

SANAYİ ve KONUTLARDA ENERJİ VERİMİ



Ömer Faruk ÇAKMANUS
Elektrik Mühendisi
SFC Entegre Orman Ürünleri

ENERJİ TASARRUFU NEDİR

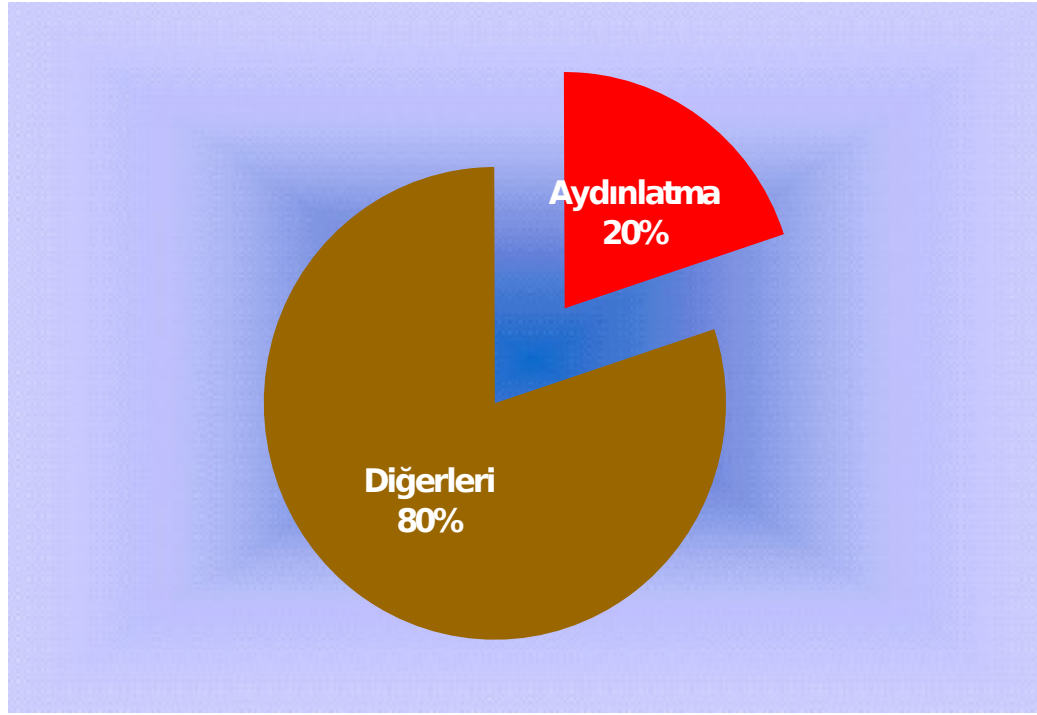
Sistemleri veya prosesleri bakım yöntemleriyle iyileştirmek, kontrol sistemlerini geliştirmek ya da yeni teknolojileri kullanarak

Üretim ve Kaliteden taviz vermeden enerjinin **en etkin** kullanımını sağlamaktır

Konutlarda Enerji Verimliliği

Aydınlatmada Verimlilik

Elektrik enerjisinin %20 lik kısmı aydınlatma amaçlı kullanılmaktadır.



Aydınlatma Terimleri

IŞIK

Işık, görsel duyarlılığa neden olabilen radyasyon enerjisi olarak tanımlanabilir.

Aydınlatma Terimleri

IŞIK AKISI

Bir ışık kaynağının
birim zamanda yaydığı toplam ışık
miktarıdır.

Birimi: lumen (lm)

Aydınlatma Terimleri

Etkinlik Faktörü

Işık kaynaklarının yaydıkları akı ile şebekeden çektikleri güç arasındaki orandır

Etkinlik faktörü = Işık Akısı / Güç

Birimi: lumen/watt (lm/W)

Aydınlatma Terimleri

Bazı lambalar için etkinlik faktörleri

Lamba Tipi	Güç [W]	Işık Akısı [lm]	Faktör [lm/W]
Bisiklet Farı	3	30	10
Akkor Telli Lamba	75	900	12
Fluoresan	58	5.200	90
Yüksek basınçlı sodyum	100	10.500	105
Alçak basınçlı sodyum	180	32.000	178
Yüksek basınçlı civa	1.000	58.000	58
Metal halojen	2.000	190.000	95

Aydınlatma Terimleri

Aydınlık Düzeyi

Bir yüzeyin birim alanına birim zamanda düşen ışık akısı miktarıdır.

Birimi: lux

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lümen} / 1\text{m}^2$$

Aydınlatma Terimleri

Parıltı

Bir yüzeyin birim alanından belli bir doğrultuda yayılan ışık şiddeti ile ilgili bir kavramdır.

Aynı aydınlık düzeyi ile aydınlanan yüzeylerin, yansıtma özellikleri farklı ise parıltıları da farklı olacaktır.

Elektronik Balastlar / Ekonomi

Elektromanyetik

Elektronik balast

Enerji maliyeti fazla

%25 daha az

Normal ampül ömrü

%50 daha uzun ömür

Üretilen ısı nedeniyle
havalandırma maliyeti

%30 daha az ısı yayımı

Işık akısındaki kayıplar

Daha az akı kaybı

Elektronik Balastlar / Güvenlik

Elektromanyetik

Elektronik balast

Yangın tehlikesi olan yerlerde özel önlemler gerektirir.

İlave tedbirler gerektirmez

Stroboskopik olay vardır

Yoktur.

Elektronik Balastlar / Basitlik ve Çevre

Elektromanyetik

Elektronik balast

Çok parçadan meydana gelir

Tek parçadan ibarettir

Tesisatı karmaşıktır

Kolay ve basit tesisat

TL ampüller ile sınırlıdır

Elektronik HF ampüller bile

Civa kullanımı

**kullanılabilir
Daha az civa vardır**

Aydınlatmada Enerji Tasarrufu

Aydınlatma Seviyelerinin Tespiti

Öncelikle aydınlatılan mahaldeki aydınlık seviyesi uygun ölçü aletiyle tespit edilir ve ışık kaynağının cins ve özellikleri belirlenir.

Aydınlatmada Enerji Tasarrufu

Etkin ve Uygun Işık Kaynağı Seçimi

Daha az sayıda kaynak ya da daha düşük enerji
harcayarak
Yeterli şiddete sahip ve doğru ve rahat görseiliği
sağlayacak
Doğru yani Etkin Işık kaynağı seçilir.

Aydınlatmada Enerji Tasarrufu

Etkin ve Uygun Armatür Seçimi

Daha verimli olan,
Doğru ve uygun yansımaları yaparak ışık kayıplarını azaltan
armatür seçimleriyle daha az sayıda kaynak kullanımı sağlanarak enerji tasarrufu elde edilir.

Aydınlatmada Enerji Tasarrufu

Aydınlatmanın Kontrol Altına Alınması

İnsan faktöründen kaynaklanan gereksiz aydınlatma kullanımı varsa bunları kontrol altına alarak enerji sarfiyatı önlenir.

Örneğin merdiven otomatları, hareket sensörleri, gün ışığı sensörleri, dimmer kontrolü bunlardan bazılarıdır.

Aydınlatmada Enerji Tasarrufu

Işık Kaynaklarının Etkinlik Faktörleri

Düşük verimli ışık kaynakları derhal yüksek verimli olanlarla değiştirilmelidir.

- Akkor telli lambalar yerine **kompakt fleurans** lambalar.
- Civalı yerine **alçak ya da yüksek basınçlı sodyum** lambalar.
- Elektromekanik balast yerine **elektronik balastlı** armatürler
- TL armatürler yerine **TL-5 ya da TL-D** armatürler.

Aydınlatmada Enerji Tasarrufu

SONUÇ

Yüksek verimli ışık kaynakları
+
Yüksek verimli armatür kullanımı
+
Elektronik Balast kullanımı
+
Aydınlatma kontrol sistemleri
+
Uygun aydınlatma sistem ve proje tasarımları

YALITIM

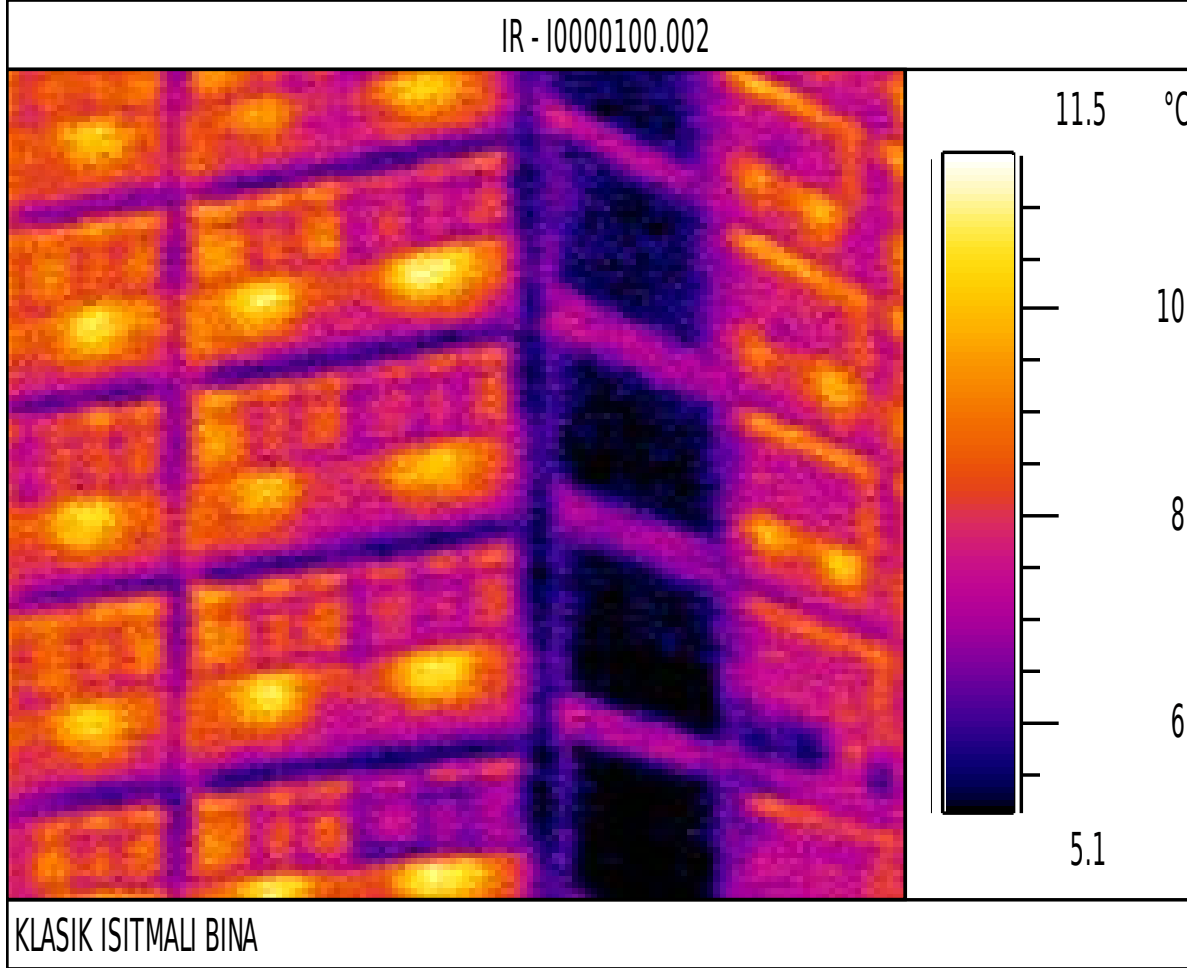
Binalar ve sanayi tesislerinde ısı yalıtımının eksik ya da hatalı olması dolayısıyla üretilen ısı enerjisi kaybedilmektedir.

Binalarda Isı Kayıpları



Binalarda Isı Kayıpları

Termal Görüntüler



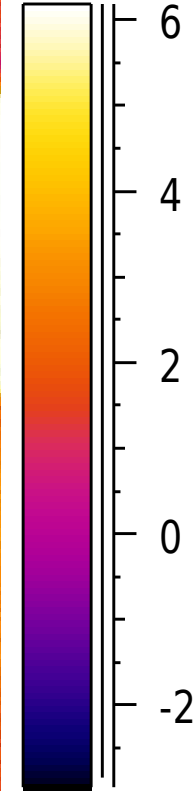
Özellikle kalorifer peteklerinin arkasındaki yalıtımsız bölgeden kaynaklanan kayıplara dikkat edin.

Binalarda Isı Kayıpları

Termal Görüntüler

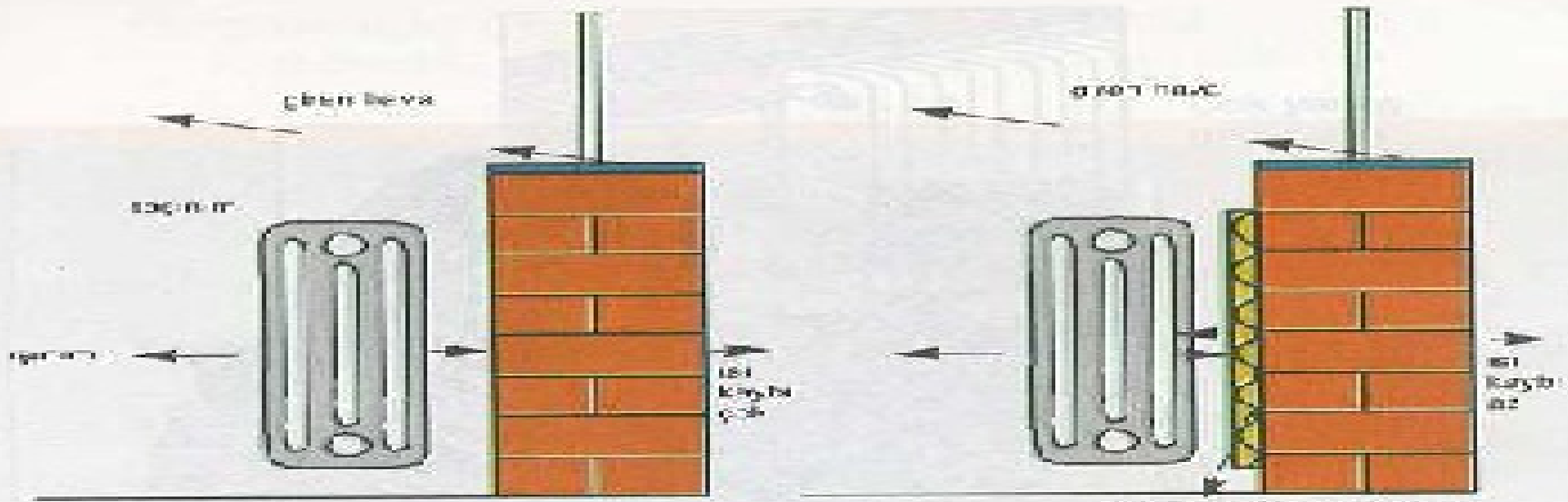


6,2°C



-3,0°C

Yalıtımlı duvarlar
ile yalıtımsız
arasındaki fark ve
camdaki ısı
kayıpları



Radyatör arkasına ışınımı ısı yalıtım levhası konularak ısı kaybının azaltılması.

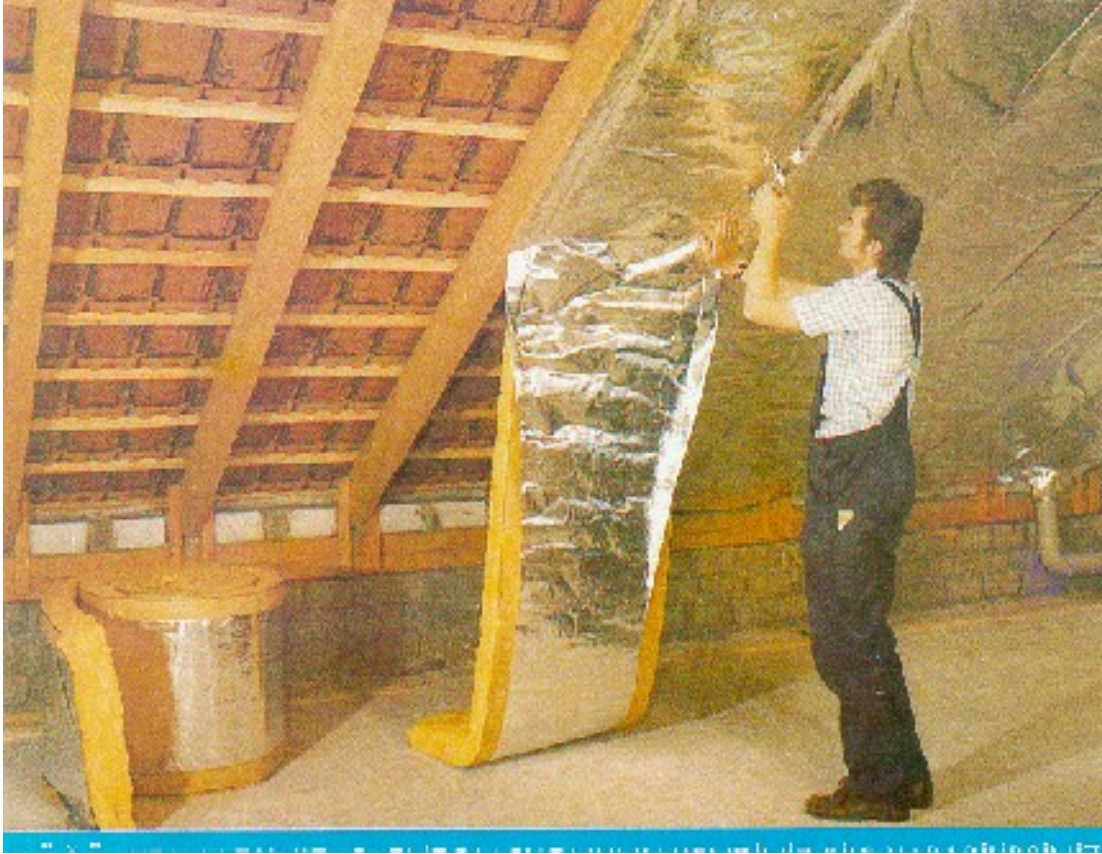


Şekil A-11.2. Radyatör arkasına alüminyum folyo kaplı set





Bina Çatılarında Isı Kayıpları



Isı yalıtım malzemelerinde aranması gereken temel özellikler

- Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)
- Isıl Direnç (m^2K/W)
- Yoğunluk (kg/m^3)
- Yangın sınıfı (TS EN 13501-1)
- Sıcaklık dayanımı ($^{\circ}C$)
- Mekanik dayanım (kPa) (Yük altındaki uygulamalarda)
- Buhar difüzyon direnci

Pencerelerdeki Isı Kayıpları



Pencereler ve kapılar, evimizdeki ısının dörtte birinin kaybına neden olmaktadır.

Çift cam veya ısıcam olan pencerelerde ısı kaybı yarı yarıya azalmaktadır.

1m2 yalıtım camının 1 yılda sağladığı yakıt tasarrufu

$$(k_{\text{tek cam}} - k_{\text{çift cam}}) \times DG \times 86400 \times 0.000239 \times 1.19$$

Fueloil ısı
değeri

9700 x 0.80

Kazan
verimi

Lt/kg

DG :2700 (Ankara için)

$k_{\text{tek cam}}$: 5.8 W/m²K

$k_{\text{çift cam}}$: 2.8 W/m²K (6 mm hava tabakası)

**Yıllık yakıt tasarrufu : 25.6
Lt/yıl**

Pencerelerde ısı yalıtımını etkileyen 3 ana faktör

Ara boşluk Genişliği:

Ticari genişlikler standart olarak 6-16 mm arasında değişmektedir. Araboşluk genişliği 6 mm'den başlayarak 16 mm'e doğru arttıkça çiftcam ünitesinin yalıtım değeri de artmaktadır.

Ara boşluk Gaz Dolgusu:

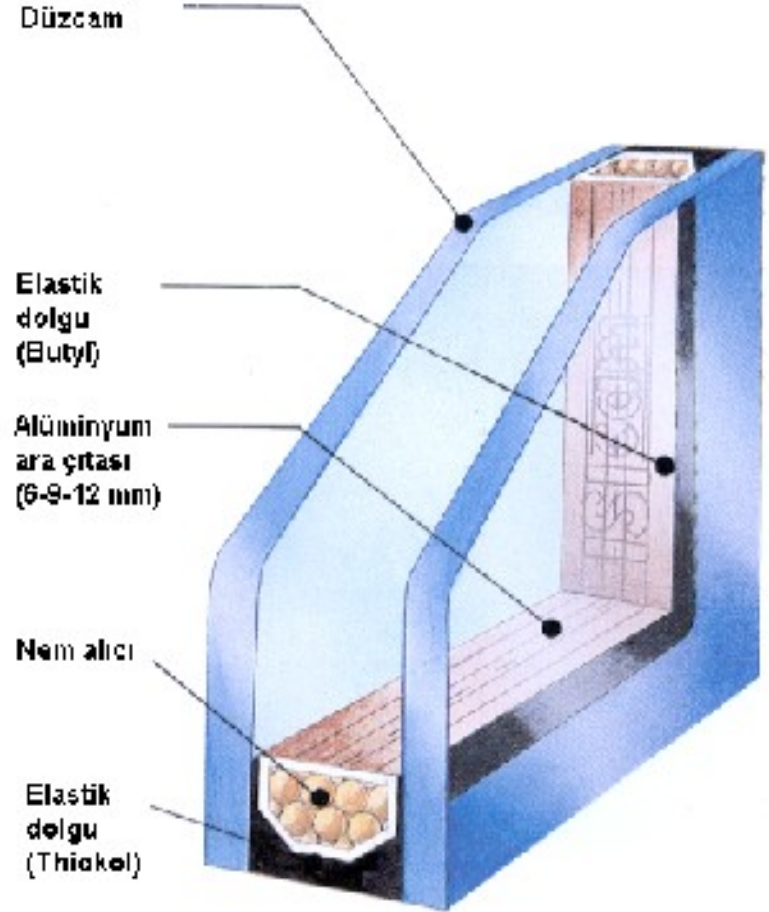
Standart olarak kuru havadır. Hava yerine ara boşluğa doldurulan Argon vb. ağır gazlar çift cam ünitesinin yalıtım değerini arttırır.

Camın (kaplamanın) yayınım (emissivity) değeri:

Yayınım (ϵ) değeri teorik olarak 0 ile 1 arasında değişkendir. Yayınım bir cisim üzerinden elektromanyetik enerji transferinin ölçüsüdür. "Mutlak siyah" cisimlerin yayınım değeri 1'dir. Düşük yayınım daha iyi yalıtım demektir. Camın yayınım değerinin azaltılması ve dolayısıyla da ısı transferinin yavaşlatılması cam üzerine yapılan low E kaplamalar ile sağlanır.

Pencerelerde Yalıtım İçin Uygulanan Geleneksel Çözümler

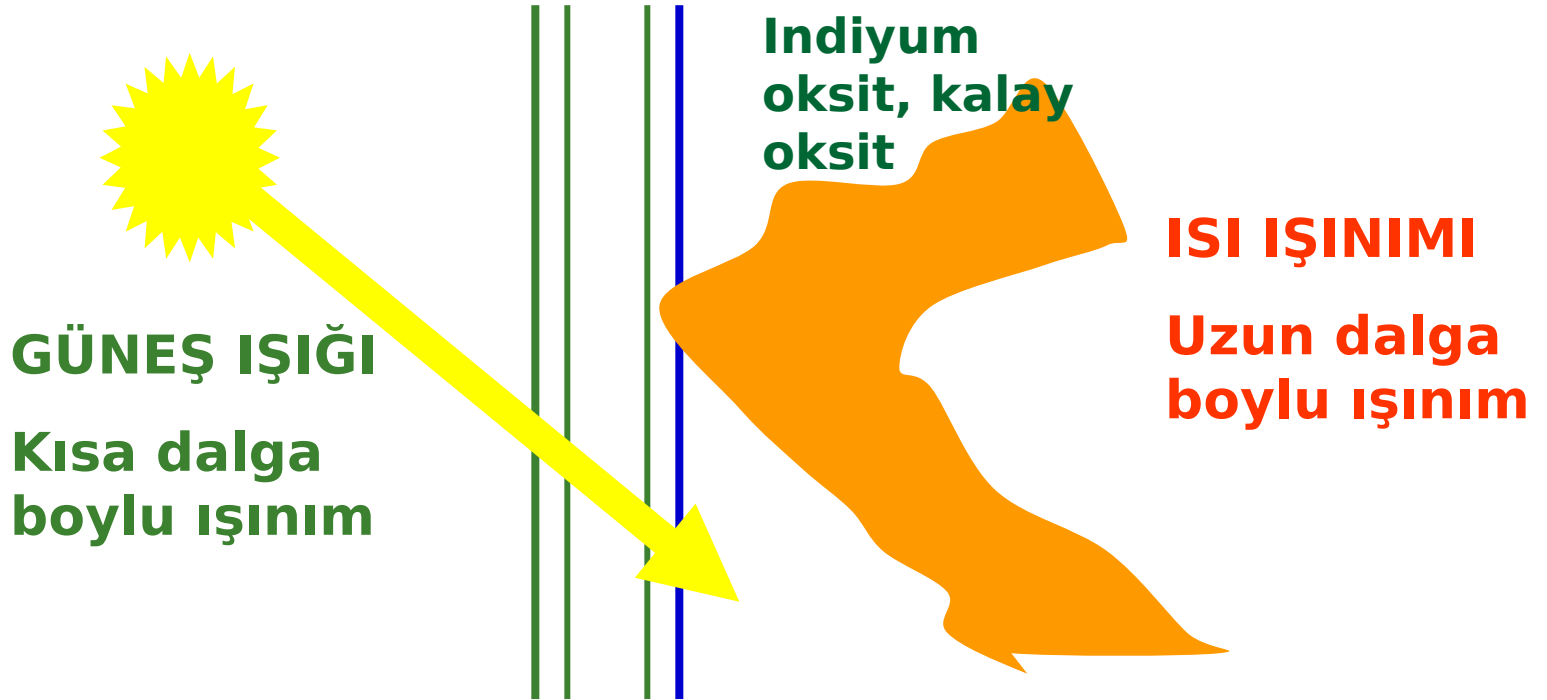
- Cam ile yalıtım çiftcam uygulamaları ile başlamıştır.
- iki cam arasında hapsedilen kuru ve durgun hava sayesinde bina ısısının pencerelerden dışa kaçışını **yarı yarıya azaltmıştır.**



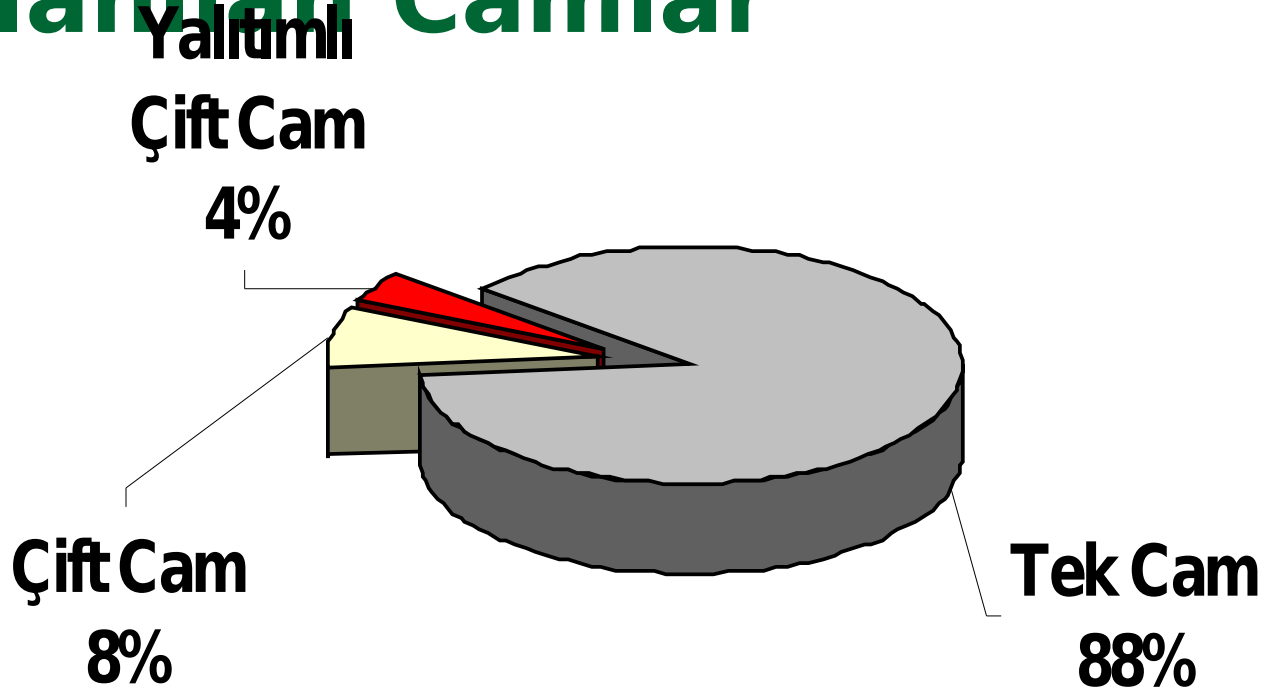
Yansıtımalı Çift Cam

Kullanmak

Güneş ışınlarının dalga boyu kısa olup camdan kolaylıkla geçer. Isı ışınları ise uzun dalga boyludur.



Ülkemizde Konutlarda Kullanılan Camlar



Kaynak : DİE-EİE, 'Konutların Enerji Tüketim Karakteristikleri' istatistik çalışması

Isıtma Sistemi Kayıpları

- Baca gazı kayıpları
 - doğal gaz yakacaklı kazanlarda % 6-10
 - fuel-oil yakacaklı kazanlarda % 20
- Kazan dairesinde ışıınım,
 - taşınım, iletim yoluyla kayıplar % 2-10
- Dağıtım borularındaki kayıplar % 6-10
- Toplam Tesisat Kaybı %14-40

Kazan Verimini Etkileyen Faktörler

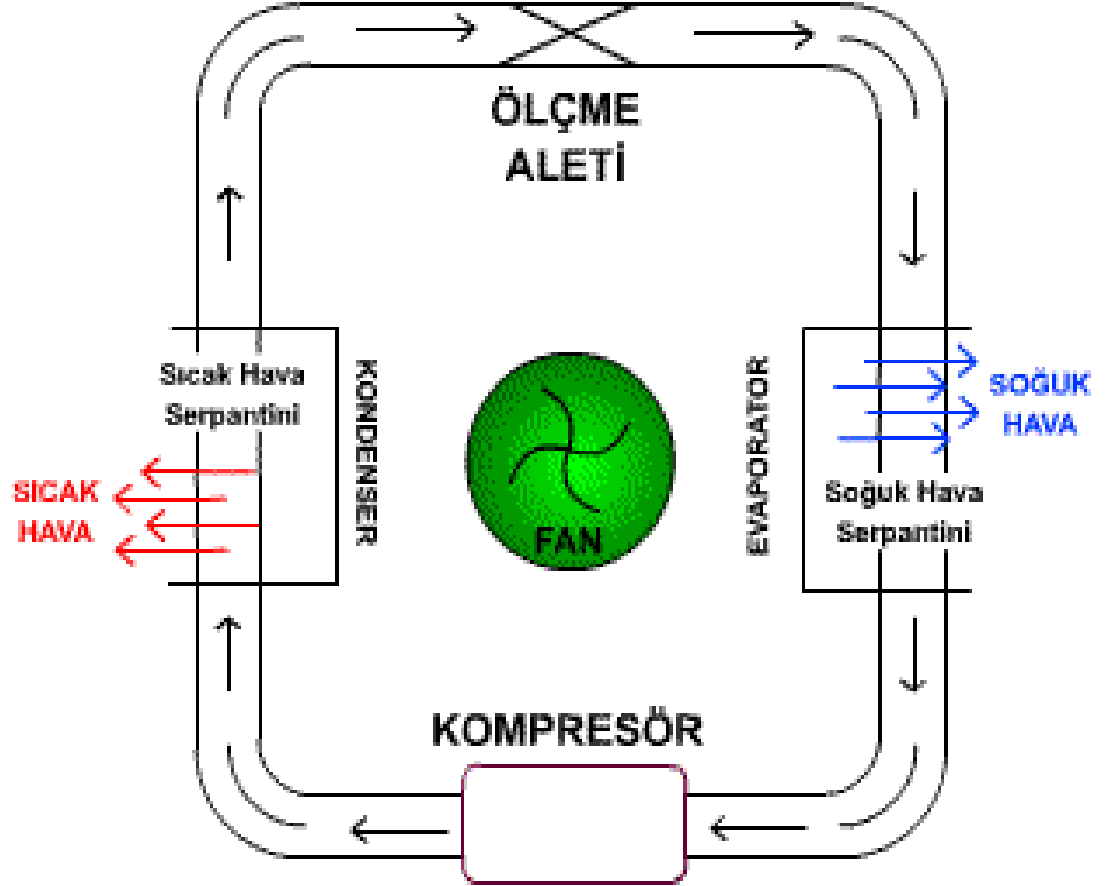
- Yakma sistemlerine bağlı olan ısı kaybı
- Kazan yüküne bağlı olan ısı kaybı
- Yakıtın özelliğine bağlı olan ısı kaybı
- Eksik yanma nedeniyle olan ısı kaybı
- Fazla hava nedeniyle olan ısı kaybı
- Baca gazındaki su buharı ile olan ısı kaybı
- Kuru baca gazı nedeniyle olan ısı kaybı

Kazan Verimini Etkileyen Faktörler

- Baca gazı sıcaklığı nedeniyle olan ısı kaybı
- Kazan yüzeylerinden olan ısı kaybı
- Blöf nedeniyle olan ısı kaybı
- Besi suyu sıcaklığına bağlı olan ısı kaybı
- Kondens dönüşümüne bağlı olan ısı kaybı
- Yanma havası sıcaklığına bağlı olan ısı kaybı

Buzdolabı

Önemli bir enerji kullanıcısı olan buzdolapları, periyodik olarak çalıştırılan çoğu aracın tersine, günün 24 saatinde ve yılda 365 gün çalışmaktadırlar.



Buzdolabı 4 Ana elemana

- **Soğutucu gaz** : ünitenin hayati kısmıdır. Bu, sıvı halden gaz hale dönerken, ısı absorblama daha sonra ısını vererek tekrar yoğunlaşıp sıvı hale dönüşme özelliğine sahip kimyasal bir gazdır.
- **Kompresör** : Evaporatörden gelen soğuk gazı sıkıştırır. Böylece gazın sıcaklık ve basıncı artar. Daha sonra kompresör ısıyı dağıtmak için ısıtılan gazı kondensere sirküle eder.
- **Kondenser**: Kondenser (sıcak serpantin) ısıyı dağıtır. Bu serpantinde, gaz çevreleyen havaya ısını vererek yoğunlaşır ve sıvı hale gelir.
- **Evaporatör**: Evaporatör (soğuk serpantin) ısıyı toplar. Bu serpantinde sıvı haldeki soğutucu gaz kaynar ve çevreleyen havadan ısıyı alırken gaz hale dönüşür.

Isı pompaları ısıtma veya soğutma amacına göre soğutucunun akış yönünü otomatik olarak değiştiren bir mekanizmayı da içerir. İCEF 2007

Buzdolabında Enerji Tasarrufu

Koruyucu Bakım

Buzdolaplarının verimli kullanılmasında düzenli bakım esastır. Düzenli bakım programı sistemin verimliliğini arttıracak ve aletin ömrünü uzatacaktır. örneğin, serpantinler aylık olarak metalik olmayan bir fırça ile temizlenmeli, otomatik defrost yılda bir servis elemanına ayarlatılmalı ve kapıların açık pozisyondan otomatik olarak kapanması için seviye ayarı yapılmalıdır.

Buzdolabında Enerji Tasarrufu

Cihazın Yerleşimi

Serpantinli buzdolaplarının arkasında **duvar ile en az 10 cm** mesafe olmalıdır. Buzdolabının etrafı toz ve hava sirkülasyonunu etkileyici diğer maddelerden uzak tutulmalıdır. Hava ne kadar rahat sirküle ederse, serpantinler de ısıyı o kadar iyi yayacaktır.

Fırın ve diğer ısı kaynaklarından gelen sıcak hava, buzdolabınızın serin kalmak için daha çok çalışmasına neden olacaktır. Buzdolabınızı güneş alacak yere, soba veya radyatör yanına yerleştirmemelisiniz.

Buzdolabında Enerji Tasarrufu

Kullanım Esnasında

Koruyucuların kalınlığı arttıkça, buzdolabı içindekileri serin tutmak için daha çok çalışacaktır. Buzdolabına koymadan önce, gıdaların fazla olan paketleri çıkarılmalıdır. Boşluk kadar enerji tasarruf edeceğinden ince plastik flimlerin kullanılması daha iyi olacaktır.

Buzdolabındaki derin dondurucudan çıkaracağınız donmuş bir malzemeyi bir gün önceden alarak buzdolabınıza koyunuz ve orada çözülmeye bırakınız, dolayısıyla dolaba soğukluk vereceği için buzdolabınızın daha az enerji harcamasını sağlamış olursunuz. Yani buzluktaki malzemeyi doğrudan açığa koyarak enerji kaybına sebep olmayınız.

Buzdolabında Enerji Tasarrufu

Kullanım Esnasında

Buzdolabının kapağını mümkün olduğu kadar az açınız veya uzun süre açık tutmayınız. Buzdolabının dondurucu ve gövde kapısının açılıp kapanması esnasında önemli ölçüde soğuk hava kayıpları olur. Bu yüzden kapıları mümkün olduğu kadar az açık tutmaya özen gösterilmelidir.

Buzdolabına sıcak malzeme koymayınız. Aksi halde üniteniz ısıyı uzaklaştırmak için daha uzun süre çalışarak enerjiyi fazla tüketecektir.

Sıvı yiyeceklerin üzeri kapatılmalıdır. Aksi halde dolabın içindeki nem oranını arttırarak kompresörün daha fazla çalışmasına neden olur.

Sanayi Tesislerinde Verimlilik

Ülkemizde
enerjinin
%45-50 arası
sanayide
tüketilmektedir.

Sanayide Tasarruf Noktaları

Yük yönetimi ve tarife analizleri

Yüksek verimli ve uygun güçte motor kullanımları

Softstarter ve Frekans çeviricilerle motor kontrolü

Kompanzasyon sistemleri ve harmonikler

Basınçlı hava üreteç ve tesisatları

Pompa ve Fan uygulamaları

Fırın ve Kazan sistemlerinde iyileştirmeler

Buhar kaçakları - Buhar Kapanları - Kondens toplama sistemleri

Planlı - Koruyucu - Kestirimci bakım faaliyetleri

Yük Yönetimi ve Tarife Analizi

Tedaş ya da elektrik dağıtım şirketlerinin abonelerine uyguladığı elektrik enerjisi satış tarifeleri, **tek terimli ve çift terimli** olmak üzere temelde iki sınıfa ayrılmaktadır..

Yeni yapılanmaya göre iletim ve dağıtım hatlarına bağlantı şekline tarife sınıflandırma tasarruftan öte zaten bir gerekliliktir.

Yük Yönetimi ve Tarife Analizi

- TEK TERİMLİ TARİFE :

Yalnızca tüketilen elektrik Enerjisi **kilowattsaat (kwh)** miktarı üzerinden bedel alma esasına dayalı tarife sınıfıdır.

Yük Yönetimi ve Tarife Analizi

- ÇİFT TERİMLİ TARİFE :

Hem tüketilen **elektrik enerjisi miktarı (kwh)** hem de **sözleşme gücü karşılığı (kw)** üzerinden tüketim bedeli almaya dayanan bir tarife sınıfıdır.

Yük Yönetimi ve Tarife Analizi

İşte çift terimli tarifeden enerji kullanan tesisler için önemli olan 2 nokta vardır.

- **Sözleşme Gücü**
- **Enerjinin tüketildiği saatler**

Tasarruf bu iki noktadadır. Burada görev işletmelerin enerji yöneticileri veya bu görevi bir şekilde yapmakta olan diğer yöneticilerdedir.

Sözleşme Gücündeki Verimlilik

**Sözleşme gücünü indirebilmenin tek yolu
daha düşük pik değerlere inebilmektir.**

- ✓ **Günlük enerji tüketimi takip edilerek günlük profilin çıkartılması.**
- ✓ **Üretimde acil gerekli olmayan ekipmanların tespit edilmesi.**
- ✓ **Aynı üretimi daha az güçle gerçekleştirmenin yolları araştırılmalıdır.**
- ✓ **Motorları aynı anda değil de uygun sırada çalıştırmak.**
- ✓ **Pik akımları azaltacak yumuşak yol verme sistemleri.**
- ✓ **Gereğinden büyük motorları uygun olanlarıyla değiştirmek.**

Güç Tüketiminin Kontrolü

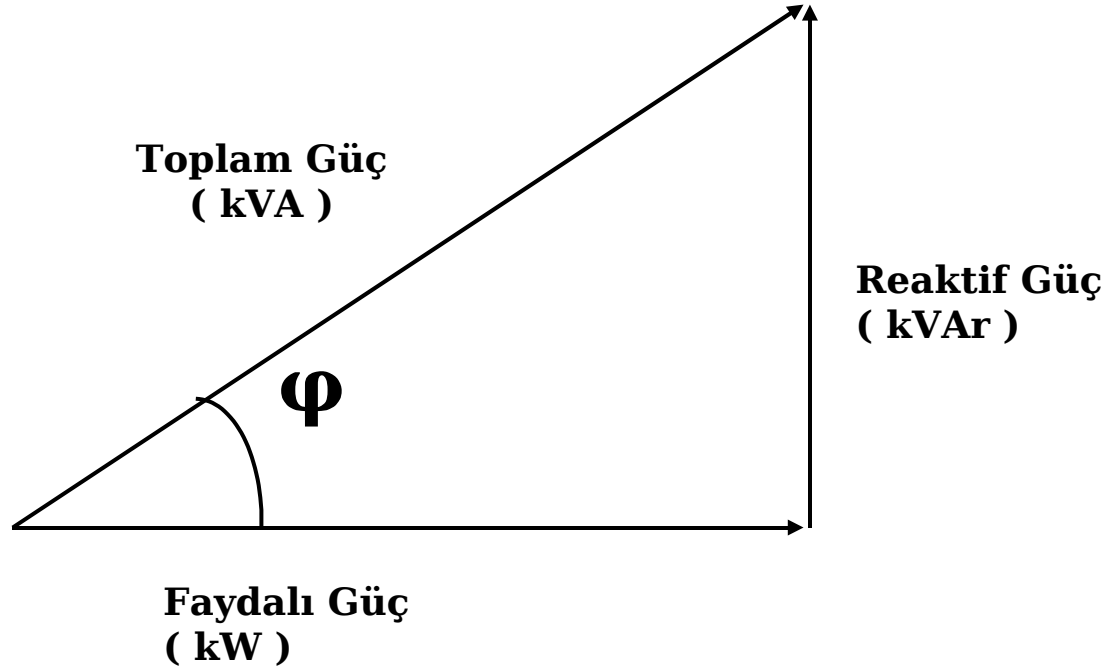
- Yüksek ücretli saatlerde (17-22) minimum
- Düşük ücretli saatlerde (22-07) ise maksimum

güç çekecek şekilde üretim planları yapabilmek

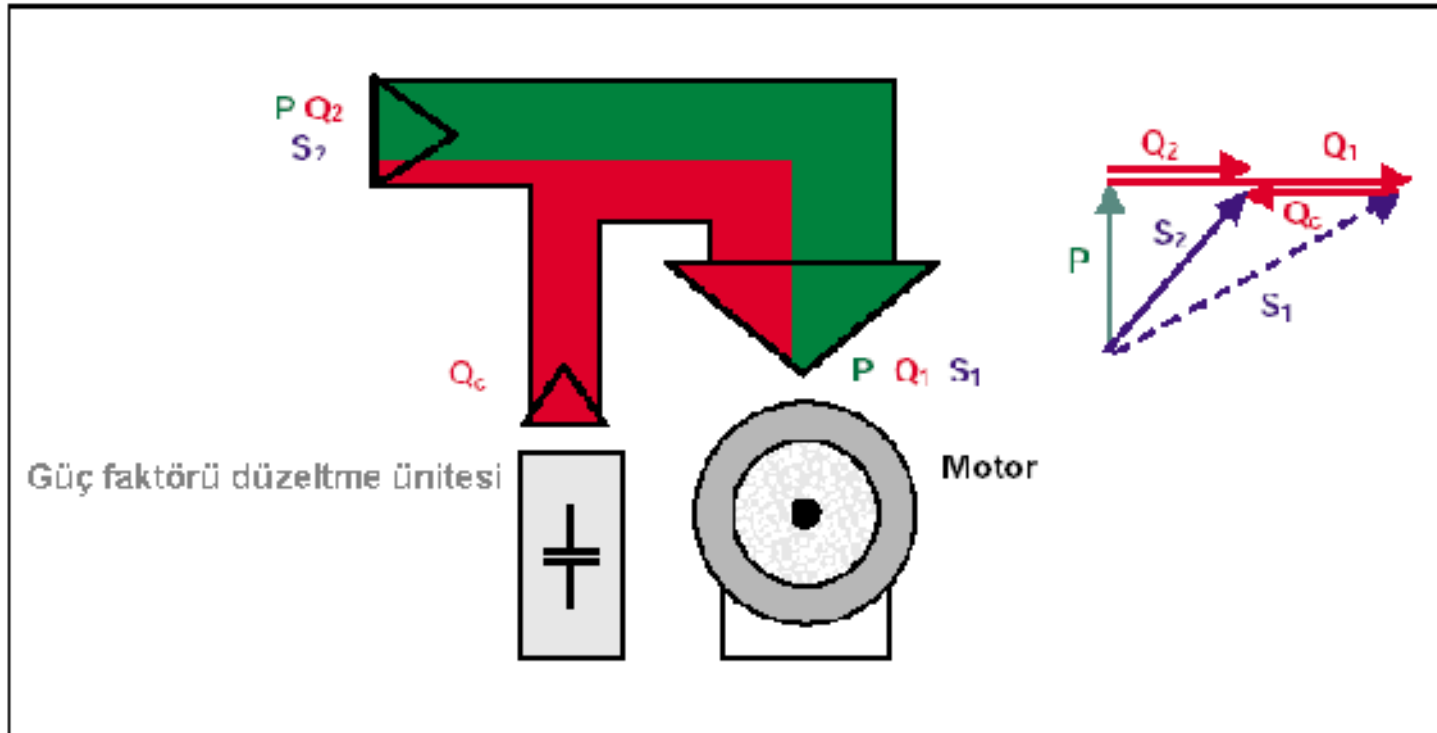
REAKTİF GÜÇ

Elektrodinamik prensibine göre çalışan bobin içerikli cihazlar çalışmalarını için gerekli manyetik alanı reaktif akım tarafından sağlanır. Bu mıknatıslanma akımının çektiği güce **Reaktif Güç** denir.

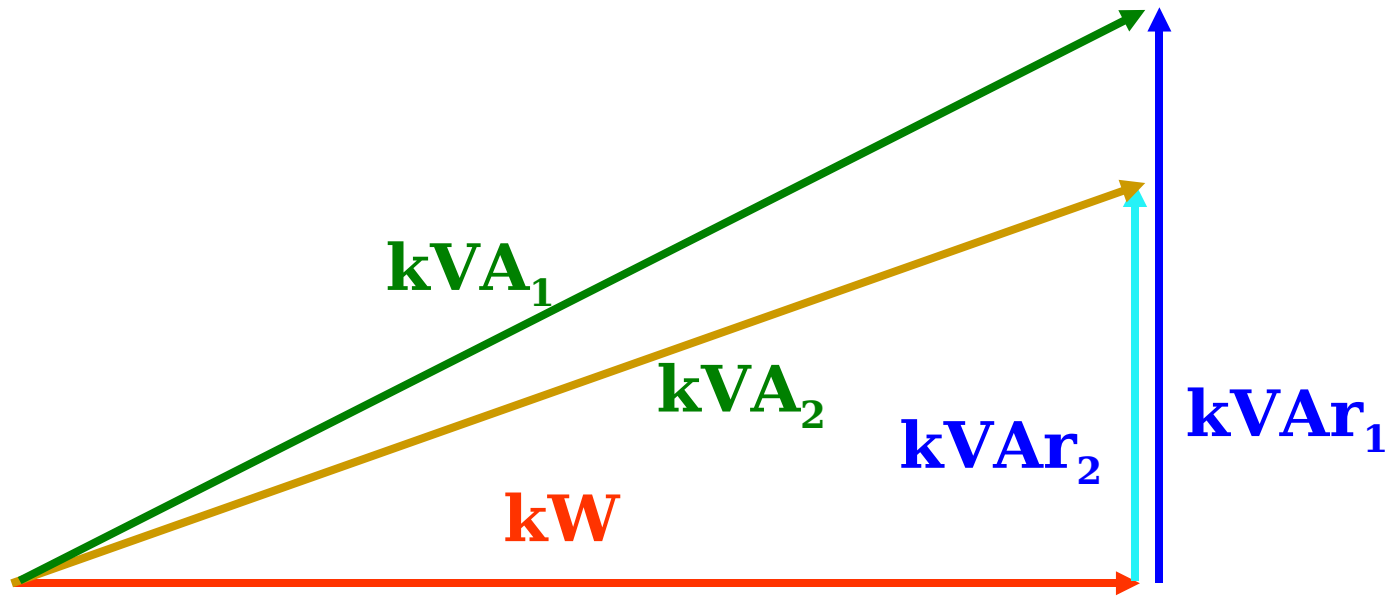
GÜÇ FAKTÖRÜ



GÜÇ FAKTÖRÜ



KOMPANZASYON



Doğru Kompanzasyonla Enerji Tasarrufu

Elektrik maliyetinin azaltılması:

Bir tesiste güç faktörünün düzeltilmesiyle elektrik temini yapan idare arasında yapılan sözleşmeye uygun seviyede reaktif güç kullanımı sağlayarak tüketici faturasındaki miktarda önemli ölçüde azalma olur. Tarifelerde reaktif enerji $\tan\Phi$ ye fatura edilir.

Doğru Kompanzasyonla Enerji Tasarrufu

Kablolarda Kayıpların Azaltılması:

Kablolardaki kayıplar akımın karesiyle doğru orantılıdır

1. Durum $P_1 = \frac{R \cdot P^2}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi_1}$

2. $P_2 = \frac{R \cdot P^2}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi_2}$

Güç katsayısının düzeltilmesi ile kablo kayıplarının azalması

$$z\% = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100 = 100 \cdot \left(\frac{\cos^2 \varphi_2}{\cos^2 \varphi_1} - 1 \right)$$

Doğru Kompanzasyonla Enerji Tasarrufu

Gerilim düşümünün azalması:

**Güç katsayısının düzeltilmesi ile geliş
tarafındaki kablo veya hatların gerilim
düşümü azalır.**

**p_z yüzde olarak kayıp güç olmak üzere P aktif gücün
sabit olarak çekilme durumunda yüzde gerilim düşümü**

$$\% \Delta u = 100. \left(p_z \cdot \cos^2 \varphi + \frac{P \cdot X}{U_N^2} \tan \varphi \right)$$

Doğru Kompanzasyonla Enerji Tasarrufu

Şebekeden elde edilebilecek gücün artması:

Güç faktörünü düzelterek transformator üzerinden geçen akımı azaltarak transformatorun ilave yüklerle yüklenmesini sağlar

Hat sonundan çekilen aktif gücü sabit kabul edersek kompanzasyondan evvel çekilen görünür güç

$$\% \Delta S = \frac{\Delta S}{S} \cdot 100 = 100 \cdot \left(1 - \frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1} \right)$$

Hat sonundan çekilen görünen gücü sabit kabul edip kompanzasyondan önceki aktif güç

$$\% \Delta P = \frac{\Delta P}{P_1} \cdot 100 = 100 \cdot \left(\frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1} - 1 \right)$$

ELEKTRİK MOTORLARI

Elektrik motorları, elektriksel gücün mekanik güce çevrilmesi amacıyla en yaygın olarak kullanılan makinalardır.

Sanayide kullanılan elektrik enerjisinin yarısından fazlasının elektrik motorlarında tüketilmesi ayrı bir önem taşır.

Yüksek Verimli Motorlar

Motor satın alınmadan önce, işletimde karşılaşılabilecek enerji masrafları maalesef hiç dikkate alınmamaktadır.

Oysa bir motorun çalışma süresindeki toplam masraflarının %97'sini enerji giderleri oluşturmaktadır.

Geriye kalan %3'lük küçük kısım ise; satın alma, montaj ve bakım masraflarından oluşmaktadır.

Yüksek Verimli Motorlar

Son yıllarda geliştirilen yüksek verimli motorların maliyetleri standart motorlara göre %15-25 daha pahalı olmakla birlikte, çoğu zaman işletme maliyetlerinin düşük olmaları nedeni ile bu fark kısa bir sürede geri kazanılır. Bu motorların sargılarında kullanılan bakır iletkenin kesitinin arttırılması ile primer I^2R kayıpları düşürülebilir. Demir göbek kayıpları akı yoğunluğunun azalması ile, genellikle stator göbeğinin boyunun arttırılması ile sınırlandırılabilir. Bunun yanında bu kayıplar levha kalınlığının azalması ve kaliteli alaşım kullanılarak da azaltılabilir. Ayrıca yüksek verimli motorlarda azalan kayıplar nedeniyle, açığa çıkan ısının dışarıya verilmesi gereksinimi azalır. Standart bir motorun yüksek verimli motor ile değiştirilmesi durumunda tasarruf edilecek enerji aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

Yüksek Verimli Motorlarla Tasarruf

$MS \times \text{Nominal Güç} \times \text{ÇS} \times \text{YK} \times \text{KF} \times (1/h_{\text{standart}} - 1/h_{\text{yüksek}})$

MS : Aynı güçteki motor sayısı

ÇS : Çalışma Süresi

YK : Yük katsayısı (fiili yükün tam yüke oranı)

KF : Motorun kullanma faktörü

h_{standart} : Standart motor verimi

$h_{\text{yüksek}}$: Yüksek motor verimi

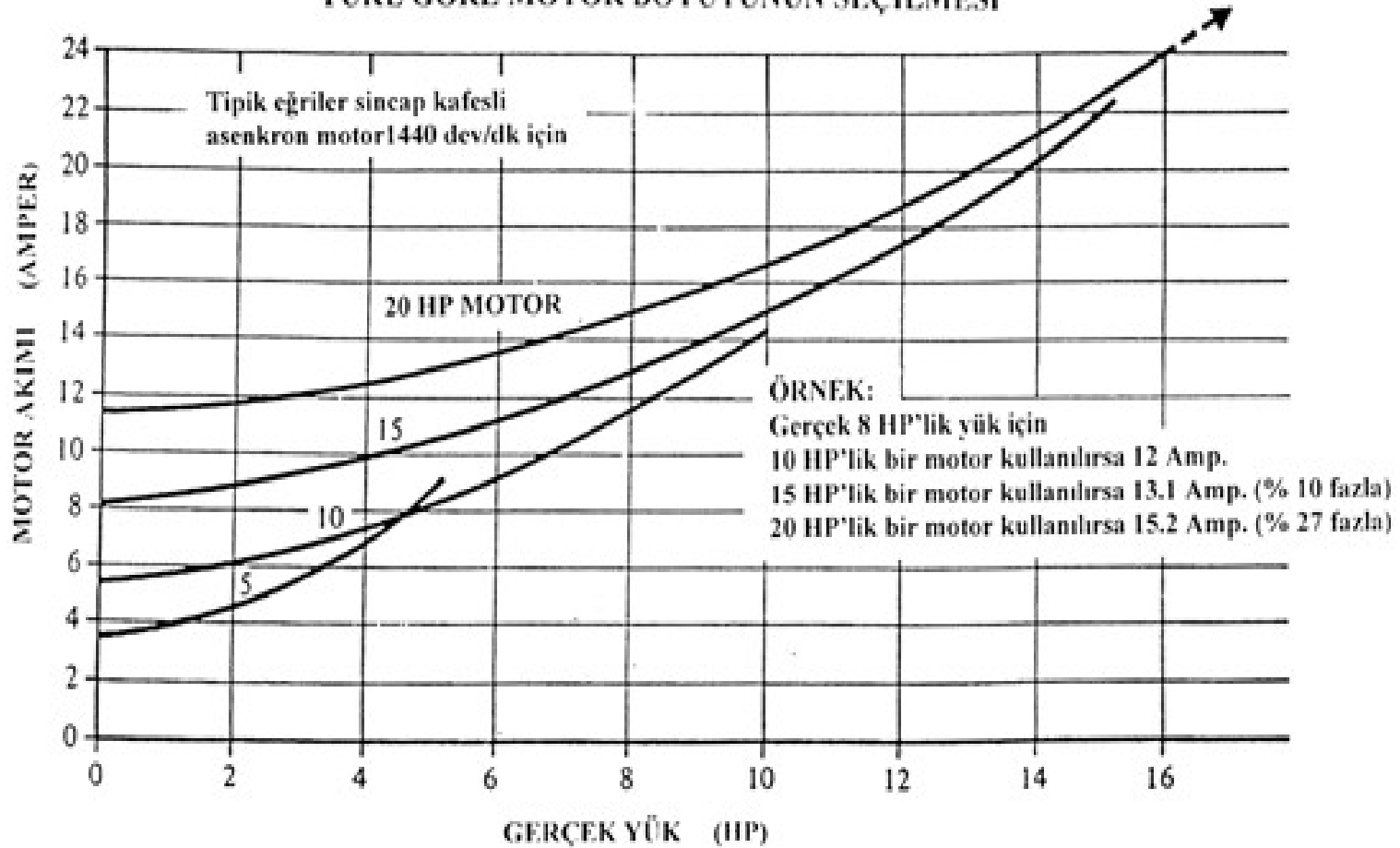
Yüksek Verimli Motorlarla Tasarruf

Örnek Uygulama Sonuçları

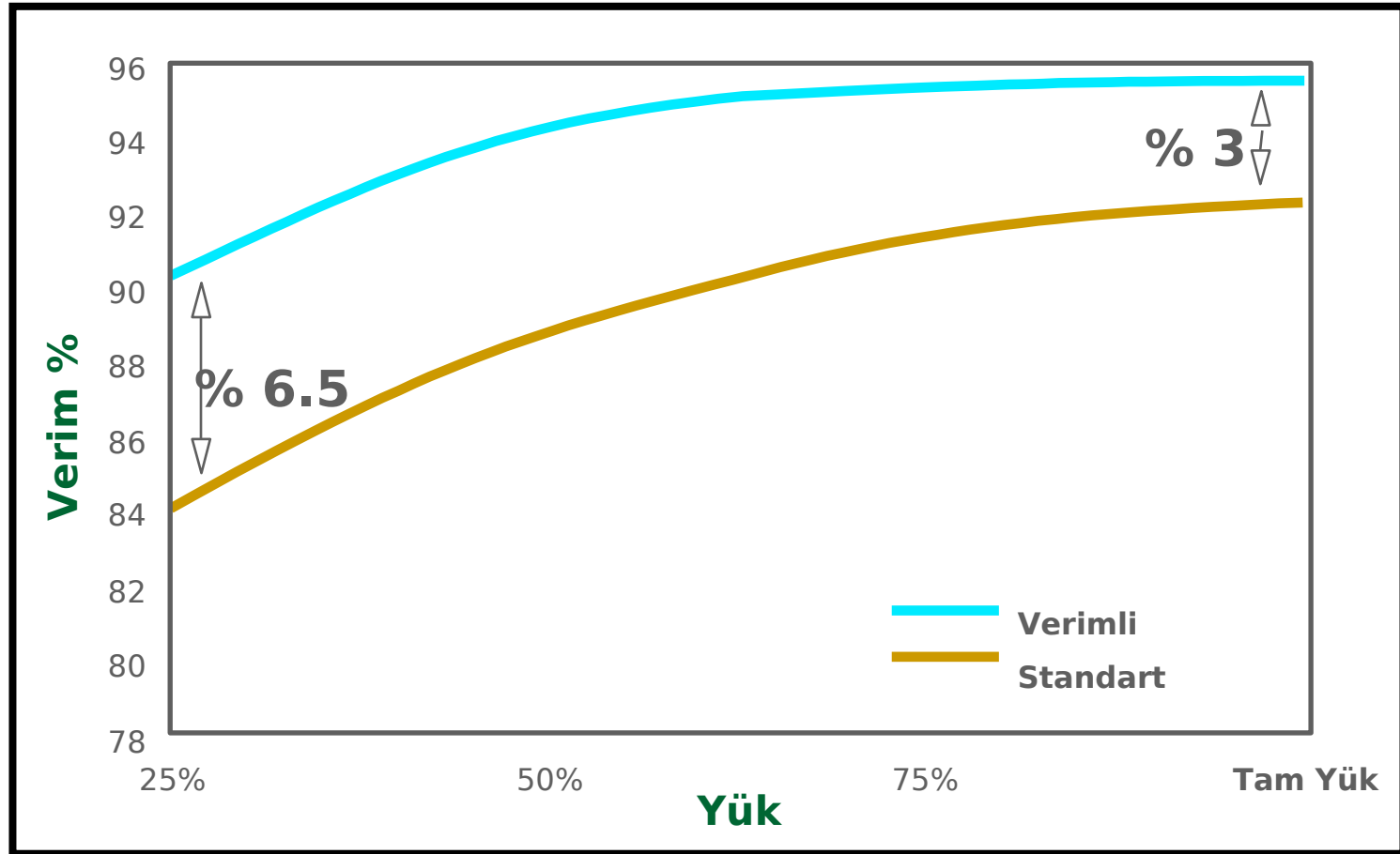
	Yüksek Verimli	Normal Motor	
Pmotor (motor mil çıkış gücü)	37	37	kW
Motor devir (1000 / 1500 / 3000)	1500	1500	d/d
Pşebeke	0,39	0,40	kW
Verim	94,0	92,0	%
Enerji tüketim maliyeti	0,08	0,08	€/kWh
1 Saat' te Şebekeden Çekilen Enerji	0,39	0,40	kWh
Günlük Çalışma Saati	20	20	h
1 Gün' de Şebekeden Çekilen Enerji	7,87	8,04	kWh
Yıllık Çalışma Gün Sayısı	320	320	gün
1 YIL'da Şebekeden Çekilen Enerji	2.519	2.574	kWh
1 YIL'da Elektrik İdaresine Ödenen Para	20.153	20.591	€
1 YIL SONUNDAKİ TASARRUF	438,11		€
Yüksek verimli motorun fiyat farkı	188,0		€
Amortisman süresi	5,2		Ay

Motor milindeki yükün verime etkisi

YÜKE GÖRE MOTOR BOYUTUNUN SEÇİLMESİ



Motor milindeki yükün verime etkisi



Doğru Güçte Motor Kullanımı

Uygulama Örneği 1

Bir fan 75 kW'lık orta verimlilikte bir asenkron motor tarafından çalıştırılmaktadır. Ölçüm cihazları ise gerçekte sadece 22.5 kW çekildiğini göstermektedir. Motor değiştirerek ne kadar tasarruf edebiliriz ?

Motor verim grafiklerinden verimin % 72' ye (ve güç faktörünün 0.48' e) düştüğü görüldü.

İhtiyaç duyulan gerçek mekanik güç = $22.5 \times 0.72 = 16.2$ kW

Tam yükte 20 kW'lık verimli bir motor % 89 verime sahiptir (güç faktörü 0.9).

Çekilen güç = $16.2 / 0.89 = 18.2$ kW

Güç tasarrufu = $22.5 - 18.2 = 4.3$ kW

Bir yıllık çalışma süresi 8400 saat olarak alınırsa:

Yıllık tasarruf = $4.3 \times 8400 = 36.120$ kWh

(ayrıca güç faktörü de iyileşmiş olur.)

Doğru Güçte Motor Kullanımı

Uygulama Örneği 2

- Beyaz eşya üreticisi büyük bir işletmede 17 adet motor incelenmiş ve bu motorlar uygun olanlarıyla değiştirilmiştir. 6500 saat/yıl çalışan bu ünitedeki uygulama sonuçları;
- Enerji tasarrufu : 539.500 kWh
- Proje Maliyeti : 2.035 USD
- Yıllık Tasarruf : 32.370 USD
- Amorti Süresi : 0,06 yıl (22 gün)

	Etiket Gücü		Çekilen Güç			
	Eski Motor Gücü (KW)	Yeni Motor Gücü (KW)	Eski Güç (kW)	Yeni Güç (kW)	% Tasarruf	Fark (KW)
Motor 1	55	22	19,84	12,6	36%	7,24
Motor 2	75	22	37,16	13,02	65%	24,14
Motor 3	11	7,5	5,45	4,98	9%	0,46
Motor 4	15	7,5	9,97	5,12	49%	4,85
Motor 5	15	5,5	9,08	3,98	56%	5,1
Motor 6	15	5,5	9,32	3,56	62%	5,76
Motor 7	15	7,5	9,61	4,96	48%	4,66
Motor 8	15	7,5	7,43	6,08	18%	1,36
Motor 9	16,2	7,5	7,15	5,18	28%	1,97
Motor 10	15	7,5	9,97	5,15	48%	4,82
Motor 11	15	7,5	10,48	5,46	48%	5,02
Motor 12	13	7,5	8,1	6,69	17%	1,41
Motor 13	11	7,5	6,71	5,12	24%	1,58
Motor 14	22	7,5	10,76	5,12	52%	5,63
Motor 15	22	5,5	11,12	5,22	53%	5,9
Motor 16	7,5	1,5	2,2	1,12	49%	1,08
Motor 17	18	7,5	7,54	5,18	31%	2,36
TOPLAM	355,7	144,5	181,8	98,54	46%	83,34

Klasik Motor Yol Verme Sistemleri

- Direkt yol verme
- Oto trafo ile yol verme
- Stator direnci ile yol verme
- Yıldız / Üçgen yol verme

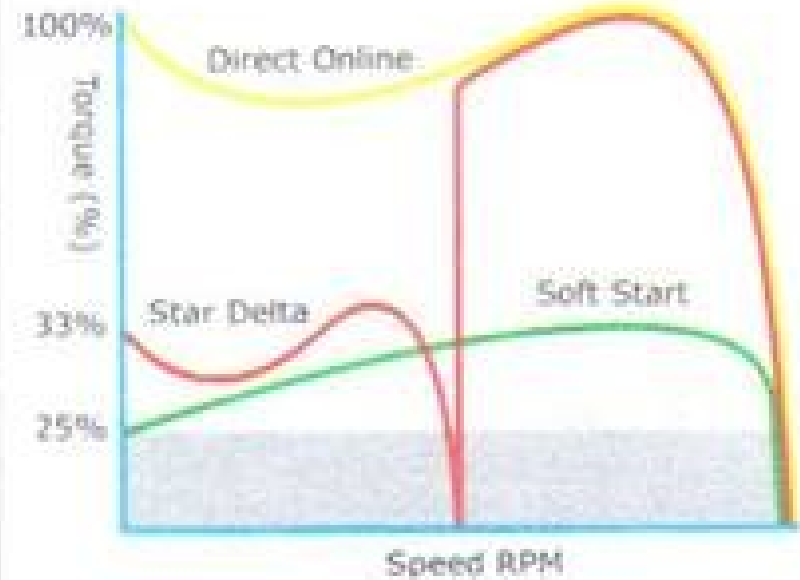
Bu dört metod niçin tavsiye edilmiyor ?

- Kalkış sırasında yüksek akım çekilmesi
- Kalkış akımının sınırlandırılması halinde kalkış momentinin düşmesi
- Kullanılacak kontaktör, kablo, sigorta gibi devre elemanlarının büyük seçilme zorunluluğu
- Devre elemanlarının (özellikle kontaktörlerin) belirli sürelerde değiştirilme zorunluluğu
- Enerji sarfiyatının yüksek olması sayılabilir

O halde motorlara nasıl yolvermek gerek ?

- Sabit devirde çalışacak olan motorlara yumuşak yolverme için **SoftStarter**
- Değişken hızlarda çalışması mümkün ya da gerekli olanlar için ise **Hız Kontrol Cihazları**

SOFSTARTER



AC SÜRÜCÜ KULLANMAK İÇİN 4 ANA NEDEN

Yüksek kapasite gerektiğinde hız yükseltme imkanı:
Sistemin maksimum kapasitede kullanımı ve yüksek verimlilik.

Değişken proses durumlarında doğru ve optimal hız:
En iyi ürün kalitesi.

Hız
Ortalama

Kalite

Bakım Giderleri

Zaman

Esnek Üretim

Her zaman motora yumuşak yol verme:
Hem elektrik hem de mekanik ekipmanlar için minimum bakım

Düşük kapasite gerektiğinde hızı düşürme imkanı:
En iyi enerji verimliliği ve
En düşük enerji maliyetleri

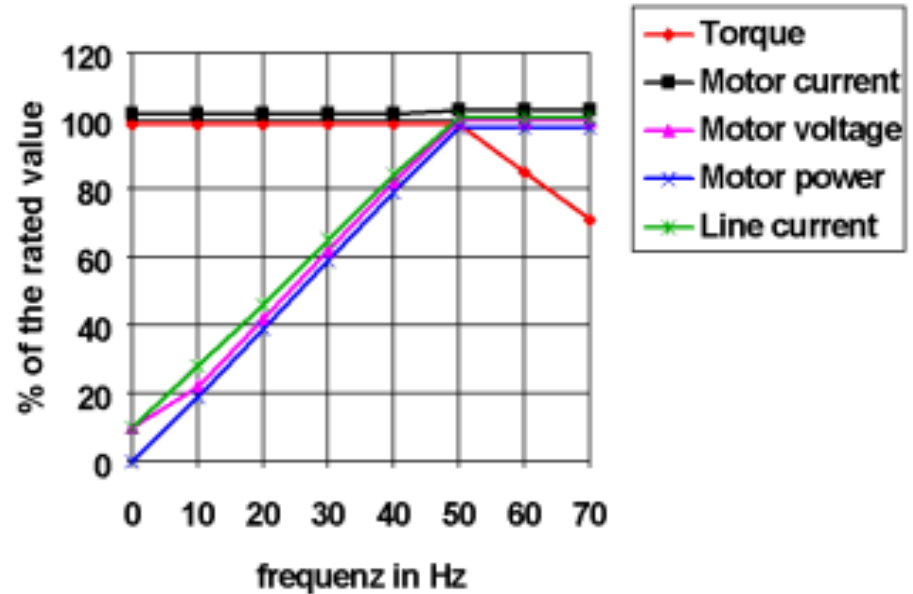
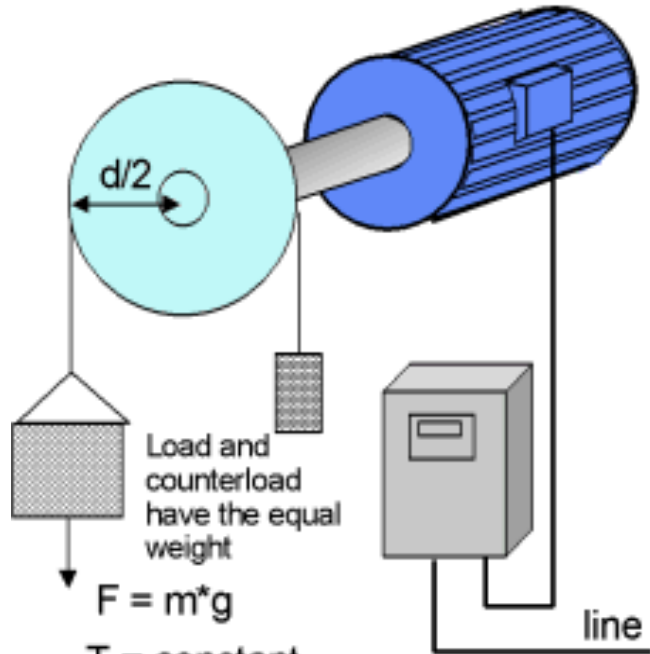
AC Sürücülerle Enerji Tasarrufu

- 1. Azalan bakım giderleri:
 - Klasik yol verme sistemleri ile karşılaştırıldığında mekanik ve elektriksel yüklenmeler minimuma iner, bakım gerekliliği azalır.
- 2. Üretim artışı:
 - Gerektiğinde, hızı nominal hızın üzerine çıkararak üretim artışına olanak sağlar.
- 3. Enerji tasarrufu:
 - Pompa & Fan gibi birçok uygulamada prosesin ihtiyacını sağlayan düşük hızlarda büyük miktarda enerji tasarrufu yapılabilmesini sağlar.
- 4. Kalite artışı:
 - Optimum proses kontrolü ile ürün kalitesi artar.

Yük Tipleri.....Sabit Moment

Vidalı kompresörler, iticiler ve konveyörler tipik sabit moment uygulamalarıdır.

Elevator, conveyor, crane etc.

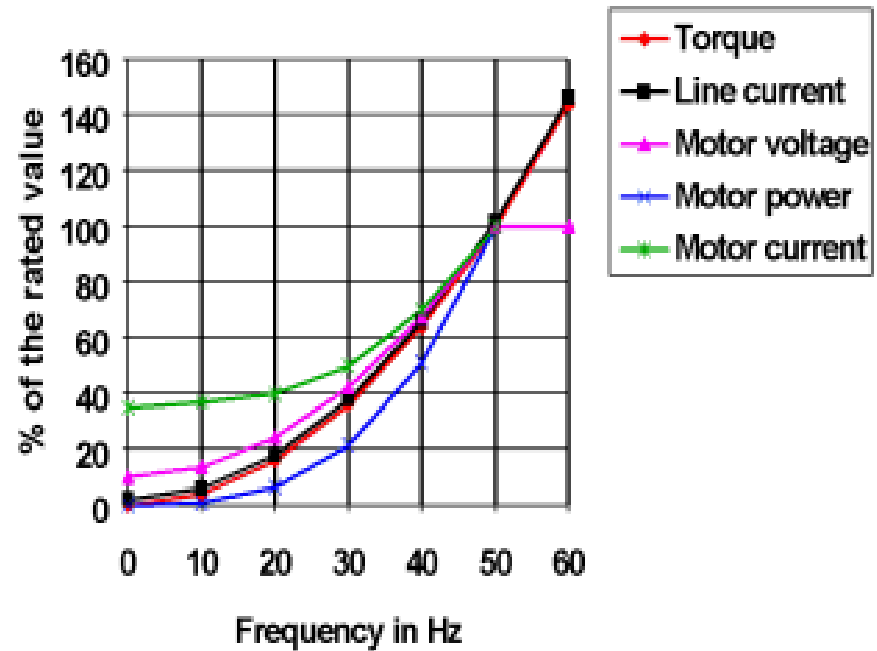
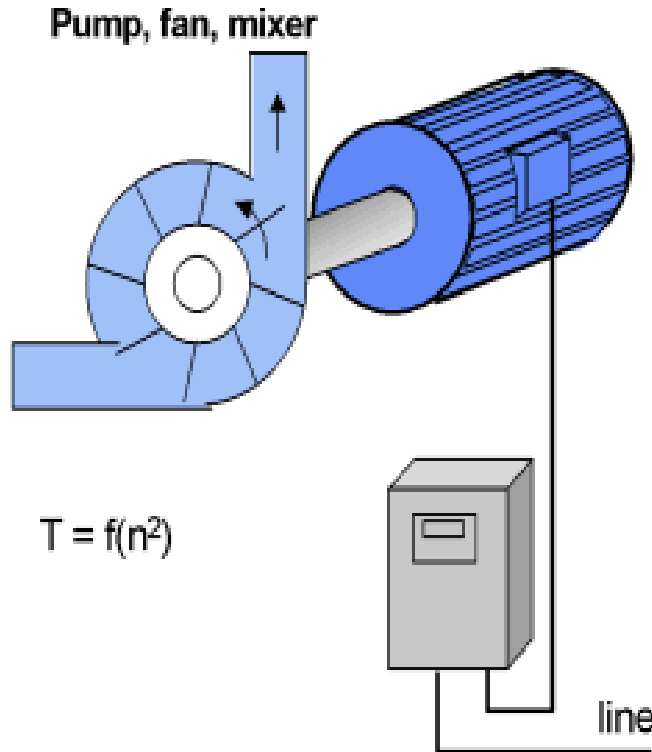


Yük Tipleri.....Sabit Moment

- **Moment** sabittir.Sürücüler ile sıfır hızdan nominal hıza (alan zayıflama noktası) kadar moment sabit tutulabilir. Nominal hızın üzerine çıkıldığında gerilim sabittir ve motor momenti frekansla ters orantılı olarak azalır.
- **Güç** hızla lineer orantılı olarak artar.
- **Motor akımı** tüm hız aralığında sabittir.
- **Formüller:**
 - $F = m \cdot g$ $F = \text{sabit}$
 $T = \text{sabit}$ $T = F \cdot d / 2$

Yük Tipleri.....Karesel Moment

- Karesel moment en yaygın kullanımı olan yük tipidir. Tipik uygulamalar santrifüj pompalar ve fanlardır.

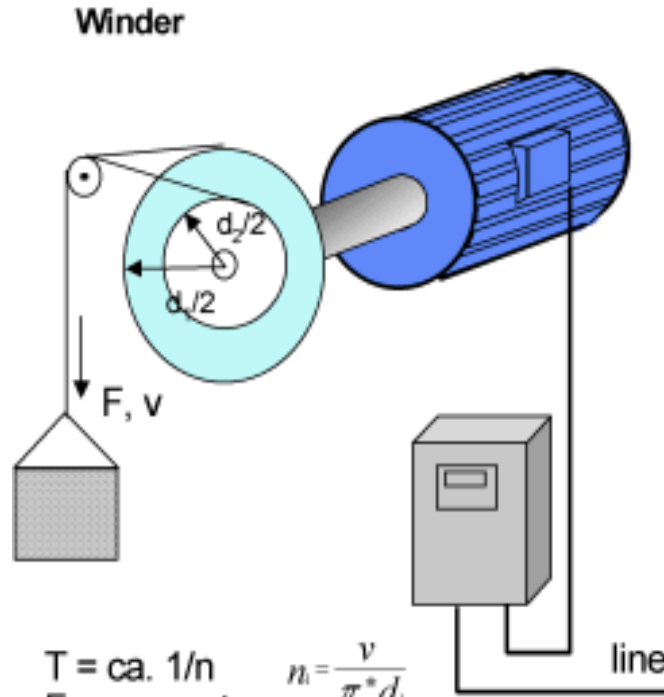


Yük Tipleri.....Karesel Moment

- Moment hız bağıntısı karesel, güç ise kübiktir. Sürücü maksimum hızda gereken momente göre boyutlandırılır.
- Formüller
 - Moment $T=f(n^2)$
 - Güç $P=f(n^3)$

Yük Tipleri.....Sabit Güç

- Bir materyalin sarılması ve sarılma esnasında çapının değişmesi durumunda sabit güç kullanılır.



$$T = ca. 1/n$$

$$F, v = const.$$

$$T_1 = F \cdot d_1/2$$

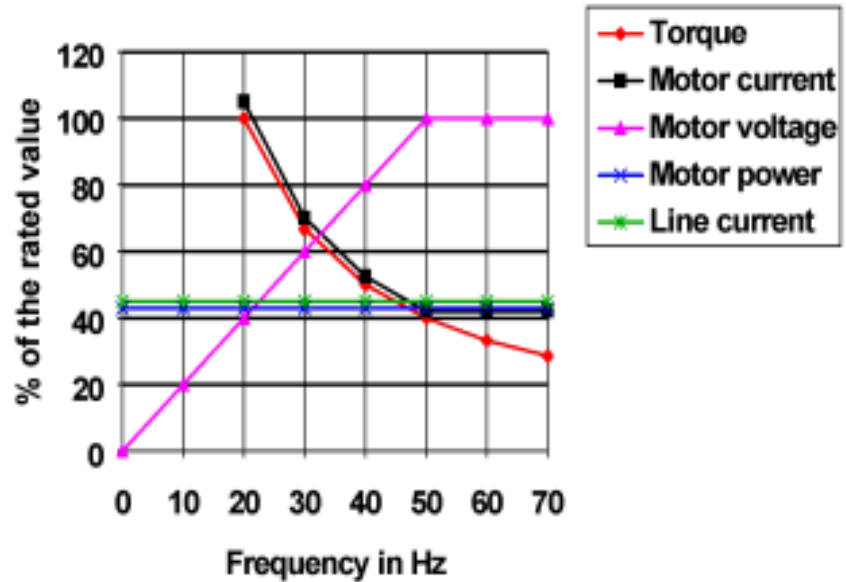
$$T_2 = F \cdot d_2/2$$

$$T_1 > T_2$$

$$n_1 = \frac{v}{\pi \cdot d_1}$$

$$n_2 = \frac{v}{\pi \cdot d_2}$$

$$n_2 > n_1$$



Yük Tipleri.....Sabit Güç

- Güç sabittir ve moment hızla ters orantılıdır.
- Minimum hızdaki yük momenti sürücü için çok önemlidir.
- Sabit güç uygulamalarında alan zayıflama bölgesinde çalışabilme sürücülerin sağladığı avantajdır.
- Motor akımı nominal hız noktasına kadar momenti izler, alan zayıflama aralığında ise sabittir. Hat akımı ise gücü izler ve sabittir.

- Formüller

- $T = \text{ca. } 1/n$

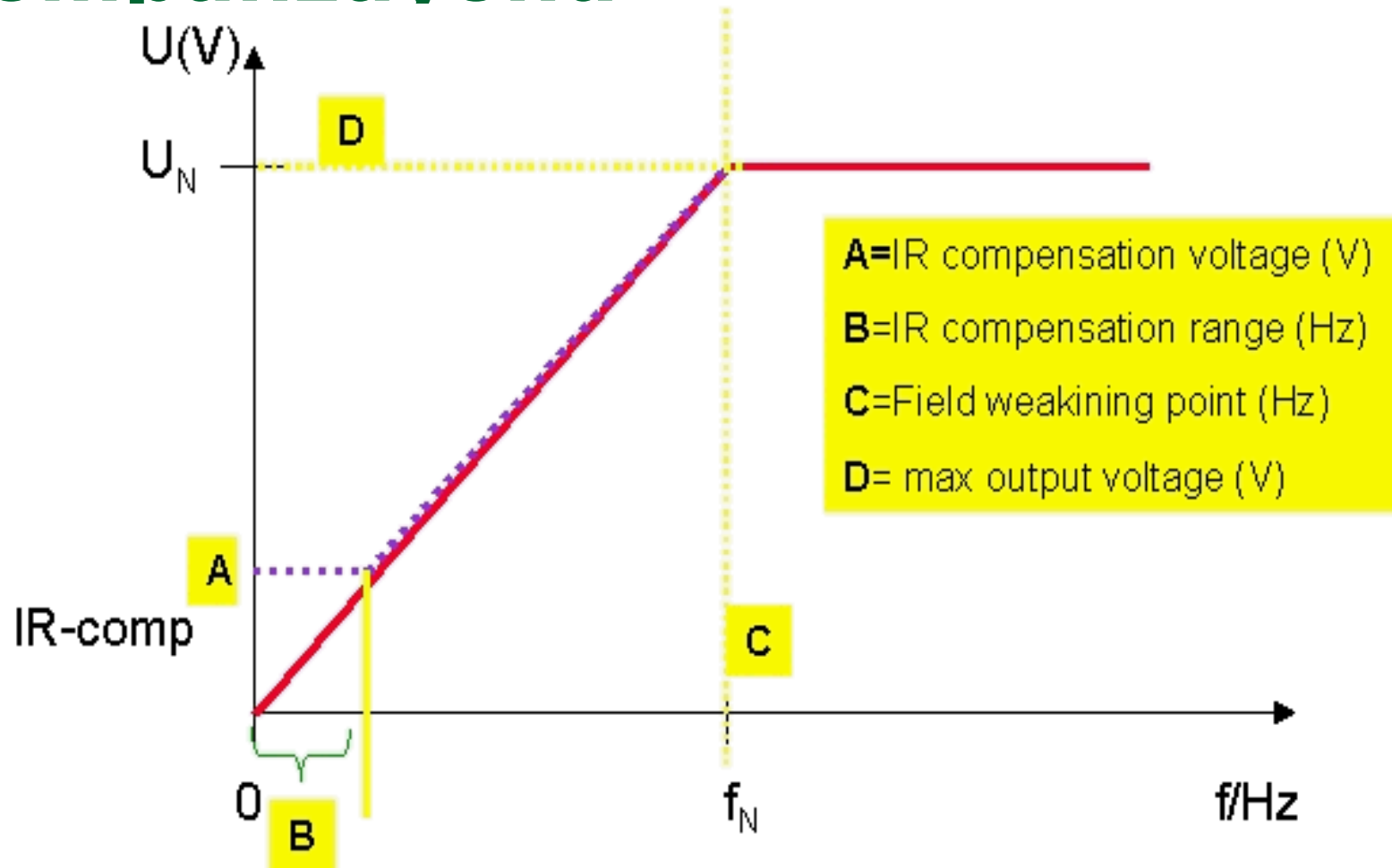
- $T1 = F \cdot d1/2$

- $T2 = F \cdot d2/2$

$F, v = \text{sabit}$

$T1 > T2$

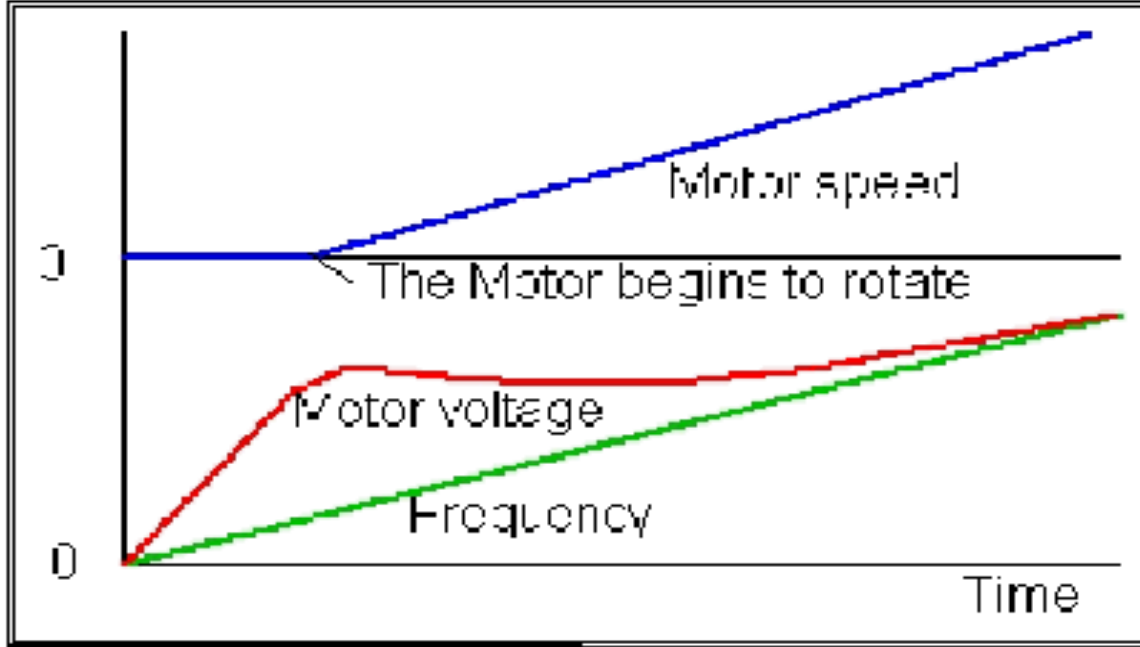
AC Sürücüler.....IR Kompanzasyonu



AC Sürücüler.....IR Kompanzasyonu

- IR kompanzasyon sıfır ile alan zayıflama noktası frekans aralığında kalkış momentini artırır.
- Stator sargılarındaki gerilim düşümünü kompanze eder ($IR=I \cdot R=U_r$ =sargı direnci gerilim düşümü) ve nominal akımda, nominal momentin oluşmasını sağlar. Göreceli olarak yüksek rezistanstan dolayı küçük motorlarda IR kompanzasyona büyük motorlardan daha çok gereksinim duyulur.
- IR kompanzasyon skaler kontrolde kullanılır.
- Vektör kontrol veya DTC kontrolde kompanzasyon ayarlanabilir bir parameter değildir. Bu kontrol metodlarında stator direnci ID run yada ID magnetizasyon sırasında belirlenir ve hesaba katılır.

AC Sürücüler.....Moment Boost

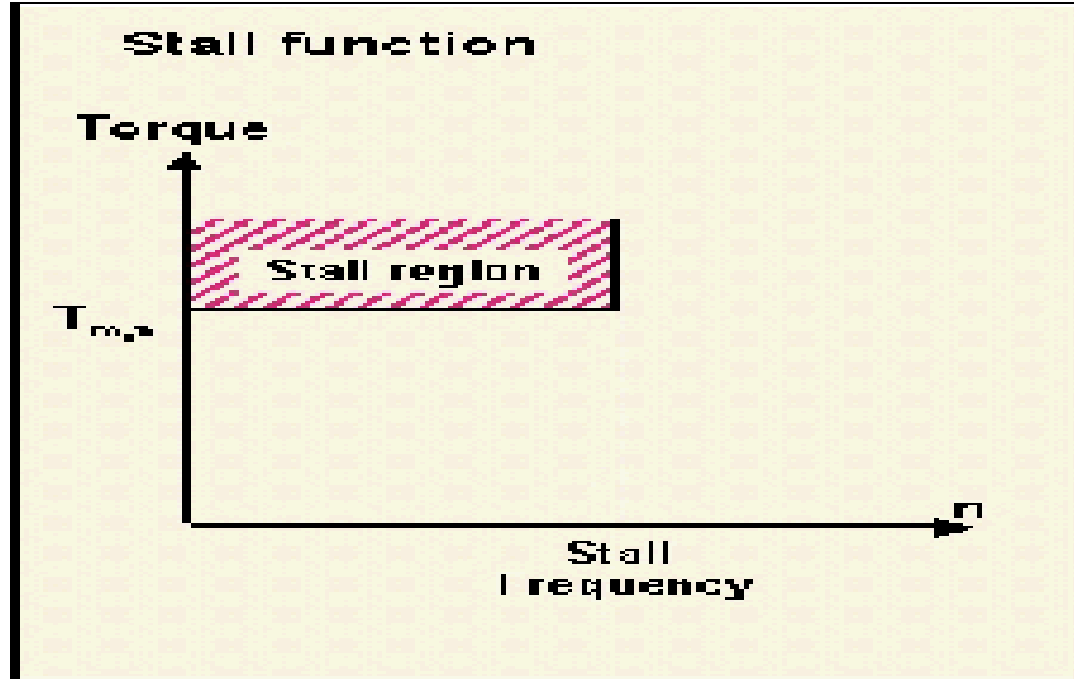


Yüksek kalkış momenti için kalkış akımı yüke göre otomatik olarak artar. 20Hz'e kadar olan hız aralığında nominal kalkış akımı limitinin üzerinde, sürücü vasıtası ile kısa süreli bir kalkış akımı uygulanabilir. Bu IR kompanzasyon ile aynı anda olabilir.

AC Sürücüler.....Motor Gürültüsü

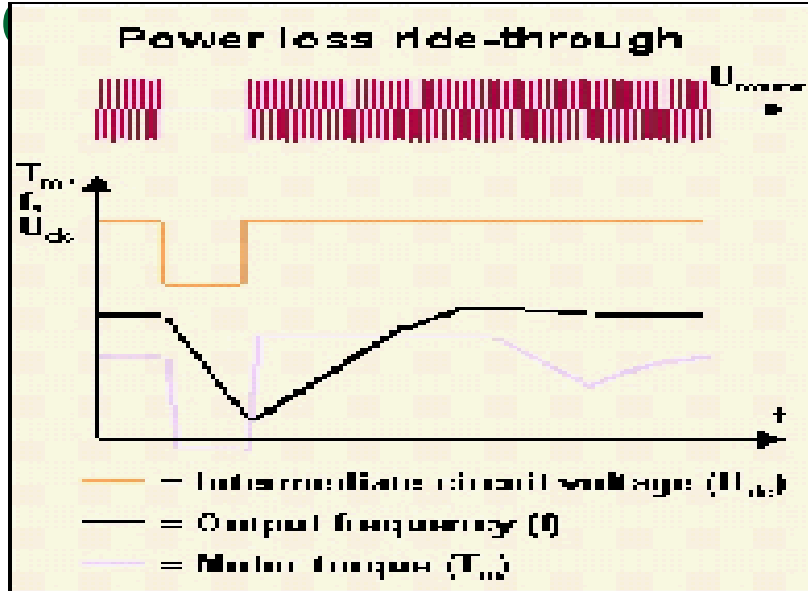
- Şebekeden direkt (D.O.L.) beslenen motorlarla karşılaştırıldığında, sürücü ile kontrol edilen motorlarda yarı iletkenlerdeki yüksek frekanstaki anahtarlama nedeni ile küçük bir gürültü meydana gelir.
- Gürültü genellikle anahtarlama frekansının artırılması ile azaltılabilir. Ancak bu durumda motor verimi kayıplar arttığı için düşer. Bu da sistemin yüklenme kapasitesinin düşmesine yol açar.

AC Sürücüler.....Stall Koruma



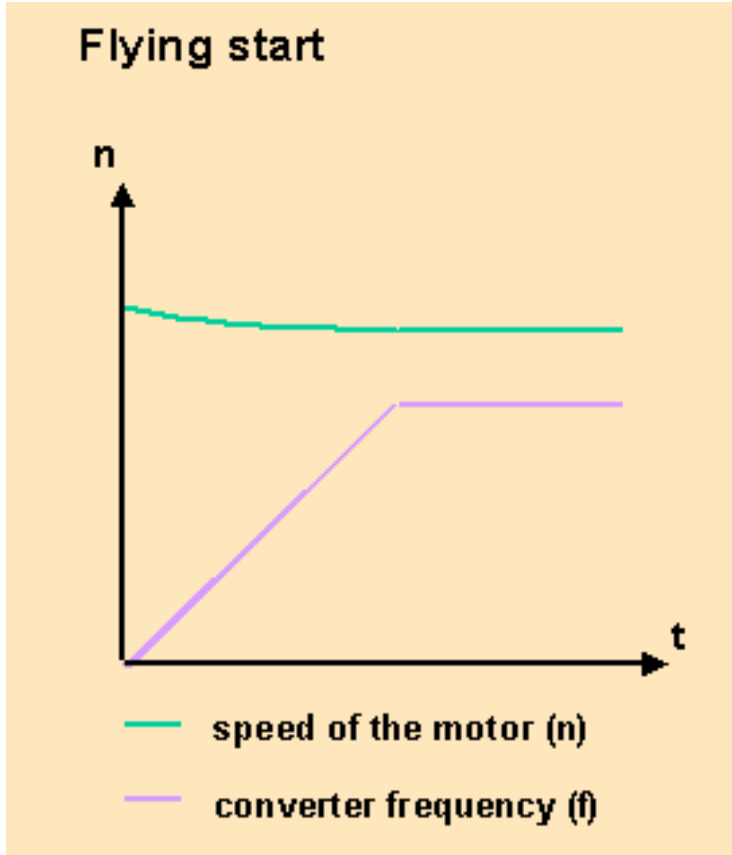
- AC sürücülerde bulunan “stall koruma” özelliği ile motor, rotor kitlenmelerine karşı korunabilir. Denetim limitleri ayarlanabilir ve motor kitlenmesi durumlarında sürücünün ne yapacağı belirlenebilir.

AC Sürücüler.....Güç Kaybı Kontrolü”



- “Power loss ride-through” fonksiyonu (under voltage kontrol), giriş beslemesi kesintilerinde kullanılır.
- Birçok durumda AC sürücü, dönen motorun (yükün) kinetik enerjisini kullanarak çalışmaya devam eder. Yani motor dönmeye devam ettiği ve enerji ürettiği (generatif çalıştığı) sürece sürücü çalışmaya devam eder.

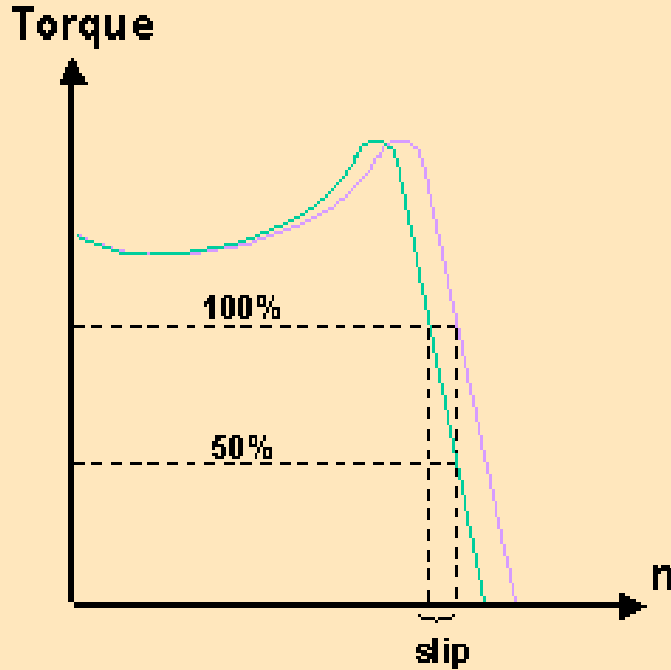
AC Sürücüler.....Flying Start



- “Flying start” (kalkışta dönen makinayı yakalama) özelliği yüksek eylemsizlik momenti olan ve boşta iken kendiliğinden dönen yüklerde kullanılır.
- Enerji verildiğinde sürücü doğru yönde doğru gerilim ve frekansı oluşturarak kalkışa başlar. Kendiliğinden dönen bir yükü süren motor direkt olarak şebekeye bağlanırsa büyük mekanik ve elektriksel problemler olabilir.

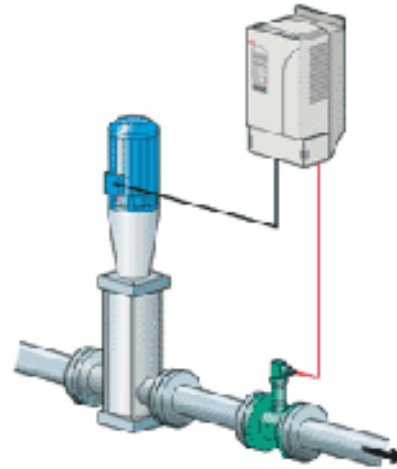
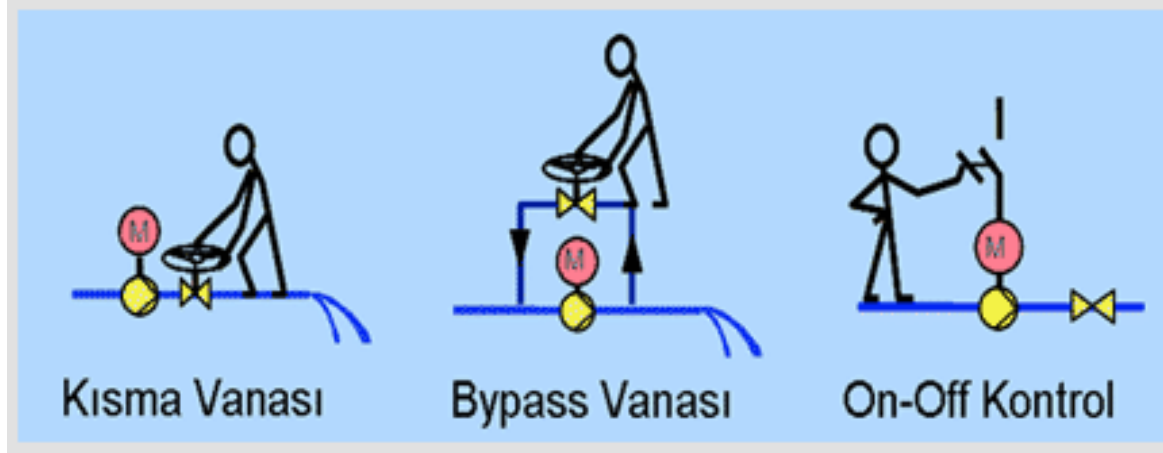
AC Sürücüler.....Kayma Kompanzasyonu

Slip compensation



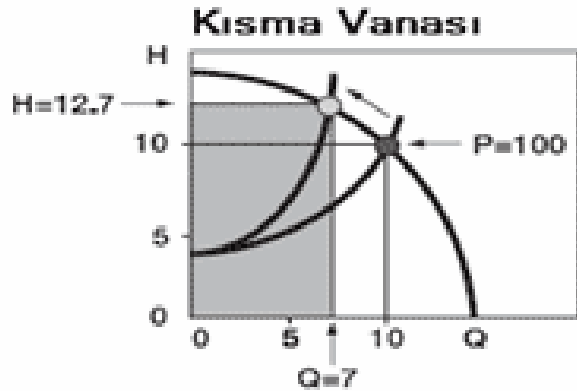
- Bir kısa devre çubuklu (sincap kafesli) asenkron motorda yüklenmeyle birlikte kayma oluşur.
- Bu kayma motora uygulanan frekans ve böylece motor momenti artırılarak önlenebilir. Bu, kayma kazancını artıran parametre ile yapılır.
- %100 tam kayma kompanzasyonu olup, %0 ise kayma kompanzasyonu yok demektir.
- Kayma kompanzasyonu sadece Skaler kontrolde hız doğruluğunu sağlamak için yapılır.

Pompa Kontrol Yöntemleri

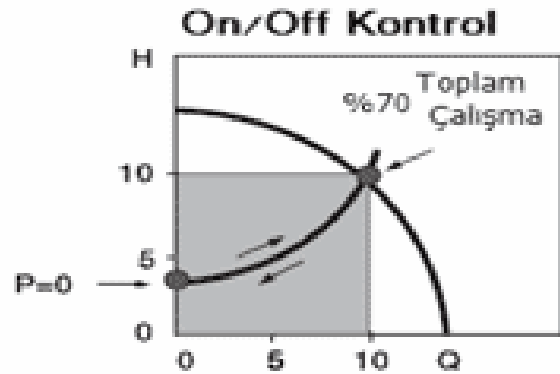
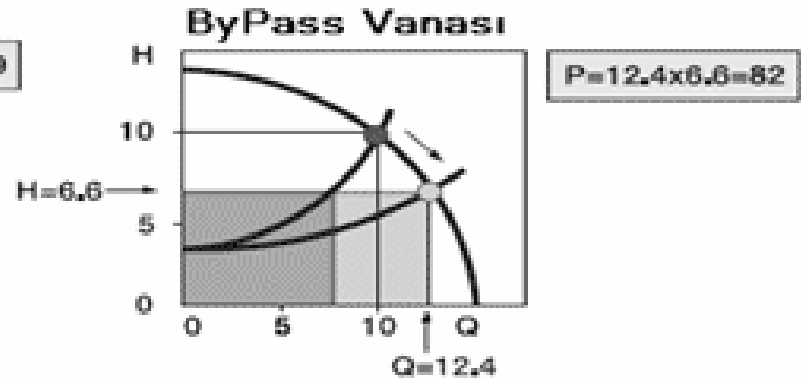


Hız kontrol cihazı
kullanarak

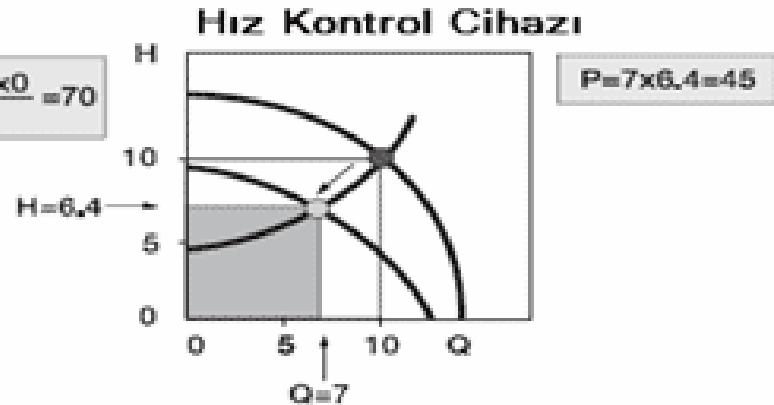
Pompa Kontrol Yöntemleri



$$P=7 \times 12,7=89$$



$$P = \frac{7 \times 100 + 3 \times 0}{10} = 70$$



Kontrol	Enerji
Kısma	89
ByPass	82
On/Off	70
Hız Kontrol	45

Pompalardaki Enerji Tasarrufu

- Genellikle pompa sistemlerinin parametrelerini net olarak belirlemek güç olduğundan maksimum ihtiyacın üzerinde bir pay bırakılarak boyutlandırılırlar.
- Sistemin fazla boyutlandırılmasından kaynaklanan gereksiz enerji tüketimi bazı basit kontrol yöntemlerinde sabit motor devrinde debi ile oynayarak giderilmeye çalışılır.
- Diğer kontrol yöntemleri sistem eğrisi üzerinden kontrol sağlarken, VSD uygulamalarında pompa eğrisi değiştirilerek enerji tasarrufu sağlandığından daha verimli sonuçlar elde edilir.
- VSD takılı olan pompalarda sistem ihtiyacına bağlı olarak sürekli güç değişimi sağlanır.

Pompalarda Sürücü Uygulamalarının Getirdiği Diğer Avantajlar

- Mekanik darbe ve etkilerin en aza indirgenmesi
- Basınç kontrolü ile kavitasyonun önlenmesi
- Sabit basınçta akışkanın sevkedilebilmesi
- Yedeklemeli sistemlerin kurulabilmesi
- Daha düşük güçlerle ve kademeli pompalar kullanarak motorların düşük güçte çalışmasının önlenmesi
- Motorların yumuşak kalkış yapabilmesi
- Motor kontrolünde elektronik olarak tam koruma yapılabilmesi
- Sürücülerle uzaktan tüm sistem bilgilerini izleme ve kayıt
- İsteğe göre Debi-basınç-seviye kontrollerinin yapılabilmesi

Pompalarda Tasarruf Uygulaması Örneği

- **Motor Gücü** : **55 kW**
- **Motor Verimi** : **% 98**
- **İnverter Gücü** : **55 kW**
- **İnverter Verimi** : **% 98**
- **Yıllık Çalışma Süresi** : **8 760 Saat**
- **Elektrik Birim Fiyatı** : **0,07 USD**

Pompalarda Tasarruf Uygulaması Örneği

Debi (%)	Süre (%)	Saat/y	V.K. kWh/y	İnverter kWh/y
100	0	0	0	0
90	3	263	14 372	11 148
80	9	788	38 170	24 073
70	21	1 840	78 901	39 046
60	23	2 015	76 787	28 549
50	23	2 015	68 653	18 218
40	16	1 402	43 135	7 737
30	5	438	12 357	1 437
Toplam	100	8 760	332 373	130 207

Pompalarda Tasarruf Uygulaması Örneği

Yıllık Tasarruf : 202 166 kWh

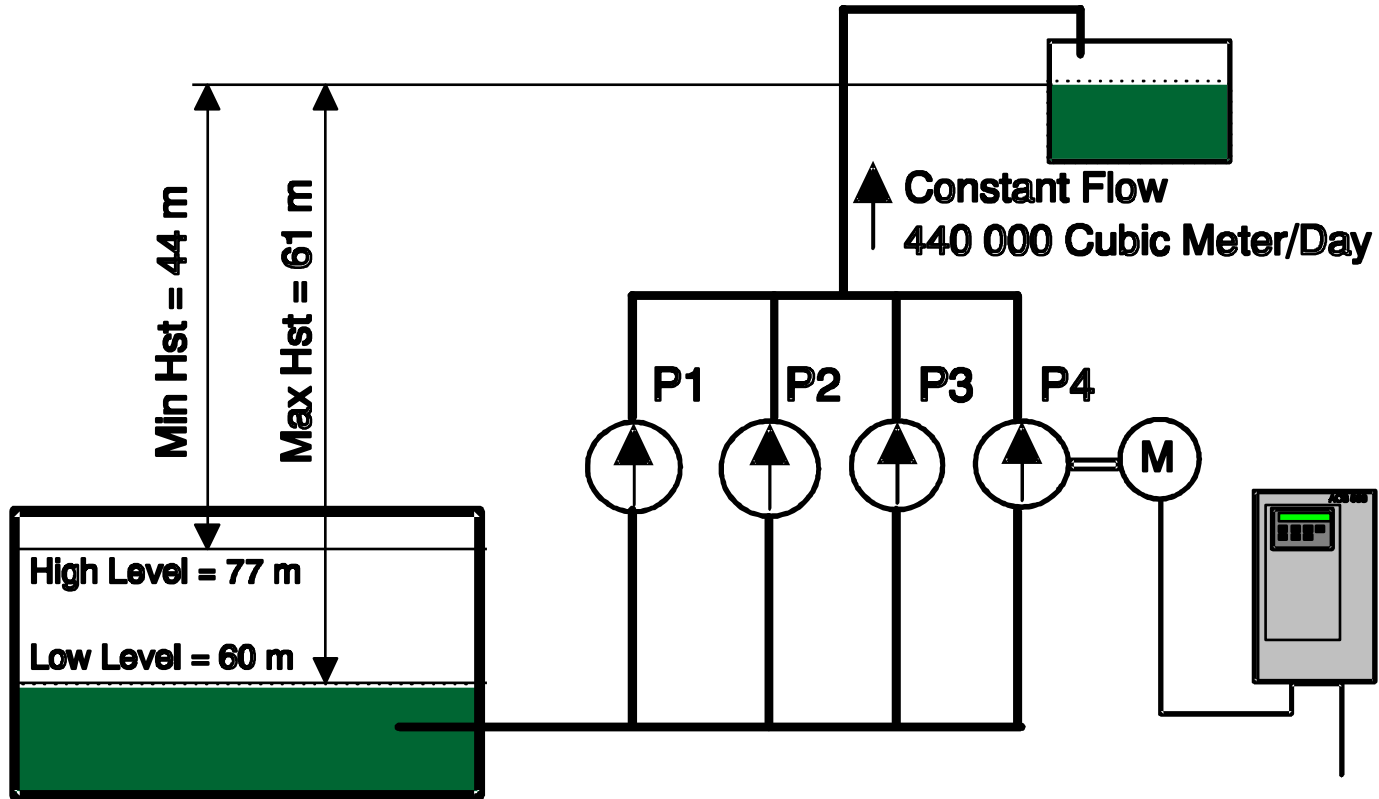
Yıllık Tasarruf : 14 152 USD

İnverter Maliyeti : 12 750 USD

Geri Ödeme Süresi : 0,9 Yıl

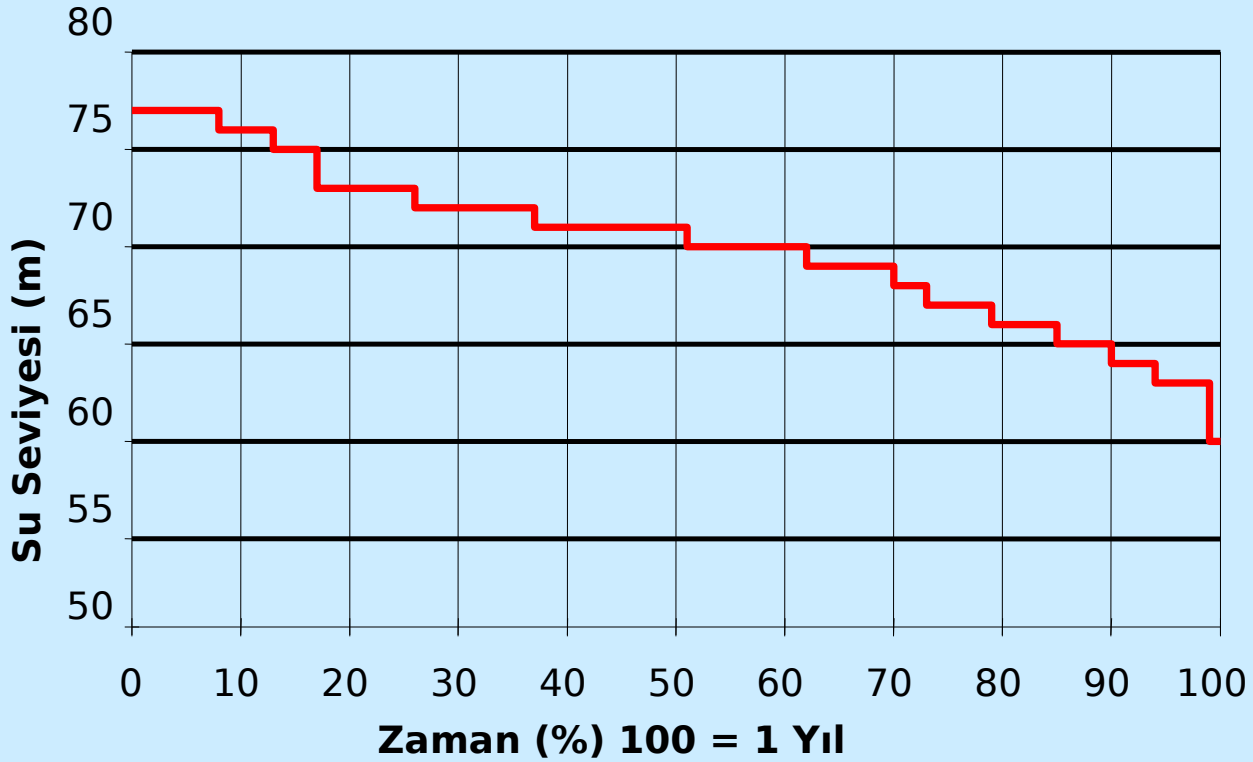
ÖRNEK: Su Pompasında Enerji Tasarrufu

Raw Water Pump Station with Constant Flow Control



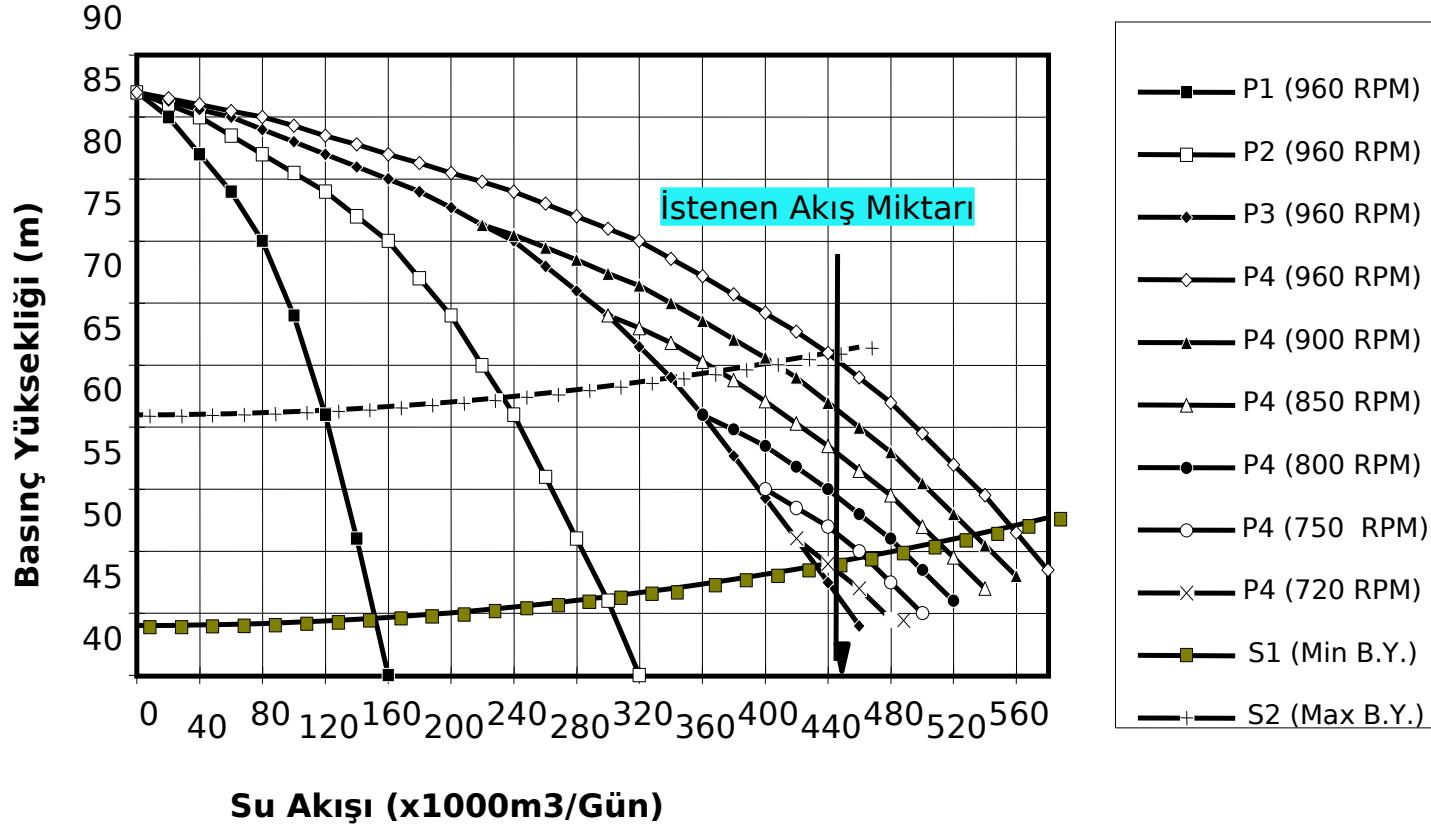
ÖRNEK: Su Pompasında Enerji Tasarrufu

Depodaki Su Seviyesi Değişimi



ÖRNEK: Su Pompasında Enerji Tasarrufu

Değişken Basınç Yüksekliklerinde Sabit Akış Kontrolü
Pompa #4 Değişken Hız Kontrolü



ÖRNEK: Su Pompasında Enerji Tasarrufu

Pompada On-Off Kontrolü ile Hız Kontrolü arasındaki Karşılaştırma:

Enerji Verimliliği:

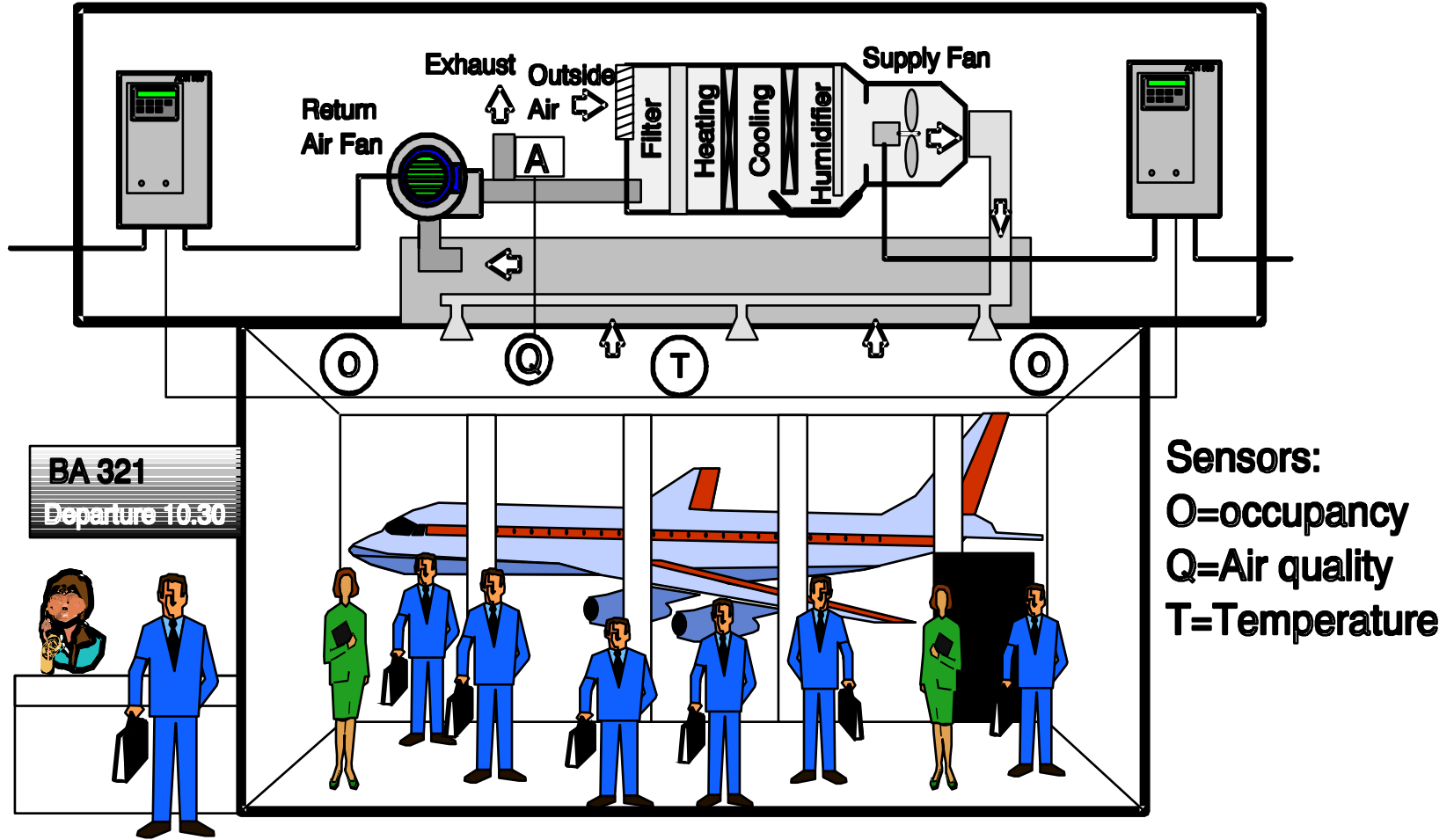
On-Off	=	32 650 MWh/Yıl
VSD	=	29 870 MWh/Yıl
Tasarruf	=	2 780 MWh/Yıl

Tasarruf Miktarı: $\$80/\text{MWh} * 2\,780 \text{ MWh} =$
 $\$222'400$

Geri Ödeme Zamanı (1000 kVA AC Sürücü için):

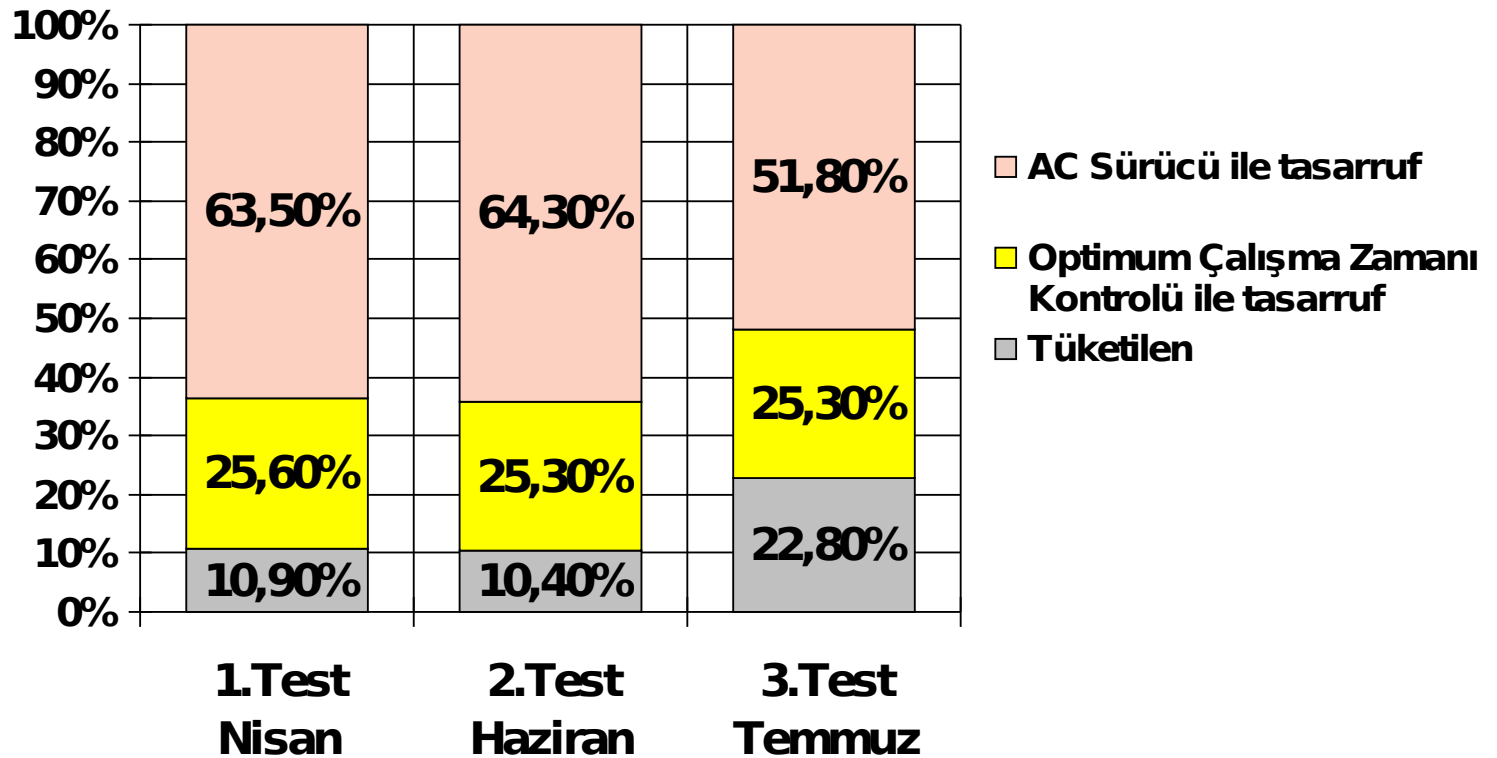
6 Aydan Kısa

ÖRNEK: Yolcu Salonu Havalandırması



ÖRNEK: Yolcu Salonu Havalandırması

Enerji Tasarrufu Hesapları Sonucu



ÖRNEK: Yolcu Salonu Havalandırması

- **AC Sürücü ile Enerji Tasarrufu 70 - 86%**
- **Yatırımın geri dönüş süresi 1 yıl, bununla birlikte elde edilen ekstra iyileşmeler:**
 - **Soğutma ve ısıtma enerjisinde tasarruf**
 - **Kayış ve rulmanlarda daha az aşınma**
 - **Yumuşak kalkış sayesinde daha az mekanik bakım**
 - **Reaktif Güç tüketiminde azalma**
- **Hızlı HVAC Kontrolü - Yolcular için**

ÖRNEK: Yolcu Salonu Havalandırması

- **AC Sürücü ile Enerji Tasarrufu 70 - 86%**
- **Yatırımın geri dönüş süresi 1 yıl, bununla birlikte elde edilen ekstra iyileşmeler:**
 - **Soğutma ve ısıtma enerjisinde tasarruf**
 - **Kayış ve rulmanlarda daha az aşınma**
 - **Yumuşak kalkış sayesinde daha az mekanik bakım**
 - **Reaktif Güç tüketiminde azalma**
- **Hızlı HVAC Kontrolü - Yolcular için**

Basınçlı Hava Üreteçleri (Kompresörler)

- Elektrik veya mekanik enerjiyi pnömatik enerjiye dönüştüren, diğer bir tanımla da basınçlı hava üreten makinalara **KOMPRESÖR** denir.
- Kontrol şekilleri
 4. Yük-Boş (load-unload) kontrolü
 5. Klape Ayarlama (Modulating) kontrolü
 6. Hız Kontrol Cihazı ile kontrol
 7. Kademeli Kompresörlerle kontrol

Basınçlı Hava Üreteçleri (Kompresörler)

Bazı makina üreticileri bunların önemini bildikleri için ürettikleri makinaların hava ihtiyacını NI/sn (normal I/sn) gibi belli standartlarda verirler. Kompresörden çıkan havanın normal gaz şartlarında kapladığı hacime normal hacim denir. Burada normal şartlardan kasıt 1.013 bar mutlak basınç, 0°C sıcaklık ve %0 bağıl nemdir.

Bu durumda yapılması gereken ihtiyaç duyulan kapasitenin fabrikanın bulunduğu yerin şartlarına göre yeniden hesaplanmasıdır. Buna ilişkin formül aşağıdaki gibidir;

$$Q_i = [Q_n \times (273 + T_i) \times 1,013] \times [1 / (273 \times P_i)]$$

Q_i = serbest hava verimi (I/sn)

Q_n = NI/sn

T_i = giriş sıcaklığı (°C)

P_i = giriş basıncı (bar)

Not: Bu formülde bağıl nem gözardı edilmiştir.

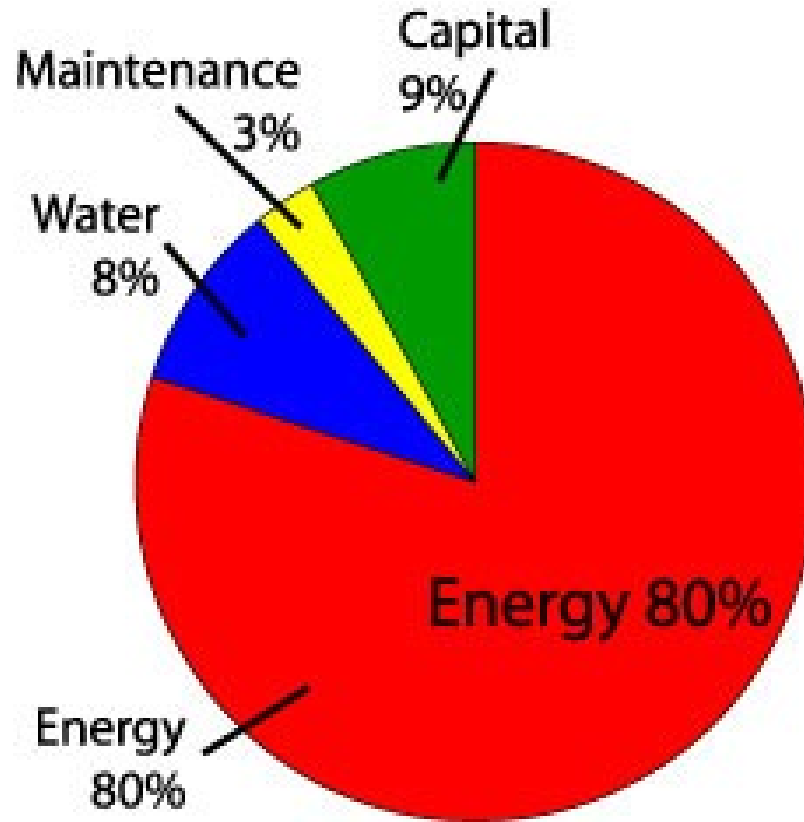
Kompresör Seçimi

- Tüm ekipmanlar dikkate alınarak doğru kapasite, pik ihtiyacın tespiti, Saatlik / Günlük / Haftalık tüketim haritası ve işletme basıncının en uzak tüketim yerine göre tespit edilmesi
- Yük ve kullanım faktörlerinin doğru tespiti
- İhtiyaca göre kompresör tipi ve hava kalitesinin tespiti
- En iyi Spesifik Güç Tüketimine sahip makinenin tespiti
- Boşta, güç tüketiminin en az olması

Kompresörde Verimliliği Etkileyen Diğer Faktörler

- Uygun büyüklükte hava tankının seçilmesi
- Boru çaplarının tespiti
- Boru hatlarının dizayn ve yerleşimi
- Kompresör odasının dizayn ve havalandırılması

Neden Enerji Tasarrufu



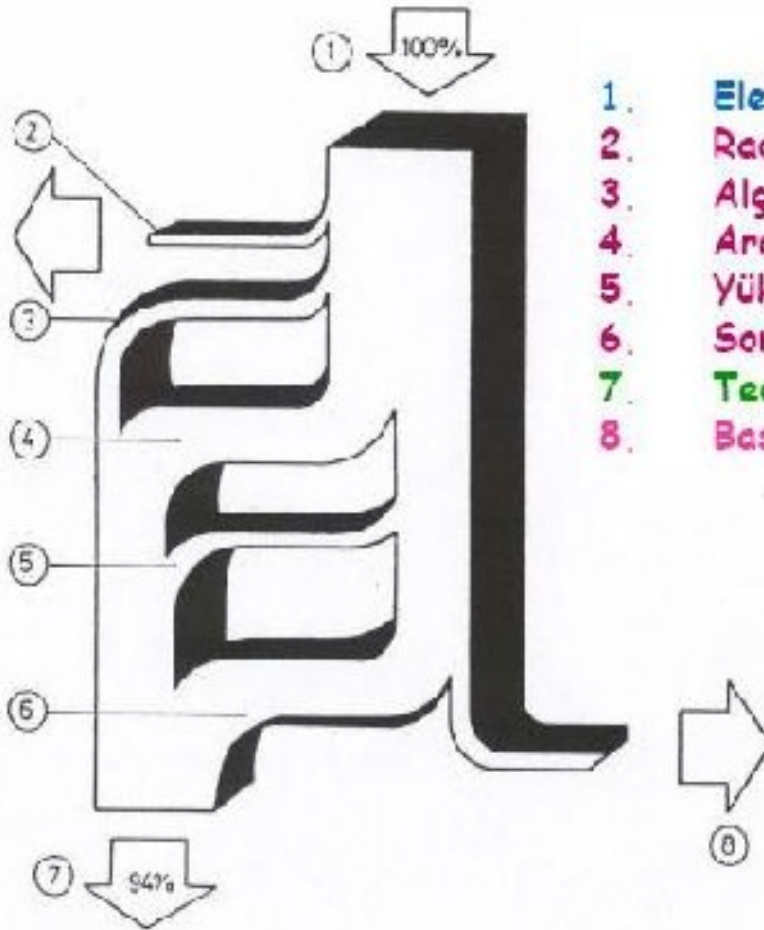
Kompresörlerde Enerji

Hava Kaçaklarının Tespiti ve Önlenmesi

Delik çapı		Kaçak Miktarı (6 bar)	Sıkıştırmak için harcanan güç
	mm	Lt/sn	kW
	1	1	0,3
	3	10	3,1
	5	27	8,3
	10	105	33,0

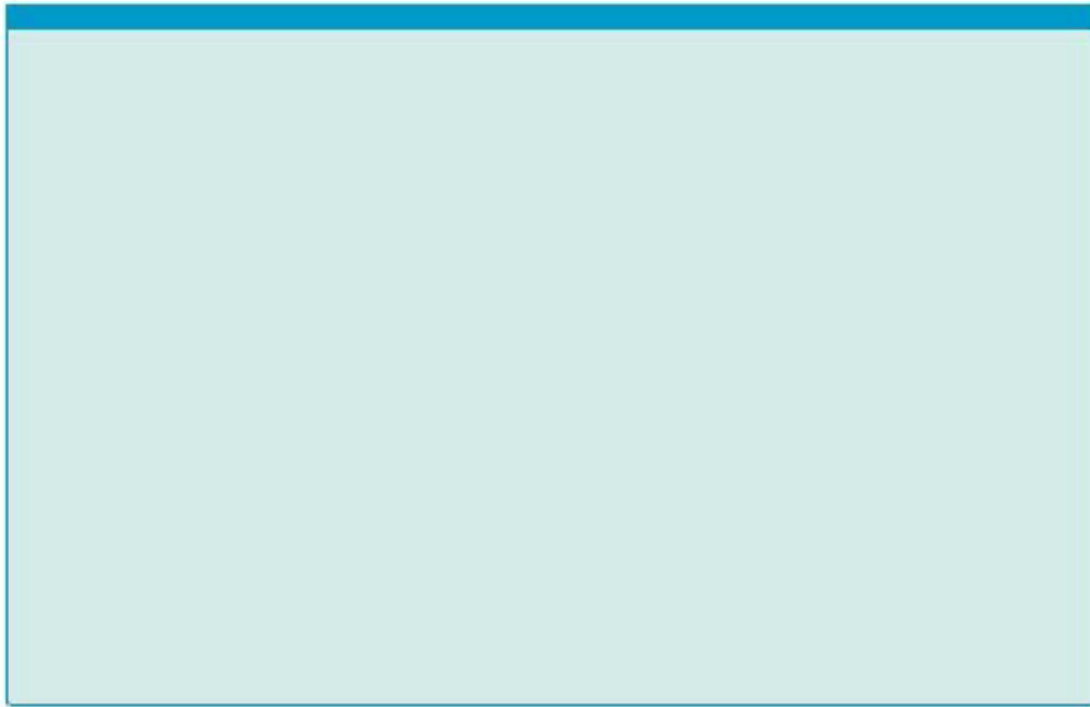
Kompresörlerde Enerji

Tasarımın Geri kazanımı



Bir kompresörde yaklaşık olarak ısı dağılımı

1.	Elektrik motorundan şafta verilen güç	%	100
2.	Radyasyon kayıpları	%	4
3.	Açık basınç kademesinden ısı geri kazanım	%	4
4.	Ara soğutucudan ısı geri kazanımı	%	43
5.	Yüksek basınç kademesinden ısı geri kazanım	%	4
6.	Son soğutucudan geri ısı kazanımı	%	43
7.	Teorik olarak geri kazanılabilir ısı	%	94
8.	Basıncılı havada kalan ısı	%	6



Kompresörlerde Enerji

Tasarrufu

Atık Isıların Geri kazanımı / Uygulama

Sonucu

Kompresör Gücü : 70 kW

Kapasite : 160 lt/sn

Çalışma Süresi : 8 saat /gün

Yükleme Faktörü : 75 %

Enerji Tüketimi : $70 \times 0.75 = 420$ kWh/gün

Isıya Dönüşen Enerji : $420 \times 0.94 = 394,8$ kWh/gün

Enerji Karşılığı : 1,42 milyon kJoule/gün

Eğer bu ısı geri kazanılırsa Yıllık Tasarruf Miktarı

16.100 litre FuelOil

Kompresörlerde Enerji

Emiş Hava Sıcaklığının Etkisi

Emiş için temiz, kuru ve soğuk hava tercih edilmeli bu sebeple emiş yönü güneş almayan bir ortama bakmalıdır.

Giriş hava sıcaklığındaki her **5°C** lik artış verimde **%2** lik kayıp demektir.

Hesaplama Yöntemimiz

$$\text{Enerji Tasarrufu} = \text{GDO} \times \text{Nominal Güç} \times \text{ÇS} \times \text{YK} / h_{\text{motor}}$$

Kompresörlerde Enerji Tasarrufu

Emiş Hava Sıcaklığının Etkisi

$$\text{Enerji Tasarrufu} = \text{GDO} \times \text{Nominal Güç} \times \text{ÇS} \times \text{YK} / h_{\text{motor}}$$

$$\text{GDO} = 1 - [(T_d + 273) / (T_i + 273)]$$

h_{motor} : Motor Verimi [%]

YK : Yük Katsayısı [%]

ÇS : Yıllık Çalışma Süresi [saat]

GDO : Güç Düşüm Oranı [%]

T_i : Mevcut Emiş hava sıcaklığı [°C]

T_d : İstenen Emiş Hava Sıcaklığı [°C]

Kompresörlerde Enerji Tasarrufu

Emiş Hava Sıcaklığının Etkisi / Uygulama Sonucu

Motor Gücü : 30 kW

Çalışma Süresi : 8400 saat

Motor verimi : 90,6 %

Emiş Hava Sıcaklığı : 35 °C

İstenen Sıcaklık : 21 °C

GDO = 0.045 (35 °C den 21 °C ye)

1 Aylık Demant = Güç x GDO / Verim = 30 x 0.045 / 0.906 = 1,49 kW

Tüketim tasarrufu = GDO x Nominal Güç x ÇS x YK / h_{motor} = 8702 kW

Ekonomi değeri = 86 + 597 = 683 USD = **1000 YTL**

Kompresörlerde Enerji Tasarrufu

Çıkış Hava Basıncının Etkisi

Basıncılı hava sistemlerinde enerjinin çokça israf edildiği diğer bir konuda, ekipmanların ihtiyaç duyduğundan daha yüksek basınçlara kadar havanın sıkıştırılmasıdır. Bilindiği üzere basınç yükseldikçe sıkıştırmak için harcanan enerji de artar. Bu nedenle basınçlı hava kullanan ekipmanlar incelenerek, asgari gerekli basınç tespit edilmeli ve kompresör çıkış basıncı buna göre ayarlanmalıdır. Gerekirse farklı seviyede basınç gereken ekipmanlar ayrı kompresör ve hatlardan beslenmelidir. Sadece hattı ayırıp hattın başında regülatör ile basıncın düşürülmesi, o hatta olacak sızıntı kayıplarını da azaltacaktır

Kompresörlerde Enerji Tasarrufu

Çıkış Hava Basıncının Etkisi

$$\text{Enerji tasarrufu} = \text{NG} \times \text{YK} \times \text{ÇS} \times (1 - \text{GTO}) / h_{\text{motor}}$$

$$\text{GTO} = \left(\left[\frac{(P_2 + P_{\text{atm}})}{P_{\text{atm}}} \right]^{(k-1)/k} - 1 \right) / \left(\left[\frac{(P_1 + P_{\text{atm}})}{P_{\text{atm}}} \right]^{(k-1)/k} - 1 \right)$$

P_1 : Mevcut Çalışma Basıncı

P_2 : İstenen Çalışma basıncı

P_{atm} : atmosfer basıncı

k : Havanın özgül ısı oranı

Kompresörlerde Enerji Tasarrufu

Çıkış Hava Basıncının Etkisi / Uygulama

Sonucu

Motor Gücü	:	30	kW
Çalışma Basıncı	:	7,5	bar
Hedef basınç	:	7,0	bar
Verim	:	91,0	%
Çalışma Süresi	:	8400	saat
GTO	:	0,96	%
Enerji tasarrufu	:	29.907	kWh / yıl
Ekonomi Değeri	:	2.093	USD / Yıl
Ekonomi Değeri:		3.000	YTL / Yıl

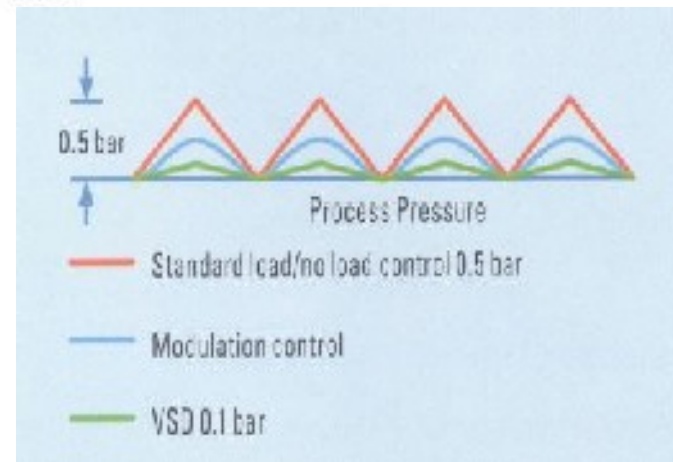
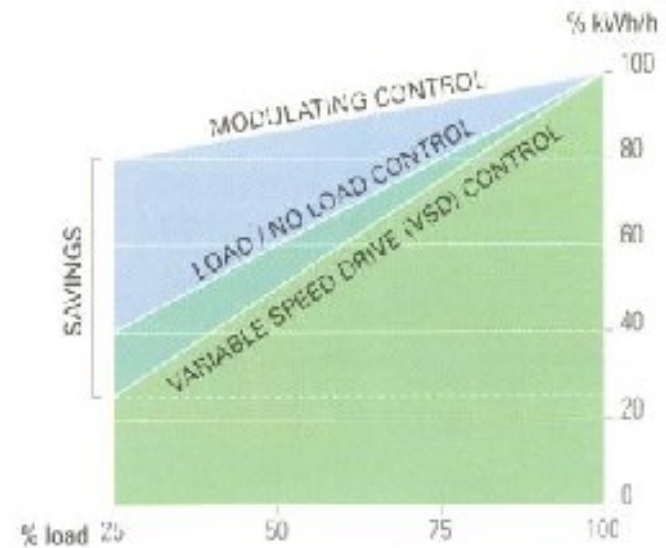
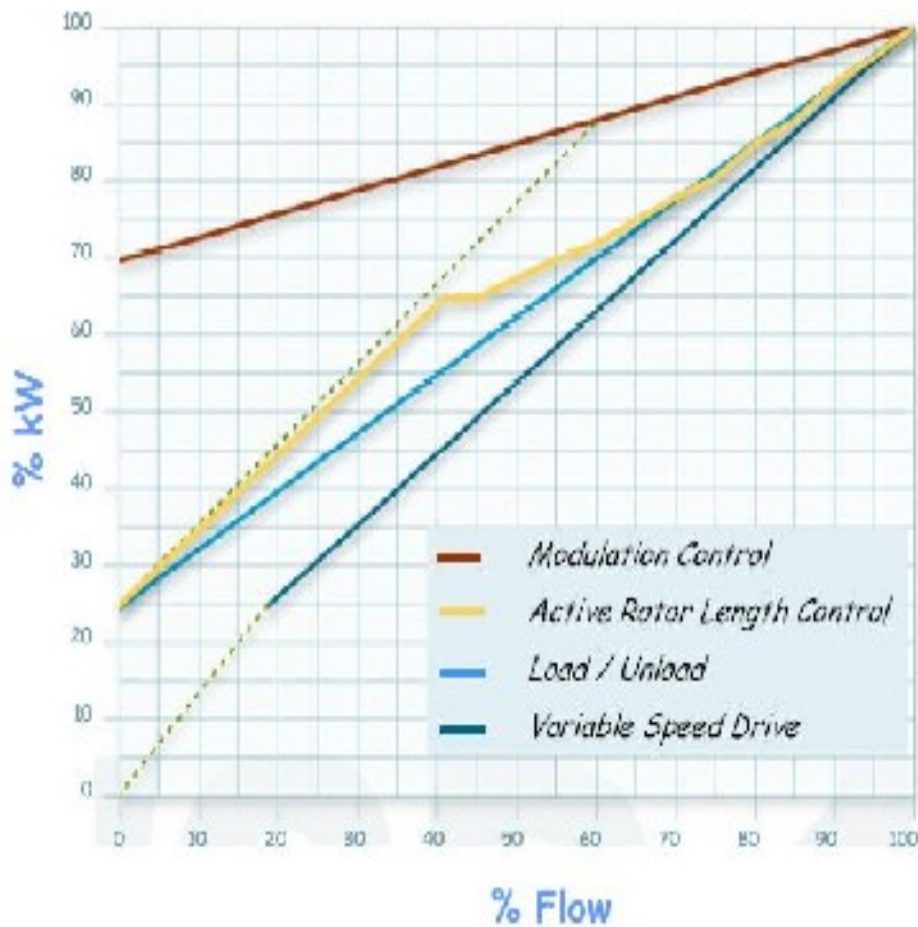
Kompresör Kontrol Sistemleri ve Tasarruf

Kullanılan 4 kontrol metodu aşağıdadır.

- Boş - Yük kontrolü (load-unload)
- Klape Ayar kontrolü (Modulating Kontrol)
- Kademeli Kompresörler
- Hız Kontrol Cihazı İle Kontrol

Kompresör Kontrol Sistemleri ve

*Oil Injected Screw Compressor
Performance Comparison Total kW & Flow*



TEŐEKKÜRLER