

Proses Isıtma Sistemleri PHAST Yazılım Aracı kullanarak Enerji Tasarrufu



Sıfıra Yakın Enerji Bölgesi Teknik Eğitimi
İstanbul, Türkiye

8 Ocak 2013 - 3:00 - 4:30 pm EET

Dr. Sachin Nimbalkar
Dr. Nasr Alkadi

Oak Ridge National Laboratory (ORNL),
ABD Enerji Bakanlığı (DOE) Laboratuvarı

- **Amaç:**

Enerji Bakanlığı (DOE) Enerji Tasarruf Değerlendirmesi (ESA) için kullanılan **Proses Etüt ve Değerlendirme Aracı (PHAST)** hakkında bilgi vermek ve genel gösterimini yapmak.

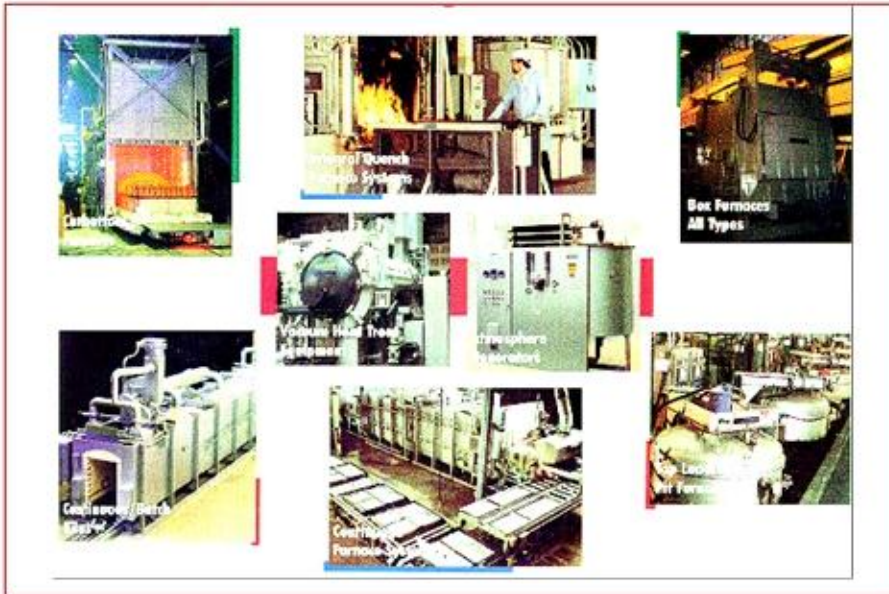
- **Format:**

- PHAST yazılımının işlev ve sonuçlarını açıklamak
- Genel fikir vermek. (Ayrıntılı eğitim mevcuttur.)

- **Aşağıdaki yapmak için DOE Yazılım Araçlarını kullanmak:**

- Enerji tasarruf fırsatlarını tespit etmek
- Enerji ve maliyet tasarruf tahminlerini vermek
- Ayrıntılı proje analizin yerine geçmez.

İmalat işlemlerinde başka bir işlem için



- Fırınlar
- Eriticiler
- Isıtıcılar
- Seramik Fırınları (kiln)
- Ocaklar
- Tünel Fırınlar
- Kalsinatörler
- Diğer ısıtma sistemleri

kullanarak malzemelere ısı verme

Proses Isıtması Neden önemlidir?

- **Enerji kullanımı**

- Proses ısıtma sistemleri ABD’de sanayide kullanılan toplam enerjinin hemen hemen %30’unu kullanır. Bu rakam, Hindistan ve Çin gibi ülkelerde çok daha yüksektir.
- Proses ısıtma sistemleri, yakıtlardan (katı, sıvı ve gaz), buhar ya da sıcak sıvılardan ve elektrikten elde edilen enerjiyi kullanır.
- Bu sistemler genel olarak, ekipman ve prosesin bir çok bölümündeki yüksek seviyedeki kayıplardan dolayı verimsizdir

- **Sera Gazı Salınımları**

- Endüstriye proses ısıtma sistemleri, birçok ülkede en önemli CO2 ve NOx salınım kaynaklarıdır.

- **Enerji tasarruf fırsatları**

- Proses ısıtma sistemleri, çok büyük bir enerji tasarruf ve sera gazı salınımı azaltma potansiyeli sağlamaktadır.

İmalat Sektörleri için Enerji Kullanan Belli Başlı Sistemler

- Proses Isıtması
 - » Proses Isıtma Ekipmanları
 - » Buhar Jeneratörleri
- Makine Tahriki (Pompalar, Kompresörler, Fanlar / Körükler, Elektrik Motorları vs.)
- Proses Soğutması - Soğutma
- Elektrokimyasal Prosesler
- Diğer

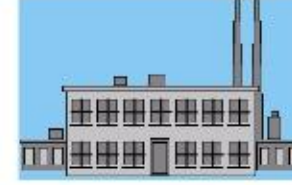
Enerji Kullanımı ve Potansiyel Enerji Tasarrufu

U.S. DEPARTMENT OF
ENERGY

Energy Efficiency &
Renewable Energy

**Proses Isıtması/
Buhar Sistemleri**
%60 - 80

← Tipik Enerji
Tüketim Oranları



**Elektrik Motor
Sistemleri**
%8-15

**Pompa
Sistemleri**
%7-15

**Basınçlı
Hava Sistemleri**
%2-7

Diğer*
< %2



* Aydınlatma gibi diğer yardımcı enerji kullanımları, enerji tüketiminin %2'sinden azını oluşturmaktadır

%10 ila %30

%5 ila %10

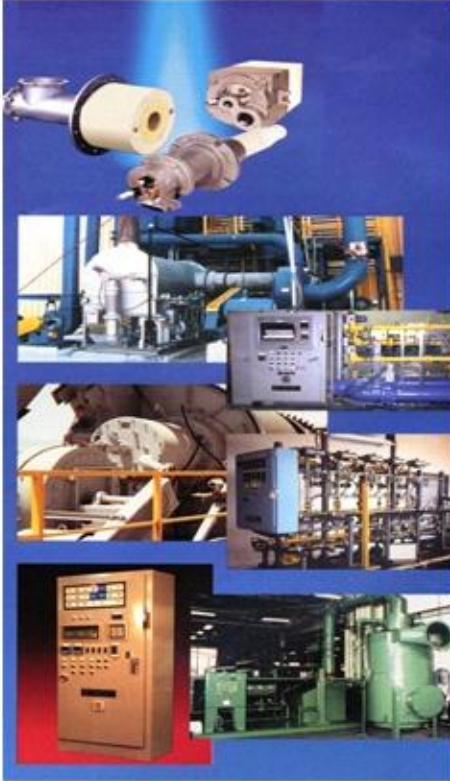
%10 ila %20

%10 ila %20

%5 ila %10

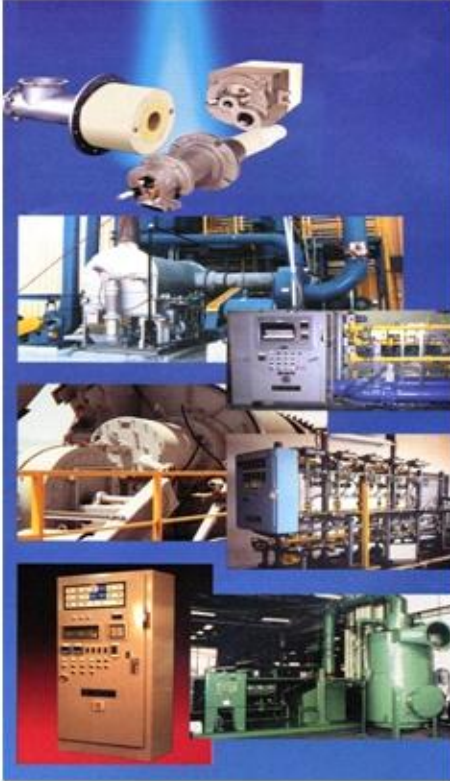
← Muhtemel Enerji Tasarruf Fırsatları →

Endüstriyel Proses Isıtması: Genel Bakış



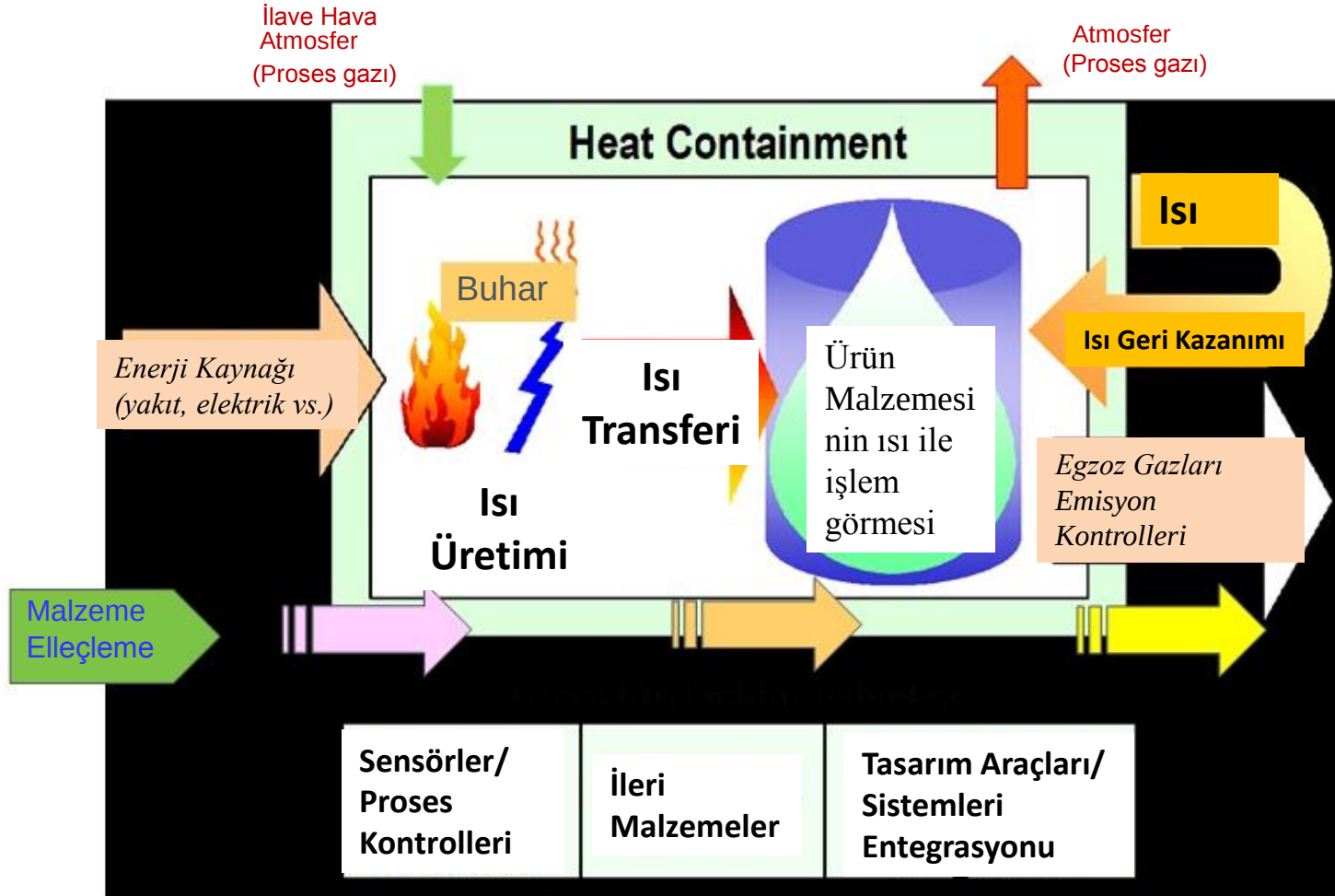
- Proses ısıtması, sanayide kullanılan bir çok farklı tipte ısıtma prosesini kapsar.
- Isıtma, 100°C gibi düşük bir sıcaklıktan 1600°C gibi yüksek bir sıcaklığa kadar değişen sıcaklıklarda gerçekleştirilir.
- Proses ısıtması için çok çeşitli ısıtma ekipmanları (fırınlr, ocaklar, ısıtıcılar, seramik fırınları vs.)
- Isıtma ekipmanları, yakıt (doğal gaz, fuel oil, kömür), elektrik, buhar, sıcak su, sıvılar gibi çok farklı ısı kaynakları kullanır.

Endüstriyel Proses Isıtması: Genel Bakış



- Isıtma ekipmanlarına verilen bütün ısıнын çoğu (%70'ten fazlası) yakıtların kontrollü yanmasından sağlanır.
- Isıtma sistemi verimliliği, proses parametrelerine, Doğru yanma sisteminin seçilmesine, fırın ya da ocakların tasarımına ve atık ısı geri kazanım sisteminin kullanılmasına bağlıdır.
- Yanma ve yanma ürünlerinin yük ile etkileşiminden Kaynaklanan emisyonlar ekipman tasarım ve İşletmesinde en önemli hususlardır.

Proses Isıtma Sistemi Bileşenleri



Enerji Kaynakları

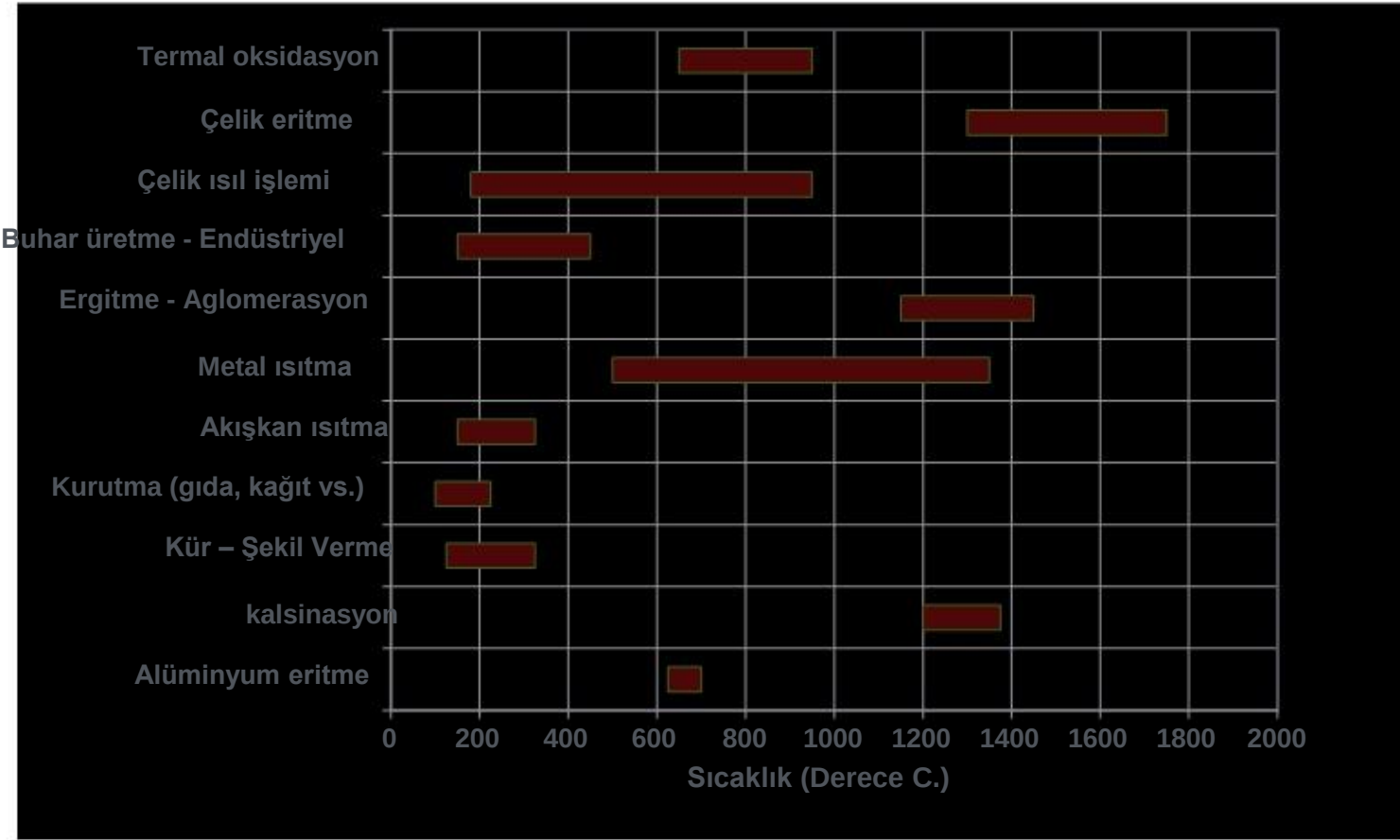
- Yakıtlar (gaz, petrol, kömür vs.)
- Elektrik
 - Dirençle ısıtma
 - Endüksiyon
 - Ark - Plazma
- Buhar
- Sıcak yakıtlar (yağ, su vs.)



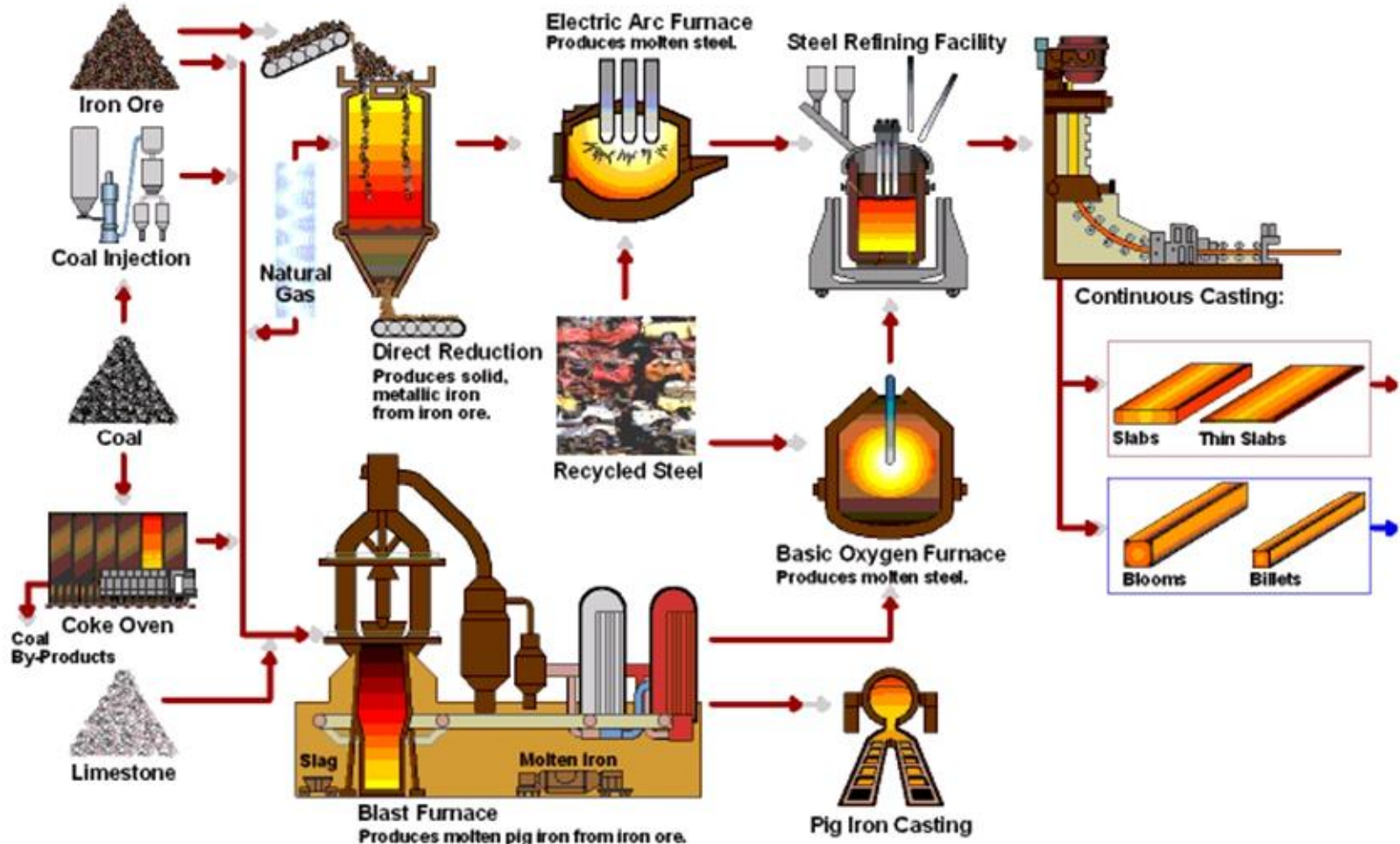
İmalatta kullanılan Isı Prosesleri

1. Buhar Üretimi
2. Akışkan Isıtma
3. Kalsinasyon
4. Kurutma
5. Isıl İşlem
6. Metal Isıtma
7. Metal ve Metal Dışı Eritme
8. Ergitme, Aglomerasyon vs.
9. Kür ve Şekil Verme
10. Diğer Isıtma İşlemleri

Yaygın olarak kullanılan prosesler için Sıcaklık Aralığı

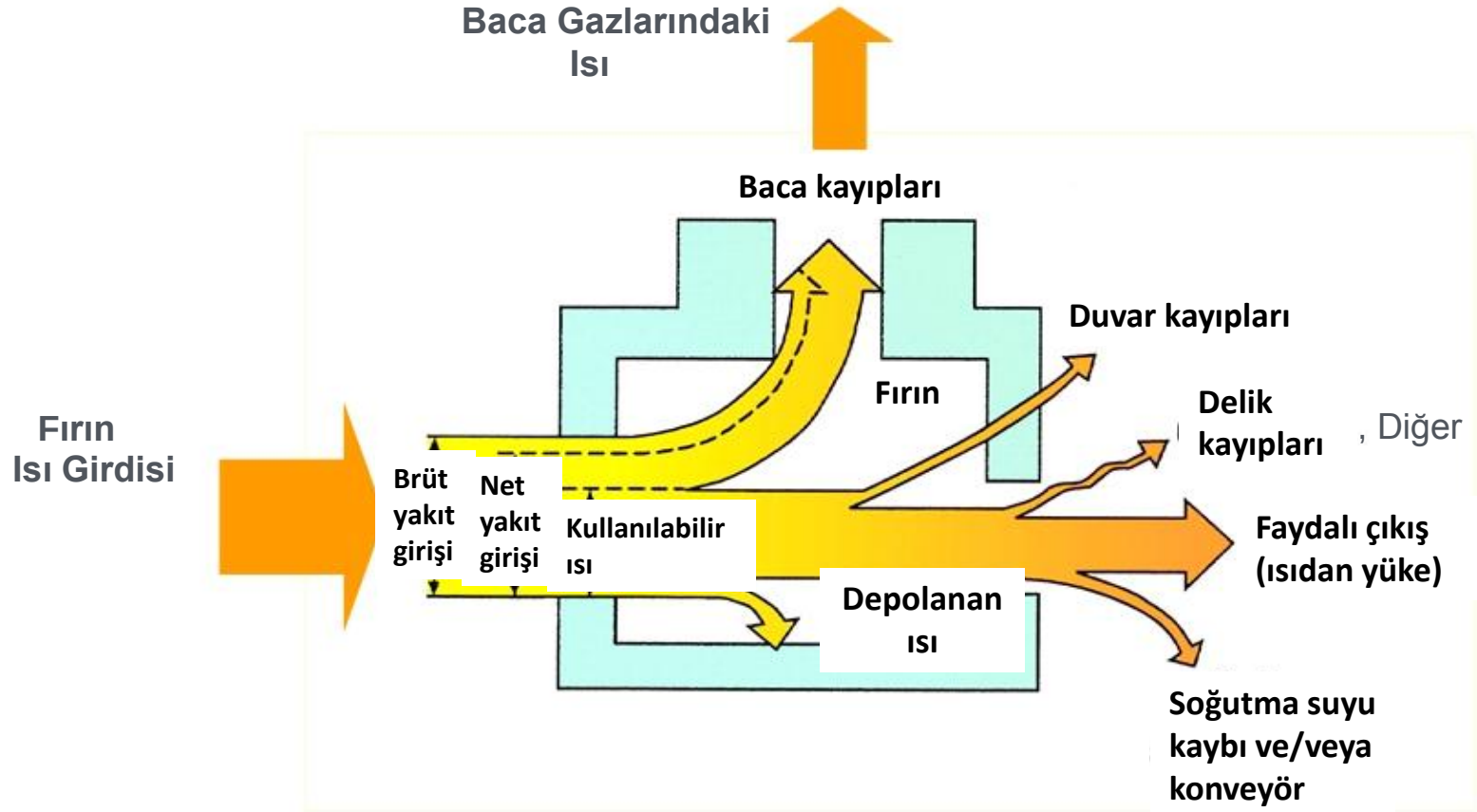


Çelik tesislerindeki Proses Isıtma Sistemi Örnekleri

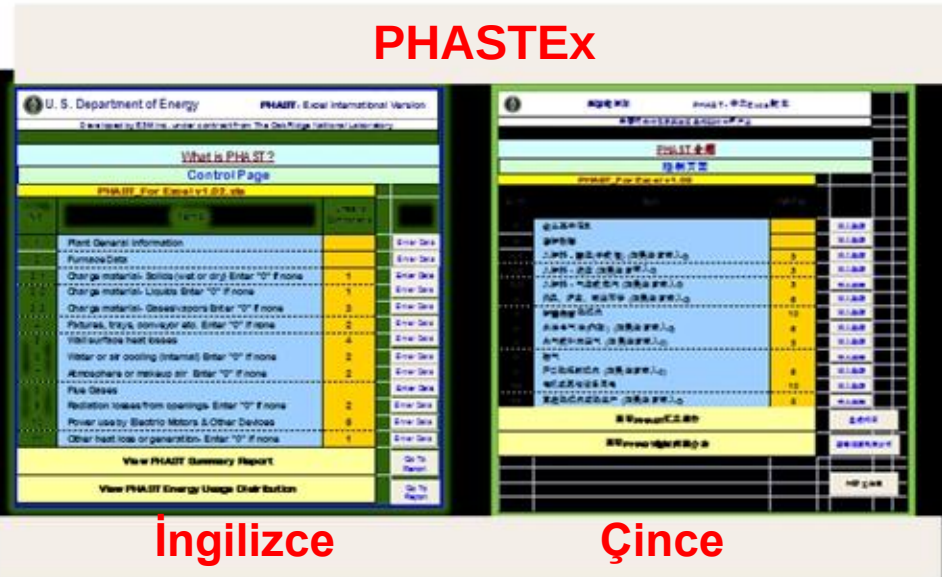
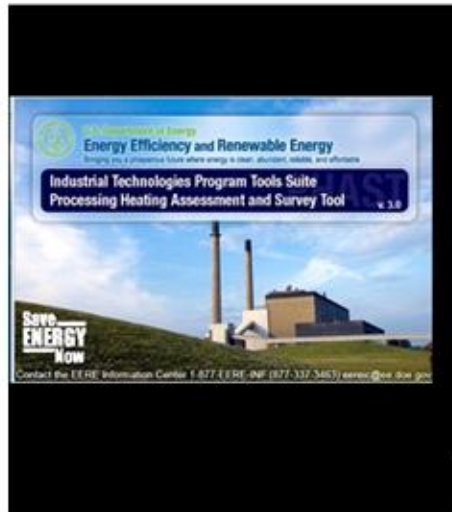


- Kazanlar ve tesis içi güç üretimi
- Demir cevherinin indirgenmesi
- Kok bataryaları
- Demir üretimi (yüksek fırınlar) – hava ısıtıcılar
- Bazik oksijen fırınları
- Elektrik ark ocakları
- Çelik rafinasyon sistemleri
- Tandış ve pota ısıtıcıları
- Çelik sıcak tutma fırınları
- Tavlama ve diğerk ısıl işlem fırınları
- Diğerk ısıtma sistemleri

- Bir çelik tesisinde kullanılan yakıtın %80'inden fazlası proses ısıtması için kullanılır.
- Proses ısıtma sistemi için kullanılan bütün yakıt enerjisinin %25 ila %55'i baca gazı ya da egzoz gazı olarak atılır.
- Çelik tesisi ısıtma ekipmanları için atık ısıyı, Azaltma, geri dönüştürme ve geri kazanma potansiyeli oldukça yüksektir.



- PHAST (Proses Isıtma Değerlendirme ve Etüt Aracı)'nın iki versiyonu mevcuttur: VB versiyonunda PHAST 3.0 ve MS Excel versiyonunda PHASTEx.



PHAST, tesislerime nasıl yardımcı olabilir?

- Bir sanayi tesisindeki fırınlar, ocaklar, ısıtıcılar, seramik fırınları gibi proses ısıtma (PH) ekipmanları için yıllık enerji kullanımı ve enerji maliyetini tahmin edersiniz
- PH ekipmanları ya da bir kazan için enerji kullanım ve enerji kayıp alanlarını tespit etmek için ayrıntılı ısı dengesi ve enerji kullanım analizi yaparsınız
- Bileşenlerin / sistemlerin işletme, bakım tadilatlarında değişiklikler yoluyla olası enerji azaltım ve verimlilik iyileştirmeleri için «olursa ne olur (what-if)» analizi yaparsınız
- Enerji tasarruf yöntemleri ve bunları etkileri ile ilgili bilgi alırsınız
- İlave kaynakları belirlersiniz

PHAST sürüm 3.0

- Araç, U.S. DOE-AMO web sayfasından indirilebilir.
- http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_deployment/software_phast.html
- <http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/software.html>
- PHAST 3.0'ı indirmek için “Process Heating” ve “Process Heating Assessment and Survey Tool (PHAST)” seçin

Sistem İhtiyacı:

- En son hizmet paketine sahip, Windows 2000 /Windows XP/ Windows Vista çalıştıran bir kişisel bilgisayar (PC).
- MS Access ya da üstüne sahip Microsoft Office 2000 ya da üstü.
Bazı fonksiyonlar MS Access 2010 ile çalışmaz.
- Acrobat PDF Reader

PHASTEx

- Araç, atölye çalışmasına katılanlara dağıtılmaktadır.

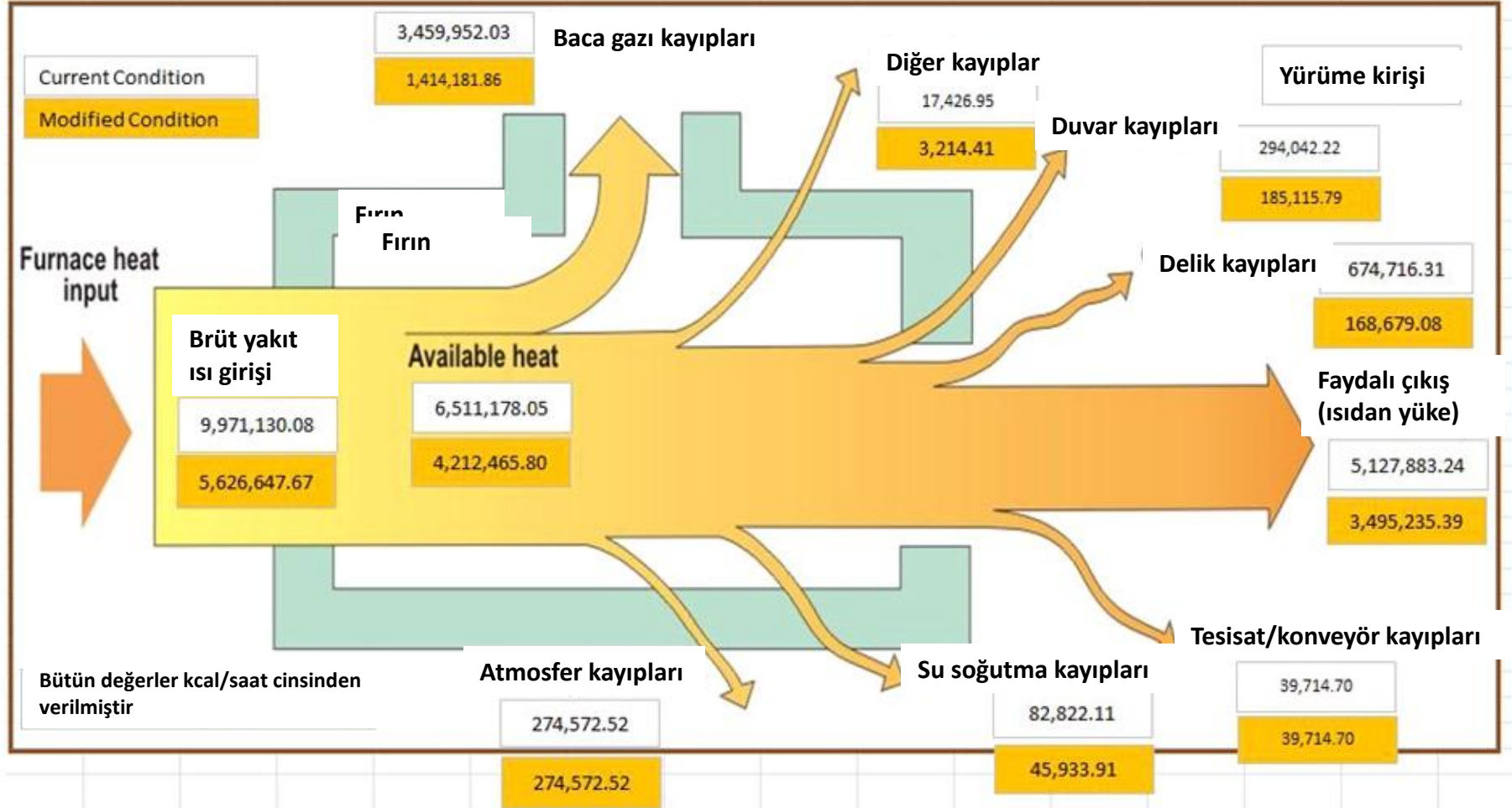
Sistem İhtiyacı:

- En son hizmet paketine sahip, Windows'un herhangi bir versiyonunu çalıştıran bir kişisel bilgisayar (PC ya da Mac).
- MS Excess'e sahip Microsoft Office 2000 ya da üstü.
- Acrobat PDF Reader

Yük Şarj Malzemesi 1		Mevcut	Değiştirilen
Katı			
Malzemenin Adı (Listeden seçin) ya da «Diğer» Listede yoksa, malzemeyi ve termal özelliklerini kutulara girin		Karbon Çeliği	Karbon Çeliği
Katı malzemenin (kuru) ortalama özgül ısısı	KJ/(kg-C)	0.628	0.628
Füzyon Gizli Isısı	KJ/Kg	139.560	139.560
Erimiş malzemeden gelen sıvı özgül ısısı	KJ/(kg-C)	0.733	0.733
Erime Noktası	C	1537.8	1537.8
Şarj (ıslak)-Besleme Hızı	Kg/h	30,000	30,000
Şarj edilmiş haldeki su içeriği (%)	%	0%	0%
Deşarj edilmiş haldeki su içeriği (%)	%	0%	0%
Başlangıç Sıcaklığı	C	30	400
Şarj malzemesi deşarj sıcaklığı	C	1,150	1,150
Su buharı deşarj sıcaklığı	C	560	560
Eritilen Şarj (Kuru Şarjın %'si)	%	0%	0%
Tepkimeye giren şarj (Kuru Şarjın %'si)	%	0%	0%
Reaksiyon Isısı	KJ/Kg	100	100
Endotermik / Egzotermik		Egzotermik	Egzotermik
Gerekli İlave Isı	KJ/h	0	0
Şarj Malzemesi 1 için gerekli toplam ısı	KJ/h	21,100,800	14,130,000

“Statik” Sankey Diyagramı

Değerler kcal birimleri cinsinden verilmiştir



U. S. Department of Energy		PHAST - Excel International Version					
Developed by E3M Inc. under contract from The Oak Ridge National Laboratory							
PHAST (Process Heating Assessment and Survey Tool)							
Summary Report of Energy Usage							
Company name	ABC corporation	Date	January 12, 2011				
Plant name	China plant	Note:					
Process Heating Equipment Name	Walking beam steel reheat furnace						
Name of the energy assessment leader							
No	Energy use or loss category	Energy use - loss (Current)			Energy use - loss (Modified)		
		kJ/hour	kcal/hour	%	kJ/hour	kcal/hour	%
1	Charge material	21,469,422	5,127,883	51.43%	14,633,852	3,495,235	62.12%
2	Fixtures, trays, conveyor etc.	166,278	39,715	0.40%	166,278	39,715	0.71%
3	Wall surface heat losses	1,231,096	294,042	2.95%	775,043	185,116	3.29%
4	Water or air cooling (internal)	346,760	82,822	0.83%	192,316	45,934	0.82%
5	Atmosphere or makeup air	1,149,580	274,573	2.75%	1,149,580	274,573	4.88%
6	Radiation losses from openings	2,824,902	674,716	6.77%	706,226	168,679	3.00%
7	Other heat loss or heat addition	72,963	17,427	0.17%	13,458	3,214	0.06%
8	Total net heat required	27,261,000	6,511,178		17,636,752	4,212,466	
10	Flue gas loss	14,486,127	3,459,952	34.70%	5,920,897	1,414,182	25.13%
	Exothermic heat from process	0	-	0.00%	0	-	0.00%
	Total gross heat input required	41,747,127	9,971,130	100.00%	23,557,648	5,626,648	100.00%
Summary :		Units	Current Values	Modified Values			
Calculated values							
Energy intensity for charge materials	kJ/kg	1,342.35	757.48				
	kcal/kg	320.62	180.92				
Required fuel energy input	kJ/hr.	41,747,127	23,557,648				
	kcal/hour	9,971,130.08	5,626,647.67				
Required electrical energy input	kW	1,091	1,309				
Measured values							
Energy input from Fuel	kJ/hr	66,750,000					
	kcal/hour	15,942,963.60					
Electricity used (average value)	kW	3,750					
Energy intensity for charge materials	kJ/kg	2,146.30					
	kcal/kg	512.64					

[Next Page](#)
[Return to Control Page](#)
[Print Sheet](#)
[Unit Conversion](#)

PHASTEx Isı Denge Raporu - Grafik Format



U. S. Department of Energy

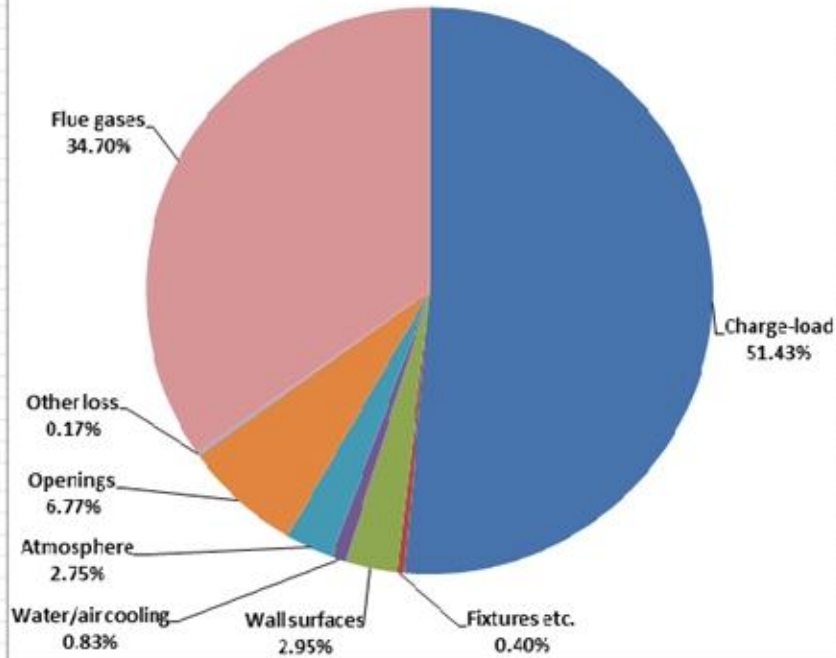
PHAST - Excel International Version

Developed by E3M Inc. under contract from The Oak Ridge National Laboratory

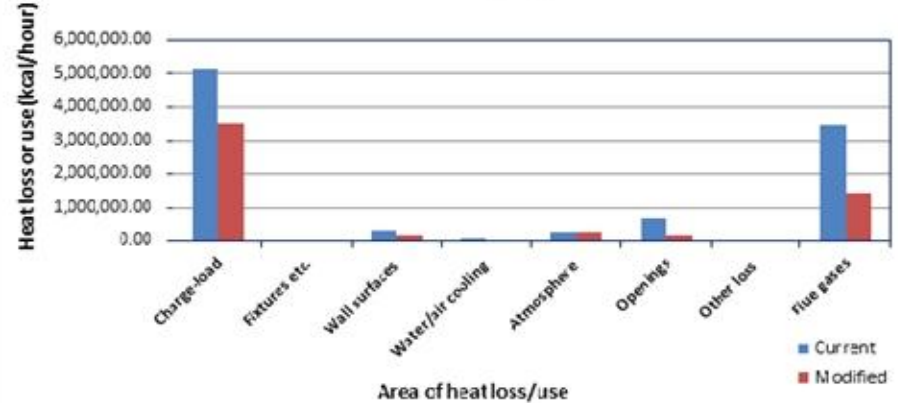
Report Page 1

Distribution of Energy Usage By Area-Current Condition

Heat Balance - Current Condition



Net Heat Usage By Area



Heat Loss/use	Current	Modified
Charge-load	5,127,883.24	3,455,235.39
Fixtures etc.	39,714.70	39,714.70
Wallsurfaces	294,242.22	185,115.79
Water/air cooling	82,822.11	45,933.91
Atmosphere	274,572.52	274,572.52
Openings	674,716.31	168,679.08
Other loss	17,426.95	3,214.41
Flue gases	3,459,952.03	1,414,181.36
Total	9,971,130.08	5,626,647.57

All quantities are in units of kcal/Hr.

Previous Page

Next Page

Return to
Control Page

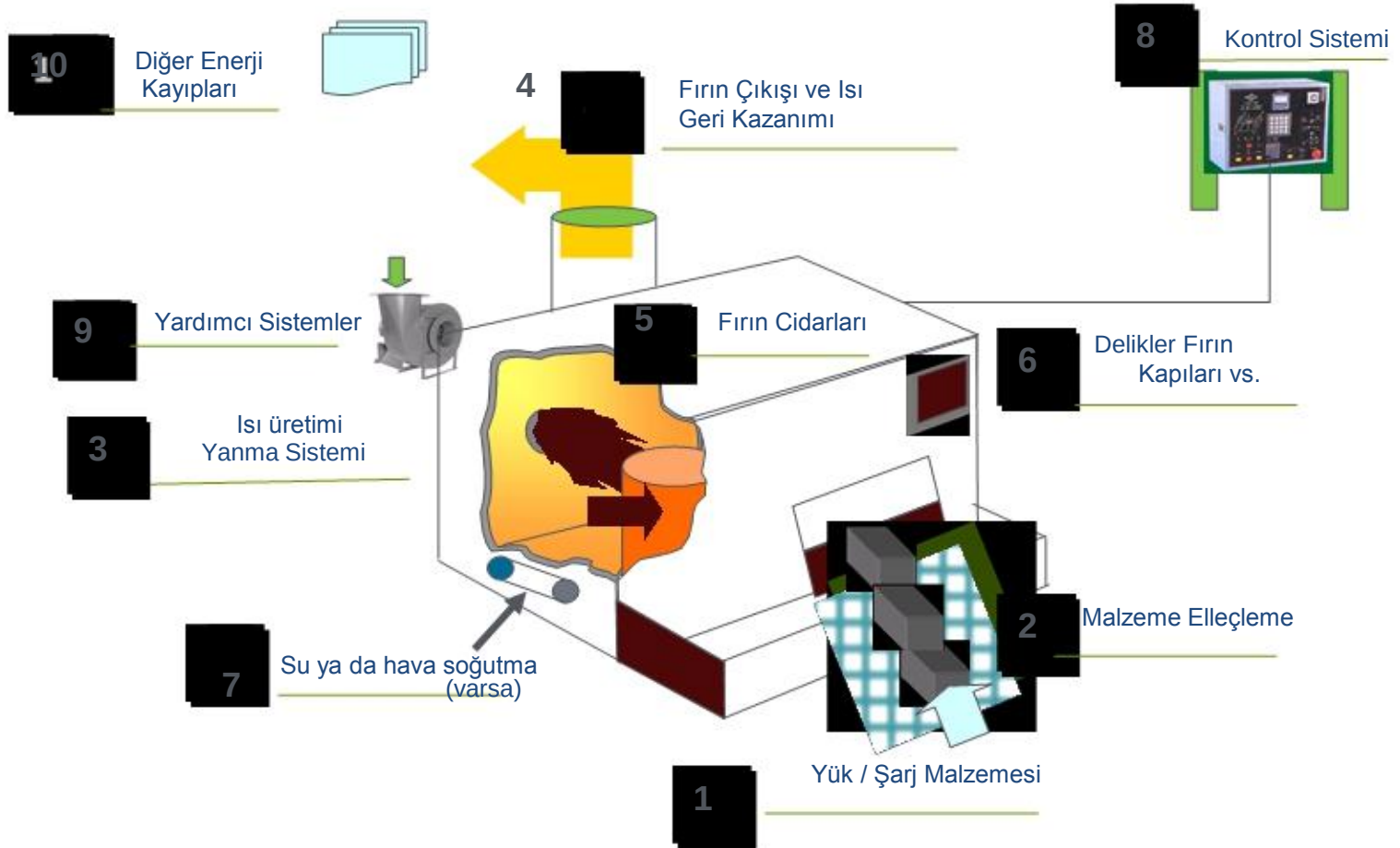
Print Sheet

Unit Conversion

Demonstrasyon

PHASTEx

Enerji Kullanım ya da Kayıp Alanları



1. Isı Üretimi

- **Yaygın olarak kullanılan tedbirler**
 - Börner yakıtı – hava oranı kontrolü, fazla havayı azaltma
 - Uygun börnerlerin kullanılması – Devirme aralığı boyunca kontrollü yakıt hava oranı ile birlikte yüksek devirme
 - Ön ısıtılmalı hava kullanılması (uygun olduğunda)
 - Fırınlardaki hava kaçaklarını ya da ilave havayı kontrol edin
- **Potansiyel enerji tasarrufu**
 - %5 ila %25
- **Tipik uygulama süresi**
 - 1 hafta ve bir kaç ay
- **Tipik geri ödeme süresi**
 - Bir aydan az ila 6 ay.

2. Isı Transferi

- **Yaygın olarak kullanılan tedbirler**
 - Isı transfer yüzeylerini temizleyin
 - Yüksek konveksiyonlu ısı transferi sağlayacak börnerler seçin
 - Yüksek sıcaklıkta çalışan fırınlar için radyasyonlu ısı transferini iyileştirin
 - Düşük ila orta sıcaklıktaki sistemler için konveksiyonlu ısı transferini arttıracak fan, jet ve diğer yöntemlerin kullanılması
 - Dolaylı yakma sistemlerini mümkünse doğrudan yakma ile değiştirin
- **Potansiyel enerji tasarrufu**
 - %2 ila %10
- **Tipik uygulama süresi**
 - 1 ay ila altı ay
- **Tipik geri ödeme süresi**
 - Bir aydan az ila 2 yıl

3. Isı Tutma

- **Yaygın olarak kullanılan tedbirler**
 - Duvar yüzeyinden ısı kaybını azaltın – doğru ve uygun boyutta yalıtım ya da refrakter kullanın
 - Gereksiz delikleri kaldırın ya da kullanılmadıkları zaman kapatın
 - Termal görüntüleme sistemi kullanarak ya da görsel gözlem yoluyla yalıtımda – refrakterde hassas noktalar ya da boya kavrulması olup olmadığını düzenli olarak kontrol edin
 - Control door opening - size and duration
- **Potansiyel enerji tasarrufu**
 - %2 ila %10
- **Tipik uygulama süresi**
 - 1 hafta ila üç ay
- **Tipik geri ödeme süresi**
 - Bir haftadan az ila 2 yıl

4. Baca (Egzoz) Gazı Isı Geri Kazanımı

- **Yaygın olarak kullanılan tedbirler**

- Yanma havasını önceden ısıtın
- Şarj malzemesinin (yükün) kurutulması ya da önceden ısıtılması
- Isı basamaklama (daha düşük sıcaklıktaki prosesler için ısı kullanma)
- Tesislerde ya da proseslerde ya da mekan ısıtma için kullanılmak üzere su ya da hava ısıtma
- Ekonomik olması halinde buhar üretimi ve güç üretimi
- ORC tipi sistemler kullanarak güç üretimi

- **Potansiyel enerji tasarrufu**

- %10 ila %40

- **Tipik uygulama süresi**

- Üç ay ila altı ay

- **Tipik geri ödeme süresi**

- Altı ay ila bir kaç yıl

5. Sensörler ve Kontroller

- **Yaygın olarak kullanılan tedbirler**
 - Yanma, proses kontrolü, ürün kalite kontrol parametreleri vs. için uygun kontrollerin kullanılması
 - Hava girmesini ya da sıcak gaz (hava) kaçmasını azaltacak basınç kontrolü.
 - Sensörlerin, kontrol sistemi bileşenlerinin ve vana operatörlerinin kalibrasyon ve bakımının düzenli yapılması.
 - Proses modellemesine göre çevrim içi kontrollerin kullanılması
- **Potansiyel enerji tasarrufu**
 - %2 ila %10
- **Tipik uygulama süresi**
 - Hemen ila üç ay
- **Tipik geri ödeme süresi**
 - Bir ay ila altı ay

6. İleri malzeme kullanımı

- **Yaygın olarak kullanılan tedbirler**

- Tesisatın, tablaların, konveyörlerin vs. ağırlığını azaltmak için alternatif malzeme kullanılması
- Yüksek yoğunluklu yalıtım – refrakter malzemelerin yerine düşük yoğunluklu fiber malzemelerin ve bunların türevlerinin kullanılması
- Su soğutmalı parçaların yerine yüksek sıcaklık malzemelerinin kullanılması
- Isıtma sisteminin toplam ölçüleri ve kütlesini azaltacak Daha iyi tasarım yöntemleri

- **Potansiyel enerji tasarrufu**

- %5 ila %10

- **Tipik uygulama süresi**

- Üç ay ila bir yıl

- **Tipik geri ödeme süresi**

- İki hafta ila iki yıl.

7. Diğer tedbirler

- **Yaygın olarak kullanılan tedbirler**

- Genişletilmiş yüzeyler için ısı kaybının azaltılması (ortadan kaldırın, azaltın ya da koruyun).
- Fanlar, körükler, pompalar vs. için değişken hızlı tahrikler kullanın.
- Isıtma sisteminin ısınma ve soğumasını en aza indirin.
- Sistemi tasarım kapasitesinde ya da buna yakın çalıştırın
- Sistem çalışmadığı zaman soğuk hava girerek soğumaması için sistemi «sızdırmaz halde kapalı» tutun.
- Ayarlanmış ısıtma ve soğutma profillerine ya da uygun programlı ısıtma – soğutma'ya uyun
- Diğer - proses ve ısıtma sistemine özel

- **Potansiyel enerji tasarrufu**

- %2 ila %5

- **Tipik uygulama süresi**

- Hemen ila üç ay

- **Tipik geri ödeme süresi**

- Hemen ila iki yıl.



**Bilgi Notları, Kılavuz Dokümanlar, Bültenler, Broşürler,
Raporlar, Yazılım Araçları, Veri Kaynakları**



En son bilgi ve kaynaklar için DOE'nin aşağıdaki web sayfalarını ziyaret edin:

İleri İmalat Ofisi (AMO) Web Sayfası:

<http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/>

En İyi Uygulamalar Web Sayfası:

http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_deployment/index.html

Diğer Bilgiler Web Sayfası:

http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/industries_technologies/index.html

- **Srinivas Mirmira, Shane Harper ve Jennifer Lyon** - ABD Enerji Bakanlığı Politika ve Uluslararası İlişkiler Ofisi



- **Dr. Arvind Thekdi** - E3M Inc.

E3M, INC.

Energy and Environmental Efficiency Management

- **Sn. Nurettin Özdebir**, OSBÜK Başkanı
- **Dr. Yavuz Cabbar**
- **Sn. Erdal Çalikoğlu**, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı





Teşekkürler!

U.S. DEPARTMENT OF
ENERGY

Energy Efficiency &
Renewable Energy



Sachin Nimbalkar
Oak Ridge National Laboratory
nimbalkarsu@ornl.gov

Nasr Alkadi
Oak Ridge National Laboratory
alkadine@ornl.gov