



tmmob
makina mühendisleri odası
uygulamalı eğitim merkezi

Isıl Mekanik sistemlerde **Enerji Verimliliği**

Alpaslan GÜVEN
Makina Yük.Mühendisi
Enerji Yöneticisi – EEP Eğitmeni

Aralık 2015

A. Tanımlar

B. Enerji verimliliğini artırıcı önlemler

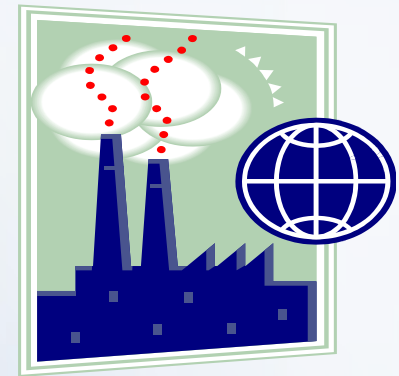
C. Endüstriyel işletmelerde “ısıl mekanik sistemlerde enerji verimliliği”

- Yanma kontrolü
- Buhar Kazanları
- Endüstriyel Fırınlar
- Fanlar
- Pompalar
- Basınçlı Hava

A.TANIMLAR

ENDÜSTRİYEL İŞLETME:

5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında, Elektrik üretim faaliyeti gösteren lisans sahibi tüzel kişiler dışındaki, yıllık toplam enerji tüketimleri 1.000 (bin) TEP ve üzeri olan sanayi ve ticaret odası, ticaret odası veya sanayi odasına bağlı olarak faaliyet gösteren ve her türlü mal üretimi yapan işletmeler



B.ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRICI ÖNLEMLER

Yakma sistemlerinde; yanma kontrolü ve optimizasyonu ile yakıtların verimli yakılması,

Isıtma, soğutma, iklimlendirme ve ısı transferinde en yüksek verimin elde edilmesi,

Sıcak ve soğuk yüzeylerde ısı yalıtımının standartlara uygun olarak yapılması.

Atık ısı geri kazanımı,

B.ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRICI ÖNLEMLER

Isının işe dönüştürülmesinde verimliliğin arttırılması,

Elektrik tüketiminde kayıpların önlenmesi,

Elektrik enerjisinin mekanik enerjiye veya ısıya dönüşümünde verimliliğin artırılması,

Otomatik kontrol uygulamaları ile insan faktöründen kaynaklı hataların en aza indirilmesi,

Kesintisiz enerji arzı sağlayacak girdilerin seçimine dikkat edilmesi,

B.ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRICI ÖNLEMLER

Makinaların enerji verimliliği yüksek olan teknolojiler arasından, kalite ve güvenlik sisteminin gereklerine dikkat edilerek seçilmesi,

İstenmeyen ısı kayıpları veya ısı kazançlarının en alt düzeyde olacak şekilde projelendirilmesi ve uygulamanın projeye uygun olarak gerçekleştirilmesinin sağlanması,

İnşaat ve montaj aşamasında enerji verimliliği ile ilgili ölçüm cihazlarının temin ve montajı,

B.ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRICI ÖNLEMLER

Yenilenebilir enerji, ısı pompası ve kojenerasyon uygulamalarının analiz edilmesi,

Aydınlatmada yüksek verimli armatür ve lâmbaların, elektronik balastların, aydınlatma kontrol sistemlerinin kullanılması ve gün ışığından daha fazla yararlanılması,

Enerji tüketen veya dönüştüren ekipmanlar için asgarî verimlilik kriterlerinin sağlanması,

Camlarda ısı kontrol kaplamalı, yeni nesil verimliliği yüksek çift cam sistemlerinin kullanılması.

Olarak sıralayabiliriz.

C.ISIL – MEKANİK SİSTEMLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Yanma kontrolü ve yanmanın optimizasyonu :

Hava Fazlalık katsayısı (λ); Yanma esnasında kullanılan gerçek hava miktarının, yakıtın yanması için gerekli stokiometrik (teorik) hava miktarına olan oranı olarak tanımlanır

$$\lambda = \frac{\text{Gerçek Hava Miktarı}}{\text{Teorik Hava Miktarı}}$$

C.ISI ENERJİSİ KULLANIMINDA TEDBİRLER

Kazan İşletme Ve Emisyon Parametreleri:

Hava Fazlalık Katsayısı	CO Emisyonu
Yakıt Özellikleri	NO _x Emisyonu
Baca Gazı Sıcaklığı	SO ₂ Emisyonu
Yanma Gazlarının CO ₂ Konsantrasyonu	Partikül Maddeler
Yanma Gazlarının O ₂ Konsantrasyonu	Yanmamış Hidrokarbonlar (İs, Duman vb.)

C.ISI ENERJİSİ KULLANIMINDA TEDBİRLER

Kazan İşletme Ve Emisyon Parametreleri:

Kazanın emisyon davranışını O_2 belirler ve değerlendirmede bu birim kullanılır.

Kazanlar için referans O_2 konsantrasyonu % 3-5 alınmalıdır.



Hava Fazlalık Katsayısı

Kazanlarda:

Yanma kontrolü ve yanmanın optimizasyonu,

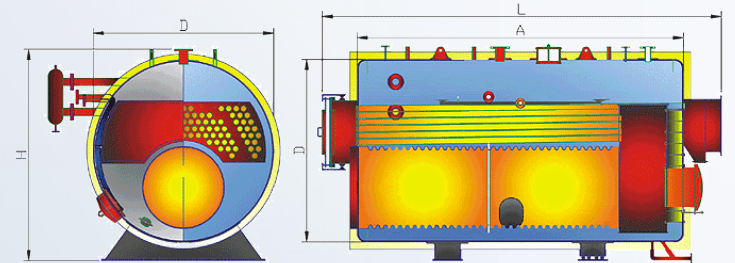
Buhar kazanlarında kondens geri dönüşünün artırılması ve blöf kayıplarının azaltılması,

Otomatik modülasyonlu brülörlerin kullanılması

Isı transfer yüzeylerinin temiz tutulması,

Atık ısıların kullanımı,

Isı yalıtımı.



Buhar Kazanı Örnek Değerlendirme

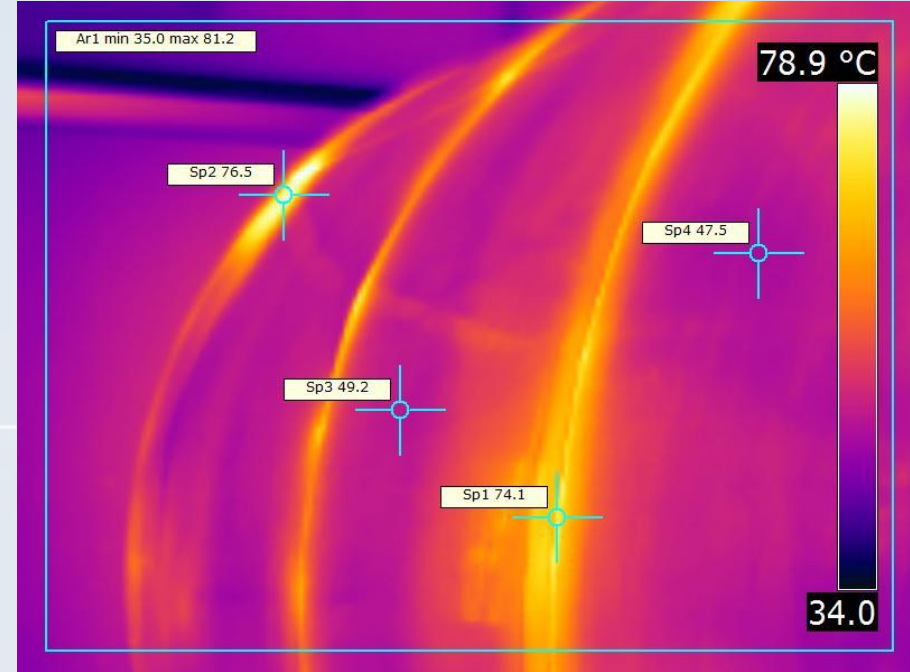
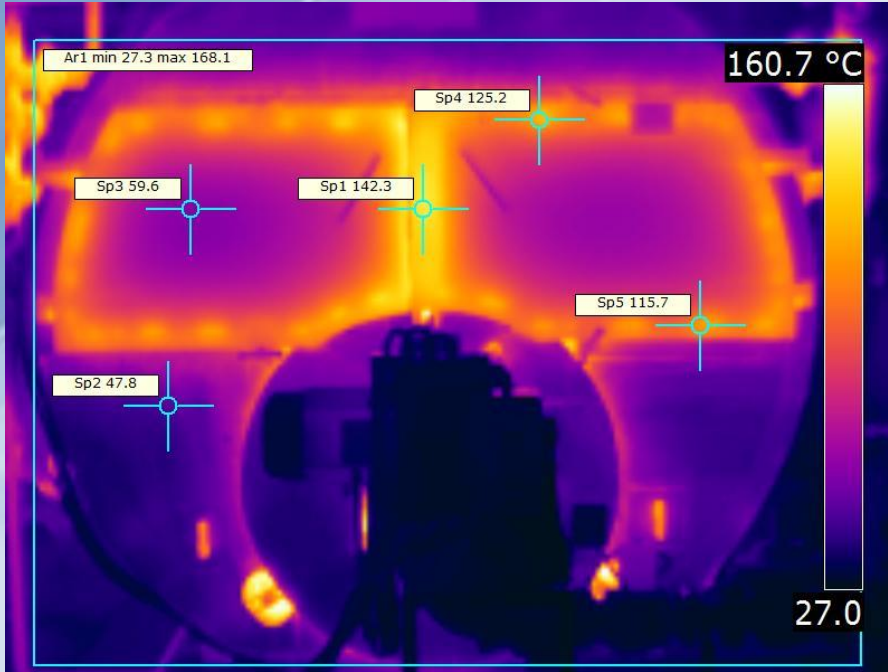
Baca Gazı Kayıpları



Bacagazı Ölçümleri	
Bacagazı Sıcaklığı (°C)	193,1
CO ₂ (%)	9,2
O ₂ (%)	4,9
CO (ppm)	0
NO (ppm)	56
NO _x (ppm)	59
SO ₂ (ppm)	0
Lambda	1,28
Yanma Verimi (%)	91,7

Buhar Kazanı Örnek Değerlendirme

Kazan Yüzey Sıcaklıkları



Buhar Kazanı Örnek Değerlendirme

Kazan Yüzey Sıcaklıkları

Kazan Yüzeyleri Ortalama Sıcaklık Değerleri			
Ön Yüzey (°C)	91,3	Sol Yan Yüzey (°C)	61,4
Arka Yüzey (°C)	136,1	Sağ Yan Yüzey (°C)	52,2

Kazan Suyu İletkenlik Değerleri

Kazan ve Besi Suyu İletkenlik Değerleri	
Kazan suyu iletkenlik değeri (ppm)	7080
Kazan suyu iletkenlik değeri ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	4530
Besi suyu iletkenlik değeri (ppm)	410
Besi suyu iletkenlik değeri ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	586

Buhar Kazanı Örnek Değerlendirme

Sistem Kayıpları

Sistem Kayıpları	Kayıp Yüzdesi (%)
1) Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı	6,41
2) Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı	2,20
3) Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı	0
4) Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı	1,23
5) Blöf Nedeniyle Olan Isı Kaybı	2,08
TOPLAM KAYIPLAR	11,92

Buhar Kazanı Örnek Değerlendirme

Sistem Kayıpları

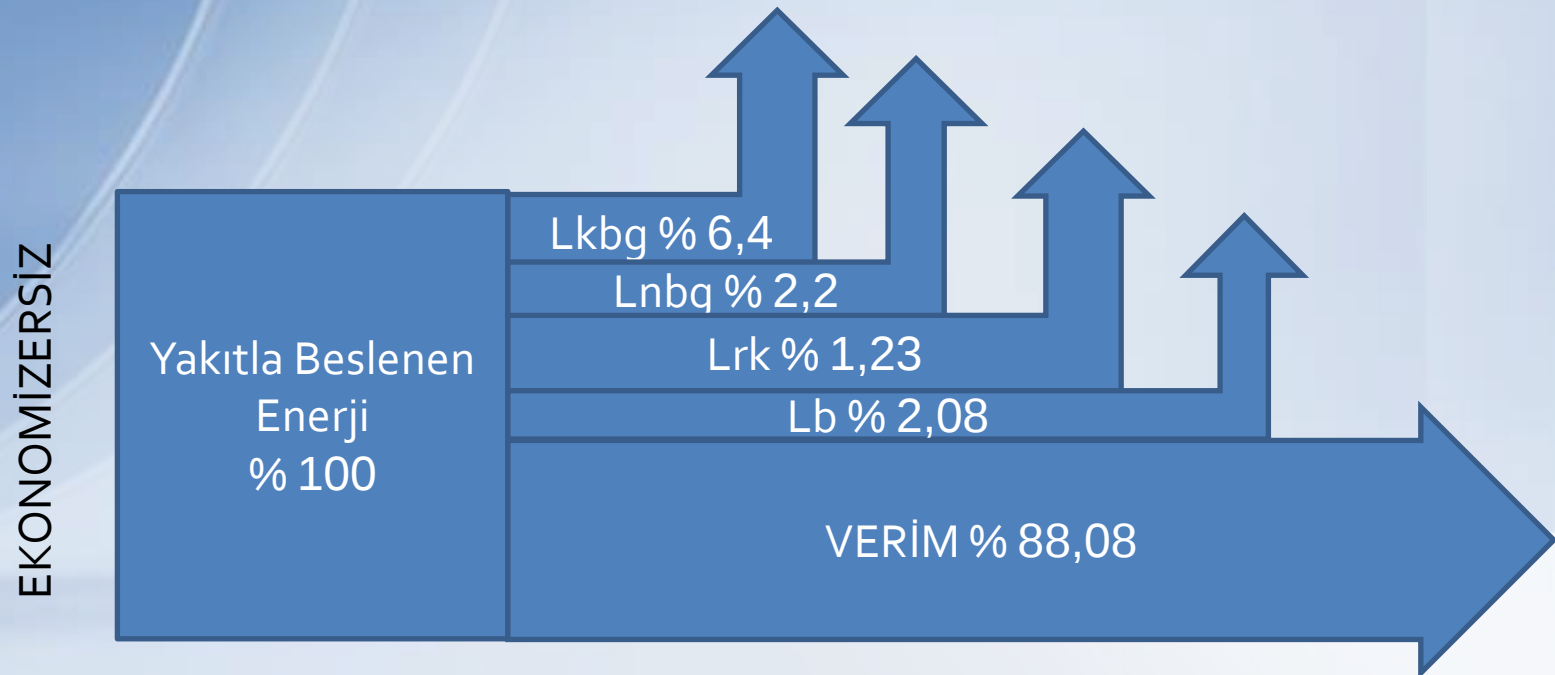
Hesaplanmış sistem verimi = 100 – toplam kayıplar

Hesaplanmış sistem verimi = 100 - 11,92

Hesaplanmış sistem verimi = % 88,08

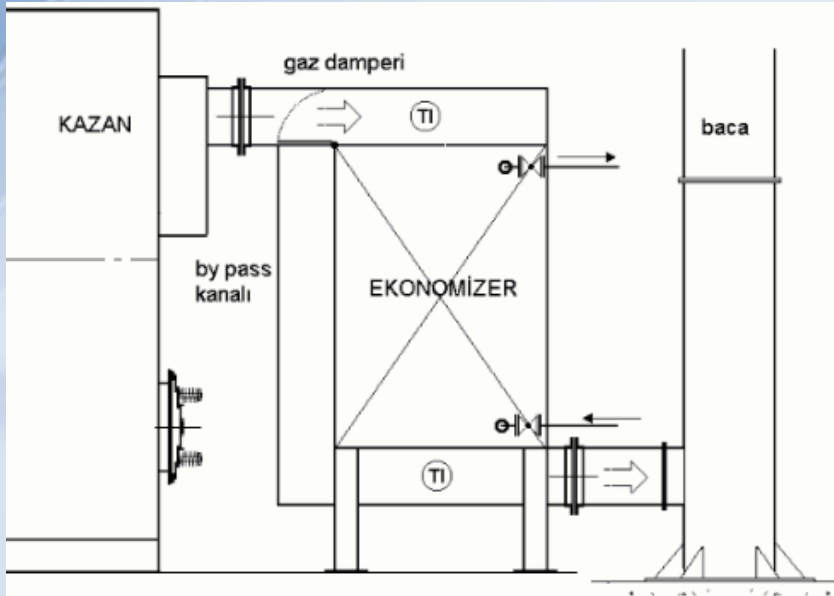
C.ISI ENERJİSİ KULLANIMINDA TEDBİRLER

Sankey Diyagramı

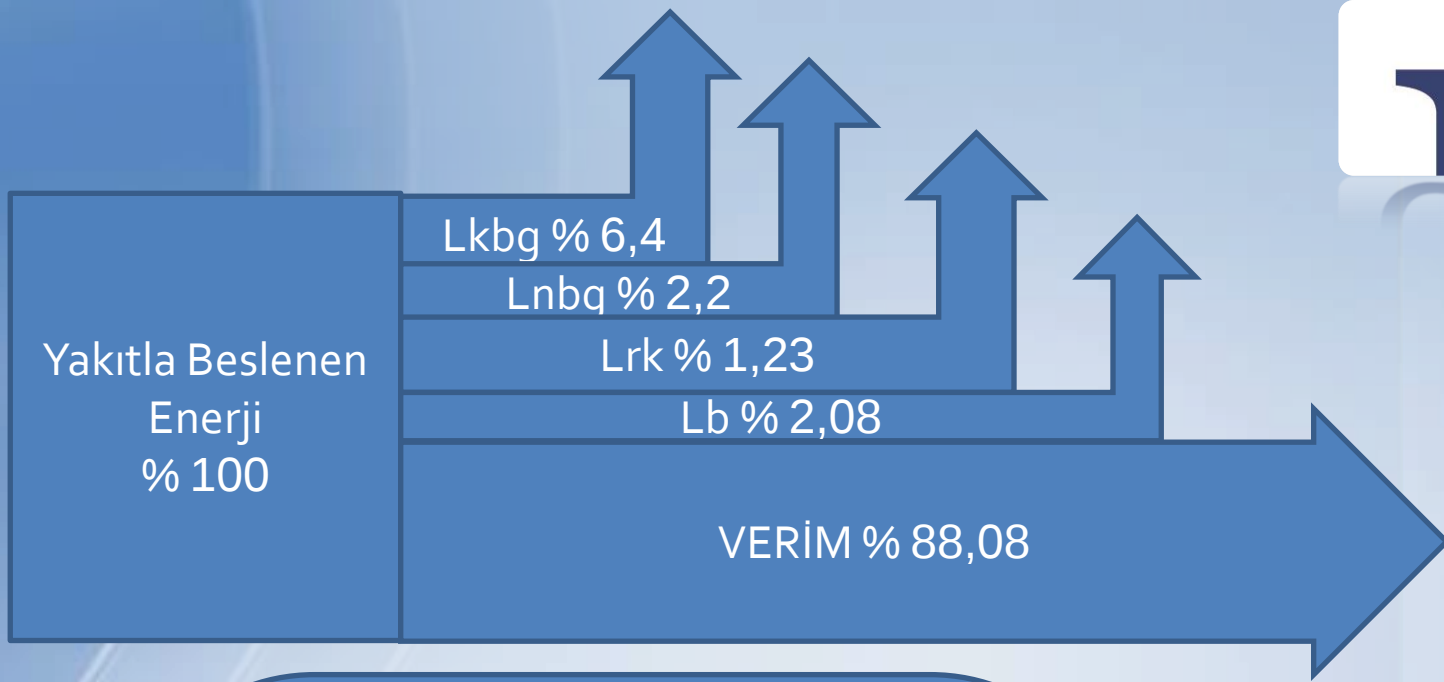


Buhar Kazanı Örnek Değerlendirme İyileştirme Önerileri

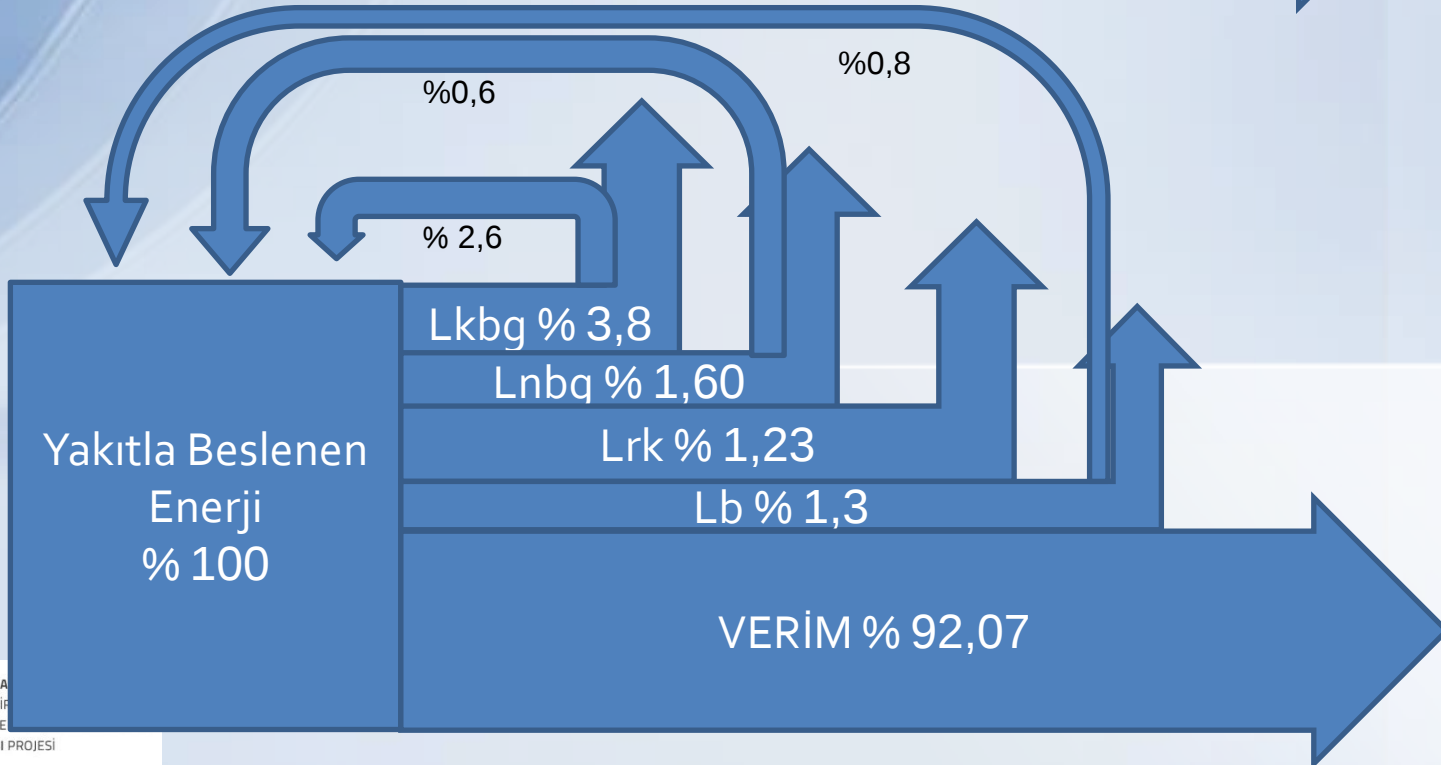
- Atık Isı Geri Kazanımı için Ekonomizer Kullanımı
- Otomatik Blöf Sistemi Kurulumu



EKONOMİZERSİZ



EKONOMİZERLİ



Sonuç :

Ekonomizer devrede değil iken Kazan Verimi : 88,08 %

Ekonomizer devrede iken Kazan Verimi : 92,07 %

Verim Artışı : 4,3 %

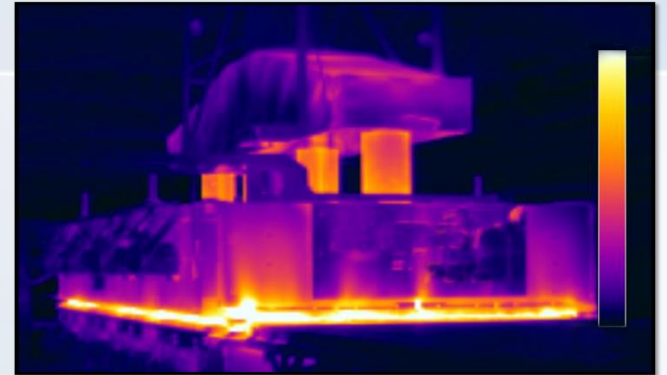
Doğal Gaz Sarfiyatı : 175 Sm³/h

$$\begin{aligned}\text{Maddi Kazanç} &= 175 \text{ Sm}_3/\text{h} \times (4,3/100) \times 0,9 \text{ TL/ Sm}_3/\text{h} (2014) \\ &= 6,77 \text{ TL/h}\end{aligned}$$

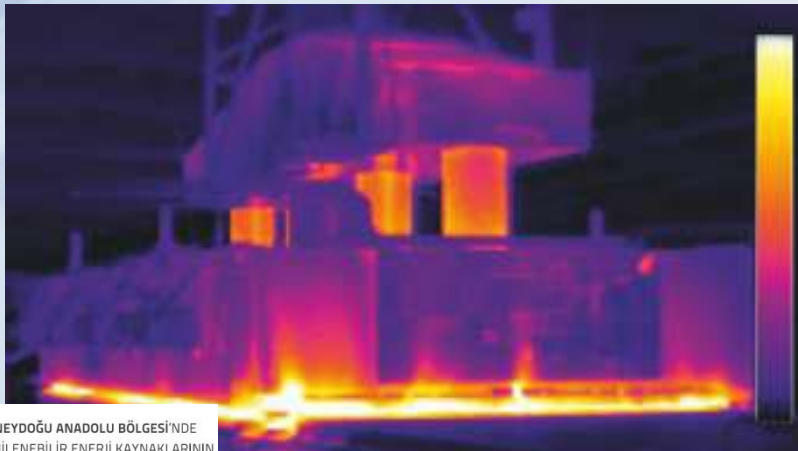
$$\begin{aligned}\text{Yıllık Kazanç} &= 6,77 \text{ TL/h} \times 7200 \text{ h/yıl} \\ &= 48,744 \text{ TL/yıl}\end{aligned}$$

Fırınlarda:

Yalıtım optimizasyonu ve sızdırmazlığın sağlanması,
Kesikli çalışan fırınlarda, yükleme ve boşaltma için fırın kapılarının açık tutulma sürelerinin asgarî düzeyde olması,
Olabildiğince azamî kapasitede yükleme yapılması,
Taşıyıcı olarak hafif malzemelerin kullanılması,
Yanma havası optimizasyonu,
Isı iletiminde etkinliğin artırılması,
Atık ısıların değerlendirilmesi.



Fırınlarda: Cam Temper Fırını Enerji Balansı

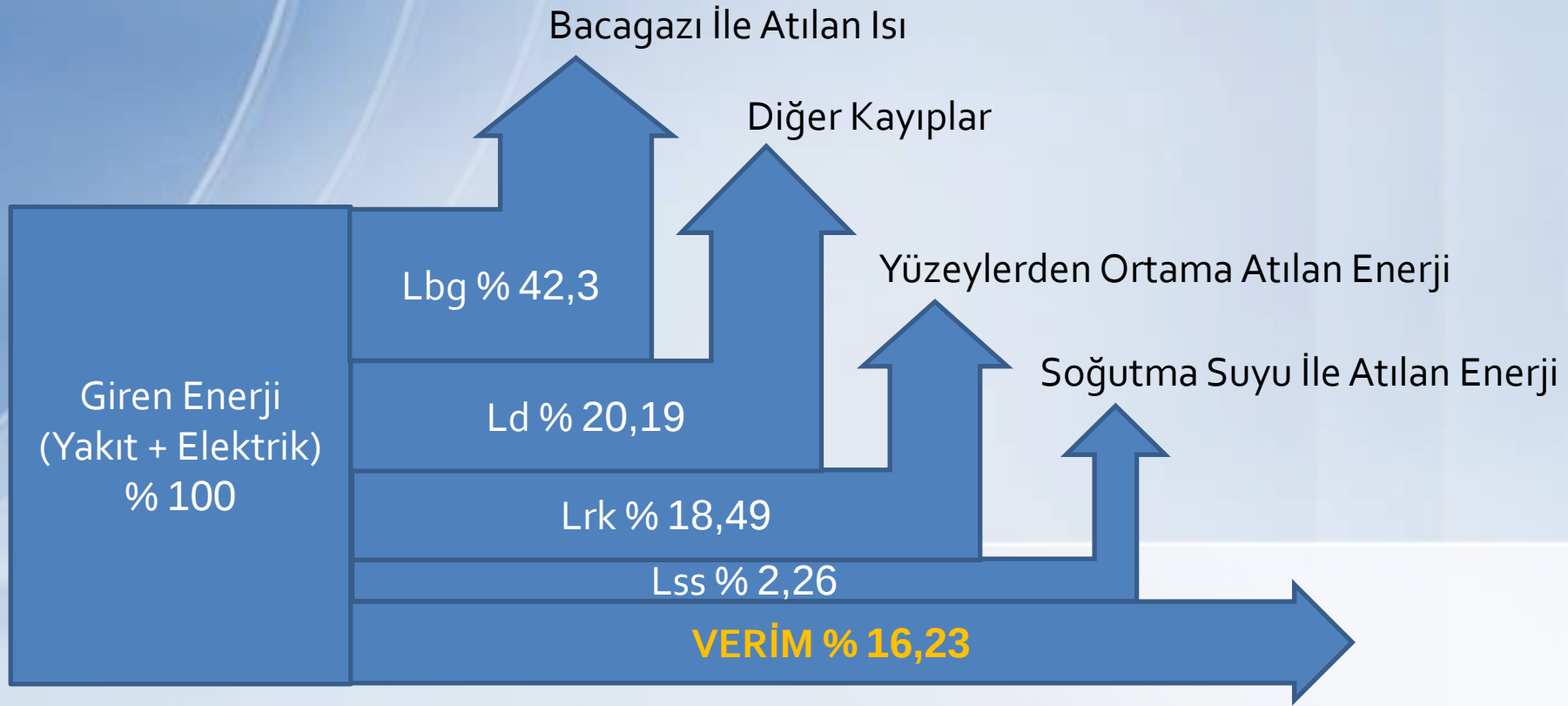


Fırınlarda:

Cam Temper Fırını Enerji akışı	Miktar(kJ/h)
Yakıtla Beslenen Enerji	3.522.570,00
Elektrik Enerjisi Olarak Sisteme Giren Enerji	151.020,00
Cam'a Aktarılan Enerji	596.043,30
Fan Yatakları, Soğutma Suyu ile Sistem Dışına Taşınan Enerji	83.050,00
Baca Gazı Kayıpları	1.573.554,68
Rol Yüzeylerinden Olan Kayıplar + Yüzey Kayıpları	679.121,57
Diğer Kayıplar	741.820,45

$$\eta = \frac{596.043,30}{3.673.590,00} = \% 16,23$$

Fırınlarda:

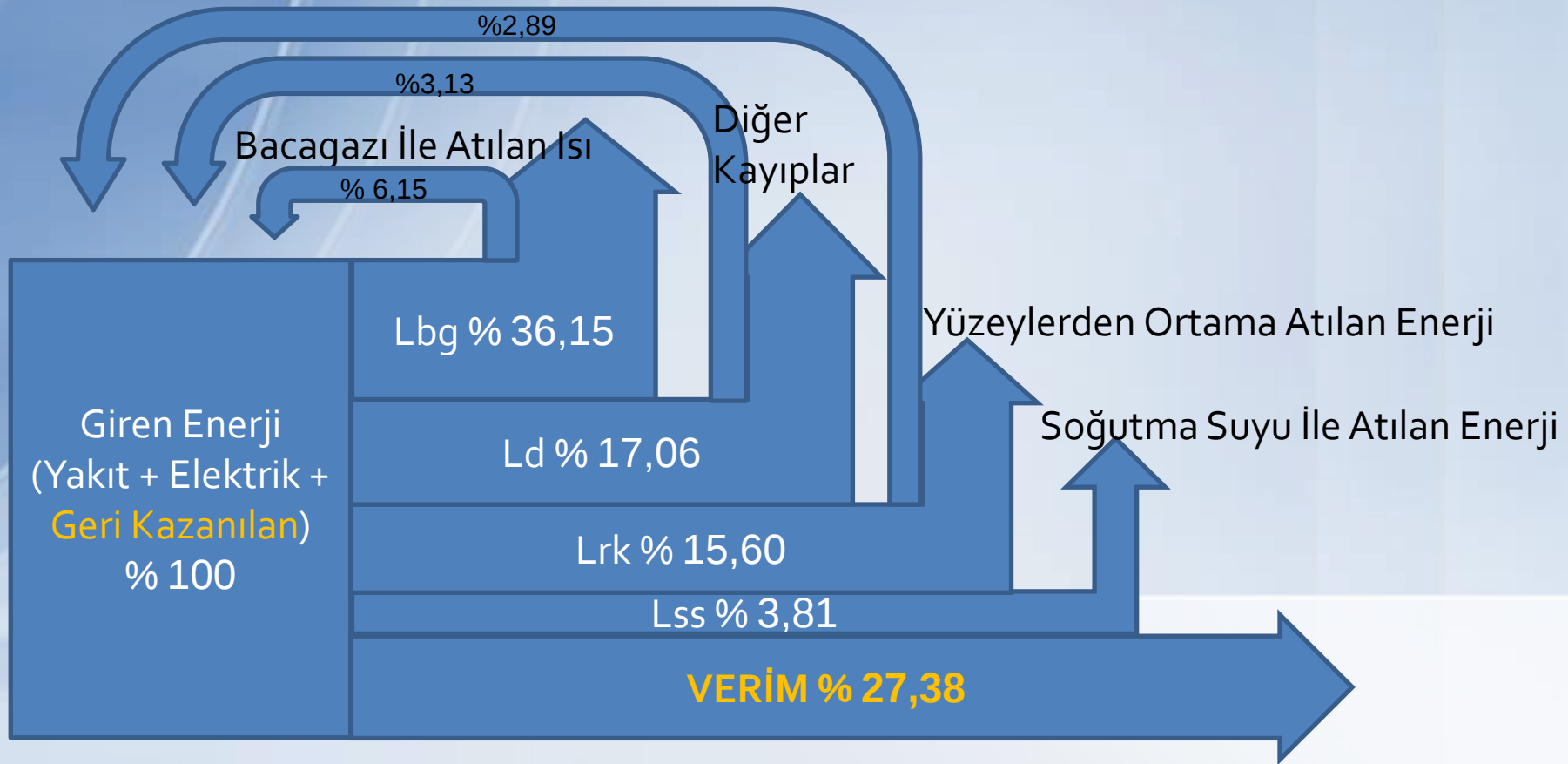


Fırınlarda:

Bacagazı kayıpları, yüzey kayıpları ve diğer kayıpların yarısı geri kazanıldığında

$$\eta = \frac{596.043,30}{\left(3.673.590,00 - \frac{1.573.554,68}{2} - \frac{679.121,57}{2} - \frac{741.820,45}{2} \right)} = \% 27,38$$

Fırınlarda:



Fırınlarda Yakma Havasının Isıtılması:

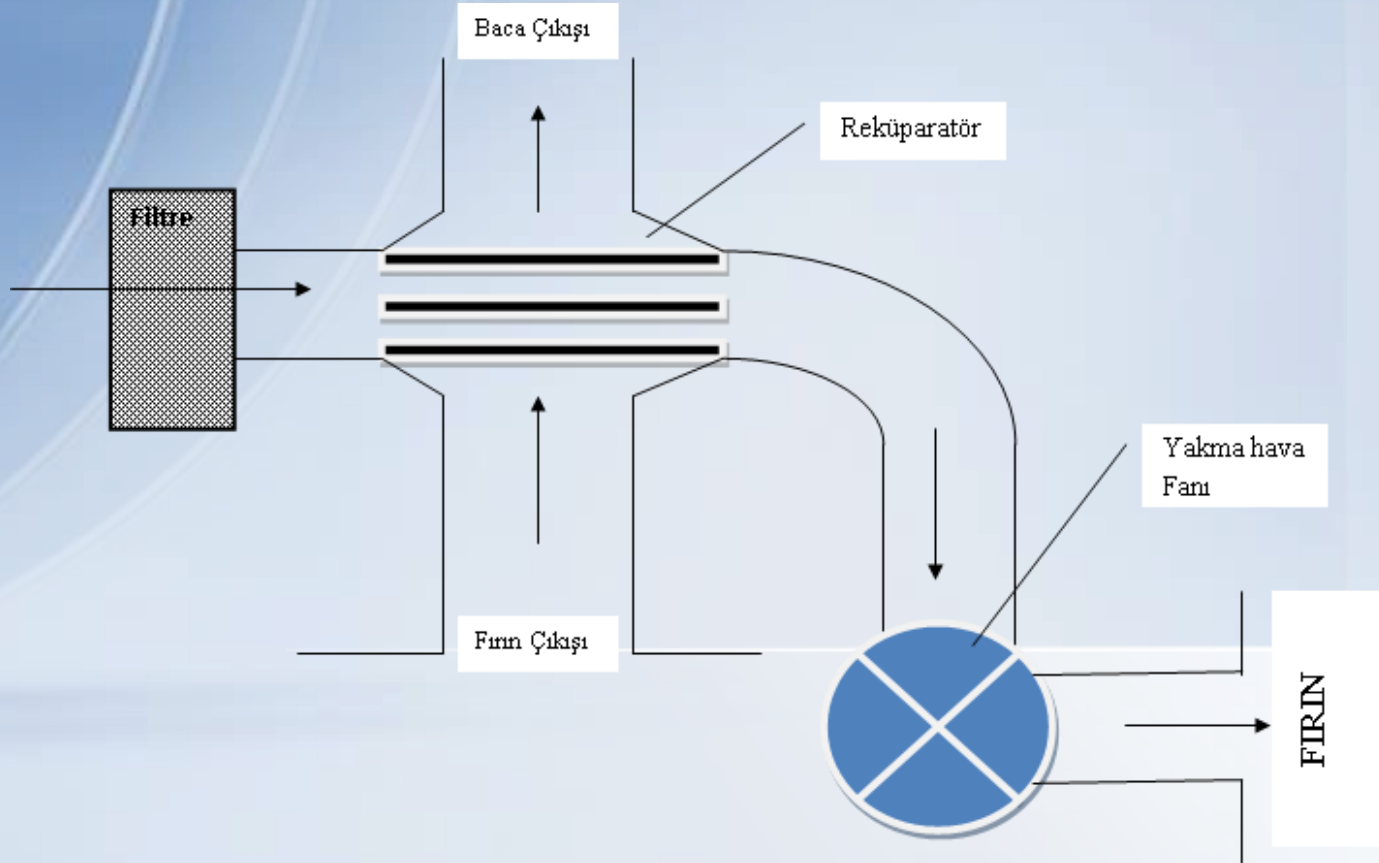
Fırınlardan çıkan atık ısısından faydalanarak yakma havasının ısıtılması karşılığında yakıt tasarrufu sağlandığı gibi karbondioksit emisyon salınımı da azalacaktır.



Fırınlarda Yakma Havasının Isıtılması:

		Atık Gaz Emişi	Yakma Havası
1. Hat	Hız (m/s)	16,4	9,4
	Kesit (m ²)	0,16	0,21
	Sıcaklık (°C)	274	45
	Debi (m ³ /h)	9446	7106
2. Hat	Hız (m/s)	12,1	6,4
	Kesit (m ²)	0,16	0,21
	Sıcaklık (°C)	228	49
	Debi (m ³ /h)	6969	4838
3. Hat	Hız (m/s)	8,4	7,1
	Kesit (m ²)	0,23	0,07
	Sıcaklık (°C)	152	55
	Debi (m ³ /h)	6955	1789
4. Hat	Hız (m/s)	13,3	8,6
	Kesit (m ²)	0,23	0,12
	Sıcaklık (°C)	251	45
	Debi (m ³ /h)	11012	3715
5. Hat	Hız (m/s)	3,9	10,3
	Kesit (m ²)	0,23	0,12
	Sıcaklık (°C)	285	45
	Debi (m ³ /h)	3229	4449

Fırınlarda Yakma Havaasının Isıtılması:



Fırınlarda Yakma Havasının Isıtılması:

Yakma havası sıcaklıkları reküparatör kullanılarak fırına 80 °C girecek şekilde bir ısı geri kazanımı kullanıldığında

		Yakma Havası 1	Yakma Havası 2	Geri Kazanılan Enerji (kcal/h)
1. Hat	Sıcaklık (°C)	45	80	77179,7
	Debi (m ³ /h)	7106	7106	
2. Hat	Sıcaklık (°C)	49	80	46541,2
	Debi (m ³ /h)	4838	4838	
3. Hat	Sıcaklık (°C)	55	80	8327,5
	Debi (m ³ /h)	1789	1789	
4. Hat	Sıcaklık (°C)	45	80	40349,4
	Debi (m ³ /h)	3715	3715	
5. Hat	Sıcaklık (°C)	45	80	48321,5
	Debi (m ³ /h)	4449	4449	

Fırınlarda Yakma Havasının Isıtılması:

Geri Kazanılan Toplam Enerji (kcal/h)	150 719,3
Doğalgaz Karşılığı (Sm^3/h)	18,3
Yıllık Yakıt Kazancı ($\text{Sm}^3/\text{yıl}$)	160 036
Yakıt Birim Fiyatı (TL/ Sm^3)	0,54
Maddi Kazanç (TL/yıl)	86 419,7
Reküpërator Maliyeti (TL)	10 0000
Geri Ödeme Süresi (ay)	14
Önlenen CO_2 Salım Miktarı (kg)	440 099

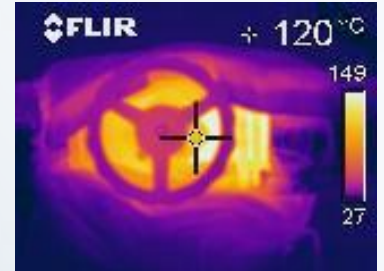
Tesisatlarda:

Dağıtım hatlarındaki basınç kayıplarının azaltılması

Boru sistemlerinin, vana ve flanşların yalıtılması ve kontrolü,

Buhar kapanlarının düzenli kontrolü ve bakımı,

Atık ısıların kullanılması.



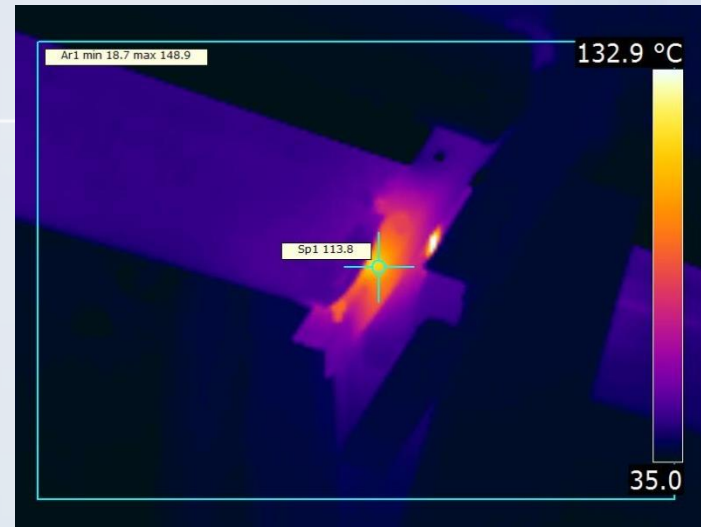
YALITIM İÇİN GENEL KURALLAR

- **60** oC nin üzerinde sıcaklığı olan yüzeylerin tamamı ve
- **50** oC nin üzerinde sıcaklığı olan yüzeylerin çoğu , vana, flanş, boru tutucu ve destek elemanları dahil olacak şekilde , El ile dokunulabilecek yüzey sıcaklığını sağlayacak mertebede yalıtılmalıdır.



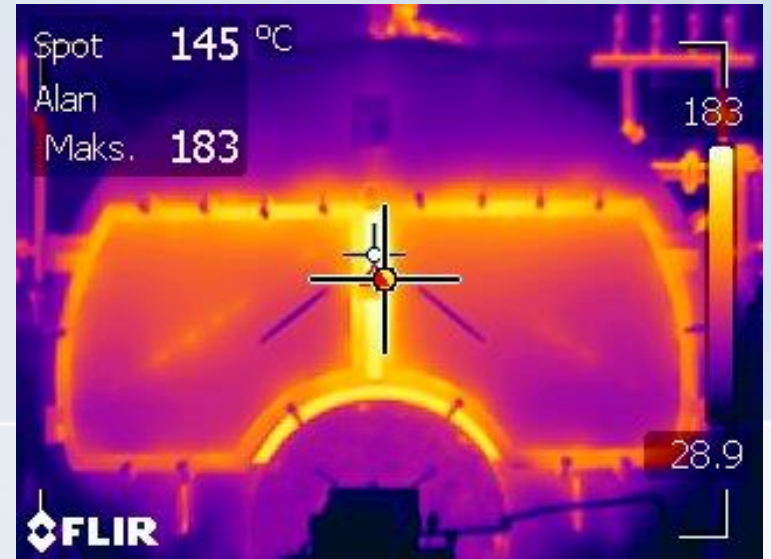
YALITIM İÇİN TEKNİK KURALLAR

- Kullanım yerine göre uygun malzemelerin kullanılmalıdır.
- Yalıtımsız yüzey bırakılmamalıdır.
- Çok katlı yalıtımda (65 mm üzerindeki kalınlıkta) malzemeler üst üste tam olarak oturmalıdır.
- Yalıtımlı boru tutucu destek elemanları kullanılmalıdır.
- Yalıtım uygulaması etkin olarak denetlenmeli ve izlenmelidir.
- Geniş kapsamlı inceleme ve araştırma yapılmalıdır
 - Yalıtım öncesi ve sonrası ısı kayıpları
 - Ekonomik analiz.



TESİS YALITIMI

1 . Kazan Yalıtımı



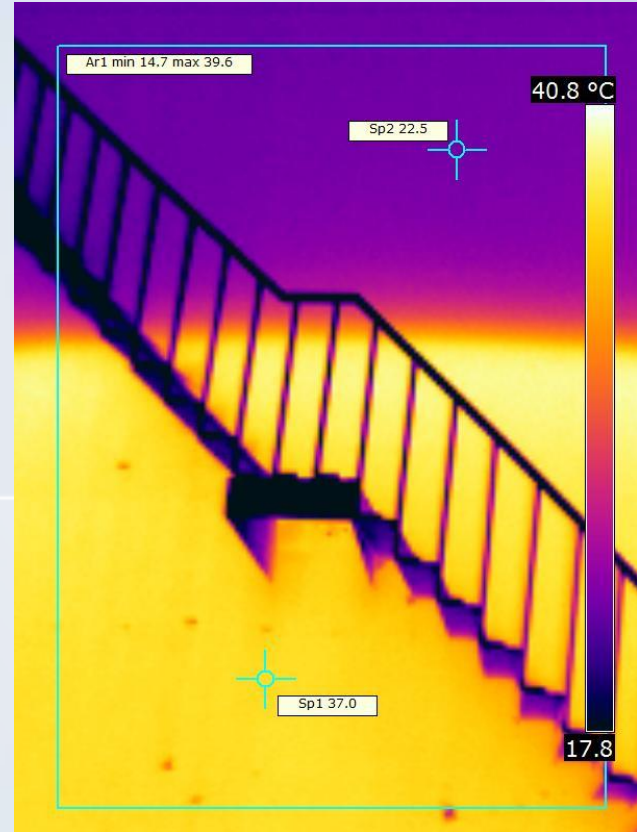
TESİS YALITIMI

1 . Kazan Yalıtımı



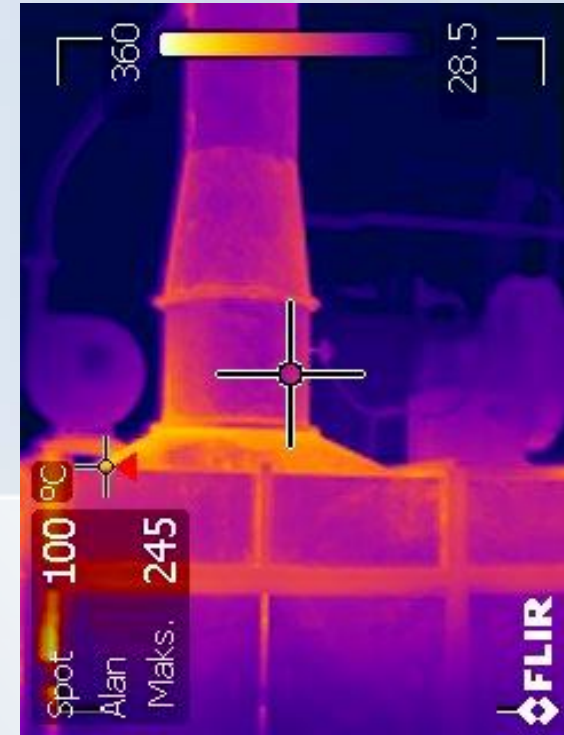
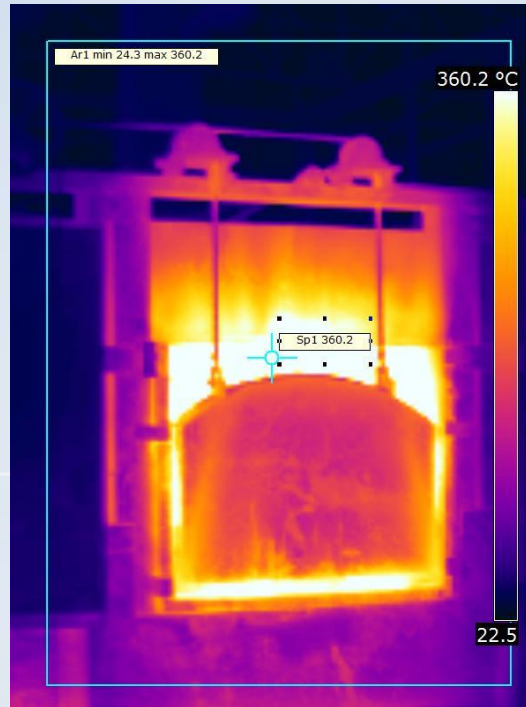
TESİS YALITIMI

2. Tank Yalıtımı (düzlem duvar kabulü ile işlem yapılmalıdır)



TESİS YALITIMI

3. Fırın Yüzeyleri, Baca ve Kanal Yalıtımları (Yoğuşma önlenmelidir)



ÖRNEK (Düzlem Yüzey)

Tank Yüzey Sıcaklığı	T_s	92oC
Ortam Sıcaklığı	T_a	35oC
Yalıtım Malzemesinin Yoğunluğu		60-90kg/m ³
Isıl İletkenliği	λ	0,053W/mK
et kalınlığı	L	40mm
		0,04m
Konveksiyonla ısı iletim katsayısı	α_d	20w/m ² K
Tank yüzey alanı	A	15,27m ²
Emissivite	E	0,8

ÖRNEK (Düzlem Yüzey)

Enerji Tasarrufu = $Q_{\text{kayıp}} - Q_{\text{yalıtlımlı}}$

Enerji Tasarrufu = $8930,35 - 1081,61$

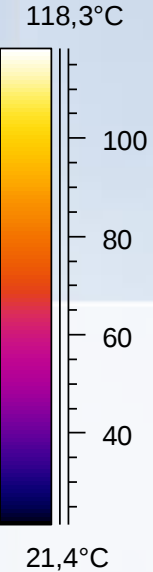
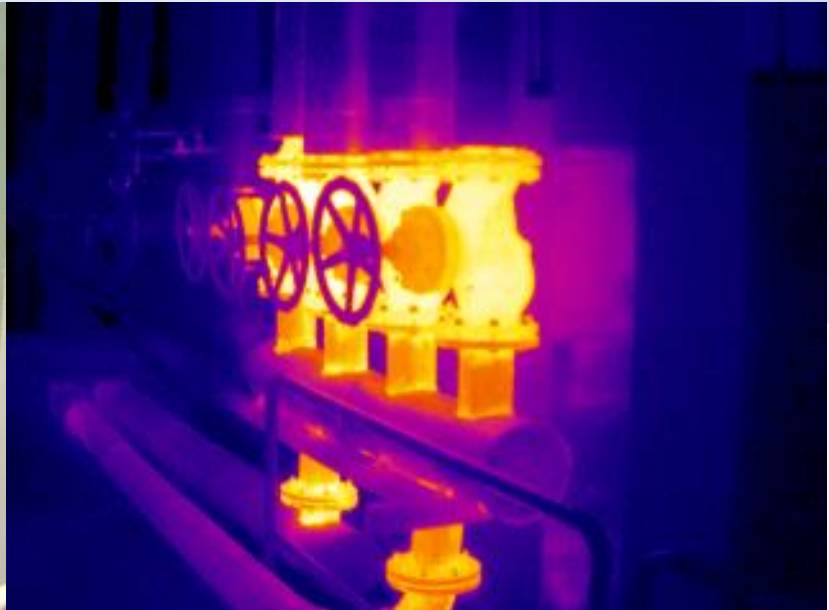
Enerji Tasarrufu = $7848,74 \text{ W}$

Tasarruf Oranı = $7848,74 / 8930,35$

Tasarruf Oranı = 88%

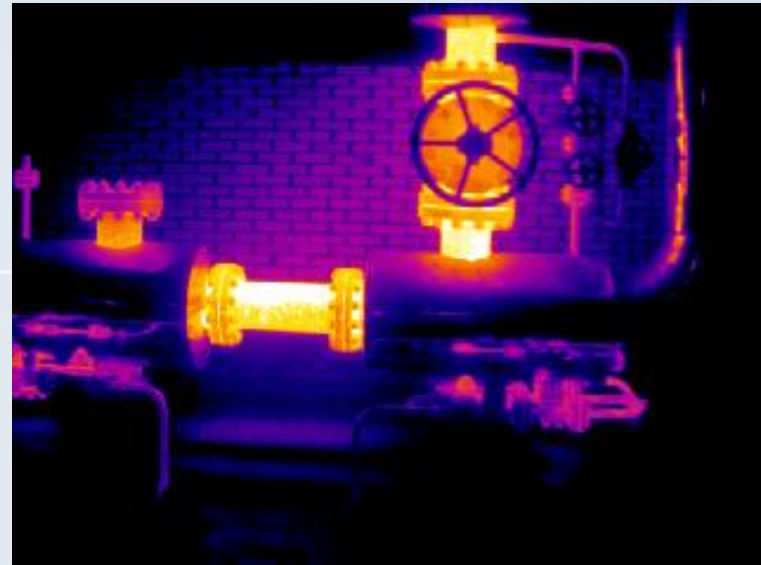
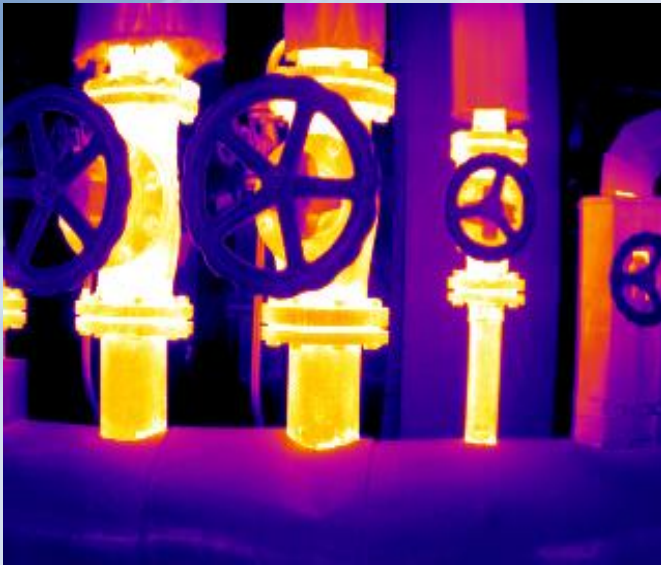
Tesisatlarda:

Bağlı bulunduğu boruda yalıtımsız bir vanadan olan ısı kaybı aynı çapta ve yüzey sıcaklığında **2,0 m** uzunluğunda yalıtımsız borudan olan ısı kaybına eşdeğerdir



Tesisatlarda:

Bağlı bulunduğu hat üzerinde yalıtımsız bir flanş grubundan olan ısı kaybı ise aynı çapta ve aynı yüzey sıcaklığında **0,5 m** uzunluğunda yalıtımsız borudan olan ısı kaybına eşdeğerdir



ÖRNEK (Boru Sistemleri)

Boru yüzey sıcaklığı	Ts	165,8oC
Ortam Sıcaklığı	Ta	20,2
Boru dış çapı	d1	26,9mm
		0,0269m
Yalıtım malzemesinin yoğunluğu		60-90kg/m3
Isıl iletkenliği	λ	0,05W/mK
et kalınlığı		25mm
Yalıtım sonrası boru dış çapı	d2	76,9mm
		0,0769m
Boru boyu	L	28,2m
Hava hızına bağlı yüzeysel ısı iletim katsayısı	Uso	5,7W/m2K
Emissivite	E	0,95

ÖRNEK (Düzlem Yüzey)

Enerji Tasarrufu = $Q_{\text{kayıp}} - Q_{\text{yalıtlımlı}}$

Enerji Tasarrufu = $256,49 - 45,96$

Enerji Tasarrufu = $210,53 \text{ W/m}$

Tasarruf Oranı = $210,53 / 256,49$

Tasarruf Oranı = 82%

Kurutma proseslerinde:

Atık gazlardaki nem miktarının optimizasyonu,

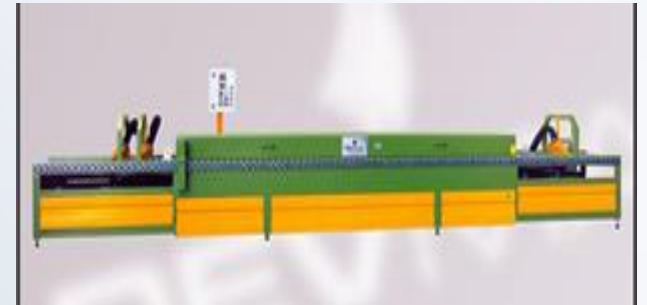
Eksoz gazlarının atık ısılarının kullanılması

Mümkün olan yerlerde havanın yeniden sirküle edilmesi,

Isıtıcıların ve filtrelerin temiz tutulması,

Ön kurutma imkânlarının araştırılması,

Isı yalıtımı.



İklimlendirme ve Havalandırma sistemlerinde:

Isıtıcı bataryalarının ve filtrelerin temiz tutulması,

Kontrol dışı hava sızıntılarının azaltılması,

Havalandırma ve iklimlendirme kanallarının yalıtımı,

İhtiyaç durumunda değişken hız sürücüsü kullanımı,

Atık ısı geri kazanımı.



İklimlendirme ve Havalandırma sistemlerinde:

HVAC sistemlerinde atık ısıların geri kazanım oranı, havadan havaya plakalı eşanjörlerin kullanılması durumunda % 45 ile % 65 arasındadır.

Isı geri kazanım eşanjörlerinin kullanılması durumunda, konfor şartlarının temini için gerekli olan taze havanın getireceği yükü % 25 ile % 45 oranında azalacaktır. Isı geri kazanımı uygulandığı taktirde, % 50 dış hava ile çalışan bir HVAC sisteminde, toplam yükler ve cihaz kapasiteleri % 15 ile % 30 arasında küçülecektir.



İklimlendirme ve Havalandırma sistemlerinde: Fanlar :

- Fan sistemlerinde mevcut durum tespitlerinin yapılışı potansiyel değerlendirmeleri için önemlidir.



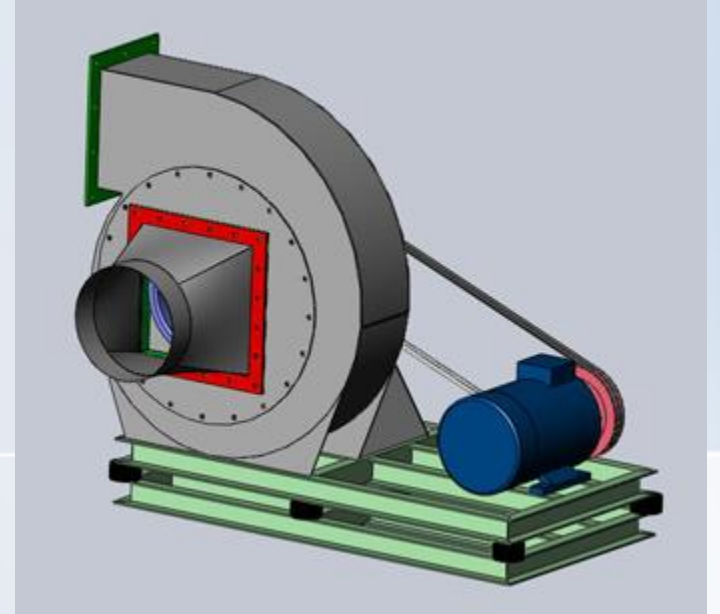
İklimlendirme ve Havalandırma sistemlerinde: Fanlarda :

- Kayışları kontrol edilmelidir.
- Fan yataklarının yağları kontrol edilir. Eksik ise yağlanmalıdır.
- Fan çarklarındaki toz, kir ve pislikler temizlenmelidir.
- Fan emişinde filtre var ise her zaman temiz tutulmalıdır.



İklimlendirme ve Havalandırma sistemlerinde: Havalandırma Fanı Sistemi Örneği :

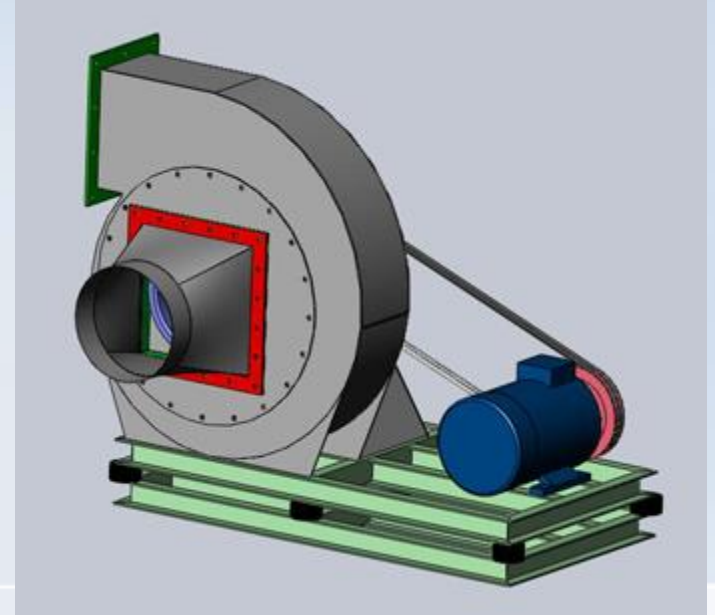
- Fan Çıkışı Her Koşulda İstenen Hava Debisi 1400 m³/h
- Elektrik Motoru Frenkans Kontrollü
- Fan Çıkışında Basınç üzerinden debi kontrolü sağlanmaktadır.



İklimlendirme ve Havalandırma sistemlerinde: Havalandırma Fanı Sistemi Örneği :

Emiş Filtresindeki kirlenme %50 debi sağlayacak kirliliğin oluşması durumunda istenen debiyi sağlayabilmek için fan daha yüksek devir çalışmaktadır.

Kapasite m ³ /h	Kirlilik	Frekans Hz	Tüketim kW
1400	% 0	32,7	0,30
1400	% 50	44,3	0,55

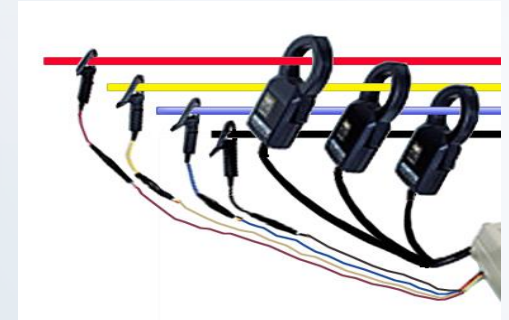
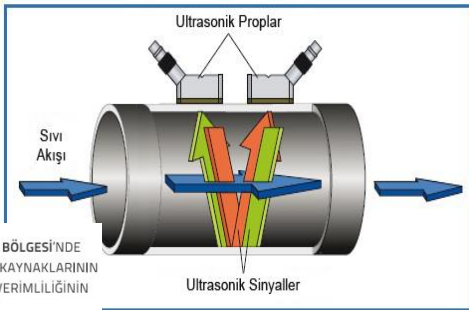


Enerji Kaybı : $(0,55-0,3) \times 7200h$
: 1800kWh/yıl



Pompalar :

Bir endüstriyel tesiste tüketilen enerjinin yaklaşık %20 si pompalar tarafından tüketilmektedir. Mevcut durum tespitleri değerlendirmeler için önemlidir.



Pompalar :

Pompa sistemleri üzerinden tasarruf edilebilecek enerji miktarı oldukça yüksektir.

Verim bakımından kötü olan pompalama sistemlerinin çok sayıda olmasının bir çok nedeni vardır. Bu faktörlerden bazılarını şöyle sıralayabiliriz.

- Kötü Sistem Dizaynı
- Pompanın Sistemle Uyumlu Olmaması
- Pompanın Aşırı Boyutlandırılmış Olması
- Boru Çapının Yanlış Tayini
- Yüksek Akış Hızları

Sayılabılır.

Pompalar :

Avrupa Birliđinin enerji ile ilgili ürünler (ErP) için **Eko-tasarım Direktifinde** belirtilen kurallar ve kriterlere uygun pompaların seçimine özen gösterilmelidir. Bu direktif su pompalarının hidrolik açıdan Minimum Verimlilik Endeksi (MEI) ve elektrik motorlarının Uluslararası Verimlilik (IE) sınıfları için kriterler belirlemiştir.

Bu kriterler doğrultusunda; 01.01.2015 tarihinden itibaren satılacak, 7,5-375 kW aralığındaki elektrik motorları IE3 sınıfında veya değişken devir destekli IE2 sınıfında, Su pompaları ise MEI, 0,40 değerinden az olmama koşulunu sağlayacak özellikte olmalıdır.

Pompalar :

Pompa Motor Grubunun ömrü süresince bakımının düzenli ve doğru yapılması ile performans ve verim değerlerinin korunması gerekmektedir.

Pompa veriminin %5 oranında düşmesi, enerji maliyetlerinde yaklaşık %7' lik bir artışa neden olmaktadır.

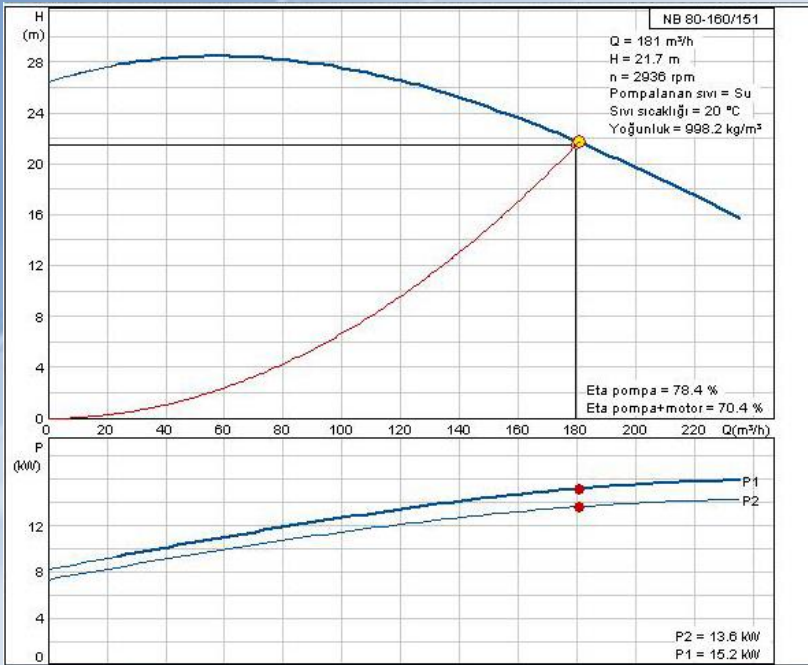
Bu durum Ömür Boyu Maliyetin giderek artmasıyla sonuçlanmaktadır.

Mevcut Pompa Değerlendirme Örneği:

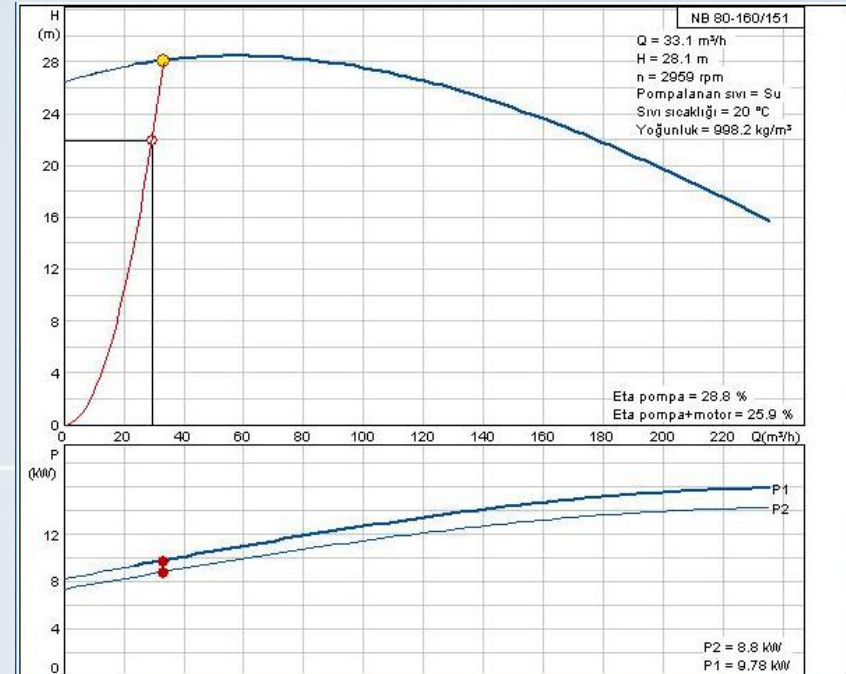
Devir (dkl)	2900	Güç (kw)	15	BASINÇ DEĞİŞİMİ	
Debi (m ³ /h)	180	Akım (A)	29,5	Maksimum Basınç (kg/cm ²)	2,4
Hm (mss)	21,5	Frekans (Hz)	50	Minimum Basınç (kg/cm ²)	1,5
Fan Çapı (mm)					
ULTRASONİK DEBİMETRE ÖZELLİKLERİ					
Markası	GE PANAMETRICS	Transducer Tipi	C-RS 402		
Tipi	PT878	Transducer Ölçüm Aralığı (mm)	50 - 600		
Seri Numarası	PT 7 2955 E	Transducer Ölçüm Sıcaklığı (°C)	-40+ 150		
Ölçüm Aralığı (mm)	50 - 7500				
Hassasiyet	%0,05 - %0,08				
ÖLÇÜM PARAMETRELERİ					
Boru Çapı (mm)	100	Akışkan Cinsi	Su		
Boru Et Kalınlığı (mm)	3,3	Akışkan Sıcaklığı (°C)	27		
Boru İçi Kaplama Türü	Yok	Ölçüm Süresi	30 dakika		
Boru İçi Kaplama Et Kalınlığı (mm)	Yok	Ölçüm Periyodu	60 sn		
ÖLÇÜM DEĞERLERİ					
FREKANS KONTROLLÜ POMPA			SABİT FREKANSLI POMPA (50Hz)		
F(Hz)	Debi (m ³ /h)	Akış Hızı (m/s)	Debi (m ³ /h)	Akış Hızı (m/s)	
1	50	28,82		1,17	
2	50	28,92		1,17	
3	50	32,90		1,33	
4	50	31,02		1,26	
5	50	30,42		1,23	
6	50	28,89		1,17	
7	50	30,16		1,22	
8	50	30,50		1,24	
9	50	28,10		1,14	
10	40	24,10		0,98	
11	40	21,64		0,88	
12	40	21,36		0,87	
13	40	21,33		0,86	
14	40	21,60		0,88	
15					

Mevcut Pompa Değerlendirme Örneği:

Pompanın etiket değerleri

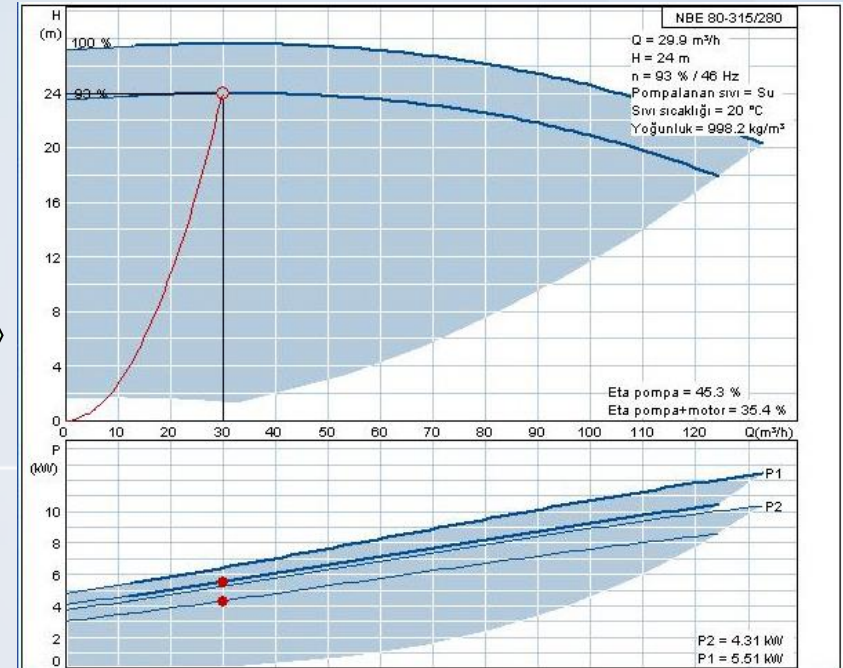
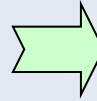
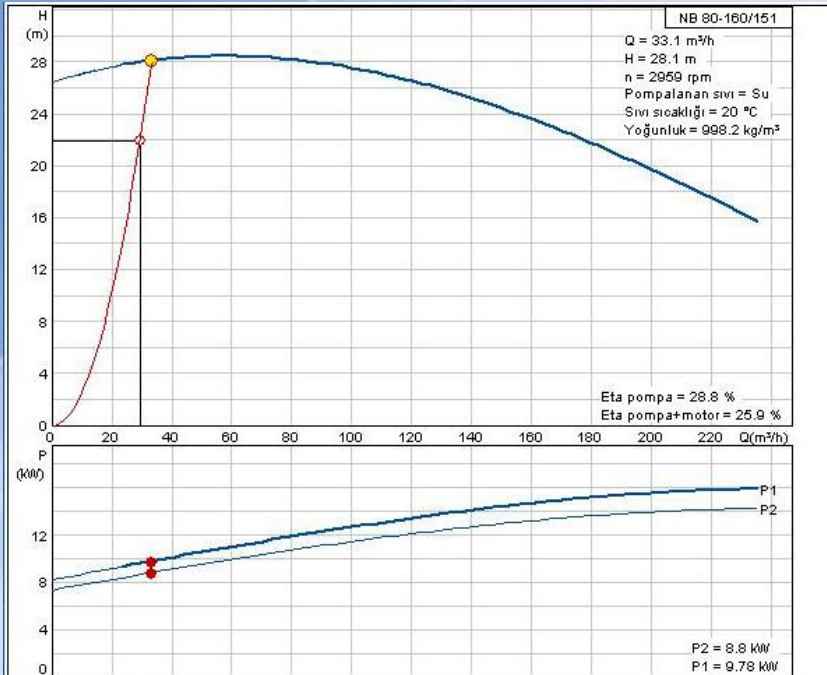


Pompanın çalıştığı nokta



Mevcut Pompa Değerlendirme Örneği:

Aynı markaya ait ihtiyacı karşılayacak farklı tip bir pompa kullanıldığında:



Mevcut Pompa Değerlendirme Örneği:

Aynı markaya ait ihtiyacı karşılayacak farklı tip bir pompa kullanıldığında:

Pompanın soğutma suyu için 24 saat yılda 300 gün kullanıldığı kabulünden hareketle;

1. Pompa : $8.8 \times 24 \times 300 = 63\,360$ kWh/yıl
2. Pompa : $4.31 \times 24 \times 300 = 31\,032$ kWh/yıl

Kazanç = $32\,328$ kWh /yıl olarak karşımıza çıkmaktadır.

Enerji maliyeti olarak TEDAŞ tarafından açıklanan 1/4/2009 tarihinden itibaren uygulanacak 2009 Yılı Fonsuz Tarifelere bakıldığında

Kazanç = $32328 \text{ kWh/yıl} \times 13,878 \text{ kr/kWh} / 100 = 4486,48 \text{ TL/yıl}$ olarak hesaplanabilir.

Mevcut Bir İşletmede Pompaların Detaylı İncelemesinden Önce Ön Elemenin Yapılması

- Motor boyutuna göre ve çalışma süresine göre ön eleme yapınız.
- Karmaşık sistemlerin incelenmesini en sona bırakınız.
- Vanaların kısılması yöntemi ile akışın kontrol edildiği sistemlere bakınız.

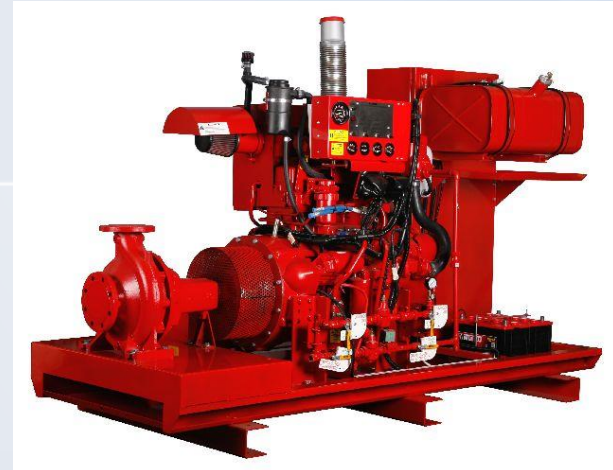
Mevcut Bir İşletmede Pompaların Detaylı İncelemesinden Önce Ön Elemenin Yapılması

- Bypass hatlarının ve minimum akış vanalarının olduğu sistemler (bypass akışı nominal debinin % 5'inden daha büyük ise inceleyiniz.
- Paralel çalışan pompa sistemleri ve özellikle çalışan pompanın nadiren değiştiği sistemler.
- Çok sık devreye girip çıkan sistemler - pompa şalt sayısının yüksek olduğu sistemler.

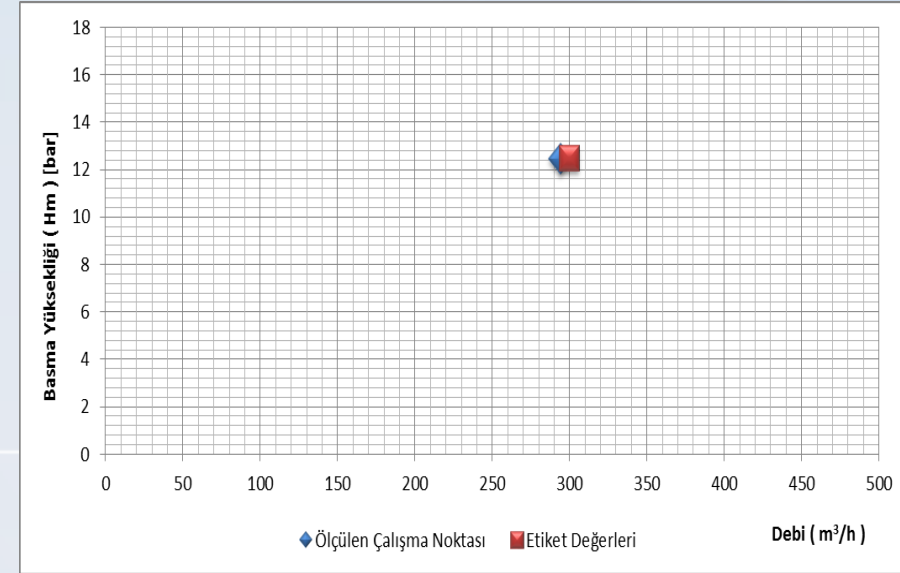
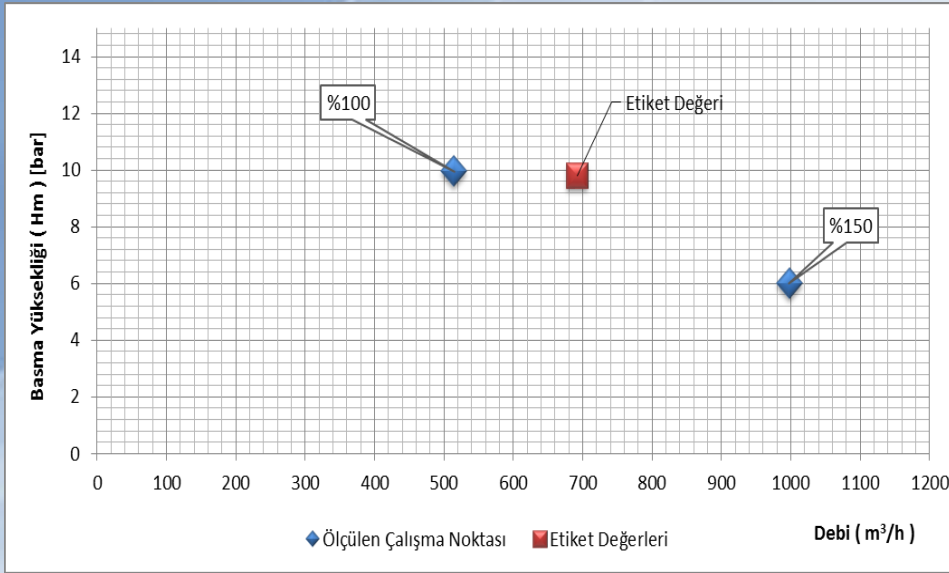
Mevcut Bir İşletmede Pompaların Detaylı İncelemesinden Önce Ön Elemanın Yapılması

- Pompa veya vanalardan aşırı kavitasyon sesinin geldiği sistemler.
- Prosesteki kapasite ihtiyacının çok değişken olduğu sistemler.
- Kapasite artımı neticesinde pompa sayısının arttırıldığı sistemler.
- Sistemin ihtiyacından daha fazla kapasitenin transfer edildiği sistemler incelenmeye değerdir.

Ayrıca bir çok işletmenin referans aldığı NFPA standartlarına göre Yangın Pompalarının yılda 1 defa performans testlerinin yapılması işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından bir zorunluluktur. 2013 yılında yayınlanan İş Ekipmanlarının Kontrolüne İlişkin Yönetmelik kapsamında TS 1285-A2 standardına göre pompa performans testleri yılda en az 1 kez yapılmalıdır.



Yangın pompası performans grafikleri: Katalog Değerleri ile Mevcut Durum Karşılaştırması



Pompa ve Fanlarda Devir Ölçümleri:

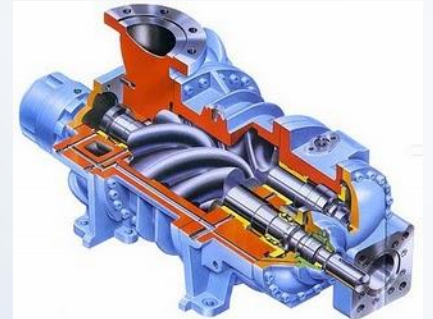


Basınçlı Hava Sistemleri:

Basınçlı hava maliyeti en yüksek olan akışkanlardandır.

Havaya atılmayacak kadar değerli bir akışkandır.

Havadan gelip havaya giderken büyük maliyetler yaratır.



Basınçlı hava sistemlerinde:

Kaçakların periyodik olarak kontrol edilmesi,

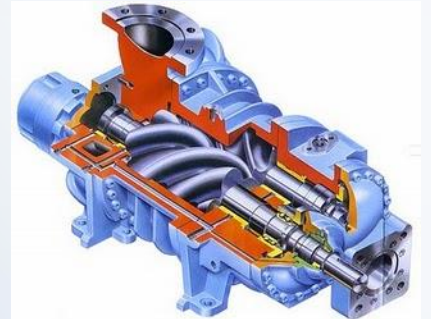
Kompresörlerin boшта çalışma sürelerinin asgarîye indirilmesi,

Kompresöre giren havanın kuru, temiz ve soğuk olmasının sağlanması,

Dağıtım hatlarındaki basınç kayıplarının azaltılması,

Değişken hız sürücüsü ve yüksek verimli motor kullanımı,

Atık ısı geri kazanımı.

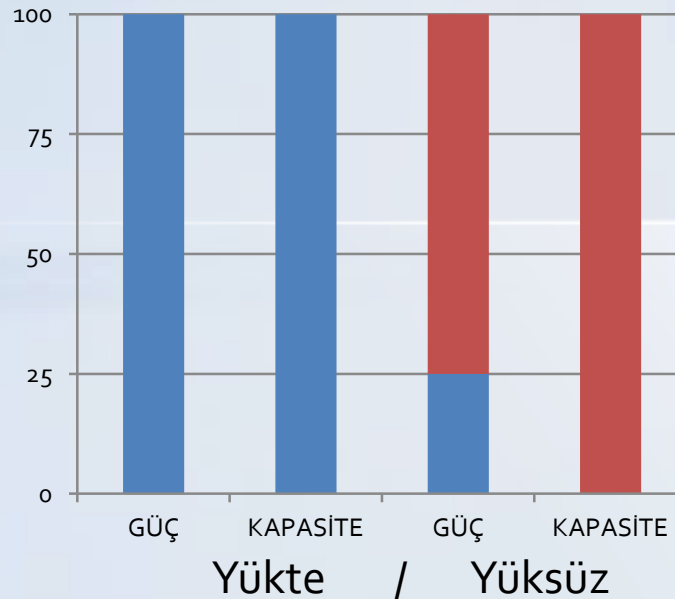


YÜKSÜZ GÜÇ TÜKETİMİ

Kompresörün boшта çalıştığı durumdaki güç tüketimidir (kW)

Boшта çalışmada düşük güç tüketimine sahip kompresör seçmekle elektrik enerjisi tüketimi ve işletme maliyetleri önemli ölçüde azaltılabilir.

On - Off çalışma şeklinde yüksüz durumda kompresör kapasitesinin %25 - %30 u oranında güç tüketir.



YÜKSÜZ GÜÇ TÜKETİMİ

Örnek :

%60 yükte %40 yüksüz çalışan iki kompresör göz önüne alındığında

Kompresör	Tam Yük Güç Tüketimi (kW)	Yüksüz Güç Tüketimi (kW)
A	100	30
B	100	10

Kompresör A : $0,6 \times 100 \text{ kW} \times 7200 \text{ saat} = 432 \text{ 000 kWh/yıl}$
 $0,4 \times 30 \text{ kW} \times 7200 \text{ saat} = 86 \text{ 400 kWh/yıl}$

Kompresör B : $0,6 \times 100 \text{ kW} \times 7200 \text{ saat} = 432 \text{ 000 kWh/yıl}$
 $0,4 \times 10 \text{ kW} \times 7200 \text{ saat} = 28 \text{ 800 kWh/yıl}$

Sonuç : B Kompresörü 57 600 kWh/yıl daha az enerji tüketmektedir.

YÜKSÜZ GÜÇ TÜKETİMİ

Örnek :

%40 yüksüz çalışan kompresörün yüksüz çalışma süresi % 15 indirilirse

Kompresör	Tam Yük Güç Tüketimi (kW)	Boşta Çalışma Süresi	Yüksüz Güç Tüketimi (kW)
A	100	%40	30
A	100	%15	30

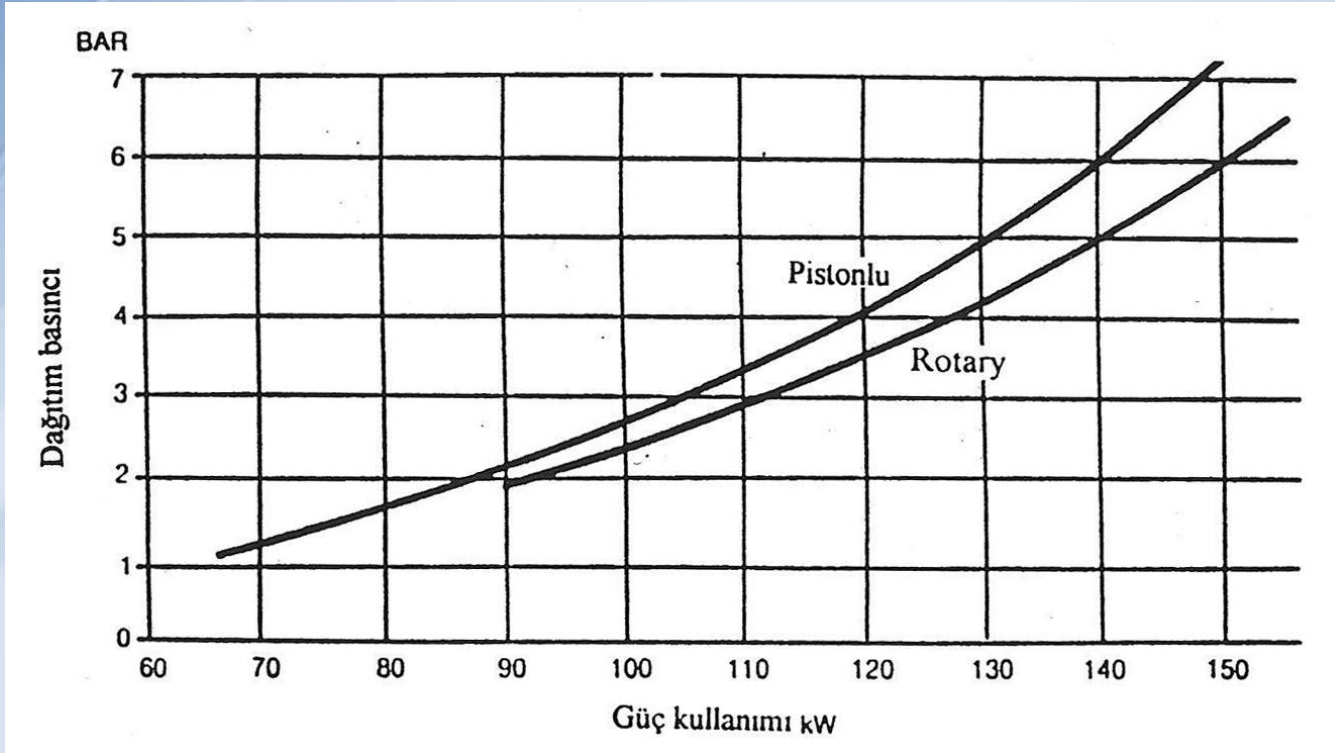
Kompresör A : $0,4 \times 30 \text{ kW} \times 7200 \text{ saat} = 86\,400 \text{ kWh/yıl}$

$0,15 \times 30 \text{ kW} \times 7200 \text{ saat} = 32\,400 \text{ kWh/yıl}$

Sonuç : A Kompresörü 54 000 kWh/yıl daha az enerji tüketecektir.

DÜŞÜK BASINÇ KULLANIMI

Genel olarak ekipmanların daha düşük basınçlarda çalıştırılabildiği yerlerde elektrik enerjisinden tasarruf etmek mümkündür.



HAVA KAÇAKLARI

Hava Kaçakları Tarafından Harcanan Güç

Delik Çapı		Hava Kaçağı (6 bar basınçta)	Sıkıştırma için gerekli güç
Kaçak Boyutu	mm	(lt/sn)	kW
	1	1	0,3
	3	10	3,1
	5	27	8,3
	10	105	33,0

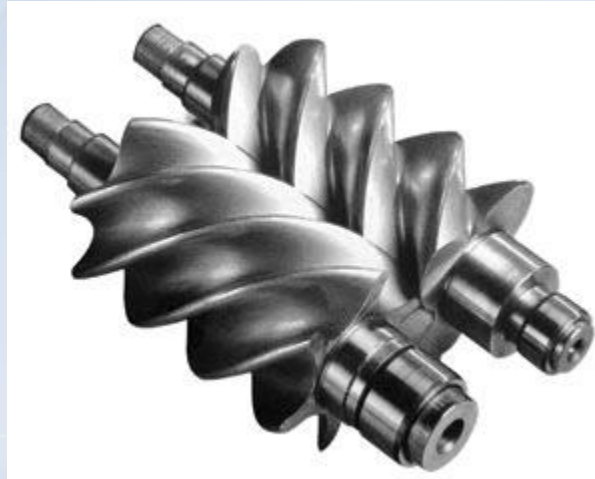
HAVA KAÇAKLARI

Farklı Basınlarda farklı çaplı deliklerden meydana gelen hava kaçağı (lt/sn)

Alet Basıncı (bar)	0,5 mm	1 mm	2 mm	3 mm	5 mm	10 mm	12,5 mm
0,5	0,06	0,22	0,92	2,1	5,7	22,8	35,5
1	0,08	0,33	1,33	3,0	8,4	33,6	52,5
2,5	0,14	0,58	2,33	5,5	14,6	58,6	91,4
5	0,25	0,97	3,9	8,8	24,4	97,5	152,0
7	0,33	1,31	5,19	11,6	32,5	129	202,0

HAVA KAÇAKLARI

Hava Kaçak Maliyeti



GİRİŞ HAVASI VE ENERJİ TASARRUFU

Prensip olarak soğuk, temiz ve kuru hava girişi daha verimli bir sıkıştırma sağlar. Bu nedenle binanın kuzey yönünde yağmurdan korunmuş bir hava girişi tercih edilmelidir.

Hava girişindeki filtreler sürekli olarak temiz tutulmalıdır. Girişteki her 25 mbar'lık basınç kaybı kompresör performansında %2 lik azalmaya sebep olur.

Emiş havasındaki her 5 oC lik sıcaklık düşüşü enerji tüketiminde % 2 lik bir azalma sağlar.

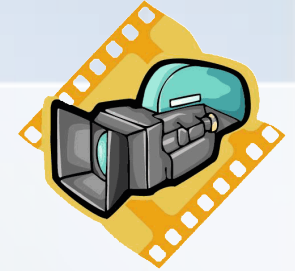
GİRİŞ HAVASI VE ENERJİ TASARRUFU

Giriş Havası Sıcaklığına Göre Tasarruf Miktarı

Giriş Havası Sıcaklığı oC	21oC sıcaklıkta 1000 m3 debi için gerekli hava hacmi (m3)	21oC sıcaklığa göre % kW tasarruf veya fazla tüketim
-1	925	%7,5 tasarruf
5	943	%5,7 tasarruf
10	962	%3,8 tasarruf
16	981	%1,9 tasarruf
21	1000	0
27	1020	%1,9 fazla tüketim
32	1040	%3,8 fazla tüketim
37	1060	%5,7 fazla tüketim
43	1080	%7,5 fazla tüketim
49	1100	%9,5 fazla tüketim

ATIK ISI GERİ KAZANIMI

Kompresörün soğutucu tipine bağlı olarak çeşitli soğutucular tarafından yağ, su veya sıcak havadan çekilen ısı; alan ısıtması, kazan besleme suyu ön ısıtması, proses ısıtması ve diğer amaçlar için kullanılabilir.



TEŞEKKÜRLER

Alpaslan GÜVEN
kocaeli.teknik@mmo.org.tr