

## ***KONDENSATIN KAZANA GERİ GÖNDERİLMESİ***

Kazan beslemesinde soğuk su yerine sıcak kondens kullanıldığında buhar üretimi için daha az ısının gerekli olacağı açıktır. Kazana maksimum miktarda kondens geri dönüşü ile yakıt tüketimi teorik olarak % 10 ile % 30 arasında azalabilir.

Gerçekte sağlanabilecek yakıt tasarrurunun yüzdesi buhar sisteminin basıncına ve elde edilebilecek maksimum kondens sıcaklığına bağlıdır. Kondens, genellikle ekipman çıkışlarından ve buhar kapanları çıkışından atmosferik basınçta sistemden atılır. Kondens sisteminde basınç azaldıkça kondensin bir kısmı yeniden buharlaşır ve atmosferik basınçta suyun kaynama noktası olan 100°C'a kadar soğur. Yeniden buharlaşan kondens (yani flaş buhar) çoğunlukla atmosfere atılarak kaybolur. Kondens dönüş hatları genellikle oldukça uzun olduğundan, bu soğuma ve dolayısı ile buharlaşma kaçınılmazdır. Bu nedenle kazana geri dönen kondensin son sıcaklığı nadiren 85°C 'ın üzerinde olmaktadır.

Esas enerji kaybının kondensin bir miktarının yeniden buharlaşarak kaybolmasından kaynaklanması nedeniyle, kondensin kazan besleme tankına geri dönüncüye kadar basınç altında tutulması ile tasarruf sağlanabilir. Bununla birlikte basınç altında geri kazanımı başarmak her zaman kolay değildir ve buhar kapanlarında oluşan karşı basınç, kapan kapasitesinin kabul edilemeyecek seviyelere düşmesine neden olur. Bu nedenle küçük fabrikalarda basınçlı geri kazanım sistemlerine nadiren rastlanır.

Prensipde, sıcak kondensin, düşük basınçlı flaş buhar elde ederek enerjinin bir kısmını geri kazanmak mümkündür. Bu kondensin bir flaş tankında toplanmasıyla sağlanabilir. Tank içine alınan kondensattan basınç düşükçe oluşan buhar, tankın üzerinde toplanır ve buradan düşük basınçlı buhar sistemini besler. Geride kalan sıcak kondens tankın dibinden kazana alınır. Çoğunlukla 2 bar basınç veya daha az düşük basınçlı buhar ihtiyacı, bir flaş buhar geri kazanım sisteminin kurulması ve çalıştırılması için ekonomik olmaktadır.

Kondensin bir diğer kullanım imkanı da , fabrika içinde herhangi bir proses hattının ön ısıtmasıdır. Böylece kondens sıcaklığı 100°C nin altına düşer. O zaman kondens geri dönüşündeki flaş buharın miktarı (ve ilgili bütün kayıplar) hemen hemen ihmal edilebilecek seviyededir. Gıda üretim fabrikaları gibi bazı sanayi tesislerinde, geri dönen kondensin ısısının bir ısı değiştirici vasıtasıyla, prosese giren soğuk suya aktarımı ile proses için gerekli sıcak su ihtiyacı karşılanabilir. Kondensin doğrudan sıcak su olarak kullanımı nadiren tavsiye edilir, çünkü genellikle ziyan edilemeyecek kadar sıcak ve saftır.

En iyi kondens geri kazanım sistemlerinde bile , kazandan ayrılan buharın % 100 ünü geri kazanmak pek mümkün değildir. Bazı fabrikalarda suyu ısıtmak için su içine doğrudan taze buhar enjeksiyonu yapılır ve böylece bu buhar geri kazanım için kondens oluşturmaz. Kondensin yakıt veya proses sızıntıları ile kirlenmiş olma ihtimali olduğunda kazan besleme suyu sistemine geri dönüşüne müsaade edilmemelidir. Sonuç olarak, kondensin bir miktarı daima buharlaşma ve diğer nedenlerle kaybolacaktır. Kondens olarak geri kazanılan buharın oranı geri kazanım sisteminin verimliliğinin ölçüsüdür. % 85 den fazla verime ulaşmak pek olağan değildir.

Kazanılacak kondensin sağlanacak tasarruf miktarının hesabı için aşağıda iki örnek verilmiştir.

## Örnek 1

30 milyonTL/ton maliyetindeki 8 bar basınçlı buhar kullanılan bir fabrikada kondens kazana döndürülmeyerek kanalizasyonlara atılıyor. Geri kazanılabilecek miktarın yılda 8400 saat için saat başına 15 ton olduğu tahmin edilmektedir. Kondens 85 oC ve kazan besleme suyu 15 oC dedir. Eğer kondens geri kazanılırsa tasarruf ne olur?

$$\begin{aligned}\text{Geri kazanılan ısı} &= \text{Kütle} \times (\text{Kondens sıcaklığı} - \text{Besleme suyu sıcaklığı}) \\ &= 15000 \times (85 - 15) = 1\,050\,000 \text{ kcal/h} \\ &= 1\,050\,000 \times 8400 = 8820 \text{ Gcal/yıl}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Buhar için gerekli ısı} &= \text{gizli ısı} + \text{duyulur ısı} \\ &= 486 + (175 - 15) = 646 \text{ kcal/kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Isı gerikazanım eşdeğeri} &= \frac{8820\,000\,000}{646} \text{ kg buhar/yıl} \\ &= 13\,653 \text{ ton buhar/yıl}\end{aligned}$$

$$\text{Tasarrufun parasal miktarı} = 13\,653 \times 30\,000\,000 = 409\,590\,000\,000 \text{ TL/yıl (256\,000 Euro/yıl)}$$

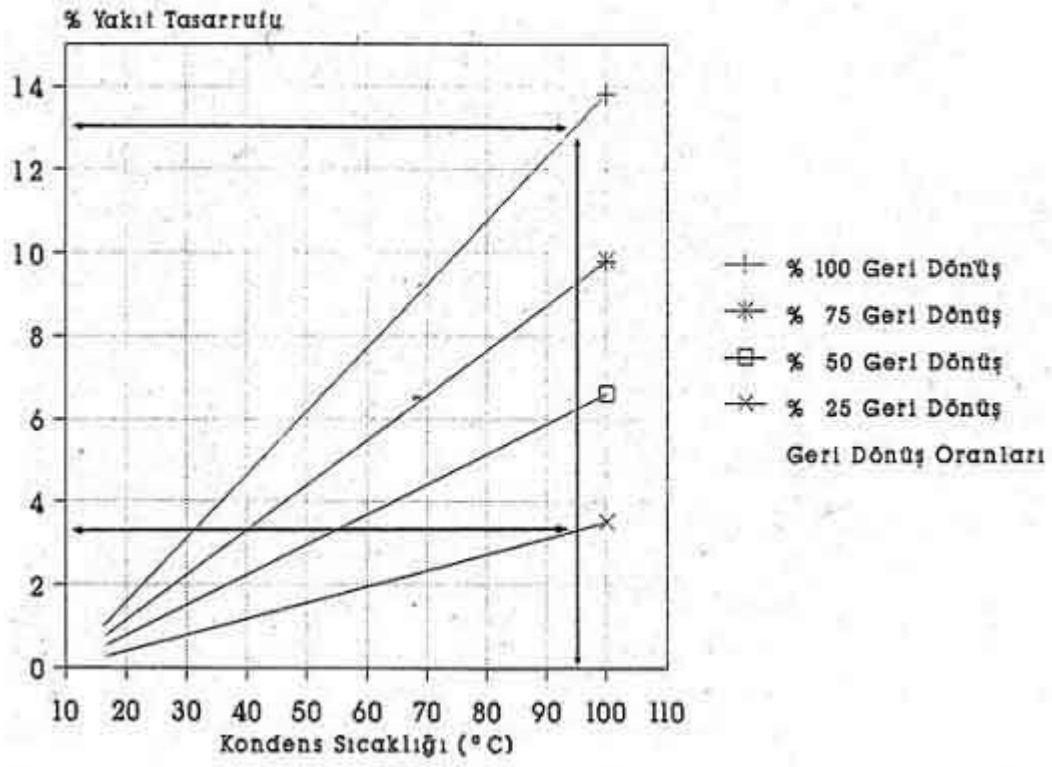
## Örnek 2

Şekilden atmosfere açık kondens sistemlerinde kondens geri kazanımının artırılması ile sağlanabilecek yakıt tasarrufları yaklaşık olarak bulunabilir.

Bir fabrikanın halihazırda 95 oC civarındaki kondensinin %25'ini geri kazandığını farz edelim. Bütün kondensi geri kazanacak yeni bir sistem kurulduğunu düşünelim. Ne kadar yakıt tasarrufu yapılabilir?

Şekilden kazan yakıt tüketiminin yaklaşık (13-3.3) % 9.7 si oranında azalacağı tahmin ediliyor.

# Kondens Geri Dönüşünün Artırılması İle Yakılan Yakıttan Tasarruf Miktarı (%)



## ÖNERİLER

- Eğer fabrikanızda kondens doğrudan kanalizasyona atılıyorsa muhtemelen büyük bir enerji tasarruf potansiyeli var demektir. Kondens geri kazanımı yoluyla sadece ısı değil aynı zamanda kazan besleme suyunun maliyetinde de tasarruf edilebilir. Sistemdeki buhar kullanan ekipmanlar incelenip kondensin geri kazanılabileceği bütün noktalar listelenmelidir. Geri kazanılabilecek miktarın tahmini yapılmalı ve geri kazanılacak tasarruf miktarı hesaplanmalıdır. Daha sonra bu tasarruf miktarı kondensi toplamak için tesis edilecek boru hattının maliyeti ile karşılaştırılarak buradan yatırımın geri ödeme süresi bulunabilir.
- Kondens geri kazanımı yakıt tüketimi veya buhar kadar dikkatle izlenmelidir. Su analizleri ile geri kazanım oranı hesaplanabilir. Ancak ölçüm aletlerinin kullanımı ve su balansının hesaplanması daha hassas sonuç verecektir. Geri kazanım oranı rutin kazan raporlarının bir parçası olmalıdır.
- Halihazırda bazı buhar ekipmanlarından kondensin geri kazanıldığı yerlerde bile hala daha fazla tasarruf imkanları olabilir. Bütün buhar ekipmanlarının listesi hazırlanmalı ve geri kazanım sistemine bağlı olmayanların kontrolü yapılmalıdır. Bazen mevcut hatların kısa mesafeli olmak şartı ile uzatılması ekonomik açıdan daha karlı olabilir.
- Kazana geri gönderilen kondensin sızıntılarla kirlenmiş olması, pahalı problemlere neden olabilir. Kondens kalitesinin dikkatli izlenmesi, gerçekten bir sızıntı riski olduğunda gereklidir.
- Kondens sistemine sızan kirliliğe bağlı olarak bir alarmı olan (örneğin kirlenmenin asitlerden mi yoksa başka elektrolitler tarafından mı oluştuğunu kontrol eden bir iletkenlik ölçer) uygun bir otomatik izleme cihazının bulunması yararlı olabilir.
- Eğer fabrikada kullanılan buhar çoğunlukla yüksek basınçta ise fabrikada sıcaklık ihtiyaçlarının çok yüksek olmadığı diğer bölümlerde bu yüksek basınçlı buharın kondensinden oluşan flaş buharın kullanılması için iyi bir fırsat var demektir.
- Bütün bunlara ilaveten, kondensat geri dönüş hatları ve toplama tankları da buhar hatları kadar iyi yalıtılmalıdır.

## KONDENS ISISI GERİ KAZANMA SİSTEMLERİ

Isıtıcı akışkan olarak veya proses gereği buhar kullanan tesislerde, buhar işlevi esnasında yoğunlaşarak doyma basıncına uyan sıcaklıkta kondens suyu halinde sistemden kondens tankına geri döner.

Aşağıdaki tablodan görülebileceği gibi kondens sıcaklığı buhar basıncına bağlı olarak artar. Aynı tablodan, kondens dönüş oranlarına göre teorik kondens tankı sıcaklıkları okunabilir. Sarı renk ile boyanmış bölgelerde flash buhar kayıpları mevcuttur.

İdeal kondens tankı sıcaklığı 70°C ile 80°C arasında olmalıdır.

Kullanılan Buhar Basıncı	Buhar / Kondens Sıcaklığı	Buhar kullanan Sistemlerde Buhar Basıncına ve Kondens Dönüş									
		Oranına Bağlı Olarak Kondens Tankı Sıcaklığı (°C)									
		Kondens Dönüş Oranı (%)									
atü	°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	119.6	25.5	35.9	46.4	56.8	67.3	77.8	88.2	98.7	109.1	119.6
2	132.9	26.8	38.6	50.4	62.2	74.0	85.7	97.5	109.3	121.1	132.9
3	143.9	27.9	40.8	53.7	66.6	79.5	92.3	105.2	118.1	131.0	143.9
4	151.1	28.6	42.2	55.8	69.4	83.1	96.7	110.3	123.9	137.5	151.1
5	158.1	29.3	43.6	57.9	72.2	86.6	100.9	115.2	129.5	143.8	158.1
6	164.2	29.9	44.8	59.8	74.7	89.6	104.5	119.4	134.4	149.3	164.2
7	169.6	30.5	45.9	61.4	76.8	92.3	107.8	123.2	138.7	154.1	169.6
8	174.5	31.0	46.9	62.9	78.8	94.8	110.7	126.7	142.6	158.6	174.5
10	183.2	31.8	48.6	65.5	82.3	99.1	115.9	132.7	149.6	166.4	183.2
Tablonun hazırlanmasında taze besleme suyu sıcaklığı 15°C olarak alınmıştır.											

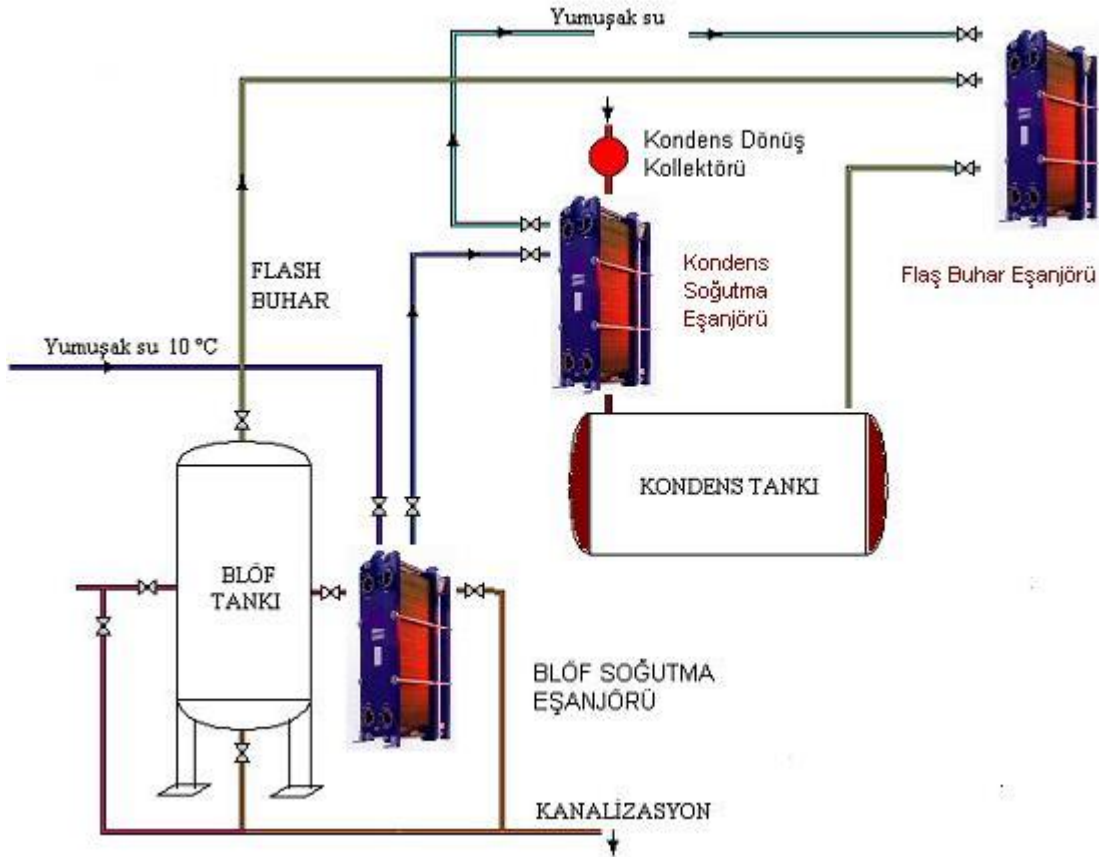
Kondens tankının atmosferik basınçta çalışması nedeniyle kondens tankına dönen kondens suyu atmosferik basınçtaki doyma sıcaklığına yani azami 100°C ye kadar soğur. Bu esnada üzerindeki fazla ısıyı kondens suyunun bir bölümünü buharlaştırmak suretiyle buhar halinde çevreye atar. Bu olay kendini kondens tankı kapağından veya havalık borusundan buhar tütmesi şeklinde gösterir.

Sistemden dönen kondens miktarının üretilen buhar miktarına oranı %50 den yüksek olan sistemlerde kondens tankı sistem işletmeye alındıktan kısa bir süre sonra ısınarak tüm çalışma saatleri boyunca sürekli olarak kaynar ve çevreye buhar verir. Kondens tankının kaynaması ve tütmesi, sistemdeki kondenstoplardan bir veya birkaçının arızalı olup buhar kaçırmaları halinde daha da şiddetlenir.

Kondens tankının kaynaması ve dışarıya buhar vermesi sistemin verimsiz çalıştığını gösterir. Çünkü kaçan buhar, enerji ve yumuşak su kaybı, yani para kaybı demektir.

Buhar kullanan sistemlerde buhar kazanı işletme basıncına bağlı olarak meydana gelecek flash buhar kayıpları aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Kullanılan Buhar Basıncı	Buhar kullanan Sistemlerde Buhar Basıncına ve Kondens Dönüş Oranına Bağlı Olarak Flash Buhar Kayıpları (%)									
	Kondens Dönüş Oranı (%)									
	atü	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	3.6
2	-	-	-	-	-	-	-	1.7	3.8	6.0
3	-	-	-	-	-	-	0.9	3.3	5.6	7.9
4	-	-	-	-	-	-	1.8	4.3	6.7	9.2
5	-	-	-	-	-	0.2	2.7	5.3	7.9	10.4
6	-	-	-	-	-	0.8	3.5	6.1	8.8	11.5
7	-	-	-	-	-	1.4	4.1	6.9	9.7	12.4
8	-	-	-	-	-	1.9	4.7	7.6	10.4	13.3
10	-	-	-	-	-	2.8	5.8	8.8	11.8	14.8
Tablonun hazırlanmasında taze besleme suyu sıcaklığı 15°C olarak alınmıştır.										



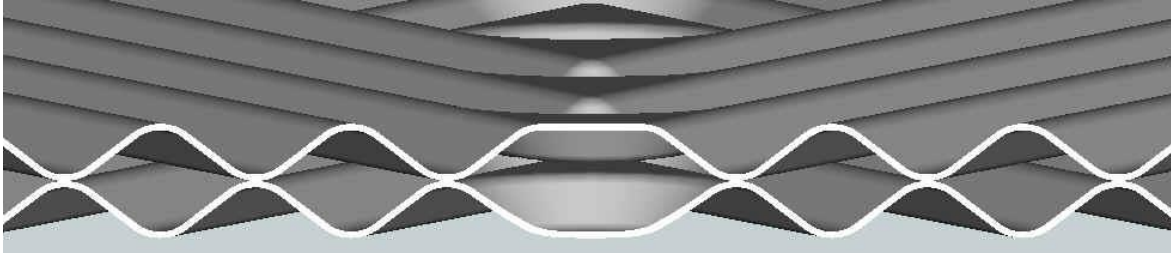
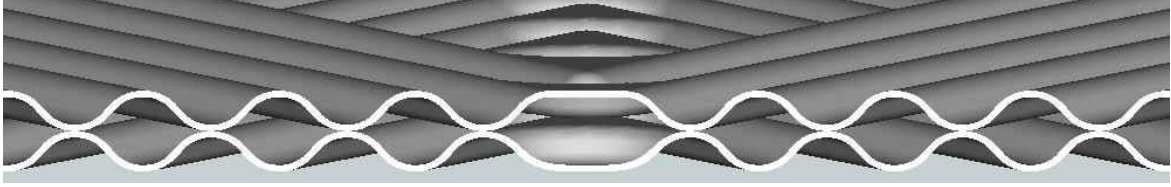
Buharlı sistemlerde, genelde kullanılan atık ısı geri kazanım eşanjörlerini sınıflandırmak gerekirse

1-Flaş Buhar Plakalı Eşanjörleri

2-Kondens Suyu Atık Isı Kazanım Plakalı Eşanjörleri

3-Blöf Soğutma Eşanjörleri

Flaş buhar eşanjörleri alçak basınçtaki flaş buharı kolayca geçirebilmeleri için çok düşük basınç kaybına sahip plakalı eşanjörler olarak dizayn edilmelidir. Plakalı eşanjör sistemin dizaynında bu koşulu sağlamanın iki yolu vardır. Plakalı eşanjörünün plaka sayısını çok arttırarak basınç kaybını düşürmek ki bu çok maliyetli bir seçim olacaktır yada bu tip sistemler için APV'nin özellikle geliştirdiği Duraflow plaka kullanımı doğru bir tercih olacaktır. Duraflow plaka özelliğine sahip eşanjörlerde aşağıdaki yatay kesitlerden görüldüğü gibi plaka imalat dizaynında normal plaka geçiş aralığına göre daha geniş geçiş kanalları hazırlanarak akışkanların daha rahat bir şekilde eşanjörden geçişi sağlanmıştır. Bu özellik sayesinde düşük basınçtaki flaş buhar her hangi bir vakum ortamı hazırlanmasına gerek duyulmaksızın plakalı eşanjörden geçirilerek istenilen sıcaklığa kadar geri kazanım yapma imkanına olanak vericektir.

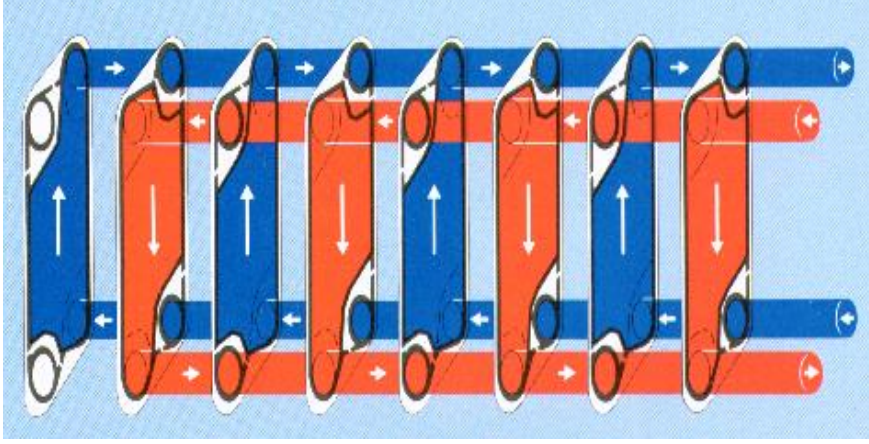


Duraflow plakaya sahip Q55 modelleriyle hazırlanmış bir uygulama örneği:



Flaş Buhar sistemlerinde alçak basınç buharı eşanjörlerden geçirmenin ikinci bir yoluda eşanjöre çift taraflı besleme yaparak buharın daha kısa bir yoldan eşanjörden geçişi sağlamaktır. Aşağıda klasik tip eşanjörün ısı geçiş şeması ile çift taraf buhar beslemeli bir plakalı eşanjörün geçiş şemasını görmekteyiz.

Dört Bağlantılı Klasik Plakalı Eşanjör:



Altı Bağlantılı Alçak Basınç Buhar Eşanjörü:

