uluslar arası ortak bir norma kavuşulmuştur. Bu çalışmada asansörlerin enerji sınıflandırmalarının hangi verilere göre hesaplandığı ve verimliliği artırmak için alınması gereken tedbirler üzerinde durulmuştur.

1.GİRİŞ

Toplam elektrik ihtiyacının %30-%40 kadar bir kısmını bina ihtiyaçları oluşturmaktadır. Binada harcanan enerjinin ise %2 - %10 kadarı ise asansörler tarafından kullanılmaktadır. Bu azımsanamayacak bir orandır. Avrupa EU-25 ülkelerinde 4,3 milyon, ülkemizde ise 400 bin asansör hizmet vermektedir. Dikey yapılaşma sebebi ile asansörlerin bina tüketimindeki payı artmaktadır. 2014 NEEAP raporuna göre 2020 yılına Avrupa birliği ülkelerinde 1086 MToe toplam enerji ihtiyacının olacağı tahmin ediliyor. Bu enerjinin 25 – 50MToe kısmı asansör ve yürüyen merdivenlerce kullanılacağını öngörebiliriz. Asansörlerde alınacak basit tedbirlerle %50'ye yakın enerji tasarrufu yapmak mümkün, yani 12 – 25 Mtoe (139560 – 290750 GWh) kadar bir enerji tasarrufu mümkün. Akkuyu nükleer santralin 4 reaktörünün toplam 19.2GWh 'lik kurulu güce sahip olduğunu düşünürsek, 4 reaktör hiç kesintisiz $19.2 \times 24 \times 365 = 168192$ GWh yıllık güç üretebilecek. Enerji verimliliğini artırarak, kurulacak olan en modern 1 veya 2 nükleer santralden, 1MWh gücünde 15 - 33 bin rüzgar türbininden veya 70 - 145 milyon metrekare güneş panelinden tasarruf sağlanabilir.

2. ASANSÖR ENERJİ TÜKETİMİNİN ÖLÇÜLMESİ.

Asansörlerde enerji tüketimin hesaplanabilmesi için gerekli ölçümlerin nasıl yapılacağı ISO 25745-1 de tarif edilmiştir. Tarife göre ölçüm metotları eğitilmiş teknik personelin rahatlıkla yapabileceği pratiklikte, tekrar edilebilir ve sıklıkla kullanılan ölçüm aletleri ile yapılabilir nitelikte olmalıdır.

Ölçümler asansörün çalışma durumuna ve enerjinin kullanıldığı yere göre tablo-1 esas alınarak yapılır.

Tablo 1. Asansör enerji tüketim ve doğrulama ölçümleri

Ölçüm tipi	Yapılacak ölçüm	Kullanılacak ekipman
Enerji tüketim ölçümü	Ana enerji - çalışırken Ana enerji - dururken ve hazırda bekleme Yardımcı enerji - çalışırken Yardımcı enerji - dururken ve hazırda bekleme	Enerji ölçer
Enerji tüketim denetimi	Ana akım - çalışırken Ana akım - dururken ve hazırda bekleme Yardımcı akım - çalışırken Yardımcı akım - dururken ve hazırda bekleme	Akım ölçer

Çalışma durumunda enerji ölçümü şu şekilde tanımlanır; Kapılar devrede iken, boş kabinle, asansör iki uç nokta arasında tam bir çevrimi tamamlaması için gereken enerjidir. Yani kapılar kapalı iken en alt kattan harekete başlayıp, en üst katta durup, kapıları açıp kapayıp, en alt kata gelip, tekrar kapıları açıp kapaması (Referans çevrim) için gereken enerji olarak tanımlanmıştır. Ölçüm hassasiyeti için minimum 10 tekrar istenmektedir.

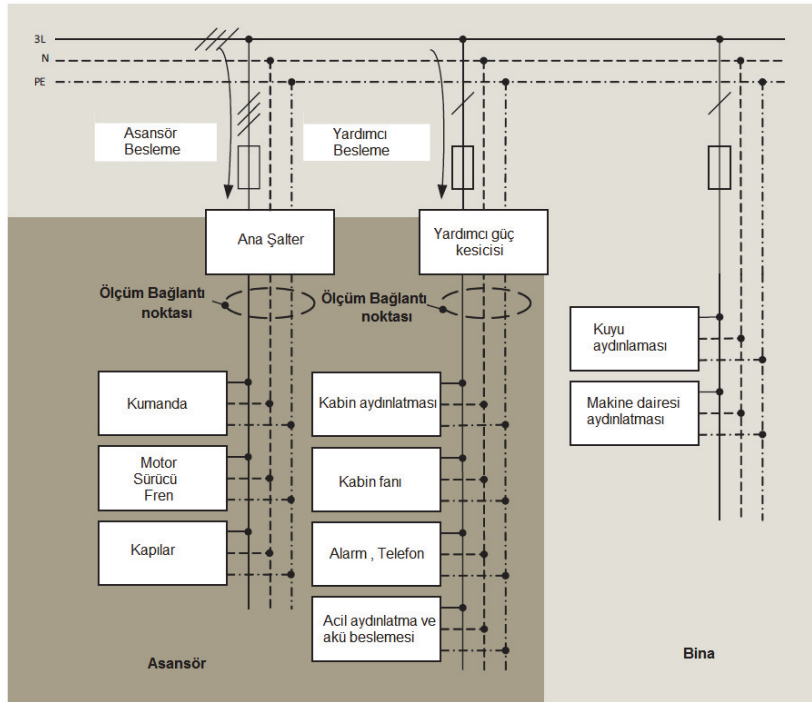
Dururken enerji ölçümü; Referans çevrimin tamamlanmasından hemen sonra 1 dakika ölçüm yapılarak bulunur.

Hazırda bekleme enerji ölçümü; Referans çevrimin tamamlanmasından sonra 5 dakika beklenir.5 dakikanın sonunda 1 dakikalık bir ölçüm yapılarak bulunur.

Ana enerji; Motor, motor freni, kumanda panosu, göstergeler, kapılar , fotosel , yük sensörü gibi ana kesici şalterden beslenen devrelerin çektiği enerjilerdir.

Yardımcı enerji; Kabin lambası, acil aydınlatma, kabin fanı gibi yardımcı kesici şalterden beslenen devrelerin çektiği enerjilerdir.

Ölçümlerin yapılacağı noktalar ise ISO 25745-1'de Şekil-1'deki gösterilmiştir.

**Şekil 1.** Ölçüm bağlantı noktaları

Enerji gücün birim zamanla çarpımından elde edilir. Güç ise anlıktır. Enerji denetim ölçümleri asansörün sonradan enerji tüketiminin değişip değişmediğini hızlıca anlayabilmek için yapılan güç ölçümlerdir. Bu ölçümler enerji ölçümleri sırasında kayıt edilir. Sonradan yapılan denetimlerde sadece çekilen güçler kayıtlarla karşılaştırılarak enerji tüketiminde değişiklik olup olmadığı hızlıca anlaşılabilir. Kayıt altına alınması gereken ölçümler gene ISO 25745-1’de tanımlanmıştır.

2. ASANSÖR ENERJİ HESAPLAMASI VE SINIFLANDIRMASI.

ISO 25745-2 Dururken , hazırda bekleme ve özgül seyir enerji tüketimi değerlerinin her birine göre A’dan G’ye kadar yedi kademe enerji tüketimi ve verimlilik sınıfları tanımlanmıştır. Her 3 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, dolayısı ile de en yüksek enerji verimliliğine sahip sistem olarak tanımlanmıştır. Bu şekildeki bir etiketlemede “Özgül Seyir Tüketimi “ A sınıfı olan bir asansörün bekleme ve dururken ki 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.

2.1 ÖZGÜL SEYİR ENERJİ TÜKETİM SINIFI

Asansörün özgül çalışma enerji tüketimi ISO 25745-1 ölçümleri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E_{spr} = \frac{1000 \times E_{rc}}{2 \times Q \times s_{rc}} \quad (\text{Formül-1})$$

- Espr : Özgül tüketim (mWh/kgm)
 Erc : Referans çevrimdeki enerji tüketimi (Wh)
 Q : Anma yükü (kg)
 Src : Referans çevrimdeki iki uç durak arasındaki mesafe (m)

Örneğin 1500Kg kapasiteli ,75m seyahat mesafesine sahip bir asansörün referans çevrim ölçüm değeri 170Wh is formülden Espr = 0.76 mWh/kgm olarak hesaplanır. Hesaplanan Espr değeri Tablo-2 ‘de yerine konularak özgül çalışma enerji sınıfı bulunur. Bu örnekte 0.76 için 2 bulunur.

Tablo 2. Özgül çalışma performans sınıfı

Ortalama çalışma döngüsü için özgül seyir enerjisi (mWh/kgm)	≤ 0.72	≤ 1.08	≤ 1.62	≤ 2.43	≤ 3.65	≤ 5.47	> 5.47
Performans sınıfı	1	2	3	4	5	6	7

2.2 DURURKEN VE HAZIRDA BEKLEME ENERJİ TÜKETİM SINIFLARI

Asansörün dururken ve hazırda bekleme enerji tüketim sınıfı ilgili ISO 25745-1 ölçüm değerini Tablo-2 de yerine koyarak belirlenir. Örneğin dururkenki gücü 500W , hazırda bekleme gücü 300W olan bir asansör için dururkenki tüketim sınıfı 5 , hazırda bekleme sınıfı 4 olarak bulunur.

Tablo 3. Dururken ve Hazırda bekle performans sınıfı

Dururken / Hazırda bekleme gücü (W)	≤50	≤100	≤200	≤400	≤800	≤1600	>1600
Performans sınıfı	1	2	3	4	5	6	7

2.3 GENEL TÜKETİM SINIFININ BELİRLENMESİ

Özgül çalışma , dururken ve hazırda bekleme performansları farklı farklı da çıksa asansörün genel sınıflandırılmasının beyaz eşyalardaki gibi kolayca anlaşılması için bu 3 değer bir birleşimine ihtiyaç vardır. Bu birleşimin yapılabilmesi için yıllık seyir tüketim tahmini, bekleme ve durma tüketim tahminlerine ihtiyaç vardır. Seyir performansı çok kötü olan ama haftada 5-10 kez çalışan bir araç asansörünün, bekleme tüketim performansı çok iyi ise pekala genel ortalamada A sınıfı olabilir. Tam aksine çok yoğun çalışan bir hastane asansörünün ise bekleme performansının, çalışma performansı yanında genel sınıflandırmaya etkisi oldukça az olacaktır. Bu sebeple mesken tipine göre ortalama seyir sayısı tahminleri ve çalışma kategorileri ISO 25745 'de tablo halinde verilmiştir. Bu tabloda binanın yıl içinde çalışma gün sayısı da belirtilmiştir. Konutlar için çalışma gün sayısı yılda 360 gün alınırken, ofisler için 260 gün alınmıştır. Tüm bu tahminler ile aşağıdaki veriler gene ISO 25745'de ki formüller yardımı ile hesaplanır.

- Ed : Günlük toplam enerji tüketimi (Wh)
Nd : Günlük seyahat sayısı
Sav : Ortalama kat edilen mesafe (m)
tnr : Asansörün çalışmadığı sürü (s)
Q : Anma yükü (kg)

Tablo 4. Enerji verimlilik sınıfı

Enerji verimlilik sınıfı	Günlük enerji tüketimi (Wh)
A	$E_d \leq 0.72 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1000 + 50 \times t_{nr}$
B	$E_d \leq 1.08 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1000 + 100 \times t_{nr}$
C	$E_d \leq 1.62 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1000 + 200 \times t_{nr}$
D	$E_d \leq 2.43 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1000 + 400 \times t_{nr}$
E	$E_d \leq 3.65 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1000 + 800 \times t_{nr}$
F	$E_d \leq 5.47 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1000 + 1600 \times t_{nr}$
G	$E_d > 5.47 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1000 + 1600 \times t_{nr}$

3. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAK İÇİN ALINABİLECEK TEDBİRLER

Asansörün enerji verimini artırmak için dikkat edilmesi gereken en önemli bileşen, kullanım kategorisine göre, çok az kullanılan asansörlerde hazırda bekleme tüketimi olurken, çok sık kullanılan asansörlerde çalışma durumundaki tüketim olmaktadır. Hazırda bekleme ve çalışma durumunda enerji tüketimine etkiyen parçalar ve alınması gereken tedbirler kısaca aşağıda incelenmiştir.

3.1 DURAK GÖSTERGELERİ

Durak göstergeleri hazırda bekleme konumunda tüketilen enerji miktarına önemli ölçüde etki etmektedir. Göstergelerin sürekli çalışması tüketimi artıracaktır bu sebeple bir enerji tasarruf konumuna sahip olmaları önemlidir. Hazırda bekleme durumunda LCD göstergelerde arka plan ışığını, LED göstergelerde ise göstergeyi tamamen kapamak mümkün. Eski tungsten lambalı göstergelerin düşük tüketimli LED göstergeli yenileri ile modernize edilmesi hazırda bekleme tüketimini önemli ölçüde azaltacağı aşikardır.



Şekil 2. Asansör göstergeleri

3.2 KABİN AYDINLATMASI

Asansör kabin aydınlatmalarında kullanılan lambaların verimliliği, aydınlatma için gerekli enerjiden %80 'e kadar tasarruf (Bknz. Şekil-3) edilebilmesine imkan sağlar. Kabin aydınlatma lambaların sürekli çalışması verimlilik açısından doğru olmayacaktır, asansör hazırda bekleme durumuna geçtikten sonra kapanması gereklidir. Kabin aydınlatması çalışma durumu enerji tüketimine etki eden bir parçadır.

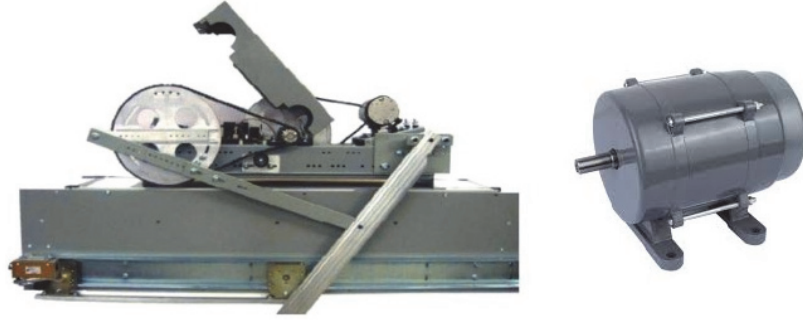


Şekil 3. Asansör kabin aydınlatmaları

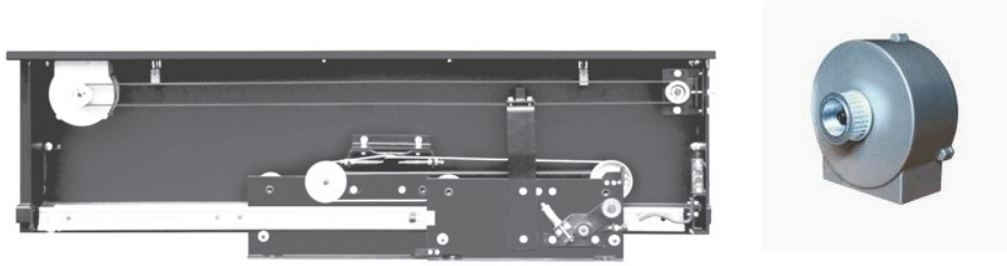
3.3 KAT VE KABİN KAPILARI

Otomatik kapılarda enerji verimliliğini etkileyen en önemli parçalar motor ve sürücü verimleridir. Kapı motorları DC, AC, senkron, asenkron, redüktörlü ve redüktörsüz olarak oldukça geniş bir kombinasyonda kullanılmaktadır. En verimli operatörler VVVF sürücülü redüktörsüz sabit mıknatıslı motorlar (Şekil-5) ile imal edilmiş olanlar olup, asenkron direk yol vermeli (Şekil-4) eski modellere oranla %60 - %70 daha az enerji ile panelleri açıp kapatabilmektedirler. Fakat direk yol vermeli eski tip AC-1 modellerin hazırda bekleme güçlerinin sıfır olduğu düşünülürse, sürücülü modellerin daha az enerji tükettiği sonucu çıkarılamaz. Özellikle az kullanılan asansörlerde bekleme tüketimi önem kazanmaktadır ve panellerin hız kontrolünü yapabilmek için geliştirilen VVVF sürücüler hazırda beklerken de enerji tüketecektir. Bu sebeple VVVF sürücünün bir enerji tasarruf konumu olması önemlidir.

Kumanda panosundan aldığı bir sinyal ile hazırda bekleme konumuna geçerek özellikle kapı kaşıklarını kapalı tutmak için motoru azda olsa sürekli yükte tutma işlemini sonlandıracaktır, tüketimi minimize edecektir.



Şekil 4. Asansör kapı operatörü AC-1



Şekil 5. Asansör kapı operatörü PMAC-VVVF

3.4 KUMANDA PANOSU

Asansörün kumanda panosu enerji verimliliğinde kritik öneme sahiptir. Keza diğer tüm elektrikle çalışan birimlerin kontrolünü yapmaktadır. Enerji tasarruflu konumu olmayan bir kumanda panosu, kapı ve göstergeler gibi diğer birimlerin beklemede iken tasarruf konumuna geçmesi için komut gönderemez.

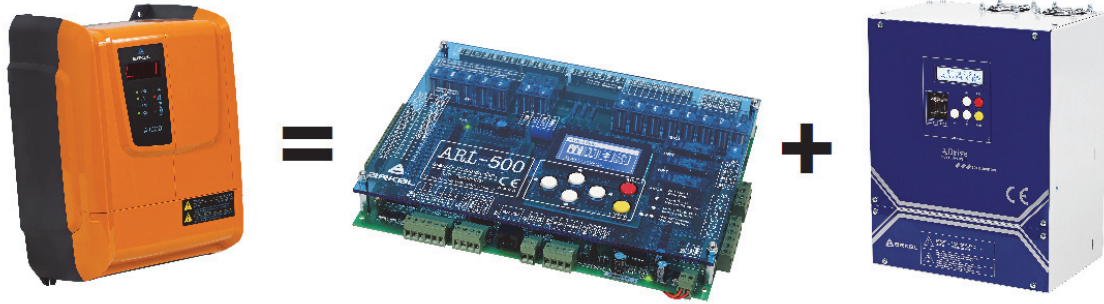
Modern mikro işlemcili panolarda akıllı çağrı yanıtlama algoritmaları ile çağrılara en hızlı ve en verimli şekilde cevap vermek mümkün olabilir, varsa gruptaki diğer asansörlerle ortak hareket ederek süreler ve hareketler minimize edilir. Kabin yük hücreleri ile doluluk oranları hesaplanıp, dolu ise duraklarda gereksiz duruş ve kalkışların önüne geçilir.

Kumanda panosunun içinde bulunan güç kaynağı klasik bir transformatör ya da anahtarlama güç kaynağı işle yapılmış olabilir. Anahtarlama güç kaynağı kullanılan kumanda panolarının bekleme enerji tüketimleri transformatöre göre daha düşük olacaktır. Şekil-6.



Şekil 6. Kumanda besleme güç kaynakları

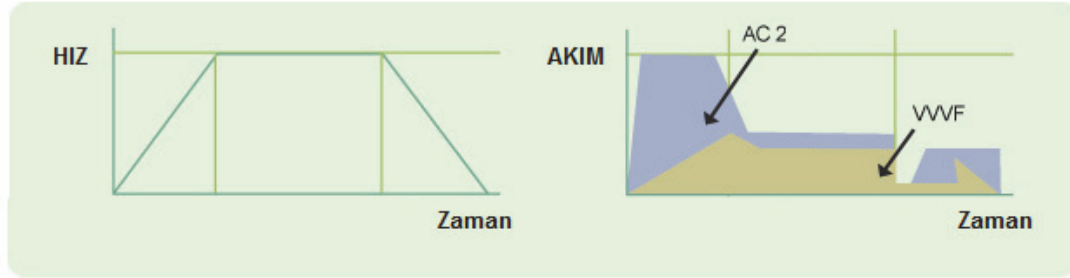
VVVF sürücü ve kontrol kartları günümüzde tümleşik olmaya başladı. Ayrık sistemlere göre tümleşik sistemlerin de bekleme konumunda sarfiyatları daha az olmaktadır. Şekil-7



Şekil 7. Tümleşik sürücü ve ayrı birimler

3.5 TAHRİK MAKİNELERİ

Çalışma durumundaki enerji sarfiyatında tahrik makinesi seçimi ciddi önem arz eder. Asansör tahrik makinelerini düşük verimli olandan en verimli olana doğru sıralamak gerekirse; AC-1 (tek hızlı) asenkron redüktörlü, AC-2 (Çift hızlı) asenkron redüktörlü, AC-VVVF asenkron redüktörlü, PMSM-VVVF senkron redüktörsüz olarak sıralamak doğru olur. Şekil-8'de AC-2 ile AC-VVVF seyahat akımları karşılaştırılmıştır. Kalkış akımlarının %50 - %80 , toplam enerji sarfiyatının ise %30 kadar düştüğü gözlemlenmiştir. PMSM-VVVF ile AC-VVVF makinelerin seyahat akımları karşılaştırıldığında benzer bir grafik çıkacak fakat senkron makinenin diş kayıplarının olmaması ve motorların daha verimli olmasından dolayı akımlar daha düşük olacaktır. Sabit mıknatıslı senkron PMSM-VVVF redüktörsüz makineleri aynı kapasitede redüktörlü muadilleri ile karşılaştığımızda bir %30 daha enerji tasarrufu yapılabileceği görülmektedir.



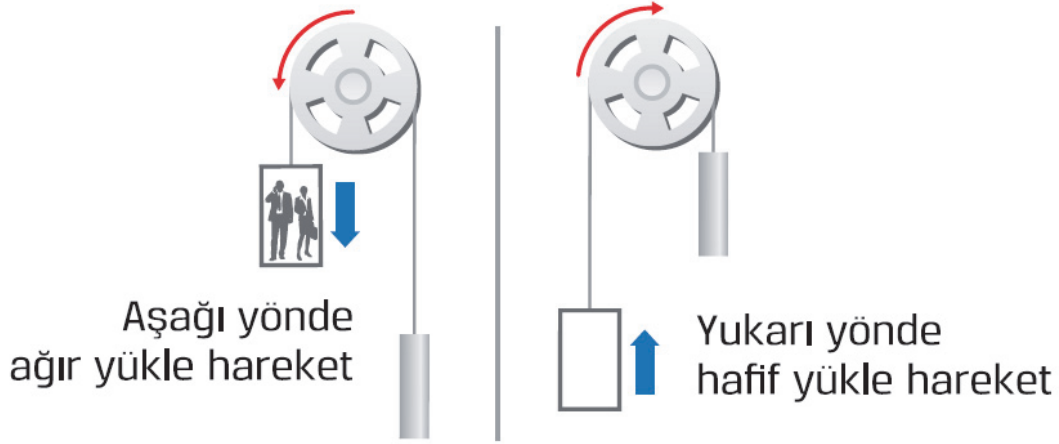
Şekil 8. AC-2 AC-VVVF seyahat akım grafiği



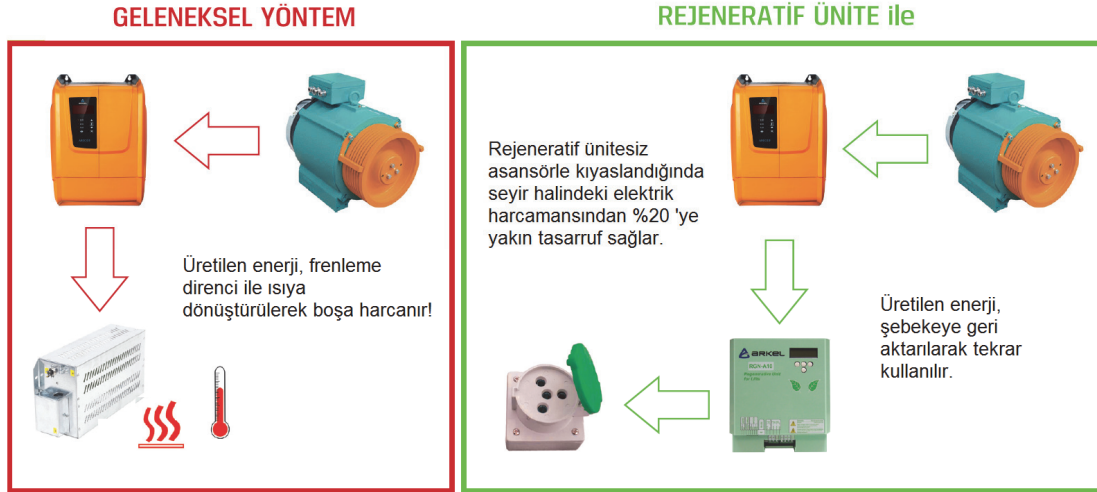
Şekil 9. Asansör tahrik makineleri

3.6 ENERJİ GERİ KAZANIM ÜNİTELERİ

Tahrik makineleri olarak redüktörsüz senkron makinelerin kullanılması ile verimlilik artışı için frenleme sırasında (Şekil-10) açığa çıkan enerjide artmıştır. Açığa çıkan bu enerjiyi fren direncinde ısıya çevirip yok etmek yerine şebekeye geri kazandırmak daha anlamlı hale gelmiştir. Açığa çıkan enerjinin ısı olarak fren direnci ile atılması durumunda makine dairesindeki ısı da artmaktadır. Yazın ilave bir soğutma ihtiyacından kurtulmak geri kazanım için artı bir avantaj olarak görülmektedir.



Şekil 10. Frenleme gerektiren koşullar



Şekil 11. Geleneksel yöntem ve Enerji geri kazanımı

3.7 YEDEK GÜÇ KAYNAKLARI (UPS)

Elektrik kesintilerinde kat arasında kalan kabini kat hizasına alabilmek için bir çok asansörde UPS kullanılmaktadır. UPS'lerin akülerin dolması sırasında çektiği güç olmasa da hazırda bekleme sarfiyatları asansörün enerji sınıflandırılması yapılırken göz önünde tutulur. Genel olarak kullanılan endüstriyel standart tip 500VA – 2000VA arası UPS'le için bekleme güçleri 25 -100W arasında değişebilmektedir. Bu güçler hiç de azımsanacak güçler değildir. UPS seçimlerinin de doğru yapılması gerekmektedir.



Şekil 12. Asansörlerde kullanılan UPS örnekleri

4. SONUÇ

Röle kumandalı çift hızlı bir asansör ile günümüz modern kontrolcülü, enerji geri kazanımlı asansör arasında %70'e yakın enerji sarfiyat tasarrufu sağlanabilmektedir. Yeni tesis edilecek ve modernizasyonu yapılacak asansörlerin enerji sarfiyatları, kurulum sırasında göz önünde bulundurulursa, bekleme ve çalışma tüketimleri önemli oranda düşürülebilir. Bunların bir kısmı (beklemede göstergelerin kapatılması, akıllı trafik hesap algoritmalarının kullanılması, yüke göre hızın seçilmesi gibi) ilave donanım maliyeti de getirmemektedir. Enerji geri kazanım ünitesi gibi ilave maliyet getirecek parçaların ise kullanım adetlerinin artışı ile giderek ucuzlaması, yakın gelecekte her asansöre konabilir olmalarını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] ISO, ISO 25745-1 , 2012. Asansör, yürüyen merdiven ve bantların enerji performansları, Bölüm-1 Enerji ölçümleri ve doğrulaması
- [2] ISO, ISO 25745-2 , 2015. Asansör, yürüyen merdiven ve bantların enerji performansları, Bölüm-2 Asansörler için enerji hesapları ve sınıflandırması
- [3] NEEAP, Report 2014 , 3rd National energy action plan
- [4] ELEVATORI, 2016 , Dr-Eur.Ing Gina Barney, Energy and efficiency
- [6] VDI, VDI 4707 Part-1 , Lifts energy efficiency