

ÇİMENTO TESİSLERİNDE ATIK ISI GERİ KAZANIMINDAN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Hasan Çebi

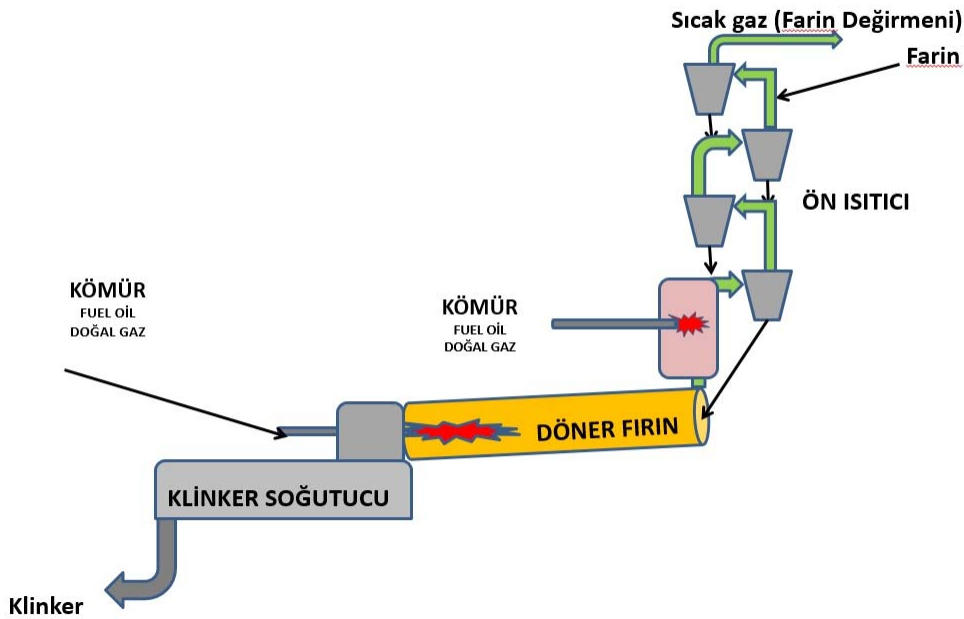
Nuh Çimento 2015

Özet

Enerjiyi yoğun kullanan çimento tesisler yıllarca proses gereği attıkları ısılarını değerlendirmek için arayış içinde olmuşlardır. Önceleri bacalardan atılan sıcak hava, kazanlar yardımı ile tesislerin ısıtılması için kullanılmış daha sonra gelişen teknoloji ile absorpsiyon chiller üniteleri kullanılarak atık ısı aynı zamanda soğutma amaçlıda kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle son 5 sene içerisinde buhar türbini teknolojisinin daha uygun fiyatlara erişilebilir hale gelmesi sonucunda çimento fabrikalarının atık ısıları kurulan atık ısı kaynaklı buhar türbinleri yardımı ile elektrik enerjisine çevrilebilmiş ve böylece enerji yoğun kullanan çimento fabrikaları kullandıkları enerjinin bir kısmını geri kazanabilmişlerdir.

Giriş

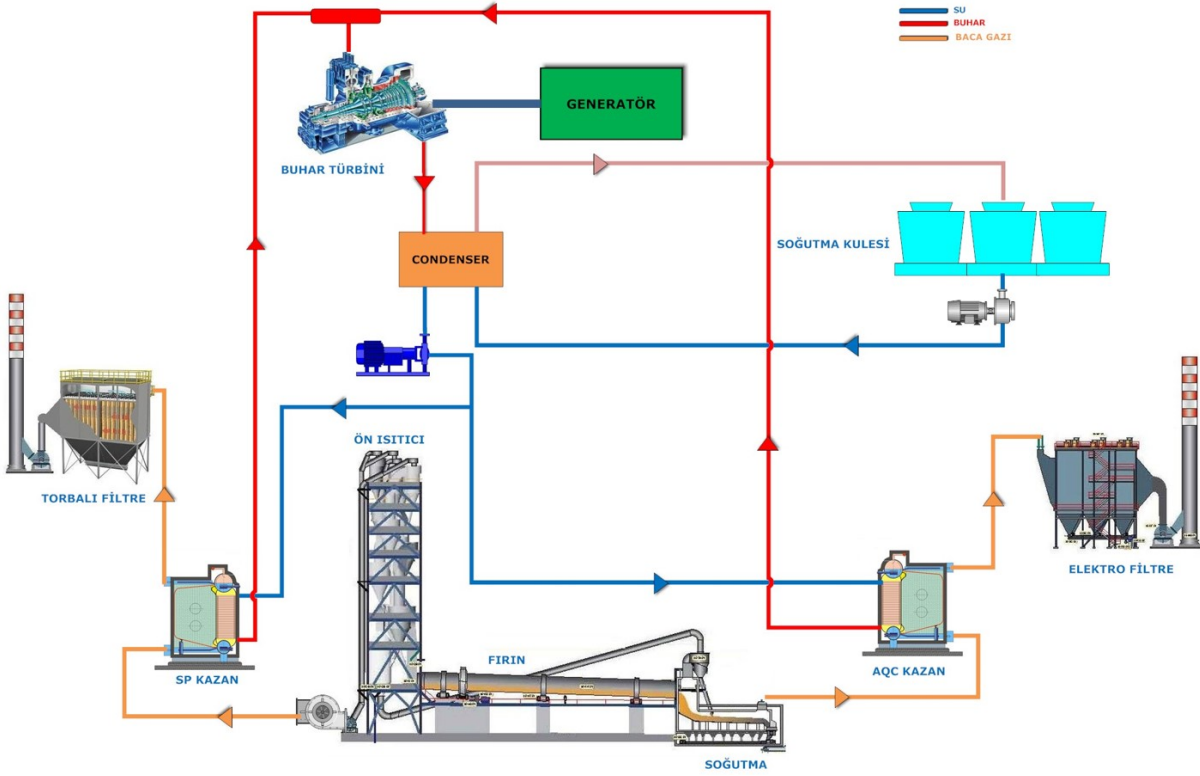
Çimento, esas olarak öğütülmüş doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta (Fırın içerisinde 1500-1600 °C) pişirilerek elde edilen klinkerin (yarı mamül) çimento değirmenlerinde alçı taşı ve çimento tipine bağlı olarak trass, kalker, cüruf v.b. katkıları ile öğütülmesi sonucu elde edilen bir bağlayıcı malzeme olarak tanımlanır. Bu süreçte enerjinin en yoğun kullanıldığı yer klinker olarak adlandırılan yarı mamulün üretildiği fırınlardır. 1.000.000 ton/yıl kapasiteli bir çimento fabrikasında yılda yaklaşık olarak 6000 kcal/kg lık 130.000 ton kömür (78.000 TEP) kullanılır.



Şekil-1: Döner fırın yakıt akışı.

Proje detayları

Fırın-1 2800 t/gün, Fırın-2 3200 t/gün, Fırın-3 6700 t/gün kapasitesine sahip 3 fırın hattına sahip Nuh Çimento tesislerinde yılda yaklaşık olarak 500.000 ton kömür yakılmaktadır. Her bir fırın hattında biri soğutma, diğeri ön ısıtıcı olmak üzere 2 baca bulunmaktadır. Soğutma tarafındaki baca öncesine konulan atı ısı kazanlarına AQC, ön ısıtıcı tarafında bulunan atık ısı kazanlarına SP kazan adı verilir.



Şekil-2: WHR akış şeması.

Fırınlar				Fırın 1	Fırın 2	Fırın 3
ÖN ISITICI GAZ ÖZELLİKLERİ	ÖN ISITICI	Gaz Debisi	Nm ³ /h	190,48	180,49	191,77
		Gaz Sıcaklığı	°C	352	344	344
		Toz Yüğü	g/Nm ³	80	80	80
		Fırın Tonajı	ton/saat	175	218	481
	ID FAN	Devir	rpm	880	870	970
KLİNKER SOĞUTMA GAZ ÖZELLİKLERİ	SOĞUTMA ÇIKIŞI	Gaz Debisi	Nm ³ /h	192,29	145,46	337,73
		Toz Yüğü	g/Nm ³	50	50	50
		Gaz Sıcaklığı	°C	336	417	304

Tablo -1: Fırınların debileri ve sıcaklıkları

Sahada yapılan ölçümler ve hesaplamalar sonucunda kurulacak olan 7 kazan ile yaklaşık olarak 18 MWh elektrik üretilebileceği ortaya çıkmıştır. Yapılan fizibilite çalışmaları sonucunda yatırım kararı alınarak yatırıma 2012 yılında başlanmıştır.

Temp. T(°C)	Specific heat cpt (kJ/Nm ³ °C)
400	Cp400=1.4927
300	Cp300=1.4690
200	Cp200=1.4424
100	Cp100=1.4211
FIRIN-1	

Temp. T(°C)	Specific heat cpt (kJ/Nm ³ °C)
400	Cp400=1.5661
300	Cp300=1.5363
200	Cp200=1.5019
100	Cp100=1.4736
FIRIN-3	

Temp. T(°C)	Specific heat cpt (kJ/Nm ³ °C)
400	Cp400=1.5260
300	Cp300=1.4996
200	Cp200=1.4695
100	Cp100=1.4452
FIRIN-2	

Temp. T(°C)	Specific heat cpt (kJ/Nm ³ °C)
400	Cp400=1.3300
300	Cp300=1.3170
200	Cp200=1.3090
100	Cp100=1.3010
SOĞUTMA	

Tablo-2 : Gaz sıcaklıkları ve spesifik enerjileri.

Kazan	Hesap	Sonuç
AQC1	$\sum EAQC1=144,990 \times (390 \times Cp390 - 82 \times Cp82)$	59,675,680
SP1	$\sum Esp1=190,480 \times (349 \times Cp349 - 200 \times Cp200)$	43,476,946
AQC2	$\sum EAQC2=101,550 \times (450 \times Cp450 - 84 \times Cp84)$	49,960,894
SP2	$\sum Esp2=180,487 \times (340 \times Cp340 - 200 \times Cp200)$	39,623,033
AQC3	$\sum EAQC3=196,100 \times (400 \times Cp400 - 290 \times Cp290)$	29,474,222
SP3	$\sum Esp3=191,773 \times (339 \times Cp339 - 197 \times Cp197)$	43,923,899
AQC3L	$\sum EAQC3L=128,700 \times (230 \times Cp230 - 80 \times Cp80)$	25,433,951
TOPLAM		291,568,625
	VERİM (%)	21,89
	TOPLAM GÜÇ (KW)	17,732

Tablo-3: Spesifik sıcaklık ve debiler ile Güç hesabı.

Kazanlar			Dizayn
AQC 1	Gaz Debisi	Nm ³ /h	144,990
	Giriş Sıcaklığı	°C	390
	Çıkış Sıcaklığı	°C	82
SP1	Gaz Debisi	Nm ³ /h	190,48
	Giriş Sıcaklığı	°C	349
	Çıkış Sıcaklığı	°C	200
AQC2	Gaz Debisi	Nm ³ /h	101,550
	Giriş Sıcaklığı	°C	450
	Çıkış Sıcaklığı	°C	84
SP2	Gaz Debisi	Nm ³ /h	180,487
	Giriş Sıcaklığı	°C	340
	Çıkış Sıcaklığı	°C	200
AQC3	Gaz Debisi	Nm ³ /h	196,100
	Giriş Sıcaklığı	°C	400
	Çıkış Sıcaklığı	°C	290
AQC3L	Gaz Debisi	Nm ³ /h	128,700
	Giriş Sıcaklığı	°C	230
	Çıkış Sıcaklığı	°C	80
SP3	Gaz Debisi	Nm ³ /h	191,773
	Giriş Sıcaklığı	°C	339
	Çıkış Sıcaklığı	°C	197

Tablo-4: Kazanların dizayn değerleri.

Kurulu Güç	KW	18,000
Güç Üretimi	KW	17,732
Yıllık çalışma oranı	%	97
Ortalama iç tüketim	%	6,5
Su Tüketimi	m3/h	109,6

Tablo-5: Garanti değerleri

Ana Ekipmanlar

Türbin ve Generatör:

Türbin düşük basınç yoğunlaşmalı tiptir. Çift buhar girişi vardır. Yüksek basınç girişi 1.25 MPa, 340°C dir. Düşük basınç girişi ise 0.35 MPa, 150°C dir. Çıkış basıncı ise 0.006 MPa dır. Türbin verimi yaklaşık %82.5 seviyelerindedir. Dönüş hızı 3000 d/d dır.

Kazanlar:



SP kazanlarına ortalama 190.000 Nm³/h gaz 350°C lerde girip 200°C lerde çıkmaktadır. Bu kazanlardan 200°C lerde gaz çıkışına izin verilerek çıkan gaz ile proste kurutma işlemi yapılmaktadır. Bu kazanların her birindeki ısı enerjisi yaklaşık olarak 40.000.000 kJ/h olarak hesaplanmıştır.

AQC kazanlarına ortalama 150.000 Nm³/h gaz 400°C lerde girip 84°C lerde çıkmaktadır. Bu kazanların her birindeki ısı enerjisi yaklaşık olarak 45.000.000 kJ/h olarak hesaplanmıştır. Sistemin toplam enerjisi 290.000.000 KJ/h olarak bulunmuştur. Kazan, türbin, jeneratör sisteminin komple verimi ise yaklaşık %22 ler mertebesidir.

Kazanlarda elde edilen 10 bar, 340-350 °C, yaklaşık 80 ton/h su buharı kolektörde toplanarak kontrol vanası ile türbine gönderilmektedir. Türbin jeneratör sistemi ile bu enerji elektrik enerjisine çevrilerek yaklaşık 18 MWh elektrik enerjisi elde edilmektedir.



No	Ekipman İsmi	Adet	Özellikleri
1	AQC1	1	Giriş gaz debisi: 144,990 Nm ³ /h - 390°C Çıkış gaz sıcaklığı: 82°C Kısım 1 Ana buhar çıkışı: 14,23 t/h - 1,35 Mpa - 375 °C Besleme suyu girişi 140 °C Kısım 2 Düşük basınçlı buhar çıkışı: 2,3 t/h - 0,4 Mpa - 160 °C Besleme suyu girişi 140 °C Kısım 3 Sıcak su çıkışı: 33,94t/h - 140 °C Besleme suyu girişi 36 °C
2	SP1	1	Giriş gaz debisi: 190,480 Nm ³ /h - 349°C Çıkış gaz sıcaklığı: 200°C Ana buhar çıkışı: 16,42 t/h - 1,35 Mpa - 330 °C Besleme suyu girişi 135 °C
3	AQC2	1	Giriş gaz debisi: 126,260 Nm ³ /h - 450°C Çıkış gaz sıcaklığı: 81°C Kısım 1 Ana buhar çıkışı: 16,37 t/h - 1,35 Mpa - 400 °C Besleme suyu girişi 130 °C Kısım 2 Düşük basınçlı buhar çıkışı: 1,04 t/h - 0,4 Mpa - 160 °C Besleme suyu girişi 130 °C Kısım 3 Sıcak su çıkışı: 33,24t/h - 130 °C Besleme suyu girişi 36 °C

4	SP2	1	Giriş gaz debisi: 180,487 Nm ³ /h - 340°C Çıkış gaz sıcaklığı: 200°C Ana buhar çıkışı: 14,86,42 t/h - 1,35 Mpa - 320 °C Besleme suyu girişi 125 °C
5	AQC3	1	Giriş gaz debisi: 196,100 Nm ³ /h - 400°C Çıkış gaz sıcaklığı: 290°C Ana buhar çıkışı: 9,85 t/h - 1,35 Mpa - 385 °C Besleme suyu girişi 130 °C
6	SP3	1	Giriş gaz debisi: 191,773 Nm ³ /h - 339°C Çıkış gaz sıcaklığı: 197°C Ana buhar çıkışı: 16,56 t/h - 1,35 Mpa - 320 °C Besleme suyu girişi 130 °C
7	AQC3L	1	Giriş gaz debisi: 128,700 Nm ³ /h - 230°C Çıkış gaz sıcaklığı: 80°C Kısım 1 Buhar çıkışı: 5,14 t/h - 0,4 Mpa - 160 °C Besleme suyu girişi 135 °C Kısım 2 Sıcak su çıkışı: 32,5 t/h - 135 °C Besleme suyu girişi 36 °C
8	BUHAR TÜRBİNİ	1	Tip:BN18-1.25/0.35 Kurulu güç:18 MW Dönüş hızı : 3000 d/d Yüksek basınç girişi : 1.25 Mpa Ana buhar sıcaklığı : 340 °C Düşük basınç girişi : 0.35 Mpa Yardımcı buhar sıcaklığı : 150 °C Çıkış basıncı : 0.006 Mpa

Tablo-6: Su ve Buhar debileri.

Soğutma sistemi:

Üç gözlü 6142 m³/h kapasiteli soğutma kulesi kullanılmıştır.

Condenser soğutma sistemi : 5860 m³/h

Yağ soğutma sistemi: 120 m³/h

Hava soğutma sistemi (Generatör soğutma) : 150 m³/h

Diğer ekipmanlar soğutma sistemi :12 m³/h

Mevcut su özelliklerine göre soğutma kulesi su kaybı yaklaşık olarak 103 m³/h dir

Buharlaştırma kaybı: 81 m³/h

Drain kaybı: 22 m³/h

Sistemin su ihtiyacı yaklaşık olarak 110 m³/h olup bunun büyük bir bölümü soğutma kulesinde kullanılmaktadır. Kazanlarda kapalı çevrim olarak dolaşan su için 15m³/h lik demi ünitesi kurulmuştur.

SOĞUTMA KULESİ



DEMI SU HAZIRLAMA ÜNİTESİ



