

KAZAN DAİRESİ SOHBETLERİ VII

SICAK SARNIÇ

Bu da bir başka ısı aküsü...



Mustafa Aral

Makina Mühendisi

Nükleer Enerji Yük. Müh.

ARALSAN ISI CİHAZLARI Ltd. Şti.

www.aralsan.com

Aslında, buhar ve enerji tesislerinde geçen yüzyılın başından beri bilinen ve kullanılan ısı ekonomisi sistemlerinin veya cihazlarının bazılarını çoğu meslektaşımızın burada ilk kez duyduğunun farkındayım. "Sıcak sarnıç"ın da bunlardan biri olduğunu biliyorum. İDMMA (şimdiki YTÜ) Makina Fakültesinde 1980-1981 döneminde hocamız Prof. Suavi Eyice'den aldığımız Isı Ekonomisi ders notlarına baktığımda, hocamızın, o tarihte bu sistemleri bize anlatmış olduğunu burada not etmek zorundayım. Bu kadar eski teknolojileri makale konusu yapmama bazı meslektaşlarımız da dudak bükebilirler. Fakat halen "gecekondu" tipinde kazan daireleri ile buhar üreten "anlı-şanlı" şirketlerimiz olduğu ve buralardaki kazan dairelerine buhar jeneratörü uydurma adı verilen cihazları monte ederek, bu cihazların sıcak kondensi kazana basamayan besi pompaları yüzünden, kondensi soğutmak için kondens ısısını havaya atmak için bir de ek yatırım yapan meslektaşlarımız olduğu da bir gerçektir. Hal böyle olunca, bize de öncelikli olarak, ülkemizde kullanılan buhar tesislerini 100 yıl önceki teknoloji seviyesine getirmek görevi düşüyor. Bu yazdıklarım ne kadar işe yarıyor diye sorarsanız, bu konuya olumlu bir yanıt verme olanağım ise ne yazık ki bulunmuyor.

Neyse, sözü daha fazla uzatmadan konumuza gelelim...

Sıcak Sarnıç nedir?

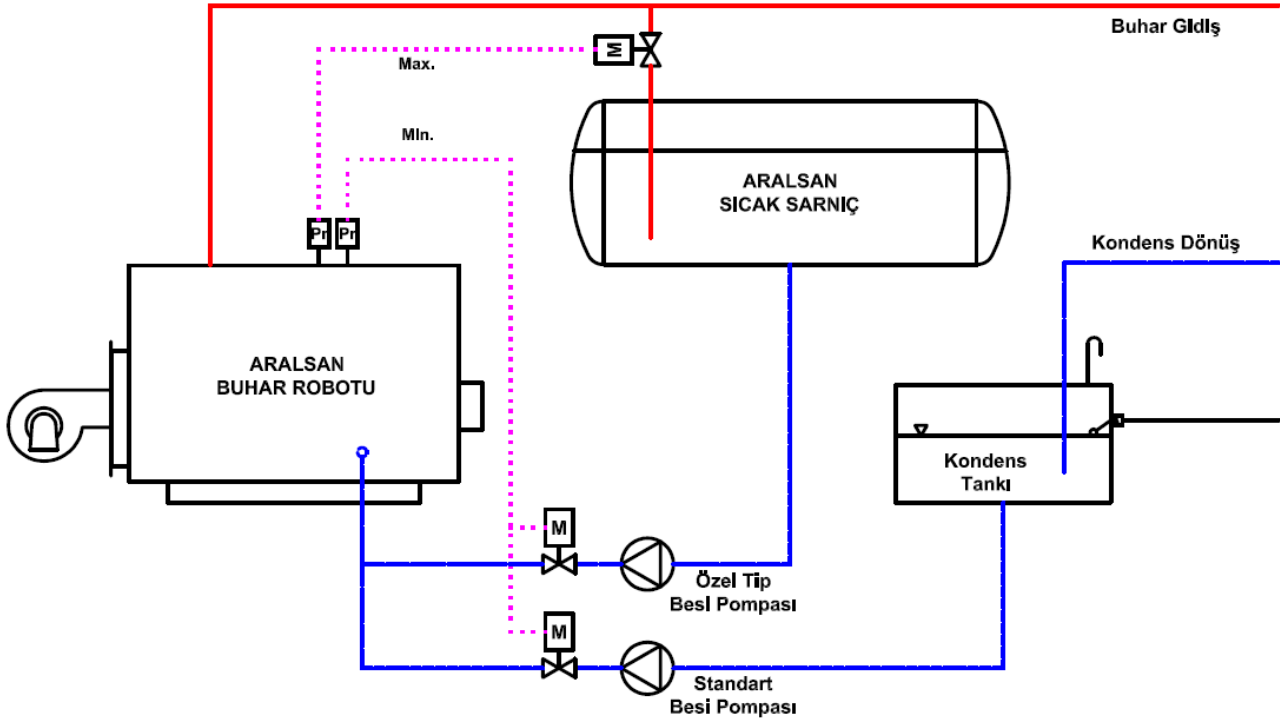
Buhar aküsü ile ilgili yazımı (<http://www.aralsan.com/buhar-akusu-buhar-da-depolanir-miyemis>) okuyanlar hatırlayacaktır. Buhar aküsü, ihtiyaç fazlası buharın, basınçlı bir tankta basınçlı doymuş su hazırlanmasında kullanılması ve ek buhara gerek duyulduğunda, bu doymuş suyun basıncının düşürülmesi sonucunda oluşan faz değişimiyle elde edilen buharın yeniden kullanılmasını sağlayan bir cihazdır. Yani buhar aküsü, buhar tesisinin buhar tarafında kullanılan bir cihazdır. **Sıcak sarnıç ise, buhar tesisinin besi suyu tarafında kullanılır.**

Sıcak sarnıç sisteminde de, tesisin gün içinde değişen buhar yüküne göre, ihtiyaç fazlası buhar, buhar kazanının besi suyu tarafında bulunan ve bundan sonra sıcak sarnıç veya kısaca sarnıç diyeceğimiz bir basınçlı tanka sevk edilir. Bu buhar, sarnıçta önceden depolanmış besi suyunda yoğunlaştırılarak sarnıç içinde kullanıma hazır durumda ve kazan işletme basıncında doymuş besi suyu hazırlanmasında kullanılır.

İşletmede buhar tüketimi arttığı sırada yani pik buhar çekışı olduğunda, kazan basıncının düşmesine bağlı olarak bu sistem için oluşturulan otomasyon sistemi, kazanın normal besi pompasını devre dışı bırakır ve sarnıçtan kazana besi suyu beslemesini sağlayacak yüksek

sıcaklık için özel tasarlanmış besi pompasını devreye sokar. Bu şekilde sıcak sarnıçta kazan işletme basıncındaki doyma sıcaklığında muhafaza edilen besi suyu ile kazana su beslemesi yapılır. Bu şekilde doyma sıcaklığında kazana giren su, kazandan duyulur ısı çekmeden doğrudan buhar fazına geçerek, pik çekiş süresince ek buhar kapasitesi yaratır.

Resim-1'de sıcak sarnıç uygulamasının basit bir şeması gösterilmiştir.



Resim 1: SICAK SARNIÇ UYGULAMA ŞEMASI

Buhar Kazanında Harcanan Isı

İşletme basıncı P_1 olan bir buhar kazanının besi suyu devresinde, işletme basıncı P_3 olan bir degazör sistemi kullanıldığını varsayalım. Buna göre kazanda buhar üretmek için verilmesi gereken ısı şu şekilde hesaplanır

$$Q_h = M_b (i_{1s} - i_{3s}) + M_b r_1 \quad [I]$$

M_b	:	kazanda üretilen buhar miktarı (besi suyu miktarı)	[kg/h]
i_{1s}	:	P_1 basıncında doymuş su ısı tutumu	[kcal/kg]
r_1	:	P_1 basıncında buharlaşma gizli ısı	[kcal/kg]
i_{3s}	:	P_3 basıncında doymuş su (besi suyu) ısı tutumu	[kcal/kg]

Ülkemizde uygulanan sistemlerde, işletmenin buhar yükü değiştikçe, kazan yukarıdaki eşitliğe göre net ısı tüketir. Bu eşitlikte, sağ taraftaki $M_b (i_{1s} - i_{2s})$ ifadesi kazanda suya verilen duyulur ısı miktarını, $M_b r_1$ ifadesi ise suya verilen buharlaşma gizli ısı miktarını gösterir.

Sıcak sarnıç uygulamasında işimiz bu duyulur ısı miktarı ile olacaktır.

Sıcak Sarnıç Kapasitesi

Sıcak sarnıç uygulamasında, sarnıç üst basıncı kazan işletme basıncı olan P_1 olarak seçilir. Sarnıç alt basıncı olan P_2 ise, işletmede izin verilebilecek en düşük buhar basıncı olarak belirlenir. Buna göre, işletmede buhar tüketiminin düştüğü periyotlarda, kazanın ürettiği fazla buhar, sıcak sarnıçta P_1 basıncında doymuş su hazırlamak için kullanılır. Sıcak sarnıçta depolanan ısı miktarı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:

$$Q_s = M_s (i_{1s} - i_{2s}) \quad \text{[I]}$$

Q_s	:	sıcak sarnıçta depolanan ısı	[kcal]
M_s	:	sıcak sarnıçta P_2 basıncında depolanan su kütlesi	[kg]
i_{1s}	:	P_1 basıncında doymuş su ısı tutumu	[kcal/kg]
i_{2s}	:	P_2 basıncında doymuş su (besi suyu) ısı tutumu	[kcal/kg]

Bu eşitliğe göre sıcak sarnıca sevk edilecek buhar miktarı ise;

$$m_b = Q_s / r_1 \quad \text{[II]}$$

m_b	:	sıcak sarnıca sevk edilmesi gereken buhar miktarı	[kcal]
r_1	:	P_1 basıncında buharlaşma gizli ısı	[kcal/kg]

eşitliği ile hesaplanır. Ya da tersinden söylenirse; m_s değeri işletmenin buhar tüketiminin düştüğü periyotlarda ihtiyaç fazlası buhar miktarı olarak kabul edilerek, tersine hesapla, o işletme için gerekli olan sıcak sarnıç hacmi belirlenir.

İşletmede pik çekiş oluştuğunda, kazan işletme basıncı P_2 seviyesine düştüğünde, otomatik olarak degazörden kazana su beslemesi yapan besi pompası devre dışı kalır ve aynı anda sıcak sarnıçtan kazana su beslemesi yapacak yüksek sıcaklıkta çalışmaya göre tasarlanmış özel besi pompası devreye girer. Bu şekilde sarnıç basıncı da P_2 basıncına düşünceye kadar kazana, sıcak sarnıçtan su beslemesi yapılır. Sistem hesapları doğru yapılmış ve sarnıç hacmi doğru seçilmişse, sıcak sarnıç basıncı P_2 basıncına düştüğünde, pik çekiş de sona ermiş olacağından, sistem dengeli bir şekilde çalışır.

Sıcak Sarnıçlı Buhar Kazanında Harcanan Isı

Sıcak sarnıç devreye girdikten sonra, kazana su beslemesi sıcak sarnıçtan yapılacağından, kazana giren suyun ısı tutumu olarak, sıcak sarnıçtaki çıkışındaki su ısı tutumunun $P_1 - P_2$ aralığında entegralinin alınması gerekir. Ben sizi fazla yormamak için P_1 ve P_2 basıncındaki ısı tutumlarının ortalamasının alınmasını yeterli bir doğruluk olarak kabul edeceğim. Buna göre, sarnıçımız devreye girdikten sonra kazanda harcanan ısı miktarı için aşağıdaki eşitliği yazabileceğiz:

$$Q_h = M_b [i_{1s} - (i_{1s} + i_{2s}) / 2] + M_b r_1 \quad \text{[III]}$$

Bu eşitlikte bilmediğimiz bir terim bulunmamaktadır ve [I] ve [III] eşitlikleri karşılaştırılırsa, [III] eşitliğindeki $(i_{1s} + i_{2s}) / 2$ teriminin, [I] eşitliğindeki i_{3s} teriminden daha büyük olacağı ve

dolayısıyla, sarnıç devredeyken aynı miktar buhar üretimi için kazanda harcanan ısının daha az olacağı ya da başka bir deyişle, kazanda ısı tüketimi sabit tutulursa bu sefer üretilebilecek buhar miktarının daha fazla olacağı görülmektedir. Yani doğru bir sıcak sarnıç boyutlandırılırsa ve bu üretim fazlası buhar sıcak sarnıçta ısı olarak depolanırsa, işletme pik çekişlerini karşılamak mümkün olacaktır.

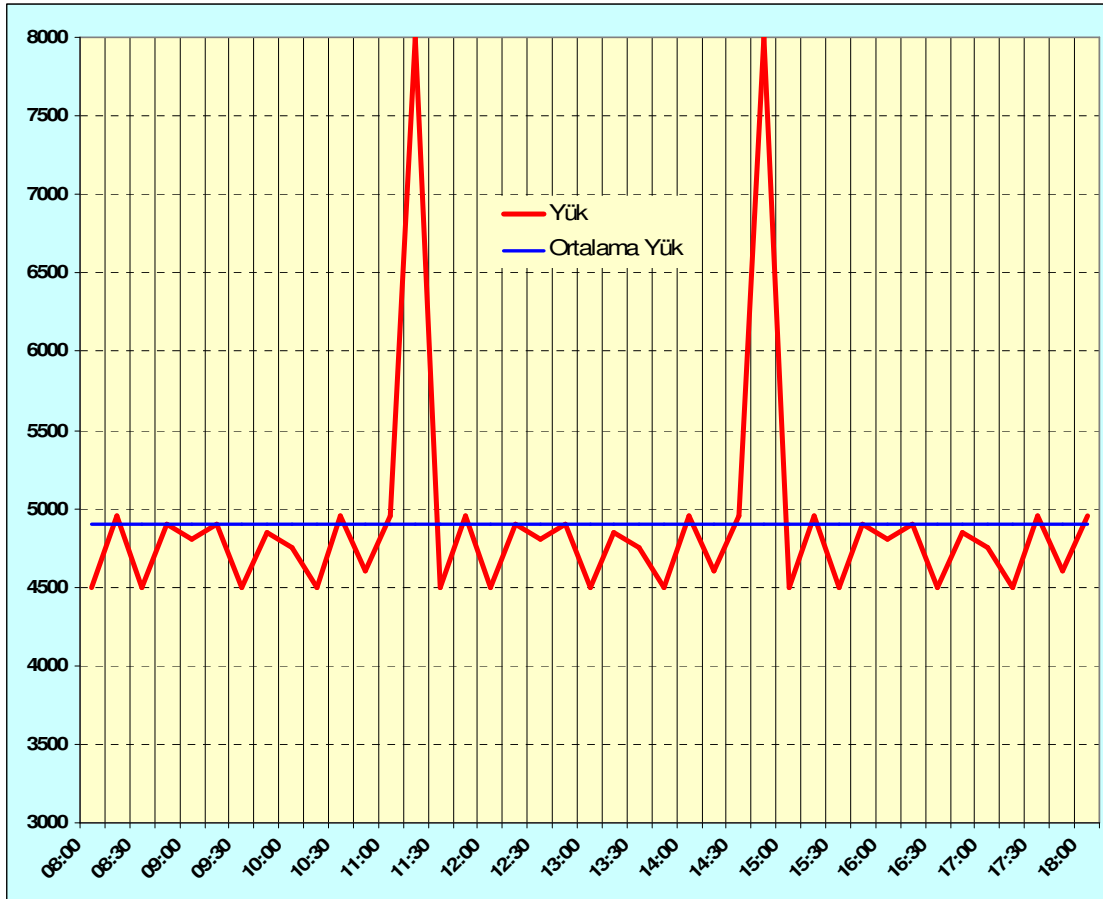
Söylediklerimizin Bir de Hesabını Yapalım...

Söylediklerimizi bir örneğe uygulamak daha açıklayıcı olabilir. Bunun için BUHAR AKÜSÜ adlı makalemdeki (<http://www.aralsan.com/buhar-akusu-buhar-da-depolanir-miyim>) örneği alalım. Bir işletmenin 10 bar ile 7 bar aralığında salınan saatlik buhar tüketiminin her 15 dakikada aşağıdaki gibi değiştiğini varsayalım:

Saat	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45
Yük [kg/h]	4500	4950	4500	4900	4800	4900	4500	4850	4750	4500	4950	4600	4950	8000	4500	4950	4500	4900	4800	4900

13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00
4500	4850	4750	4500	4950	4600	4950	8000	4500	4950	4500	4900	4800	4900	4500	4850	4750	4500	4950	4600	4950

Bu yük dağılımına göre ortalama saatlik buhar yükünün 4901 kg/h olduğu kolayca hesaplanabilir. Yük dağılımını ve ortalama yükü eğri olarak da gösterelim:



Buhar Aküsü makalesinde yazılanları anımsarsak, böyle bir işletme için buhar kazanı seçerken iki seçeneğimiz bulunmaktadır.

- 1. Maksimum yüke göre kazan kapasitesi seçmek: Bu durumda kazan kapasitesinin 8000 kg/h olarak seçilmesi gerekmektedir. Böyle seçim yapılırsa, kazan çok uzun süre yaklaşık % 60 kapasitede çalıştırılacak ve günde yalnızca iki kez 15 dakika süre ile ani olarak tam kapasiteye çıkacaktır.**
- 2. Ortalama yüke göre kazan kapasitesi seçmek: Ortalama yük 4901 kg/h olduğuna göre, bu durumda kazan kapasitesi 5000 kg/h olarak seçilmelidir. Bu seçime göre ise, kazan sürekli olarak 4900-5000 kg/h sabit yükte çalıştırılacak, tüketim daha az olduğu zaman fazla buhar bir SICAK SARNIÇ'da, doymuş su elde etmek için kullanılacak ve pik çekişlerde, kazana sarnıçtan su beslemesi yapılarak ek kapasite yaratılacaktır.**

Bu durumda 10-7 bar aralığında 4901 kg/h ortalama buhar gereksinimi için 10 bar işletme basıncına sahip 5000 kg/h buhar kazanı seçimi uygun olacaktır. 15 dakika süreyle gerek duyulan ek 3000 kg/h buhar için ise bir sıcak sarnıç boyutlandırmak gerekecektir. Bu nedenle önce 10 bar ve 7 bar ile degazör işletme basıncı olarak 0.2 bar doymuş su ve doymuş buhar özelliklerini bir bakalım:

BASINÇ	DOYMUŞ SU ISI TUTUMU	GİZLİ ISI
P [bar]	i _s [kcal/kg]	r [kcal/kg]
0.20	104.32	
7.00	171.3	489.5
10.00	185.6	476.7

İstenen ek kapasite 3000 kg/h olduğuna göre, 15 dakika süresince buhar gereksinimi 750 kg'dır. [I] ve [II] sayılı eşitliğe göre 10 barda sarnıçta depolanması gereken doymuş su miktarı:

$$M_s = \frac{750 \times (476.7 + 489.5) / 2}{(185.6 - 171.3)}$$

$$M_s = 25\ 337 \text{ kg}$$

olarak hesaplanır.

10 bar'da su özgül hacmi 0.001132m³/kg'dır (<http://www.aralsan.com/tr/aralsan-teknik-bilgi-sayfalari>). Bu değere göre sarnıç hacmi;

$$V_{fh} = 0.001132 \times 25\ 337 = 28.68 \text{ m}^3$$

olarak bulunur. Buna göre standart sarnıç hacminin

$$V_{sarnıç} = 30 \text{ m}^3$$

olarak seçilmesi gerekir.

Görüldüğü gibi, günde birkaç saatlik aşırı tüketim için, büyük bir buhar kazanı seçmek yerine, buhar tüketimindeki gün içinde oluşan iniş çıkışlar dikkate alınarak yapılacak bir düzenleme ve bu düzenlemeye göre seçilmiş bir SICAK SARNIÇ ile pik çekişlerde de buhar basıncının izin verilen sınırlar çerçevesinde düşmesine bağlı olarak buhar kazanının istenen buharı üretmesi sağlanabilir.

Pik çekiş sonrası buhar tüketiminin, kazan kapasitenin altına düştüğü periyotta ise bu kez sıcak sarnıç yeniden kazandan çekilen ihtiyaç fazlası buhar ile sarj edilir. Şarj buhar miktarı ise [II] eşitliği ile hesaplanır:

$$m_b = \frac{25\ 337 \times (185.6 - 171.3)}{(476.7 + 489.5) / 2}$$

$$m_b = 750 \text{ kg}$$

Görüldüğü gibi, pik çekişlerde sarnıçtan gelen doymuş su ile kazanda sağlanan ek buhar üretim kapasitesi ile, pik çekiş sonrası sarnıçın yeniden kazan işletme basıncında doyma noktasına getirilmesi için kazandan çekilmesi gereken buhar miktarı birbirine eşittir.

Sonuç:

Buhar tesislerinin dengelenmesi ve gereksiz yere büyük buhar kazanı seçmek yerine, akü sistemleri kullanımının daha akıllı çözümler olduğunu BUHAR AKÜSÜ makalesinde de yazmıştım. Bu değerlendirmeyi burada da yinelemek gerekiyor:

- **Günde yalnızca birkaç saatlik kullanılacak kapasite için, büyük bir buhar kazanı yatırımı yapılmasına gerek kalmaz.**

Sıcak sarnıç, pik yükler yerine, işletmenin ortalama buhar tüketimine göre buhar kazanı seçilmesini sağlar. Buhar kazanı yatırım maliyetini düşürür. Buhar kazanı ve sıcak sarnıç yatırımı birlikte düşünüldüğünde yatırım miktarı artıyor gözükse bile, sıcak sarnıç sonuç itibarıyla alevle temas etmeyen bir basınçlı bir kap olduğundan, buhar kazanına göre çok daha fazla uzun ömürlü bir cihazdır. Buhar kazanı ekonomik ömrünü tamamlayıp

yeni bir buhar kazanı alınacağı zaman da, uzun vadede sıcak sarnıç bu yenileme masrafını da azaltır.

- **Ani buhar çekişlerinde buhar basıncının düşmesini önler.**

Pik çekiş kapasitesine göre bir buhar kazanı seçilmiş olsa bile, buhar kazanı% 60 kapasitede çalışırken ani olarak % 100 kapasiteye çıkıldığında, buhar kazanı buna hızla yanıt veremez. Bu sırada buhar basıncı hızla düşer. Ancak bir süre sonra buhar basıncı yeniden normale döner. Fakat bu arada gerek duyulduğu anda istenen kalitede buhar üretilemez. Sıcak sarnıç kullanılması durumunda, buhar basıncı düşmeden pik çekiş buhar ihtiyacı sorunsuzca karşılanabilir.

- **Sürekli yük değişimi koşullarında çalışmak yerine buhar kazanının sabit bir yükte çalışmasını sağlar.**

Buhar kazanında sürekli büyük yük değişimlerinin yaşanması, kazan yüzeylerindeki ısı gerilmeleri arttırır. Bu durum, sabit yükte çalışan bir kazana göre, değişken yükte çalışan bir buhar kazanının kullanım ömrünü daha fazla kısaltır. Ayrıca ani yük değişimlerinin olduğu periyotlarda yakıt yanma verimi düşer ve yakıt sarfiyatı artar.

Biraz da Sitem...

Birçok firmada, buhar tesisi kurulum aşamasında ne yazık ki mühendislik bilgisi kullanılmamakta, ustalara danışılarak bu tesisler kurulmakta ya da danışılan danışman mühendislerin bu konulardaki bilgisizlikleri sonucu, kazan daireleri yerine "mühendislik gecekonduları" oluşturulmaktadır. Sonucunda ise yüksek enerji maliyetleri ile üretim yapmak kaçınılmaz olmaktadır.

Bu piyasada faaliyet gösteren rakip firmalar ise, kendilerini geliştirmek yerine, KAPALI KONDENS SİSTEMİ hakkında kulağımıza gelenler gibi, muhtemelen bu SICAK SARNIÇ uygulamasına da dudak bükeceklerdir. Biz ise, mühendislik bilgisine önem veren firmaların ve yazdıklarımızı uygulayacak meslektaşlarımızın bulunduğuna inanarak yolumuza devam edeceğiz.