

YÜRÜYEN MERDİVENLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Battal Murat ÖZTÜRK

Löher Asansör ve Yürüyen Merdiven
bmuratozturk@loher.com.tr

ÖZET

Enerji kaynaklarının her geçen gün azaldığı dünyamızda bir yandan yeni enerji kaynakları ararken bir yanda da mevcuttaki kaynakları daha verimli kullanmaya başlandı. Bu nedenden dolayı yüksek enerji harcayan yürüyen merdivenlerde enerji verimliliği konusunda önemli bir yer almaya başlamıştır.

GİRİŞ

Enerjide tasarruf, sınırlı enerji kaynağının en verimli biçimde kullanımıdır. Gereksiz enerji tüketiminin ve kayıplarının azaltılmasıdır. Enerjide tasarruf aynı işi daha az enerji ile yapmaktır. Bu hususlar göz önüne alınarak yürüyen merdivenlerde de enerji tasarrufu sağlanması önemlidir.

YÜRÜYEN MERDİVEN ENERJİ TÜKETİMİNİN AZALTILMASININ YOLLARI

Asansörlerden daha fazla trafiğe hizmet veren yürüyen merdivenler kurulum veya kullanım aşamasında birkaç noktaya dikkat ederek yüksek enerji verimliliği sağlanabilir. Yürüyen merdivenlerde enerji tüketiminin azaltılmasını yolları ve kullanılacak ekipmanlar aşağıdaki gibidir.

1. Aydınlatma (LED) Teknolojisi
2. Çalışma Sistemi
3. Yüksek verimli tahrik sistemi
4. İnverter(VVVF) kullanımı
5. Regen İnverter Kullanımı
6. Bakımsız basamak zinciri kullanımı
7. Düzenli bakım



1. Aydınlatma (LED) Teknolojisi

Aydınlatma ekipmanı olarak kullanılan floresan, akkor flamanlı veya halojen ampul yerini LED (light emitting diode) yarı iletken aydınlatma kaynağına bırakmıştır. Bu ekipmanın birçok avantajı vardır.

LED'in avantajları

- Çok az enerji tüketirler.
- Uzun ömürlüdürler.
- Termal ve mekanik darbelere karşı dayanıklıdır.
- Işığı direk olarak yayarlar, bu nedenle verimlidirler.
- Kızılötesi, UV radyasyonu yoktur, çevresel zararları yoktur.
- Zararlı gaz barındırmadıklarından güvenlidirler.
- Yanma veya çarpılma tehlikesi olmadan istenildiğinde dokunulabilir.
- Farklı renk seçenekleriyle geniş kullanım alanları bulunmaktadır.



Resim 1. Yürüyen Merdivenlerde LED Kullanımı

2. Hareket Tekniği

Yürüyen merdivenler hareket tekniği bakımından 4'e ayrılırlar.

- Direkt çalışma
- Çalış-Dur
- Çalış-Yavaşla
- Çalış-Yavaşla-Dur

2.1. Direkt Çalışma Sistemi

Bu sistemde yürüyen merdiven ilk çalıştırmadan sonra herhangi bir kişi tarafından durdurulacağı zamana kadar sürekli nominal hızda çalışır. Bu sistem devrede iken şebekeden maksimum enerji çekimi olur. En sağlıksız enerji tüketimine sahip yürüyen merdivenler bu sisteme sahip olanlardır. Çünkü yürüyen merdiven üzerinde yolcu olsa da olmasa da hareket sürekli şekilde devam eder.

2.2. Çalış-Dur Sistemi

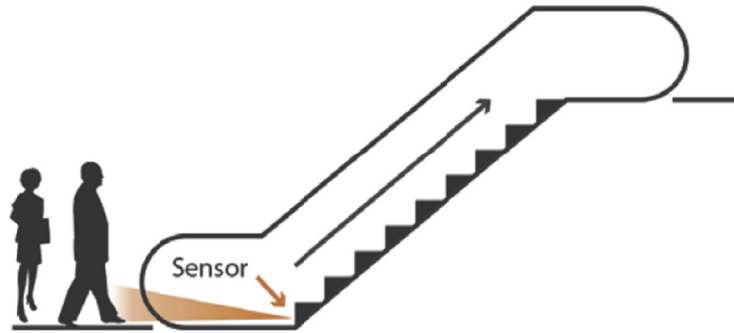
Bu sistemde yürüyen merdivenin giriş ve çıkışında sensörler vardır. Bu sensörler yürüyen merdivenin hareketini ve hareket süresini kontrol eder. Yukarı yönde hareket eden yürüyen merdivene alt noktadan bir yolcu geldiğinde alt sensör sistemin hareketini sağlar. Belli bir süre içinde alt noktadan herhangi bir yolcu gelmez ise sistem yolcu gelinceye kadar kendini durdurur.

2.3. Çalış Yavaşla

Bu sistemde yürüyen merdivende bir frekans kontrol(inverter) cihazı bulunur. Sistem yüksek hızda harekete başlar ve belli bir süre yolcu gelmediği zaman frekansı 10Hz. düşürerek harekete devam eder. Bu sistemde de sürekli bir enerji tüketimi olur.

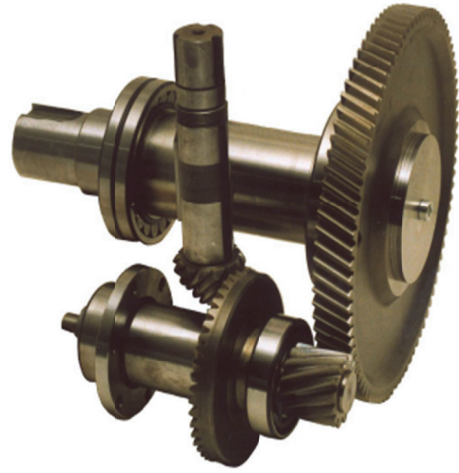
2.4. Çalış Yavaşla Dur

Bu sistemde de bir frekans kontrol cihazı bulunur. . Sistem yüksek hızda harekete başlar ve belli bir süre yolcu gelmediği zaman frekansı 10Hz. düşürerek harekete devam eder ve belirli bir süre daha yolcu gelmez ise sistem durur. Diğer sistemlere göre enerji harcaması minimal seviyededir.



3. Yüksek Verimli Tahrik Sistemi Kullanımı

Tahrik sistemleri için daha 5-10 sene öncesine kadar %40-50 verimlerden bahsederken şimdi ise %90-95 verimli ürünler piyasaya çıkmaya başladı. Düşük verimli tahrik sistemi seçmek yerine yüksek verimli seçerek enerji tasarrufu sağlayabiliriz. Yüksek verimli tahrik sistemi kullanarak motor gücünü düşürür ve enerji tasarrufu yaparız. Bu kazanç %30-40 seviyelere ulaşabilir.

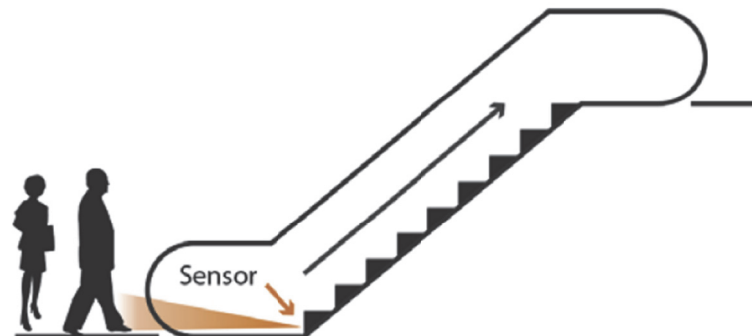
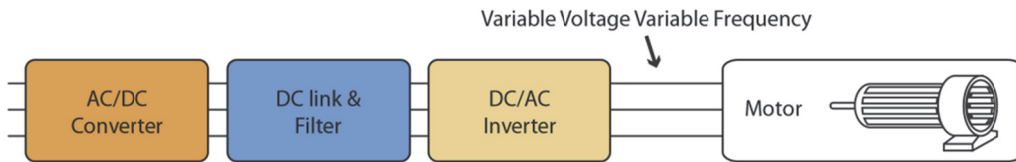


Gear :
input-torque, max:
input speed:
efficiency:
starting efficiency :

T max. = 220 Nm
n = 1000, 1200 and 1500 rpm
 $\eta, n = > 96 \%$
 $\eta, s = > 90 \%$

4. İverter (VVVF) Kullanımı

Yürüyen merdivenlerde enerji tasarrufu yapmanın bir yöntemi de inverter(VVVF) kullanımınıdır. Sürekli yüksek hızda çalışan yürüyen merdivenlere bir yolcu algılayıcı sensör ve inverter ilavesi yapılarak sistemin daha efektif çalışması sağlanabilir. Örneğin 0,50m/s çalışan bir yürüyen merdivene herhangi bir yolcu gelmediği zaman sistem daha önceden belirlenen 0,10m/s hızına düşerek çalışmaya devam eder. Eğer istenilirse belirli bir süre sonra yürüyen merdiven tamamen durdurulabilir. Herhangi bir yolcu merdivene yaklaşırsa sistem tekrar yüksek hızda çalışmaya başlar.

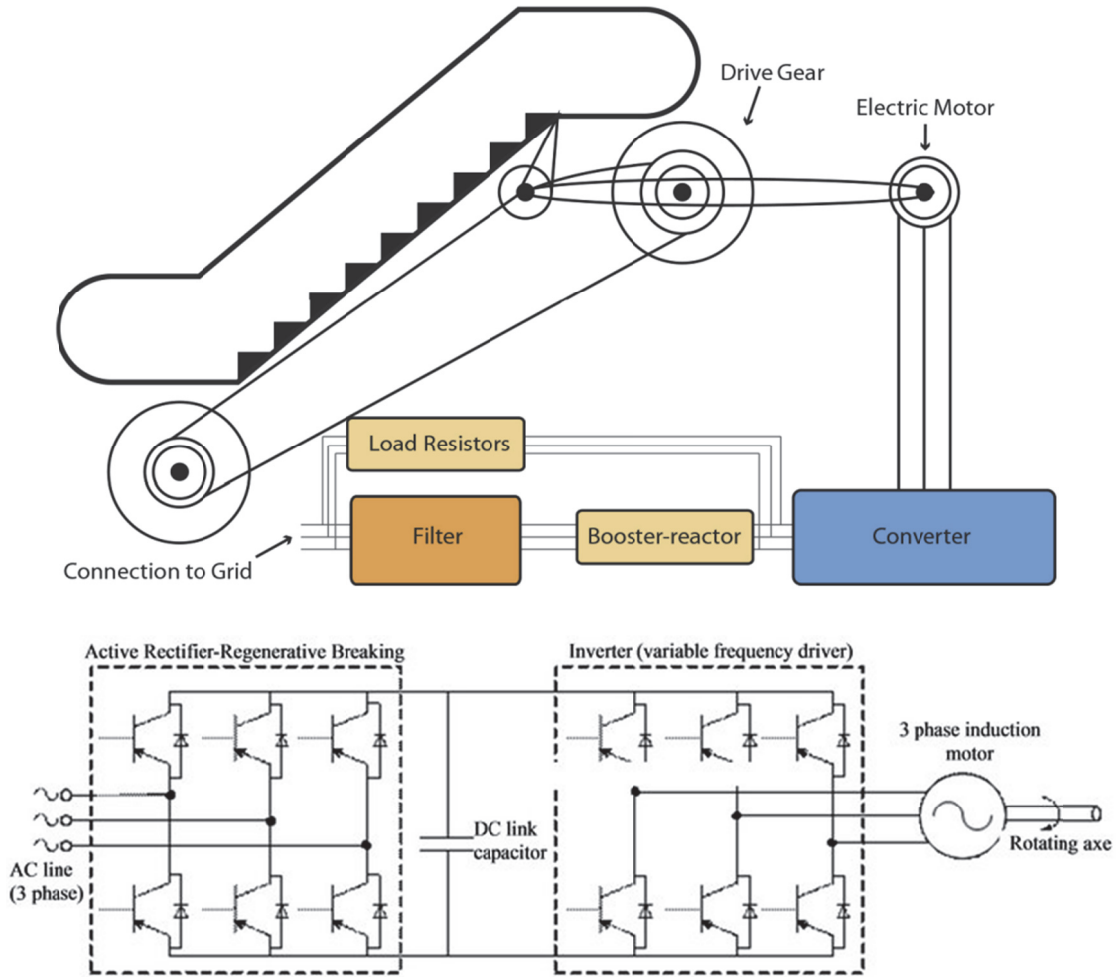


İnverter Kullanmanın Avantajları

- Hızlanma ve yavaşlama sürelerinin kontrolü
- Devir veya frekans değiştirilerek hız kontrolü
- Dinamik ve mekanik frenleme (bazı modellerde frenleme direnci kullanmadan rejeneratif çalışma imkanı)
- Uyku moduna geçme
- Şebeke dalgalanmalarında motoru koruma
- Enerji tasarrufu
- PLC gibi başka elektronik cihazlarla haberleşme
- Dahili güvenlik fonksiyonları (safety integrated)

5. Regenerative İnverter Kullanımı

Sürekli aşağı yönde çalışan ve sürtünme zorluğunu yenen yani üzerindeki yolcu ile belirlenen hıza yerçekiminin yardımı ile ulaşan sistemlerde bu hız beyan hızının üzerine çıkarsa sistemdeki motor bir jeneratör gibi çalışmaya başlar. Bu kazanç normal şartlarda frenleme direnci ile ısıya çevrilir. Bu noktada sisteme bir regenerative bir inverter ilavesi yapılarak motorun jeneratör etkisi bir kazançla çevrilebilir. Bu hususlar ilgili ölçümler aşağıdaki gibidir.



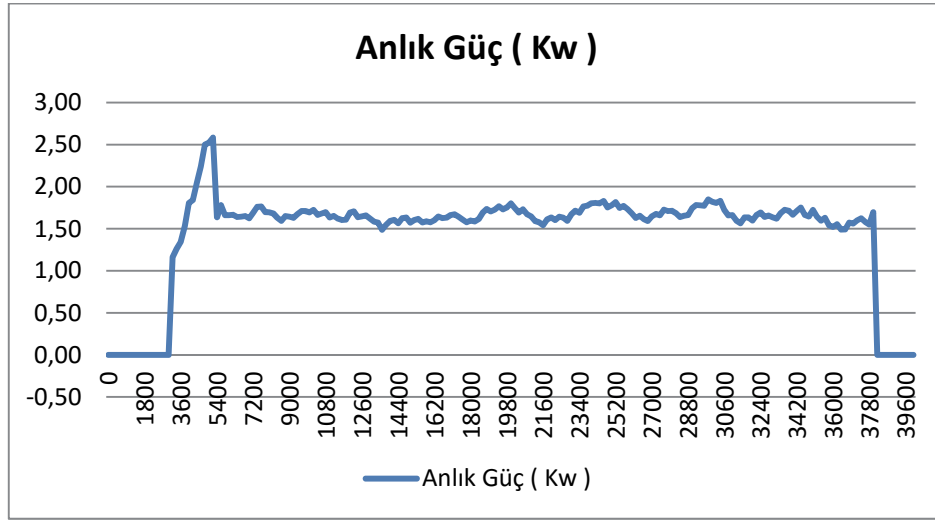
Regen Drive iç tasarımı

ÖLÇÜMLER VE SONUÇLARI

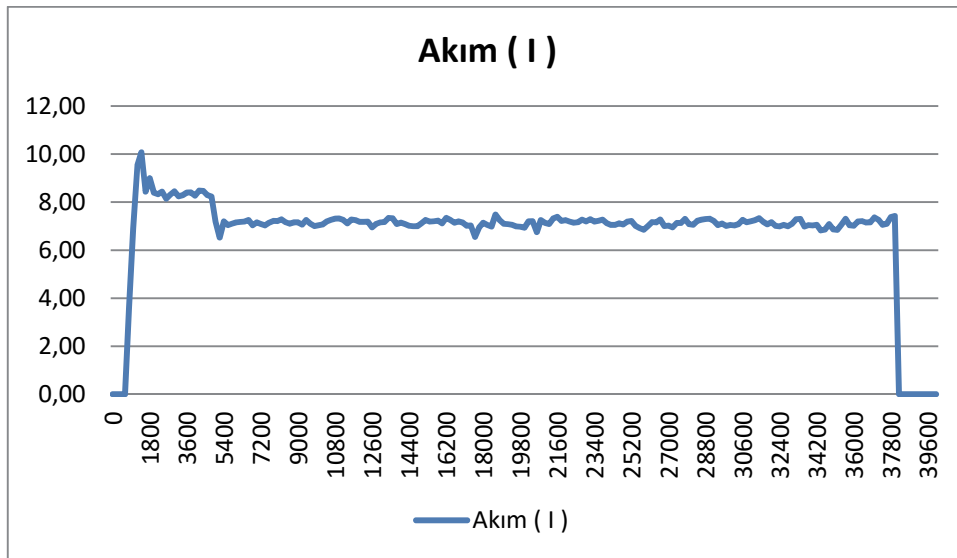
Test Yürüyen Merdiveni Özellikleri

- Yükseklik : 5000mm
- Basamak Geniřlięi : 800mm
- Açı : 35°
- Düzde Basamak Sayısı : 4 (Alt ve üst toplam)
- Yükselen Basamak Sayısı : 26 adet
- Motor Gücü : 11Kw

ÖLÇÜM 1 MERDİVEN BOŞ ve YUKARI YÖNDE

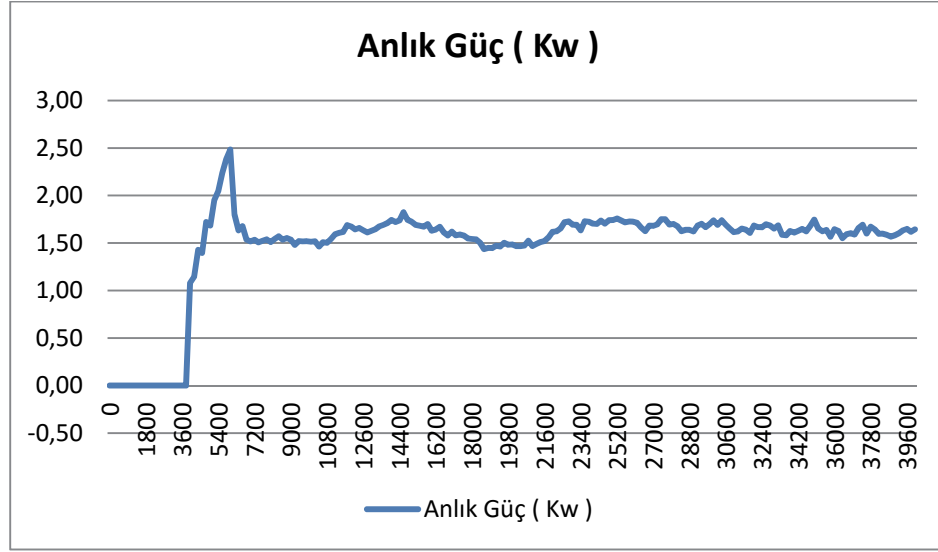
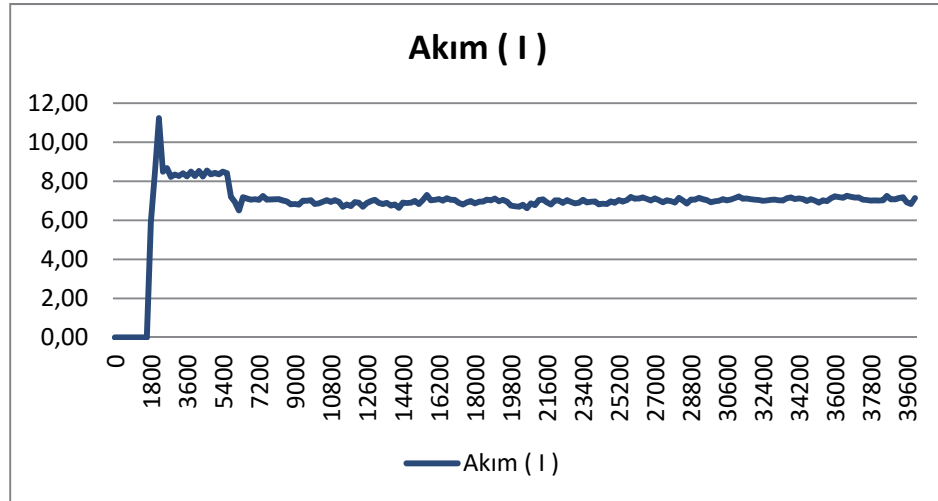


Grafik A1. ikinci ölçüm anlık güç tüketimi (ortalama 1,7 KW. Tüketim)

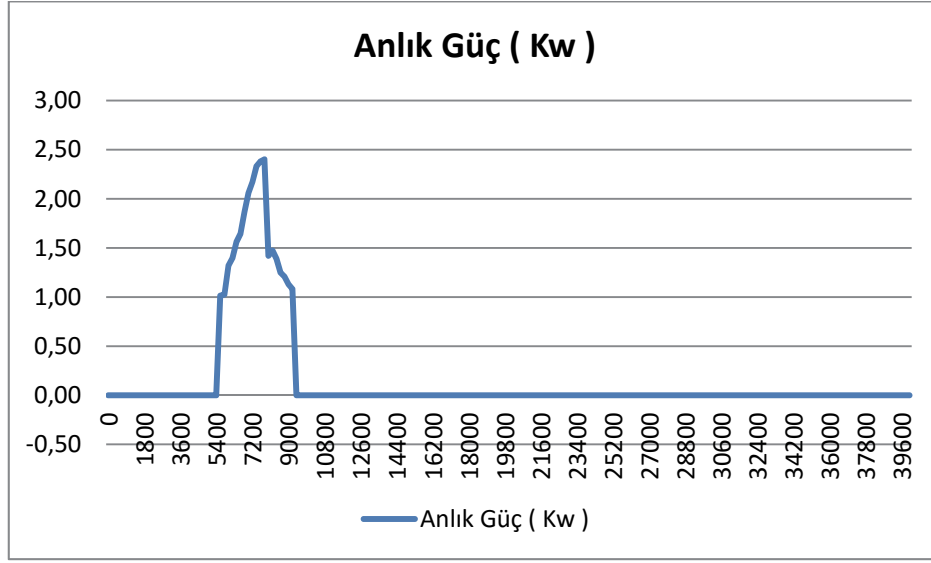
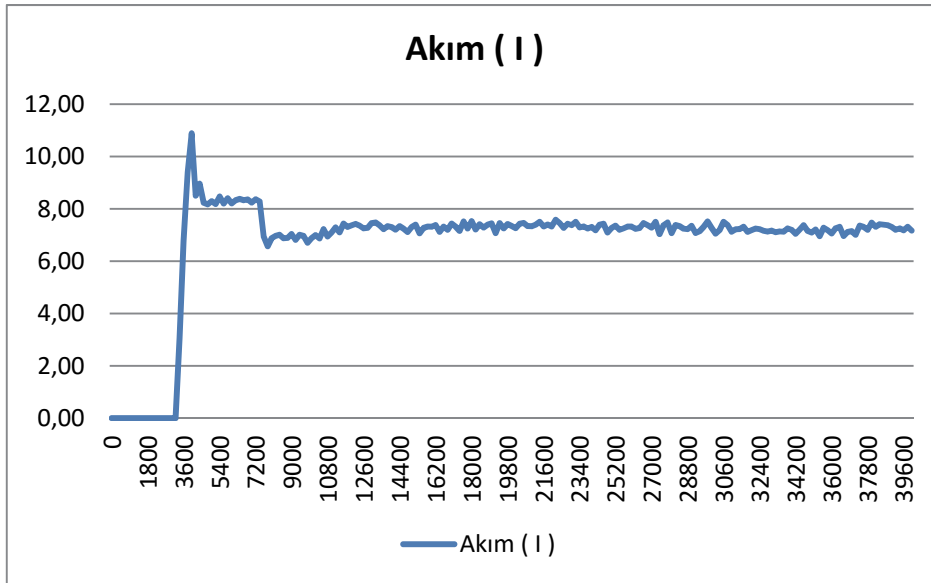


Grafik A2. ikinci ölçüm anlık akım değeri (ortalama 7 A.)

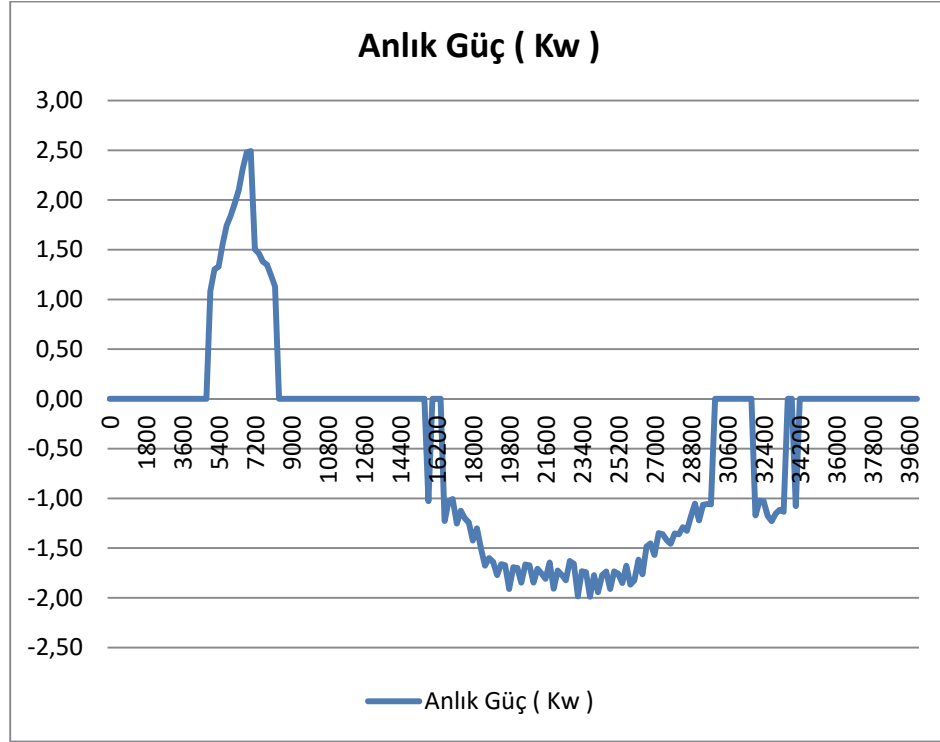
Yukarıdaki grafiklerde; yukarı yönde yüksüz hareket eden yürüyen merdivenin harcadığı enerjinin miktarı görünmekte. Sürekli çalışan yürüyen merdiven ortalama saatte 1,7kw enerji harcamakta.

ÖLÇÜM 2 MERDİVEN BOŞ ve AŞAĞI YÖNDE**Grafik B1. ilk ölçüm güç tüketimi değişimi (ortalama değer 1,7 KW. Tüketim)****Grafik B2. ilk ölçüm akım değişimi (ortalama değer 7 A)**

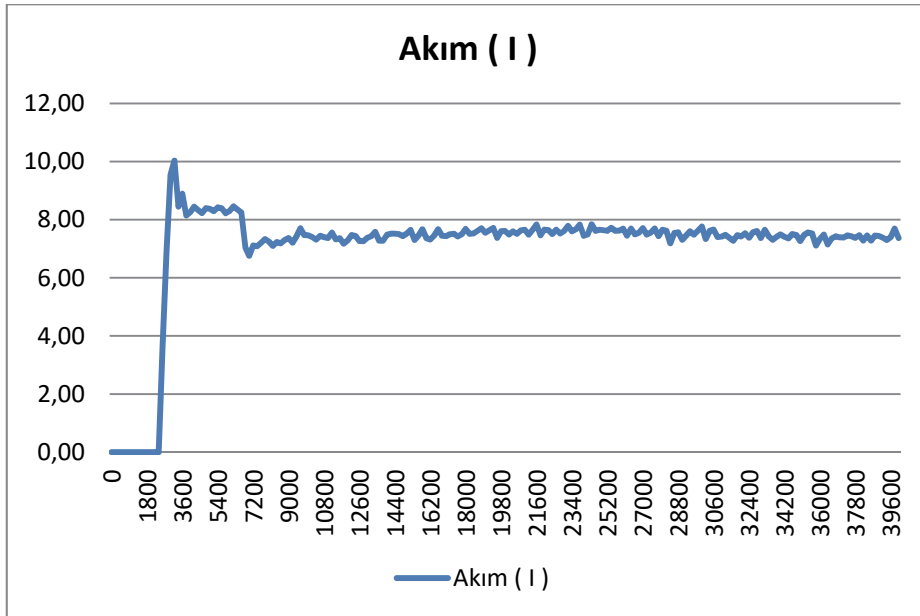
Yukarıdaki grafiklerde; aşağı yönde yüksüz hareket eden yürüyen merdivenin harcadığı enerjinin miktarı görünmekte. Sürekli çalışan yürüyen merdiven ortalama saatte 1,7kw enerji harcamakta.

ÖLÇÜM 3 MERDİVEN 1000KG. YÜKLÜ ve AŞAĞI YÖNDE**GRAFİK C1. ÜÇÜNCÜ ÖLÇÜM ANLIK GÜÇ DEĞERİ (ORTALAMA 0 KW.)****Grafik C2. üçüncü ölçüm anlık akım değeri (ortalama 7 A.)**

Yukarıdaki grafiklerde; aşağı yönde %25 yükte hareket eden yürüyen merdivenin harcadığı enerjinin miktarı görünmekte. Sürekli çalışan yürüyen merdiven yerçekiminin etkisi ile sürtünmeleri yenerek sıfır güçte aşağı yönde akma kuvveti ile hareket ediyor.

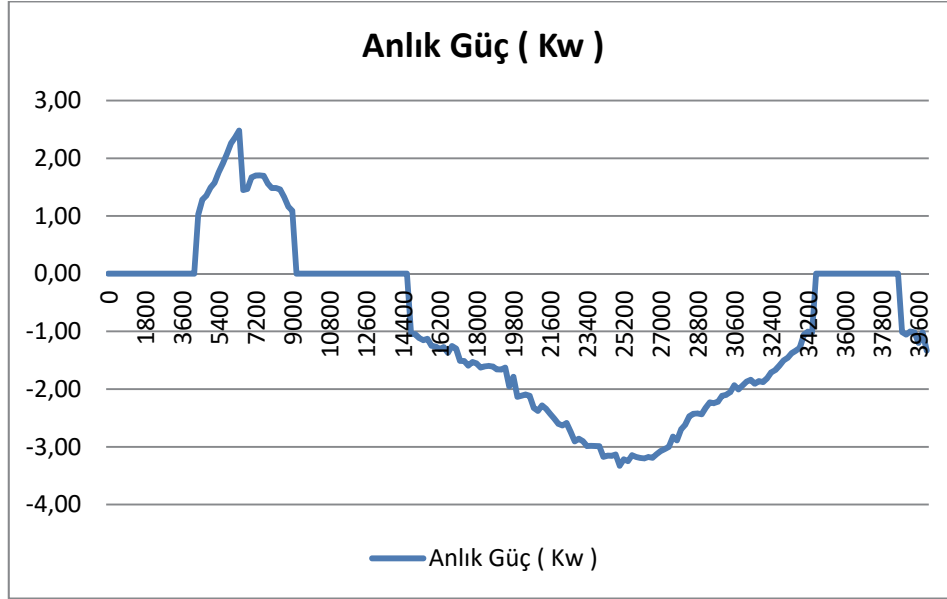
ÖLÇÜM 4 MERDİVEN 2000 Kg. YÜKLÜ ve AŞAĞI YÖNDE

Grafik D1. dördüncü ölçüm anlık güç değeri (kalkış maksimum 2,5 KW. Tüketim ve 1,94 KW. üretim.)

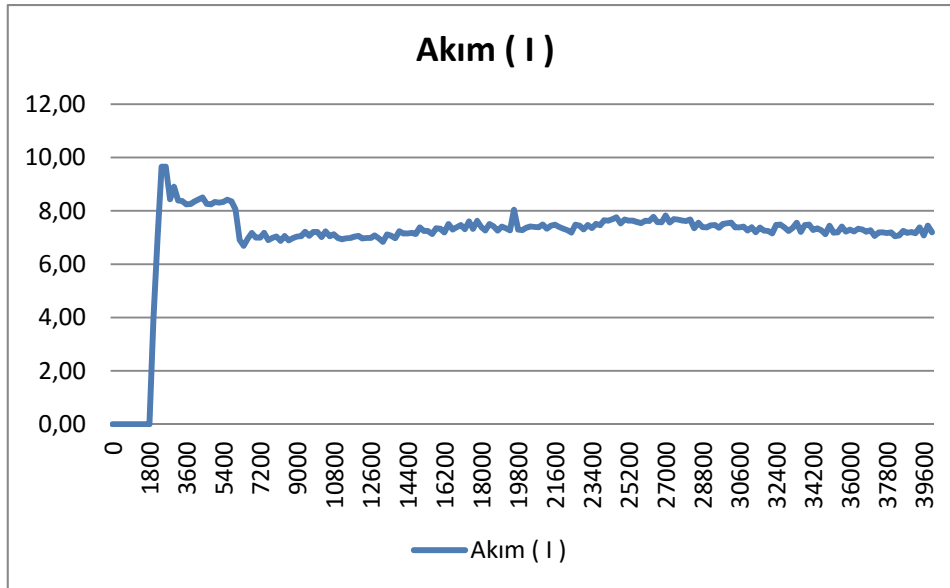


Grafik D2. dördüncü ölçüm anlık akım değeri (ortalama 7 A.)

Yukarıdaki grafiklerde; aşağı yönde %50 yükte hareket eden yürüyen merdivenin harcadığı enerjinin miktarı görünmekte. Sürekli çalışan yürüyen merdiven üzerindeki yükü tutabilmek için gayret harcıyor ve motor bir jeneratör gibi ortalama saatte 1,94kw enerji üretiyor.

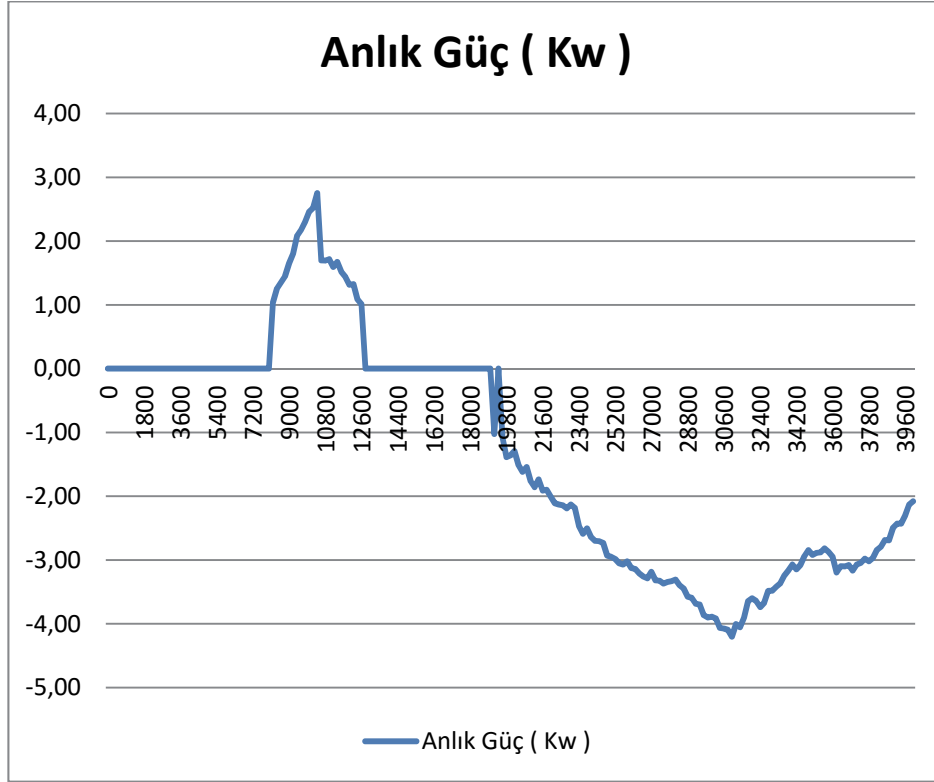
ÖLÇÜM 5 MERDİVEN 3000 Kg. YÜKLÜ ve AŞAĞI YÖNDE

Grafik E1. beşinci ölçüm anlık güç değeri (kalkış maksimum 2,5 KW. Tüketim 3,33 KW. üretim.)

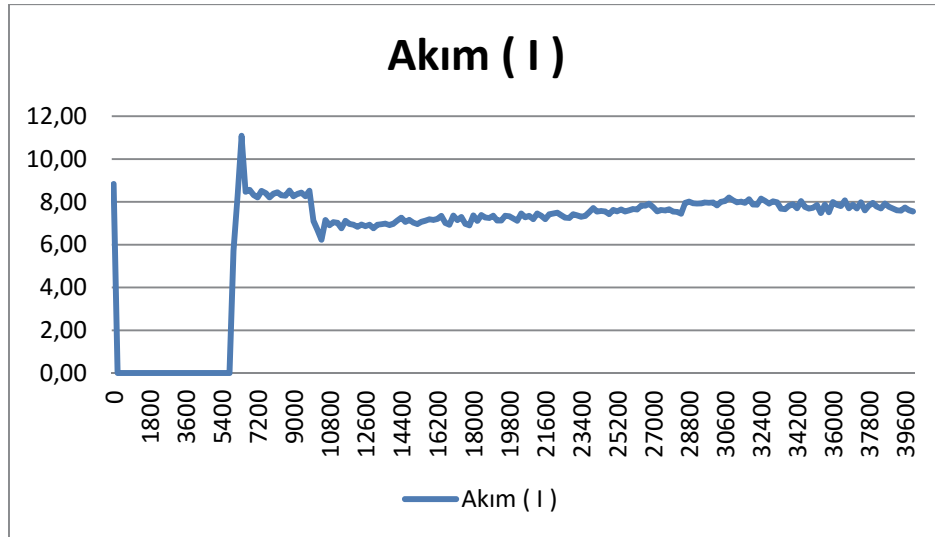


Grafik E2. beşinci ölçüm anlık akım değeri (ortalama 7 A.)

Yukarıdaki grafiklerde; aşağı yönde %75 yükte hareket eden yürüyen merdivenin harcadığı enerjinin miktarı görünmektedir. Sürekli çalışan yürüyen merdiven üzerindeki yükü tutabilmek için gayret harcıyor ve motor bir jeneratör gibi ortalama saatte 3,33kw enerji üretiyor.

ÖLÇÜM 6 MERDİVEN 4000 Kg. YÜKLÜ ve AŞAĞI YÖNDE

Grafik F3. altıncı ölçüm anlık güç değeri (kalkış maksimum 2,6 KW. Tüketim Ve 4,2 KW. üretim.)



Grafik F1. altıncı ölçüm anlık akım değeri (ortalama 7,2 A.)

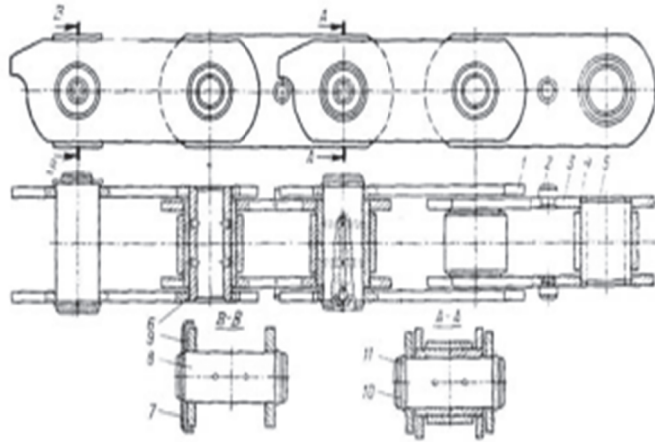
Yukarıdaki grafiklerde; aşağı yönde %100 yükte hareket eden yürüyen merdivenin harcadığı enerjinin miktarı görünmekte. Sürekli çalışan yürüyen merdiven üzerindeki yükü tutabilmek için gayret harcıyor ve motor bir jeneratör gibi ortalama saatte 4,2kw enerji üretiyor.

6. BAKIMSIZ BASAMAK ZİNCİRİ KULLANIMI

Yürüyen merdivenlerde ana tahrik dişlisinden aldığı hareket ile basamakların hareketine kılavuzluk eden zincire basamak zinciri denir. Yürüyen merdivenin sağ ve solunda basamak 2 hattı boyunca bulunur. Bakımsız basamak zincirindeki rulmanlar kalıcı yağlanmış, kapatılmış ve korumalı olan tarzda rulmanlardır. Basamak zincirleri açık bir yapıda hareket ettiğinden her türlü dış etkiye (sıvı, toz vb.) açık ekipmandır ve yürüyen merdivenlerde en kolay aşınan ve sıkılan ekipmandır. Bakımsız basamak zinciri kullanarak sistemde ilerleyen dönemlerde oluşabilecek paslanma ve sıkışma sorunlarını ortadan kaldıracaktır. Bakımsız basamak zinciri kullanarak hem enerji tasarrufu yapabiliriz hem de sistemin uzun ömürlü olmasını sağlayabiliriz.



1. dış lamel
2. zincir tutucu
3. iç lamel
4. rulo
5. burç
6. pim
7. tutucu sacı
8. bağlantı pimi
9. bağlantı lameli
10. tespit pimi
11. tespit segmanı



Basamak Zinciri İç Yapısı

7. DÜZENLİ BAKIM YAPILMASI

Enerji tasarrufu için anlatılan bölümler yürüyen merdivenin üretim ve kurulum aşamasında verilecek olan kararlardır. Düzenli bakım ise yürüyen merdivenin hizmete açılmasından sonra enerji verimliliği sağlayacak olan durumdur.

Malumdur ki yürüyen merdivenler her türlü dış etkiye açık cihazlardır. Kullanıcıdan ve ortamdan dolayı birçok dış etkiye maruz kalırlar. Bu noktada biriken tozlar zamanla çıkazda sıkışmalara neden olur. Oluşacak her sıkışma cihazın şebekeden çektiği akımı ve dolayısıyla gücü artırır. Düzenli ve doğru bakım ile enerji tasarrufu sağlanabilir.

Örneğin

Elbandı normal ve çok gerdirilmiş yürüyen merdivenin şebekeden çektiği enerji;

Yüksüz Durum	Akım (A)	Fark (A)	Moment (Nm)	Fark (Nm)	Güç (kW)	Fark (kW)
Elbandı Normal	9	0.1	27	1	2.7	0.1
El bandı Sıkı	9.1		28		2.8	

Motor devri: $960 \text{ d/d} = 960 * 3.1415 / 30 = 100.528 \text{ rad/s}$ → Güç (Watt) = Moment (Nm) * Açısal Hız (rad/s)

LÖHER ASANSÖR VE YÜRÜYEN MERDİVEN SANAYİ VE TİCARET A.Ş.											
MERKEZ : 10002 Sok No:19 A.O.S.B. ÇİĞLİ / İZMİR		Tel : (232) 328 18 98		Fax : (232) 328 18 99							
FABRİKA : 10002 Sok No:19 A.O.S.B. ÇİĞLİ / İZMİR		Tel : (232) 376 71 25 (PBX)		Fax : (232) 376 71 27							
ANKARA BÜRO : Bardack Sok. No:4/1-B Küçük Esat / ANKARA		Tel : (312) 417 24 12		Fax : (312) 417 56 85							
İSTANBUL BÜRO : Tekstilkent A Blok No:47 Esenler / İSTANBUL		Tel : (212) 438 01 96		Fax : (212) 438 01 98							
www.loher.com.tr info@loher.com.tr izmir@loher.com.tr istanbul@loher.com.tr ankara@loher.com.tr											
FİRMA İSMİ :											
BİNA ADRESİ :											
BİNA İSMİ :											
SERİ NUMARASI :											
BAKIM BİLGİLERİ				TEKNİK ÖZELLİKLER							
BAKIM TARİHİ :				AÇI		BAS. SAYISI					
BAŞLANGIÇ SAATİ :				YÜKSEKLİK		ELBANDI UZ.					
BİTİŞ SAATİ :				BAS. GEN.		MOT. GÜCÜ					
YÜRÜYEN MERDİVEN / YOL PERİYODİK BAKIM FORMU											
HER AY YAPILACAK İŞLEMLER			✓	X	HER AY YAPILACAK İŞLEMLER		✓	X			
BAKIMCI EMNİYETİ	YETKİLİ PERSONELE BAKIMIN BİL DİRİMİ					EL BANDI HIZ SENSÖRLERİ					
	MERDİVENİ BAKIM İÇİN EMNİYETE AL					MEKANİK FREN (VARSA) KONTAĞI					
	ACİL STOP BUTONLARI					OTOMATİK ÇALIŞMA (VARSA) DURUMU					
	REVİZYON KUMANDASI FONKSİYONLARI					TARAK PLAKASI ÇALIŞMASI KONTROLÜ					
KAÇAK BAKIM KONTROLÜ					HER ÜÇ AYDA YAPILACAK İŞLEMLER				✓	X	
TEMİZLİK	RAYLARIN TEMİZLİĞİ					SERVİS FRENI AYARI					
	ÜST KUYU TEMİZLİĞİ					MEKANİK FREN (VARSA) ÇALIŞMASI					
	YAĞ TAVALARI TEMİZLİĞİ					BASAMAK BURÇ, MİL VE KELEPÇELERİ					
SİSTEM KONTROLLERİ	ALT KUYU TEMİZLİĞİ					BASAMAKLARIN DOĞRUSALLIĞI					
	MOTOR ZİNCİRİ KONTROLÜ VE KONTAĞI					EL BANDI KLAVUZ SİSTEMİ (MAKARALAR)					
	ELBANDI ZİNCİRİ					EL BANDI RAYI YÜZEY KONTROLÜ					
	BASAMAK ZİNCİRİ VE KONTAĞI					EL BANDI DURUMU					
	YAĞLAMA SİSTEMİ VE YAĞ SEVİYESİ					EL BANDI GİRİŞ MAKARASI DURUMU					
	TARAKLARIN DURUMU					İŞARETLEMELER					
	TARAK / BASAMAK UYUMU					SİNYALİZASYON SİSTEMİ					
	SÜPÜRGEK BASAMAK ARASI BOŞLUKLAR					BASAMAK DAYAMA PLASTİĞİ DAYAMA					
	KORKULUK VE SÜPÜRGEK YÜZEYLERİ					EL BANDI GERGİNLİĞİ					
	BASAMAK DURUMU VE BOŞLUKLARI					EL BANDI BASKISI					
GÜVENLİK SİSTEMİ	KORKULUK VE CAMLARIN KONTROLÜ					BASAMAK DAYAMA TEKERLEĞİ KONTROLÜ					
	YÖN ANAHTARI ÇALIŞMASI					HER ALTI AYDA YAPILACAK İŞLEMLER				✓	X
	ELBANDI SIKIŞMA KONTAKLARI					BASAMAK VE ZİNCİR TEKERLEKLERİ					
	TARAK SIKIŞMA KONTAKLARI					ELBANDI KASNAĞI YATAK YAĞLANMASI					
	BASAMAK KIRILMA KONTAKLARI					TAHRİK DİŞLİSİ RULMAN YAĞLANMASI					
	EKSİK BASAMAK SENSÖRLERİ					ELBANDI ZİNCİRİ TEMİZLİĞİ / DURUMU					
	ACİL DURDURMA EMNİYET BUTONU					MAKİNA MOTOR YAĞ DURUMU					
	SAHANLIK MANTAR STOP BUTONLARI					PANO KLEMENSLERİ DURUMU					
	SAHANLIK GİRİŞİ EMNİYET KONTAKLARI					TESİSAT KABLO DURUMU					
	MOTOR ZİNCİRİ KONTAĞI					PANO TEMİZLİĞİ VE DÜZENİ					
MOTOR HIZ SENSÖRÜ											
MOTOR VOLAN KAPAĞI SENSÖRÜ											
BASAMAK ZİNCİRİ GERGİ KONTAKLARI											
BAKIMI YAPANIN ADI / SOYADI İMZASI				FİRMA YETKİLİSİNİN ADI / SOYADI İMZASI							
DÜŞÜNCELER:											

Örnek Bakım Formu**KAYNAKÇA**

- [1] Prof. Dr. Cevat Erdem İMRAK – MAK540 Düşey Transport Sistemleri
- [2] Prof. Dr. Zeki KIRAL – Löher - Regeneratif Test Sonuçları
- [3] Prof. Dr. Zeki KIRAL – Löher – Yürüyen Merdivenlerde Sürtünme Katsayısı Ölçüm Sonuçları