



**BURSA ÇİMENTO**  
**FABRİKASI A.Ş.**

# ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI



TS EN ISO 9001:2000  
KY-184-03/KG-95  
OHS 95076



TS EN ISO 14001:2004  
ÇY-291/05



OHSAS 18001:1999  
OHS 95076



ÜRÜNÜN UYGUNLUK  
İŞARETİ

14.04.2009

BURSA ÇİMENTO FABRİKASI A.Ş.  
NİSAN 2009

1

# KONU BAŐLIKLARI

- KURULUŐ TANIIMI
- KISACA ÇİMENTO ÜRETİMİ
- ENERJİ TASARRUFUNA YÖNELİK YATIRIMLAR
- ENERJİ VERİMLİLİĞİ PROJE UYGULAMALARI

1. ISI GERİ KAZANIM TESİSİ (REKÜPERATÖR)

2. DÖNER FIRIN-2 FREKANS KONVERTÖRÜ UYGULAMASI  
( ELEKTRO FİLTRE FANI, ESKİ ABGAZ FANI VE YENİ ABGAZ FANI )

3. DÖNER FIRINLARA ELEVATÖRLÜ FARİN BESLEME SİSTEMİ

4. ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ





# 1. KURULUŐ TANIYIMI

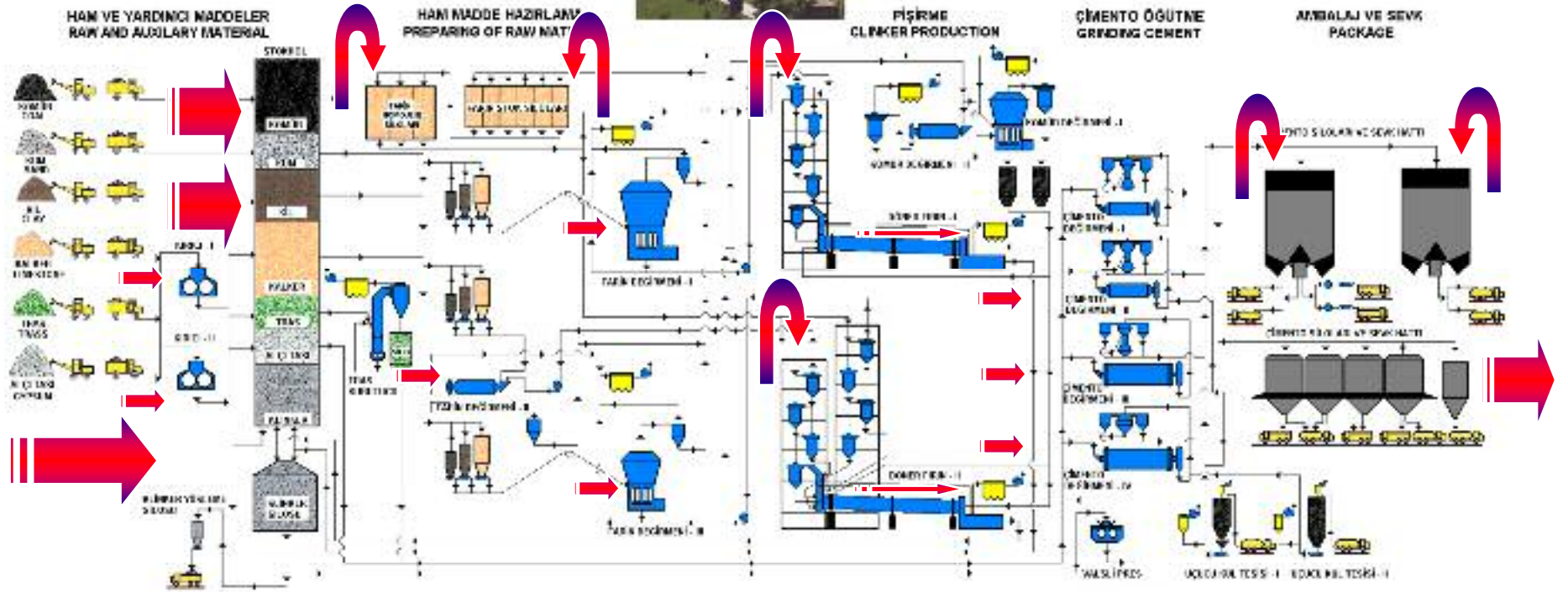




**BURSA ÇİMENTO FABRİKASI A.Ş.**  
**ÜRETİM AKIŞ ŞEMASI**

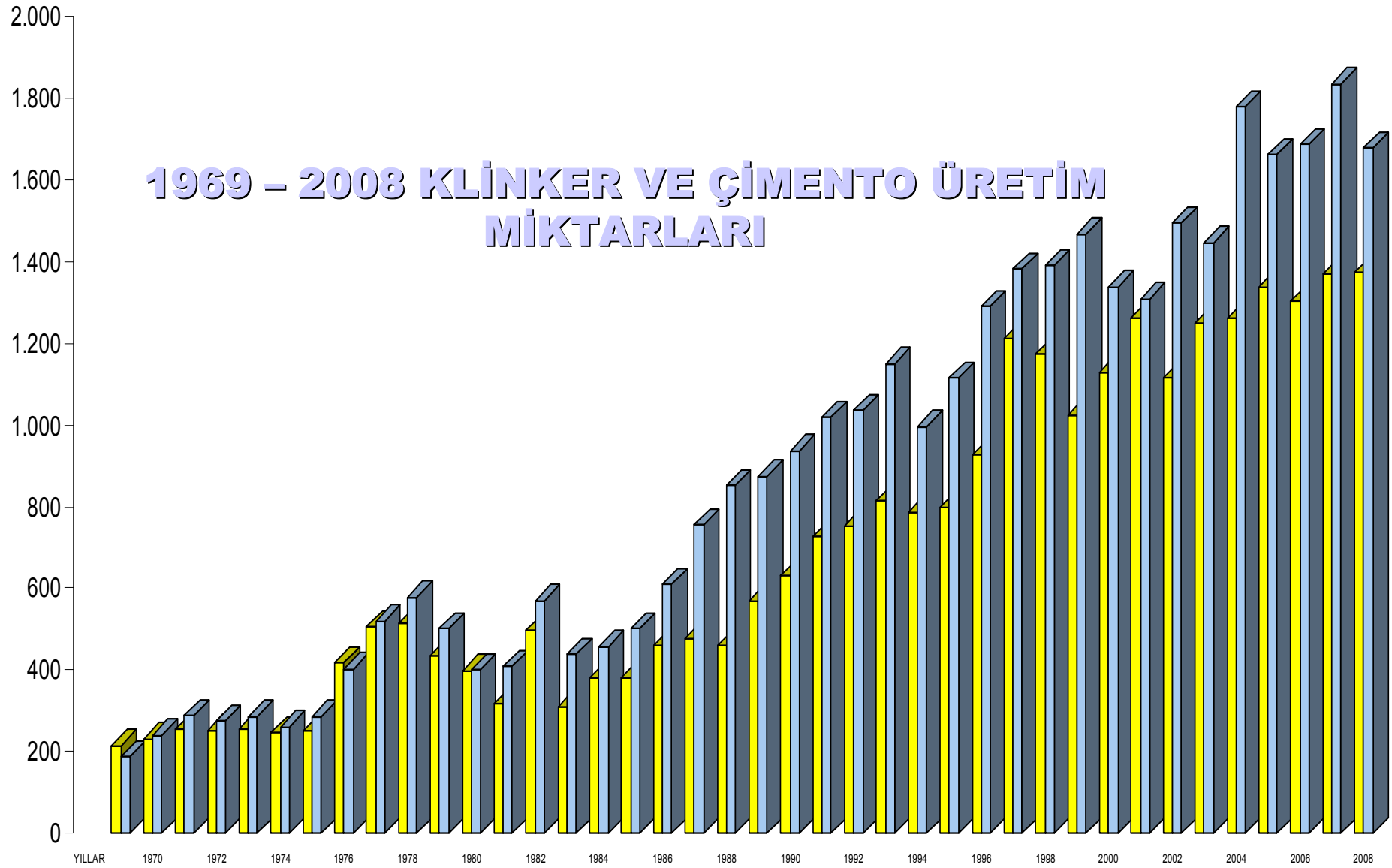


**BURSA CEMENT FACTORY**  
**PRODUCTION FLOW SHEET**



LEZİME	ÇUKURLUK	İNHALANCI	FAZ MEK. MİL	SİLOS OF RAW MEAL	SİZİMLER	ÖZEL MİL	BÜKÜLME	ÖZEL MİL	SİLOS OF CEMENT	EDİTÖR-BAĞIŞLAMA SİSTEMİ
FAZ I 200 t/a	FAZ I 575x510x90 90.000 Ton	FAZ I 100 t/a	FAZ I 200 t/a	FAZ I 2.000 t/a 1.2.000 t/a	FAZ I 2.000 t/a	FAZ I 200 t/a	FAZ I 200 t/a	FAZ I 200 t/a	FAZ I 2.000 t/a 1.2.000 t/a	FAZ I 2.000 t/a 1.2.000 t/a
FAZ II 200 t/a	FAZ II 575x510x90 90.000 Ton	FAZ II 100 t/a	FAZ II 200 t/a	FAZ II 2.000 t/a 1.2.000 t/a	FAZ II 2.000 t/a	FAZ II 200 t/a	FAZ II 200 t/a	FAZ II 200 t/a	FAZ II 2.000 t/a 1.2.000 t/a	FAZ II 2.000 t/a 1.2.000 t/a

## 1969 – 2008 KLİNKER VE ÇİMENTO ÜRETİM MİKTARLARI



# ENERJİ TASARRUFUNA YÖNELİK YATIRIMLAR

PROJE ADI	TOP.TAS.Mİ K.(TEP)	TAS.ORN. (%) TTM/PÖTET TTM/PÖUYET		TOP.YAT. (Euro) (x1.000)	GERİ ÖD. (Yıl )	CO <sub>2</sub> Aza. (TonYıl)	KÖM.EŞ (Ton/Yıl)
FUEL-OIL' DEN KÖM. GEÇ. (1984)							
D.F2 PREKALSİNASYON (1989)	0,0072 TEP/kg.Klinker <b>4073</b> TEP/Yıl	4,1	8,1			<b>14867</b>	<b>6761</b>
FAR-3 DİK DEĞİRMEN (1989)	1,12.10 <sup>-3</sup> TEP/kg.Farin <b>727</b> TEP/Yıl	15,3	44,6			<b>2670</b>	<b>1214</b>
D.F1 PREKALSİNASYON (1996) ( TERMAL)	0,0145 TEP/kg.Klinker <b>10.130</b> TEP/Yıl	8,2	16,4	<b>11.000</b>		<b>37217</b>	<b>16917</b>
D.F1 PREKALSİNASYON (1996) ( ELEKTRİK )	9,75.10 <sup>-4</sup> TEP/kg.Klinker <b>681</b> TEP/Yıl	8,1	29,9	-		<b>2501</b>	<b>1137</b>
FAR-1 DİK DEĞİRMEN (1996)	4,49.10 <sup>-4</sup> TEP/kg.Farin <b>518</b> TEP/Yıl	6,0	22,1	<b>6.200</b>		<b>1903</b>	<b>865</b>



# ENERJİ TASARRUFUNA YÖNELİK YATIRIMLAR

PROJE ADI	TOP.TAS.MİK.( TEP)	TAS.ORN. (%) TTM/PÖTET TTM/PÖUYET		TOP.YAT. (Euro) (x1.000)	GERİ ÖD. (Yıl )	CO <sub>2</sub> Aza. (Ton/Yıl)	KÖM.EŞ (Ton/Yıl)
<b>VALSLİ PRES (1993)</b>	6,21.10 <sup>-4</sup> TEP/kg. Çimento <b>394 TEP/Yıl</b>	7,4	19,4	<b>2.600</b>		<b>1448</b>	<b>658</b>
<b>UÇUCU KÜL TES. (2001)</b>	4,73.10 <sup>-4</sup> TEP/kg. Çimento <b>139 TEP/Yıl</b>	5,8	14,7	<b>280</b>	<b>1,3</b>	<b>510</b>	<b>232</b>
<b>UÇUCU KÜL TES. (2003)</b>	4,73.10 <sup>-4</sup> TEP/kg. Çimento <b>139 TEP/Yıl</b>	5,8	14,7	<b>280</b>	<b>1,3</b>	<b>510</b>	<b>232</b>
<b>TRAS KURUTUCU (1998)</b>	<b>256 TEP/Yıl</b>			<b>3.000</b>	<b>6</b>	<b>942</b>	<b>428</b>
<b>ATIK GAZDAN ISI GERİKAZANIMI (2002)</b>	<b>624 TEP/Yıl</b>	0,6	100, 0	<b>180</b>	<b>3,8</b>	<b>2292</b>	<b>1042</b>
<b>4 NOLU ÇİM.DEĞ. MODİFİKASYONU (2003)</b>	<b>793 TEP/Yıl</b>				<b>0.38</b>	<b>2913</b>	<b>1324</b>
<b>Frekans Konvertörü (D.FIRIN 2) (2004)</b>	634 TEP/Yıl			338	1,38	<b>2330</b>	<b>1059</b>
<b>ELEVATÖR (2006)</b>	181 TEP/Yıl			735	7,04	<b>664</b>	<b>302</b>
<b>ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİS. (2007)</b>	64 TEP/Yıl			174	3,4	<b>235</b>	<b>107</b>
						<b>71.002</b>	<b>32.278</b>

# GİRİŞ

Enerji, insanlığın varlığını sürdürebilme yeteneğinin devamı açısından en büyük problemlerden biri olarak ortada durmaktadır. Klasik enerji kaynakları ile sürdürülebilir bir gelişmenin sağlanamayacağı artık tüm taraflarca kabul görmüştür.

Artık enerjinin verimli olarak kullanılmasının ötesinde alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasının kaçınılmazlığı net olarak ortaya çıkmıştır. Aksi takdirde fosil yakıt kaynaklı sera gazı emisyonlarının etkilerinin ortadan kaldırılmasının imkansız olduğu ispatlanmıştır.

Enerji, global problemlerin yanında tabii ki ulusal bazda da giderek önem kazanan bir hal almıştır. Özellikle enerji kaynaklarımızın giderek azalması ve dışa bağımlı olmamızdan dolayı enerjinin verimli kullanımı ve tasarrufu için çeşitli uygulamalara gidilmesi gerekmektedir. Enerjinin tasarrufu için öncelikle tüketimler ve meydana gelen çeşitli kayıplar belirlenmeli, daha sonra gerekli tedbirler alınarak, kayıpların mümkün olduğu kadar azaltılması yoluna gidilmelidir.

Enerji verimliliği ve tasarrufu çalışmaları; yaşam standardı, üretim ve kaliteden ödün vermeden, sadece mevcut olan enerjinin en etkin şekilde kullanılması amaçlanarak bir plan ve programa dayalı olarak yapılmalıdır.

Özellikle çimento ve demir-çelik gibi enerji yoğun sektörlerde -Enerji Verimliliği Yasası gereğince enerji yönetim birimleri olmalıdır. Bu kapsamda Fabrikamız, 1996 yılında Enerji Kontrol Birimi'ni kurmuştur ve geçmişten günümüze çeşitli zamanlarda gerekli yatırımlarla enerji verimliliği projelerini uygulamaya geçirmiştir.

Son yıllarda yaptığımız ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin düzenlemiş olduğu Sanayide Enerji Verimliliği Proje yarışmalarında ödül ve plaket alan bu uygulamalardan 4 tanesi şöyledir:

1. **Isı Geri Kazanım Tesisi (Rekuperatör),**
2. **Döner Fırın-2 Elektro Filtre fanı, Eski Abgaz fanı ve Yeni Abgaz fanı Frekans konvertörü uygulaması,**
3. **Döner Fırınlara Elevatörlü Farin Besleme Sistemi,**
4. **Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi.**



## 1. ISI GERİ KAZANIM TESİSİ (REKÜPERATÖR)

Fabrikanın ve Sosyal Tesislerin ısıtılması ve sıcak su kullanım ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik kömürle çalışan 1.200.000 kCal/Saat kapasiteli Kazan Dairesi vardır. Kazan Dairesi yılda yaklaşık 1.050 ton kömür sarf etmektedir.

Çimento üretiminde yarı mamul olarak kullanılan klinker, döner fırınlardan elde edilmektedir. Döner Fırın soğutma ünitelerinde, klinkerin 1.350 oC'den 100 oC'ye soğutulması esnasında açığa çıkan gazların bir kısmı yanma havası olarak fırınlarda kullanılmaktadır. Kalan kısmı ise dışarı atılmaktadır. Döner Fırın soğutma atık sıcak gazı kullanılarak 3.000.000 kCal/Saat'lik Isı Geri Kazanım Tesisi (Rekuperatör) kurulmuştur. Elde edilen buhar, ısınma ve sıcak su ihtiyacı için kullanılmaktadır. Bunun sonucunda Kazan Dairesinde kömür sarfiyatı önemli ölçüde azalmıştır. Kazan Dairesi, sadece Döner Fırının revizyon bakımlarında devreye alınmaktadır.

Rekuperatör sisteminin devreye alınmasından sonra yılda ortalama 700 ton kömür tasarrufu (4.200.000.000 kCal/Yıl) sağlanmıştır. Ayrıca Kazan Dairesinde çalışan 4 eleman boşa çıkmıştır.

### Proje Süreçleri:

Planlama	: 2001
Proje Hazırlama	: Haziran 2002
Uygulama	: Ekim-Kasım 2002
Bitiş	: Aralık 2002
İzleme	: 2003-2004

### Proje Uygulaması Öncesi Durum:

Fabrikanın ısınma ve sıcak su ihtiyacı mevcut Kazan Dairesi çalıştırılarak karşılanmaktadır. Kazan Dairesinde yılda ortalama 1.050 ton kömür yakılmaktadır.

Kazan Dairesi kapasitesi	: 1.200.000 kCal/Saat
Döner Fırın-1 soğutma atık ısı debisi	: 210.000 m <sup>3</sup> /Saat
Döner Fırın-1 atık gaz sıcaklığı	: 270 °C

Yapılan hesaplar sonucunda Rekuperatör Tesisi ile bu gaz sıcaklığında 5-6 bar basınçta, 4,5 ton kuru buhar elde edilebileceği görülmüştür.

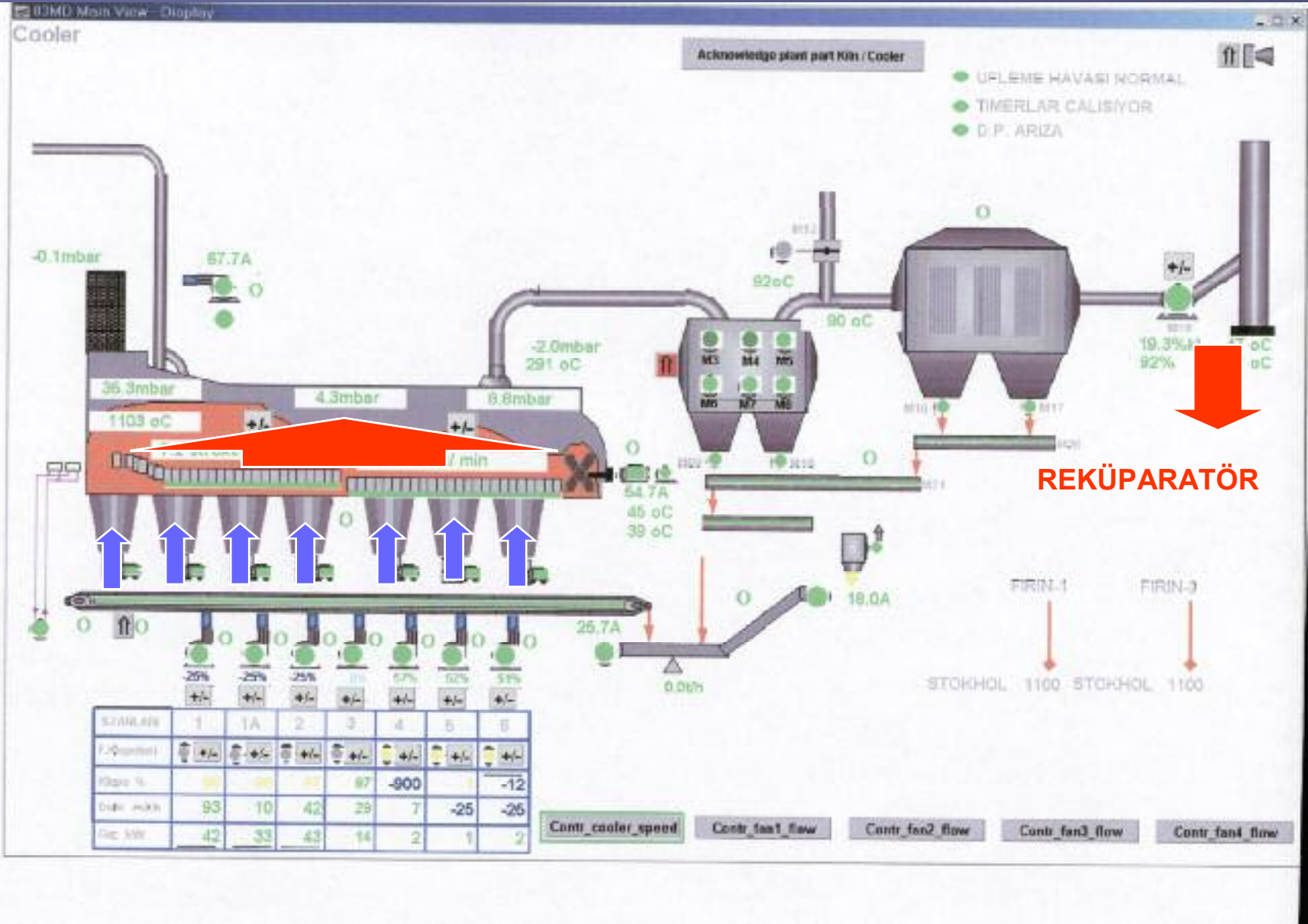
## Uygulama:

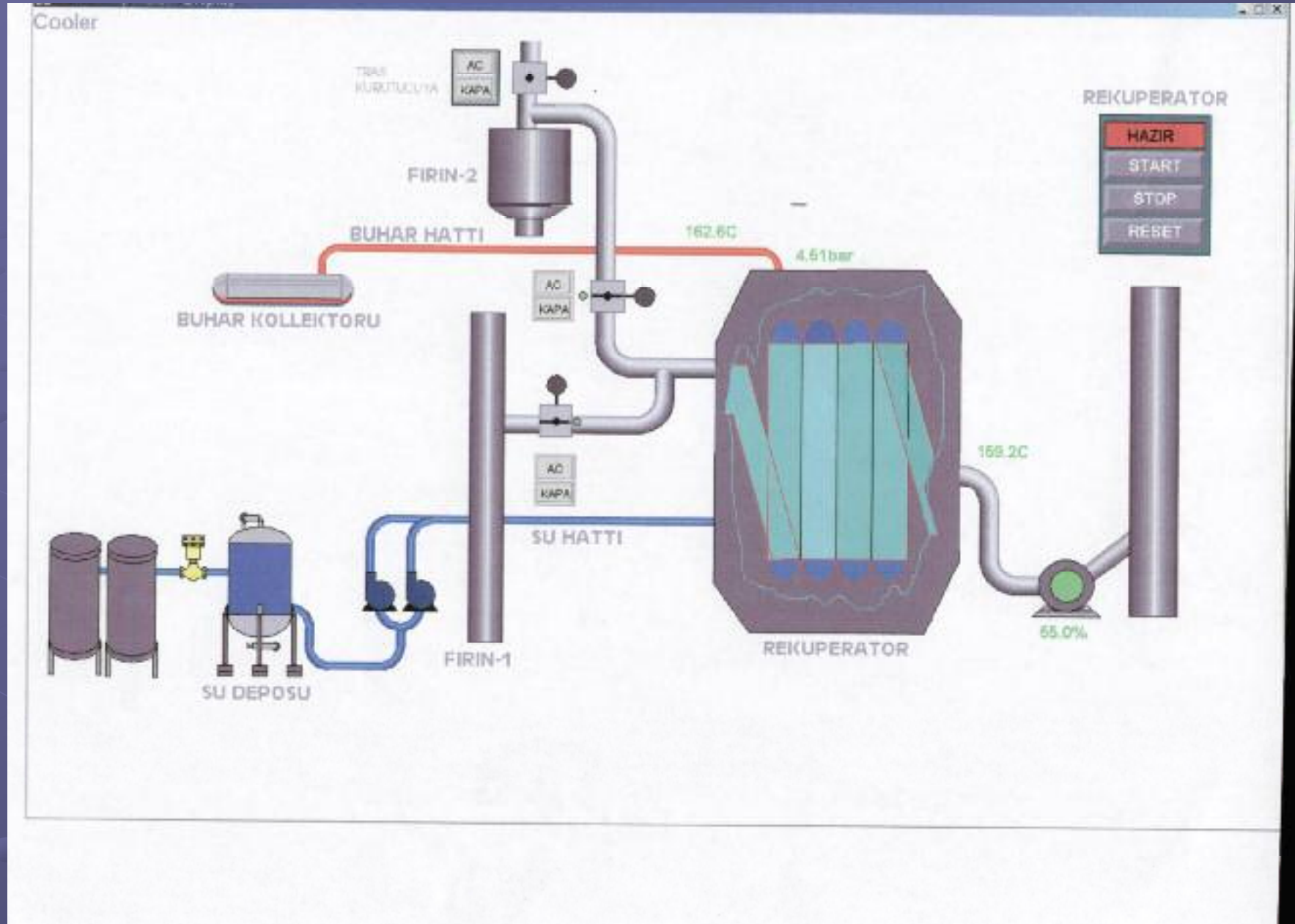
2002 yılının Ekim ve Kasım aylarında montaj işleri bitirilmiştir. Bu sistemde set edilen buhar basıncına göre devir ayarlı bir fan ile sıcak atık gaz emilerek reküperatörden geçirilmekte ve kullanıma hazır buhar elde edilmektedir.

## Tasarruf Miktarı:

Toplam Tasarruf Miktarı (Enerji)	: 420	TEP
Toplam Tasarruf Miktarı (Enerji)	: 4.200.000.000	kCal/yıl
Toplam Tasarruf Miktarı (Maliyet)	: 65.500	\$/Yıl
Toplam Tasarruf Miktarı (Maliyet)	: 97.595.000.000	TL/Yıl
Tasarruf Oranı (4.200.000.000/1.068.402.000.000)	: 0,39	%
(Tasarruf miktarı/Uygulama öncesi toplam yakıt enerjisi tüketimi)		
Tasarruf Oranı (4.200.000.000/6.300.000.000)	: 66,66	%
(Tasarruf miktarı/Uygulama öncesi proje yerindeki ekipmanın toplam yakıt enerjisi tüketimi)		
* Esas alınan döviz kuru	: 1.490.000	TL/\$







BURSA ÇİMENTO FABRİKASI A.Ş.  
NİSAN 2009

## Maliyet Analizi:

Yatırım Miktarı : 260.000.000.000 TL (198.000 \$)

Esas alınan döviz kuru : 1.310.000 TL/\$ (2002 yılı Eylül ayı)

Geri ödeme süresi : Yatırım Miktarı / Tasarruf

: 198.000 \$ / 65.500 \$/Yıl

: 3 Yıl

Fabrikamızın şu andaki ihtiyacı 1.200.000 kCal/Saat olmasına karşın ilerideki ihtiyaçlarımızda düşünülerek Reküperatör Tesisi atık gazın tamamını kullanabilecek şekilde 3.000.000 kCal/Saat kapasiteli olarak seçilmiştir.

Reküperatör Sistemindeki 1.800.000 kCal/Saat'lik atıl kapasite kullanılarak, Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi düşünülmektedir. Böylece fabrikada ihtiyaç duyulan yerlerin klimatizasyonu sağlanacaktır.



## 2. DÖNER FIRIN-2 FREKANS KONVERTÖRÜ UYGULAMASI ( ELEKTRO FİLTRE FANI, ESKİ ABGAZ FANI VE YENİ ABGAZ FANI )

Endüstride kullanılan birçok fan sistemlerinde, çalışma şartlarının değişimine bağlı olarak akışkan debisinin ayarlanması gerekmektedir. Debi ayarlamasında, yaygın olarak klape veya vana kontrollü sistemler, kayış-kasnak mekanizmaları ve frekans konvertörlü sistemler kullanılmaktadır. Klape veya vana ile yapılan debi ayarı, fan karakteristik eğrilerinde de görüleceği üzere, sistem basıncının artmasına bağlı olarak debinin azalması esasına dayanmaktadır.

Bu uygulama ile fan, daha düşük verim ile çalışmaya itilmektedir. Akışı engelleyerek debiyi kontrol eden bu tür yöntemler, sürtünme nedeniyle önemli miktarda enerji kaybına sebep olurlar.

Döner Fırın-2 ünitemizde 2 adet siklon kulesi olduğu için 2 adet abgaz fanı ve 1 adet elektro filtre fanı bulunmakta ve bu fanların debisi klapa kontrolüyle yapılmaktaydı. Bilindiği gibi fanlarda çekilen güç, devirin küpü ile orantılıdır. Dolayısıyla debinin klapa ile ayarlanması yerine frekans konvertörüyle yapılması sonucunda bir enerji tasarrufu söz konusu olacaktır.

2002 yılı Döner Fırın-2 revizyonunda enerji sarfiyatını düşürmeye yönelik olarak elektro filtre, eski abgaz ve yeni abgaz fanlarının 6 kV olan motorları değiştirilerek frekans konvertörü uygulaması yapılmıştır.

Yapılan uygulamadan sonra fanların ton-klinker başına sarf ettiği enerji 19,08 kWh/Ton-Klinker'den 14,42 kWh/Ton-Klinker'e düşerek, **4,66 kWh/Ton-Klinker** enerji tasarrufu sağlanmıştır.

### Proje Süreçleri:

Planlama	: 2001
Proje Hazırlama	: 2001
Uygulama	: 2002
Bitiş	: 2002
İzleme	: 2002 – 2005

### Proje Uygulaması Öncesi Durum:

Proje uygulaması öncesinde Elektro filtre, Eski abgaz ve Yeni abgaz fanlarının motor ve fan bilgileri;

#### Elektro Filtre Fanı,

Fan debisi	: 270.000 m <sup>3</sup> /h
Motor	: 315 kW, 39,5 A, 6000 V, 974 d/d ve cosφ :0,83

#### Eski Abgaz Fanı,

Fan debisi	: 152.200 m <sup>3</sup> /h
Motor	: 500 kW, 61 A, 6000 V, 1479 d/d ve cosφ :0,83

#### Yeni Abgaz Fanı,

Fan debisi	: 216.000 m <sup>3</sup> /h
Motor	: 710 kW, 85 A, 6000 V, 980 d/d ve cosφ :0,85

Uygulama öncesinde Eski abgaz fanı % 92-95 klape açıklığında, Yeni abgaz % 92-95 klape açıklığında çalışmaktaydı. Elektro filtre fanı ise, Kömür değirmeni çalışırken % 67 klape açıklığında, dururken % 85 klape açıklığında çalışmaktaydı.

Ayrıca Döner Fırının tuğla duruşlarında fırını soğutmak ve tozumu önlemek için elektro filtre ve eski abgaz fanı çalıştırılmakta, boşta çalışmalarda da fazla enerji tüketmekteydi. Aşağıdaki tabloda da görüleceği üzere Mart 2001 ve Ocak 2002'de Döner Fırın-2 revizyon duruşunda olduğundan spesifik enerji değerleri yüksektir.

Fanların sarf ettiği enerjiler, Döner Fırın-2'nin klinker üretimi ve sadece fanların spesifik enerji değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.



	Eski Abgaz (kWh)	Yeni Abgaz (kWh)	Elektro Filtre fanı (kWh)	D.Fırın-2 Klinker		
				Toplam (kWh)	(Ton)	kWh/t
Oca.01	355.287	426.780	199.590	981.657	54.440,99	18,03
Şub.01	305.843	363.180	178.782	847.805	43.240,05	19,61
Mar.01	199.980	216.972	149.058	566.010	24.819,13	22,81
Nis.01	347.600	411.300	195.810	954.710	52.630,00	18,14
May.01	340.200	404.880	195.000	940.080	50.853,13	18,49
Haz.01	343.320	400.440	193.656	937.416	51.129,15	18,33
Tem.01	313.530	391.440	188.664	893.634	46.896,02	19,06
Ağu.01	352.070	422.976	200.670	975.716	53.948,18	18,09
Eyl.01	307.390	329.724	175.854	812.968	41.902,91	19,4
Eki.01	339.821	420.972	198.666	959.459	52.541,43	18,26
Kas.01	326.669	395.592	189.906	912.167	48.076,77	18,97
Ara.01	322.565	389.196	190.944	902.705	45.293,33	19,93
Oca.02	169.475	159.432	98.442	427.349	16.488,82	25,92
				<b>11.111.676</b>	<b>582.259,90</b>	<b>19,08</b>

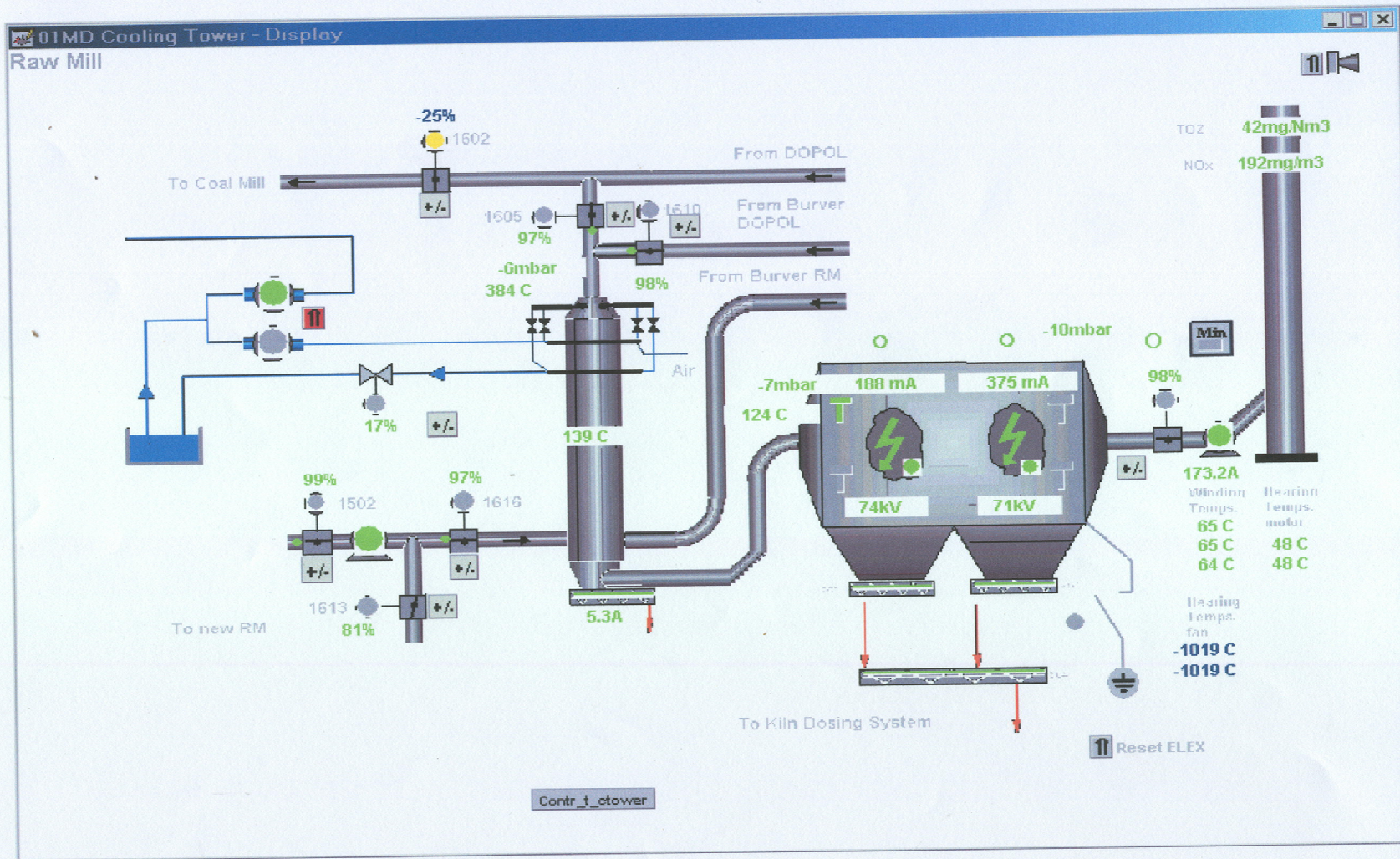
Tablodan görüleceği üzere fanların 13 aylık toplam enerji tüketimleri 11.111.676 kWh'tir. Döner Fırın-2 ünitesinin aynı dönemde toplam klinker üretimi 582.259,902 ton'dur. Buna göre, 3 adet fan ton-klinker başına 19,08 kWh enerji sarf etmiştir.

## Uygulama:

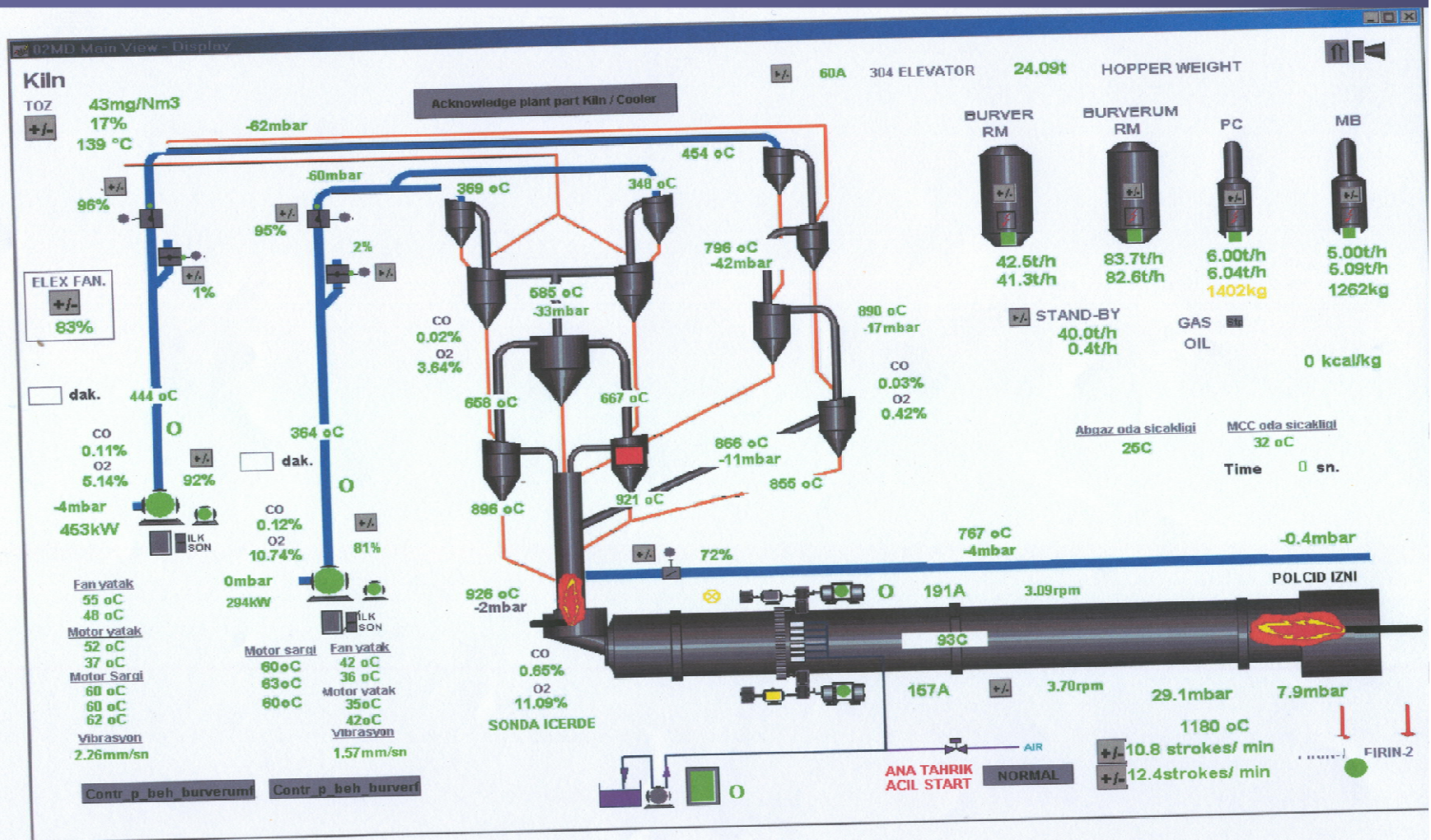
Endüstride kullanılan birçok fan sistemlerinde, çalışma şartlarının değişimine bağlı olarak akışkan debisinin ayarlanması gerekmektedir. Diğer yandan, kullanılan fanların çoğu emniyet açısından gereğinden büyük kapasitede seçilmektedir. Bunun sonucu olarak, fanlar genellikle tasarlanan debilerin altında yani düşük verim ile çalışmakta ve bu nedenle enerji kaybı söz konusu olmaktadır.

Debi ayarlamasında, yaygın olarak klape veya vana kontrollü sistemler, kayış-kasnak mekanizmaları ve frekans konvertörlü sistemler kullanılmaktadır. Klape veya vana ile yapılan debi ayarı, fan karakteristik eğrilerinde de görüleceği üzere, sistem basıncının artmasına bağlı olarak debinin azalması esasına dayanmaktadır. Bu uygulama ile fan, daha düşük verim ile çalışmaya itilmektedir. Akışı engelleyerek debiyi kontrol eden bu tür yöntemler, sürtünme nedeniyle önemli miktarda enerji kaybına sebep olurlar.











## Bilindiği gibi fanlarda;

Debi devir sayısı ile orantılıdır,  
Basınç devir sayısının karesi ile değişir,  
Güç devir sayısının küpüyle değişir.

Teorik olarak, devir sayısının %85'e indirilmesi durumunda debi %85, basınç %72 ( $=0,85 \times 0,85$ ) ve güç % 61,4 ( $=0,85 \times 0,85 \times 0,85$ ) değerine düşmektedir.

1996 yılı yatırımında Döner Fırın-1 ünitemizin Elektro filtre (250 kW, 690V) ve Abgaz fanları (1100 kW, 690V) frekans konvertörlü olarak seçilmiştir ve bu ünitemizin spesifik enerji tüketimi 26,50 kWh/ton-klinker civarındadır. Yukarıda anlatılanların ve Döner Fırın-1 ünitemizde yapılan uygulama ışığında, Döner Fırın-2 ünitemizdeki klape kontrolü ile çalışan Elektro filtre, Eski abgaz ve Yeni abgaz fanlarında da frekans konvertörü uygulaması yaparak enerji tasarrufu yapılabileceği öngörülmektedir.

Uygulama sırasında öncelikle motorların çalışma gerilimi 6 kV olduğu için, gerilimi 690 V olan 3 adet motor ve frekans konvertörleri ile 1 adet 6,3/0,69 kV, 2500kVA besleme transformatörü satın alındı. Satın alınan motorların bilgileri şöyledir.

### **Elektro Filtre Fanı,**

Motor : 315 kW,  
325 A, 690 V, 991 d/d ve  $\cos\phi : 0,84$

### **Eski Abgaz Fanı,**

Motor : 500 kW,  
490 A, 690 V, 1489 d/d ve  $\cos\phi : 0,88$

### **Yeni Abgaz Fanı,**

Motor : 710 kW,  
706 A, 690 V, 995 d/d ve  $\cos\phi : 0,86$

	<b>Fanların Toplam Enerjisi (kWh)</b>	<b>Klinker (Ton)</b>	<b>Spesifik Enerji kWh/t</b>
<b>Şub-2002 / Ara-2002</b>	7.270.944	473.623,971	15,35
<b>2003</b>	8.803.272	581.723,947	15,13
<b>2004</b>	8.277.840	600.063,491	13,79
<b>Oca-2005 / Tem-2005</b>	4.260.720	328.350,101	12,98
<b>TOPLAM</b>	<b>28.612.776</b>	<b>1.983.761,510</b>	<b>14,42</b>

Tasarruf miktarı : 19,08 – 14,42  
: 4,66 kWh/t-klinker

Yıllık klinker üretimi : 566.789 Ton/Yıl

(Döner Fırın-2'nin Şubat 2002'den Temmuz 2005 arasındaki üretim değerlerine göre ortalama olarak hesaplanmıştır.  $1.983.761,51/42 \times 12 = 566.789$ )

Yıllık enerji tasarrufu : 4,66 (kWh/t) x 566.789 (t/Yıl)  
: **2.641.236 kWh/Yıl**

Yapılan uygulamadan sonra fanların ton-klinker başına sarf ettiği enerji 19,08 kWh/Ton-Klinker'den 14,42 kWh/Ton-Klinker'e düşerek,

**4,66 kWh/Ton-Klinker'lik** enerji tasarrufu sağlanmıştır.



### Tasarruf Miktarı:

Tasarruf Miktarı (Enerji)	: 634	TEP/Yıl
Tasarruf Miktarı (Enerji)	: 2.641.236	kWh/Yıl
Tasarruf Miktarı (Maliyet)	: 244.049,52	YTL/Yıl (184.886 €/Yıl)
Tasarruf Oranı	: 0,43	% (Tasarruf/Uygulama Öncesi Fabrikanın Toplam Enerji Tüketimi)

Tasarruf Oranı	: 24,42	% (Tasarruf/Uygulama Öncesi Proses veya Ekipman Enerji Tüketimi)
----------------	---------	--

Toplam Yatırım Miktarı	: 337.570,20	YTL (255.735 €)
Projenin Geri Ödeme Süresi	: 1,38	Yıl (Yaklaşık 16 Ay)

1 kWh = 2.400 kCal,  
1 € = 1,32 YTL olarak alınmıştır. (Ocak 2002)

### Maliyet Analizi:

Yatırım miktarı	: 337.570,20	YTL (255.735 €)
Geri ödeme süresi	: <b>1,38</b>	<b>Yıl</b> (Yaklaşık 16 Ay)

### 3. DÖNER FIRINLARA ELEVATÖRLÜ FARİN BESLEME SİSTEMİ

Önceki yıllarda Döner Fırınlara farin (hammadde) besleme sevk sistemleri pnömatik olarak kompresörlerle yapılmaktaydı. Siklon kulelerinin 50 metrenin üzerinde olması ve bu metrenin üzerindeki elevatör teknolojisinin gelişmemiş olmasından kaynaklanan problemler nedeniyle pnömatik sevk sistemleri tercih edilirdi. Fabrikamızdaki 2 adet Döner Fırının farin besleme sevk sistemleri de pnömatikti. Pnömatik sevk sistemlerinde fırına hammaddenin yanında gereksiz olarak kompresörün sevk havası da verilmekte, bu da kalori kaybına ve abgaz fanlarının yükünün artmasına yol açmaktadır.

Günümüz teknolojisinde yüksek metrelerde sorunsuz çalışabilecek elevatörler geliştikçe farin besleme sevk sistemlerinde tercihler elevatör lehine kaymaya başladı. Bu gelişmelerden sonra Fabrikamızda araştırma ve incelemelerden sonra elevatörlü sevk sistemine geçmiştir.

Pnömatik sevk sisteminden elevatörlü sevk sistemine geçmekle; ilk olarak kompresörler elevatörlere göre daha fazla elektrik enerjisi tükettiği için buradan bir enerji tasarrufu sağlandı, ikinci olarak fırına gereksiz hava verilmesi kesildi ve kalori kayıpları azaldı, üçüncü olarak ta abgaz fanlarının yükünün azalmasından kaynaklanan % 3-4 civarında kapasite artışı sağlandı.

### Proje Süreçleri:

Planlama	: 2004
Proje Hazırlama	: Mayıs-Aralık 2005
Uygulama	: Mayıs-Kasım 2006
Bitiş	: Kasım 2006
İzleme	: Kasım 2006-Eylül 2007

Bu proje kapsamında hammadde dozajlama sisteminin modifikasyonu da ele alınarak projeye dâhil edildi. 2006 yılında da gerekli malzeme ve montaj siparişlerine çıkılıp uygulamaya geçildi. 2006'nın Kasım ayında da uygulama tamamlanıp elevatörlü sevk sistemi ve dozajlama sistemi devreye alınmış oldu.

Pnömatik sevk sisteminden elevatörlü sevk sistemine geçmekle; ilk olarak kompresörler elevatörlere göre daha fazla elektrik enerjisi tükettiği için buradan bir enerji tasarrufu sağlanmıştır. İkinci olarak %3-4 civarında kapasite artışı sağlanmış, farin beslemenin stabil olması sayesinde pişme ve yanma verimliliği iyileşmiş, abgaz arkası sıcaklık değerlerinde ve O<sub>2</sub> değerlerinde düşme gözlemlenmiştir.



## Diğer bilgiler:

Uygulama öncesi ve sonrası Döner Fırınların üretim, enerji sarfı, spesifik enerji sarfı ve çalışma saatleri ile ilgili tablolar aşağıda verilmiştir.

	DF1 Çalışma Saati (Saat)	DF1 Ütümü (Ton)	DF1 Kapasite (Ton/Saat)
2002	6.703	624.030	93,1
2003	7.276	668.676	91,9
2004	7.174	660.094	92,0
2005	8.051	745.015	92,5
2006	7.758	709.269	91,4
<b>TOPLAM</b>	<b>36.962</b>	<b>3.407.084</b>	<b>92,2</b>
2007	6.068	577.487	95,2

Son 5 yıla göre Döner Fırın-1'in kapasite artışı :  $95,2/92,2 \times 100 - 100$   
: % 3,25

	DF2 Çalışma Saati (Saat)	DF2 Üetimi (Ton)	DF2 Kapasite (Ton/Saat)
2002	6.641	490.113	73,8
2003	7.632	581.724	76,2
2004	7.941	600.063	75,6
2005	7.869	592.508	75,3
2006	7.867	593.432	75,4
<b>TOPLAM</b>	<b>37.950</b>	<b>2.857.840</b>	<b>75,3</b>
2007	6.102	478.099	78,4

Son 5 yıla göre Döner Fırın-2'in kapasite artışı :  $78,4/75,3 \times 100 - 100$   
: % **4,11**

Yukarıdaki tablolardan da görüleceği gibi % 3-4 civarında bir kapasite artışı sağlanmıştır. Bu da spesifik enerjinin düşmesini sağlamıştır.

Kapasite artışından kaynaklanan spesifik enerjideki düşüşü ve yıllık tasarruf miktarını hesaplırsak;

	Klinker Üretimi (Ton)	Enerji Sarfı (kWh)	Spesifik Enerji Sarfı (kWh/Ton-Klinker)
2002	1.114.142	33.368.771	29,95
2003	1.250.401	36.658.331	29,32
2004	1.260.157	35.461.267	28,14
2005	1.337.523	37.361.666	27,93
2006	1.302.701	37.125.272	28,50
<b>TOPLAM</b>	<b>6.264.924</b>	<b>179.975.307</b>	<b>28,73</b>

2007	(9 Aylık)	1.055.586	28.741.206	27,23
------	-----------	-----------	------------	-------

2007 yılı 9 aylık Spesifik Enerji Sarfı ile Son 5 yılın Spesifik Enerji Sarfı farkı;

<b>Fark =</b>	<b>1,50</b>	<b>kWh/Ton-Klinker</b>
---------------	-------------	------------------------

Pnömatik sevk sistemiyle çalışırken Fırınlarda sarf edilen  
Spesifik Enerji : 28,73 kWh/Ton-Klinker

(Son 5 yılın ortalaması)

Elevatörlü sevk sistemiyle çalışırken Fırınlarda sarf edilen

Spesifik Enerji : 27,23 kWh/Ton-Klinker (2007 yılı 9 aylık ortalama)

Enerji Tasarrufu : 28,73 – 27,23

**: 1,50 kWh/Ton-Klinker**

Yıllık enerji tasarrufu : 1,5 kWh/Ton x 1.400.000 Ton/Yıl

**: 2.100.000 kWh/Yıl**

**Not:** (Yıllık klinker üretiminin 9 aylık üretim miktarına ve üretim planına göre 1.400.000 Ton olacağı öngörülmüştür.)



**Yıllık enerji tasarrufu** : **181 TEP/Yıl** (1 kWh = 860 kCal)

**Yatırım maliyeti** : 735.000 €

: 1.293.600 YTL

**Yıllık tasarruf miktarı** : 2.100.000 kWh/Yıl x 0,0875  
YTL/kWh

: 183.750,00 YTL/Yıl

**Yatırımın geri ödeme süresi** : 1.293.600 YTL / 183.750 YTL/Yıl

**: 7,04 Yıl**

**Not:** Kapasite artışıyla elde edilen 45.000 – 50.000 Ton klinkerden sağlanan kâr miktarı yatırımın geri dönüş hesabına katılmamıştır.

1 kWh : 0,0875 YTL/kWh (0,05 €/kWh)

1 € : 1,76 YTL

Sonuç olarak pnömatik taşıma sistemleri gerek ilk yatırım maliyetlerinin düşük olması gerekse uygulama ve montaj kolaylıkları açısından işletmelerde tercih edilen bir yöntem olarak görülmektedir. Ancak bütün bunlara enerji tarafından bakarsak işletmelere maliyetinin daha fazla olduğu açıktır.

Mekanik sevk sistemleri teknolojilerindeki gelişmeler ve enerji maliyetlerindeki artışlar ile (çok zorunlu haller dışında) pnömatik sevk sistemleri yavaş yavaş terk edilmektedir. Bu kapsamda ülkemizdeki çimento fabrikaları yeni yatırımlarında mekanik olan elevatörlü sevk sistemlerini tercih etmektedirler.

## 4. ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ

Günümüzde genel olarak binaların soğutulmasında klimalar veya hava apareyleri kullanılmaktadır. Son zamanlarda işletmeler, oteller vb. yerlerde daha verimli ve bakımı kolay olan merkezi soğutma sistemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Bu sistemlerden en çok kullanılanı ise, elektrik enerjisi tüketerek proses suyunu 7-12 °C'ye düşürerek odalara soğuk su gönderen mekanik Chiller'lerdir. Diğer bir sistem ise Absorption Chiller'dir.

Fabrikamızda Döner Fırınların atık ısını değerlendirerek buhar elde eden bir reküperatör sistemi vardır. Bu sistemin kapasitesi 3.000.000 kcal olup mevcut sıcak su ihtiyacı ise 1.000.000 kCal'dir. Dolayısıyla reküperatör sisteminde 2.000.000 kcal'lik bir potansiyel vardır. Kullanılmayan potansiyel buharın bir kısmının ünitelerin soğutulmasında değerlendirilmesi amacıyla 2006 yılında 800 kW (690.000 kcal) soğutma kapasiteli Absorpsiyon Chiller sistemi kurulmuştur.

## Proje Süreçleri:

Planlama	: 2005
Proje Hazırlama	: Ocak-Şubat 2006
Uygulama	: Mayıs-Kasım 2006
Bitiş	: Kasım 2006
İzleme	: Kasım 2006-Ekim 2007

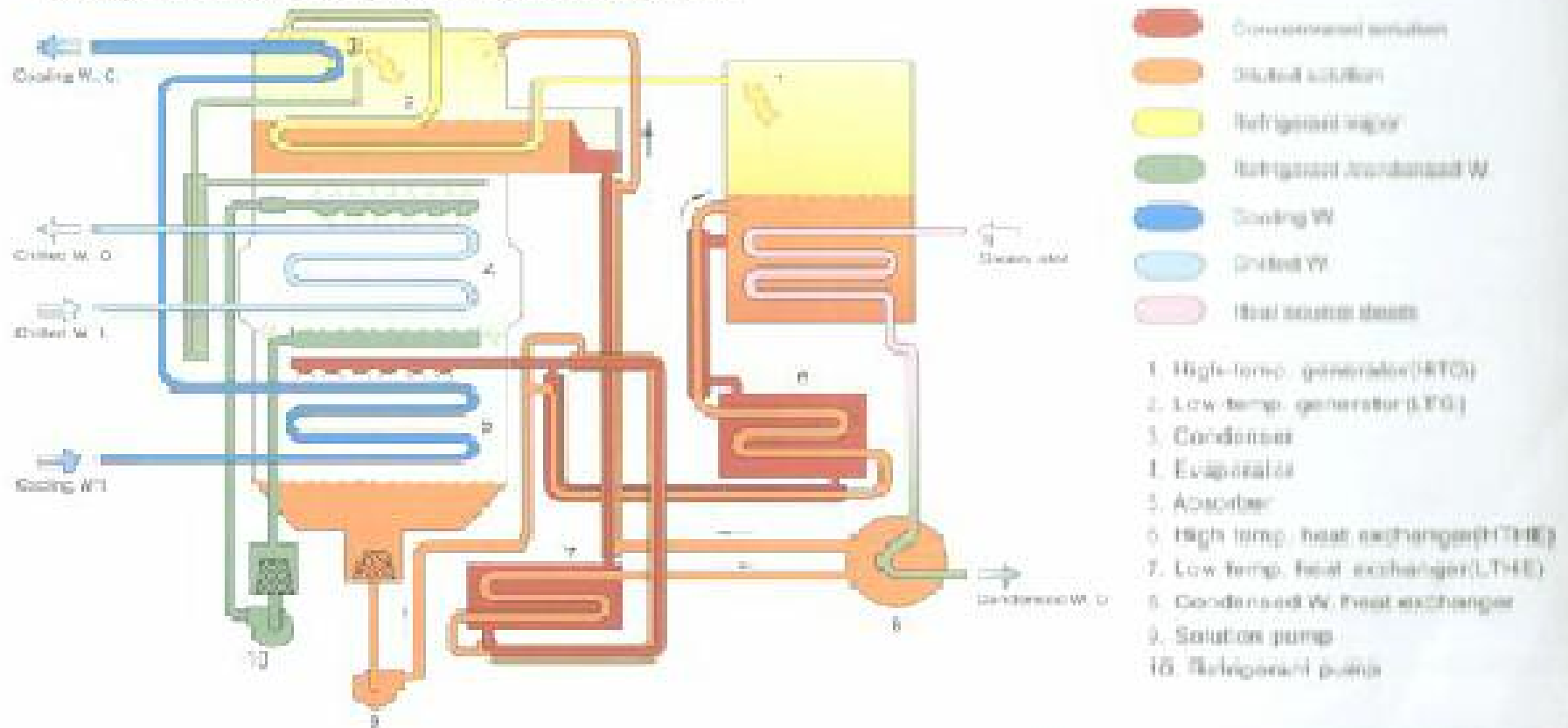
## Uygulama:

Gerek yaşam alanlarındaki konfor, gerekse bilgisayar, PLC ve elektrik-elektronik sistemlerin ısıya karşı duyarlı olmaları, kullanım ömürlerini etkilediğinden dolayı klima-soğutma sistemlerinin kullanımında büyük artışlar olmuştur.

Genelde ilk yatırım maliyetlerinin düşük olmasından dolayı merkezi klima veya chiller sistemlerinden çok bireysel klima sistemleri tercih edilmektedir. Ancak verimlilikleri, enerji harcamaları düşünüldüğünde merkezi sistemlerin ilk yatırım maliyet farklarını kısa sürede kapattığı, ayrıca bakım maliyetlerinin de merkezi sistemlerde daha az olduğu görülmektedir.



For example: two-stage steam chiller cooling diagram



Merkezi sistemlerde büyük bir çoğunlukla Mekanik Chillerler kullanılmaktadır. Absorbsiyonlu soğutma sistemleri çok eskiden beri bilinmekte ise de kullanımını çok az olmuştur. Son yıllarda işletmelerde atık ısıların değerlendirilmesi için çalışmalar yapılmış ve ısıtma ve proses amaçlı buhar üretilmiştir.

Fabrikamızda da 2003 yılında döner fırınların atık ısısından (yaklaşık 280 °C) faydalanılarak buhar elde etmek amacıyla 3 milyon kCal'lik bir reküperatör tesisi kurulmuştur. Bu tesisin 1milyon kCal kapasitesi kullanılmakta olduğundan kalan kapasitenin bir kısmından faydalanılarak 800 kW soğutma kapasiteli Absorbsiyon sistemi kurulmuştur. (Kalan kapasite ileride soğutma ihtiyacı olan yerlerde kullanılacaktır.

### Diğer bilgiler:

Mekanik ve Absorbsiyon Chiller sistemlerinin maliyet analizleri ve elektrik enerjisi tüketimlerini karşılaştıracak olursak;

800 kW soğutma kapasiteli Absorbsiyon Chiller maliyeti: 250.000 US\$

Motor güçleri toplamı : 70 kW

Fiili durumda harcadığı güç : 55 kW

400kW soğutma kapasiteli Mekanik Chiller maliyeti : 70.000 US\$

Motor güçleri toplamı : 150 kW

## Absorbsiyonlu sistemin mekanik chillere göre tasarrufu

: 150 kW – 55 kW

: **95 kW**

Rekuperatör sistemi yılda 330 gün çalışmakta olduğu için yıllık tasarruf;

95 kW x 24 Saat x 330 Gün : 752.400 kWh/Yıl

Tasarruf miktarı : 752.400 kWh/Yıl x 0,0875 YTL/kWh

: **65.835 YTL/Yıl**

Geri ödeme süresi : (307.500 YTL - 86.100 €) / 65.835€/Yıl

: **3,4 Yıl**

Eğer 800kW kapasitenin tamamını kullanacak olursak Absorbsiyon sisteminin çekeceği güç 70 kW olacak. Mekanik chiller kullanılsa bu güç 300 kW civarında olacaktır.

Bu durumda tasarruf : 300 kW – 70 kW

: **230 kW dır.**

**Not:** Elektrik odalarındaki hava apareyleri ve zon pompaları mekanik chillerde de kullanılacağı için bunların maliyetleri hesaba katılmamıştır.

1 kWh = 0,0875 YTL/kWh (0,05 €/kWh)

1 US\$ = 1,23 YTL

1 € = 1,76 YTL





**BURSA ÇİMENTO**  
FABRİKASI A.Ş.

**DAHA GÜZEL BİR DÜNYA İÇİN**

**ÇALIŞMALARINA ARALIKSIZ  
DEVAM EDECEKTİR.**

**TEŞEKKÜRLER...**