

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SANAYİDE BUHAR KULLANIMI VE
TEKNOLOJİK GELİŞMELER

RIZA KILIÇ

ÇORLU MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
YÜKSEL LİSANS TEZİ
MAKİNA ANABİLİM DALI

TEZ YÖNETİCİSİ: YRD.DOÇ.DR.HAVVA AKDENİZ

2006-ÇORLU

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SANAYİDE BUHAR KULLANIMI VE
TEKNOLOJİK GELİŞMELER

RIZA KILIÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇORLU MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MAKİNA ANA BİLİM DALI

Bu tez 15 / 09 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Semih ÜZE	Yrd. Doç. Dr. Füsun UYSAL	Yrd. Doç. Dr . Havva AKDENİZ
Başkan	Üye	Üye

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi
Sanayide Buhar Kullanımı
Ve Teknolojik Gelişmeler

Trakya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çorlu Mühendislik Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü
Makine Anabilim Dalı

Günümüzde global rekabet, ekonomik ve sosyal gelişmelere paralel olarak toplumların enerji ihtiyacı da sürekli olarak artmaktadır. Artan enerji ihtiyacı ve yüksek maliyetler araştırmacıları alternatif enerji kaynaklarını araştırmaya yöneltmektedir.

Enerji ihtiyacının önemli bir kısmını yurtdışından sağlayan ülkemizde de mevcut enerji kaynaklarının ve satın alınan enerjinin verimli kullanılması çok önem taşımaktadır.

Günümüz şartları bizi ‘En ucuz enerji tasarruf edilen enerjidir.’ yaklaşımı ile mevcut enerji kaynaklarını daha verimli kullanma konusunda etkin tedbirler almaya zorlamaktadır.

Bu tezde sanayide buhar kullanımı ile ilgili bilgiler verilmiş. Uygulama olarak ta Tekirdağ ili Çorlu İlçesinde yer alan ROZA TEKSTİL FERMUAR SAN.ve TİC. A.Ş. firmasının mevcut enerji hatları incelenmiş, teknolojik gelişmeler ışığında iyileştirme çalışmaları yapılmış ve ilgili değerlendirmeler sunulmuştur.

2006, 103 Sayfa

Anahtar kelimeler: Teknoloji, verimlilik, tasarruf

SUMMARY

Master of Science Thesis
Use of Steam in the Industry
And Technological Developments

Trakya University
Institute of Science
Çorlu Faculty of Engineering
Department of Mechanical Engineering

Related to global competition, economical and social developments, the societies' energy need continuously increases. This increase of need for energy and high costs leads researchers to search on alternative sources.

In our country, where import high amount of need for energy, efficient use of extant energy sources and Energy which is imported is highly important.

The condition of today with the approach of “the cheapest energy is the one of saved” forcing us to take active measures on using more efficiently extant energy resources.

In this thesis, informs are given about usage of steam in industry. As a practice, the energy lines of ROZA TEKSTİL FERMUAR SAN. ve TİC. A.Ş. in Çorlu, Tekirdağ is examined, beyond the technological developments, improvements are made and Evaluations are presented.

2006, 103 pages

Key words: Technology, efficiency, saving

ÖNSÖZ

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerji sanayi kuruluşlarının girdilerinde önemli bir yer tutmaktadır.

Ülkemizde ki bazı sanayi kuruluşlarımız ucuz işçiliğin yanı sıra ucuz enerji için de yatırımlarını başka ülkelere de kaydırmaktadırlar.

Sanayi tesislerinin büyük çoğunluğunda buhar enerjisi kullanılmaktadır. Buhar enerjisinin transferi diğer enerjilerin transferinden daha ekonomiktir. Ancak uygun seçilmeyen tesisat ve armatörler verimi düşürmekte dolayısı ile yakıt tüketimini artırmaktadır.

Enerjinin daha ekonomik ve verimli kullanılması gerekir. Sanayi kuruluşlarında enerji kaçaklarının önlenmesi durumunda ciddi enerji tasarrufu sağlanacağına inanmaktayım.

İşletmelerde enerji tasarrufuna yönelik ilk ve en önemli adım enerji kaçaklarını önlemeleridir. Bunun yanı sıra uygulanacak çeşitli enerji geri kazanım yöntemleri ile de enerji tasarrufu sağlanabilir.

Enerji tasarrufunda teknolojik yenilikleri kullanmanın yanı sıra ilgili personelin mesleki deneyimleri de önemlidir. İşletmeler de personellerinin beceri ve deneyimlerini eğitimle sürekli desteklemeliler ve teknolojik gelişmelere açık olmalılar.

Mesleki deneyimlerime dayanarak şunu söyleyebilirim ki ülkemizde küçük ve orta ölçekli bir çok işletme bir çok konuda olduğu gibi enerji altyapısının dizaynına da önem vermemektedir. Çok pahalı bir girdi olan enerjiden dolayı farkında olmadan ciddi maddi kayıplara uğramaktadır.

‘En ucuz enerji tasarruf edilen enerjidir.’ Yaklaşımıyla hareketle işletmelerimizde gerekli enerji alt yapı iyileştirmeleri yaparsak önemli tasarruflar sağlayacağımıza inanıyorum.

Bu tez çalışması çalıştığım kuruluş olan ROZA TEKSTİL FERMUAR SAN.ve TİC.A.Ş. için çok faydalı oldu.

Beni bu tez çalışmasına yönlendiren tezimin hazırlanmasında hiçbir yardımını esirgemeyen çok değerli tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Havva AKDENİZ hanımefendiye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tezin hazırlanmasında katkılarını sunan ROZA FERMUAR SAN.ve TİC.A.Ş.’ deki değerli çalışma arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Rıza KILIÇ

Ağustos,2006

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
ÖZET	III
SUMMARY	IV
ÖNSÖZ	V
İÇİNDEKİLER	VII
SİMGELER DİZİNİ	XI
ŞEKİLLER, TABLOLAR, RESİMLER VE DİYAGRAMLAR DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
3. MATERYAL VE METOD	3
3.1 Buharla İlgili Genel Bilgiler	3
3.1.1 Buharlaşma – kaynama	3
3.1.2 Kaynama noktası	3
3.1.3 Buhar kullanımı ve karşılaştırması	4
3.2 Buharın sanayinde kullanım alanları	15
3.2.1 Isı eşanjörleri	15
3.2.2 Hacim ısıtma cihazları	17
3.2.2.1 Buhar radyatörleri	17
3.2.2.2 Konvektörler	18
3.2.2.3 Panel ve levha ısıtıcılar	19
3.2.2.4 Hava ısıtma cihazları	19
3.2.3 Mutfak cihazları	21
3.2.3.1 Pişirme kazanları	21
3.2.3.2 Ayaklı pişirme kazanları	21
3.2.3.3 Devirmeli pişirme kazanları	22
3.2.3.4 Buharlı pişiriciler (Buharlı fırınlar)	23
3.2.4 Proses cihazları	24
3.2.4.1 Sabit kazanlar	24
3.2.4.2 Devirmeli imalat kazanları	24
3.2.4.3 Sıcak tablalar	26

3.2.4.4	Buharlaştırıcı cihazlar	26
3.2.5	Çamaşırhane ve konfeksiyon cihazları	27
3.2.5.1	Konfeksiyon presleri	27
3.2.5.2	Ütü ve kalenderler	28
3.2.5.3	Buhar jeneratörlü ütüler	29
3.2.5.4	Buharlı el ütüler	29
3.2.5.5	El ütüler	30
3.2.5.6	Tamburlu kurutucular	30
3.2.6	Çok tabanlı presler	31
3.2.7	Sanayi kurutucuları	32
3.2.7.1	Kurutma serpantinleri	32
3.2.7.2	Çok odalı serpantinli kurutucular	34
3.2.7.3	Kurutma silindirleri	34
3.2.7.4	Çok silindirli apre makineleri	35
3.2.8	Tank ve depolar	36
3.2.8.1	Proses tankları (Üstten boşaltmalı)	36
3.2.8.2	Proses tankları (Alttan boşaltmalı)	36
3.2.8.3	Sıcak su tankları	36
3.2.8.4	Direkt sıcak su üreticileri	37
3.2.8.5	Süper hızlı boylerler	38
3.2.9	Buhar akümülatörleri	38
3.2.10	Elektrik üretimi	39
3.3	Buharın Hazırlanması Ve Teknolojik Gelişmeler	41
3.3.1	Buhar jeneratörleri	41
3.3.1.1	Mini buhar jeneratörleri	42
3.3.1.2	Kompakt buhar jeneratörleri	43
3.3.2	Buhar kazanları	44
3.3.2.1	Kazan besisi suyunun hazırlanması	44
3.3.2.1.1	Klasik degazörler	44
3.3.2.1.2	Modern degazörler	45
3.3.2.1.3	Termik degazörler	46

3.3.2.2	Buhar kazanı çeşitleri	47
3.3.2.2.1	Radyasyon tip karşı basınçlı alev duman borulu kazanlar	47
3.3.2.2.2	Üç geçişli skoç tip buhar kazanları	48
3.3.2.2.3	Yüksek basınçlı su borulu buhar kazanları	49
3.3.2.2.4	Mekanik yakma sistemli buhar kazanları	50
3.3.2.3	Buhar kazanı armatörleri	51
3.3.2.4	Blöf sistemleri	53
3.3.2.4.1	Yüzey blöf işlemi cihazları	53
3.3.2.4.2	Dip blöf işlemi cihazları	53
3.3.3	Endirekt buhar üreticileri	54
3.4	Buhar Dağıtımı	55
3.4.1	Buhar devresi	55
3.4.2	Ana buhar hattı	56
3.4.3	Üniteler hat dizaynı	58
3.4.4	Buhar kolektörü	59
3.4.5	Separatör	59
3.4.6	Kondens devresi	60
3.4.7	Kondenstop ve kondenstop uygulamaları	61
3.4.7.1	Şamandıralı kondenstoplar	62
3.4.7.2	Termostatik süper kondenstoplar	62
3.4.7.3	Termostatik kondenstop (3 kapsüllü)	63
3.4.7.4	Termostatik kondenstop (Çekvalf sitli)	64
3.4.7.5	Ters kovalı kondenstop	65
3.4.7.6	Bi – metal kondenstoplar (Ayar vidalı)	65
3.4.7.7	Termodinamik kondenstoplar	66
3.4.8	Kondenstop test vanaları	67
3.4.9	Kondenstop kontrol cihazları	68
3.4.10	Sıvı atıcılar	69
3.4.11	Kondenstop miktarının hesabı ve çaplarının belirlenmesi	69

4. UYGULAMA: ROZA TEKSTİL FERMUAR SAN. VE TİC. A.Ş. DE YAPILAN YENİLEME ÇALIŞMALARI	72
4.1 Buhar Hatları Ve Buhar Tesisatı (Boyahane)	73
4.1.1 Buhar kapasitesinin hesabı	74
4.2 Buhar Kazanı Armatörleri	78
4.3 Kondenstoplar	81
4.3.1 Bölümlerde kullanılan kondenstoplar	82
4.3.2 Kondenstop Çaplarının Bulunması	82
4.3.2.1 Hava ısıtma cihazları	82
4.3.2.2 Eşanjörler	87
4.3.2.3 Kurutma silindirleri	87
4.3.2.4 Boya kazanları	88
4.4 Maliyet Hesabı	94
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	99
6. KAYNAKLAR	101
7. ÖZGEÇMİŞ	103

SİMGELER DİZİNİ

A	: Yıllık nakit akışı	: Para birimi/yıl
B	: İstenilen/ mevcut kazan suyu TDS değeri	: $\mu\text{s}/\text{cm}$
C _p	: Havanın özgül ısısı	: $\text{kJ}/\text{m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$
f	: Doğal gazın birim fiyatı	: $\$/\text{m}^3$
F _b	: Buharın kg fiyatı	: $\$/\text{kg}$
F	: Besi suyu TDS değeri	: $\mu\text{s}/\text{cm}$
h	: Doğal gazın verimi	: Sayı
H _d	: Doğal gazın alt ısı değeri	: kcal/m^3
i	: Dönemsel faiz oranı	: Sayı
L	: Buharlaştırma entalpisi	: kJ/kg
m _s	: Suyun kütlesi	: kg/h
m _b	: Buharın kütlesi	: kg/h
n	: Geri ödeme periyodu	: Ay
P	: Yapılan yatırım	: Para birimi/yıl
Q	: Kondens yükü	: kg/h
S	: Kazan kapasitesi	: kg/h
t	: Suyun / maddenin giriş sıcaklığı	: $^\circ\text{C}$
T	: Suyun / maddenin çıkış sıcaklığı	: $^\circ\text{C}$
V	: Isıtılacak su hacmi	: m^3/dak
W _d	: Kuru ağırlık	: kg/h
W _w	: Yaş ağırlık	: kg/h
(Δh) _s	: Suyun entalpi değişimi	: kJ/kg
(Δh) _b	: Buharın entalpi değişimi	: kJ/kg

ŞEKİLLER, TABLOLAR, RESİMLER VE DİYAGRAMLAR DİZİNİ

		<u>SAYFA NO</u>
Şekil 3.1	İdeal kondensstop gurubu	15
Şekil 3.2	Isı eşanjörü	16
Şekil 3.3	Eşanjör buhar bağlantısı	17
Şekil 3.3	Buhar radyatörü	18
Şekil 3.5	Konvektör kondensstop uygulaması	19
Şekil 3.6	Panel ve levha ısıtıcılar kondensstop uygulaması	19
Şekil 3.7	Hava ısıtma cihazları	20
Şekil 3.8	Hava ısıtma cihazları	21
Şekil 3.9	Pişirme kazanlarında kondensstop uygulaması	22
Şekil 3.10	Devirmeli pişirme kazanları	22
Şekil 3.11	Sabit pişirme kazanları	24
Şekil 3.12	Devirmeli imalat kazanları	25
Şekil 3.13	Sıcak tablalar	26
Şekil 3.14	Buharlaştırıcı cihazlar	27
Şekil 3.15	Konfeksiyon presleri	28
Şekil 3.16	Ütü ve kalenderler	28
Şekil 3.17	Çok tablalı presler	31
Şekil 3.18	Çok tablalı presler	32
Şekil 3.19	Kurutma serpantinleri	33
Şekil 3.20	Çok odalı serpantinli kurutucular	34
Şekil 3.21	Kurutma silindirleri	35
Şekil 3.22	Çok silindirli kurutma apreleri	35
Şekil 3.23	Proses tankları	36
Şekil 3.24	Proses tankları	36
Şekil 3.25	Sıcak su tankları	37
Şekil 3.26	Buhar akümülatörü	39
Şekil 3.27	Basit çevrim	40
Şekil 3.28	Kojenerasyon	40

Şekil 3.29	Buhar jeneratörleri	42
Şekil 3.30	Buhar kolektörlerinde cep uygulaması	57
Şekil 3.31	Buhar hattı sonlarında hava atıcı uygulaması	58
Şekil 3.32	Branşman alma	58
Şekil 3.33	Buhar kolektöründe cep uygulaması ve buhar dağıtımı	59
Şekil 3.34	Buhar hattına seperatör uygulaması	60
Şekil 4.1	Roza Tekstil Ve Fermuar San. Tic. A.Ş. enerji akış şeması	80
Şekil 4.2	İdeal kondenstop grubu	81
Tablo 3.1	Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu	6
Tablo 4.1	Boru çaplarına göre buhar kapasitesi (kg/h)	76
Tablo 4.2	Kondenstop seçim tablosu	83
Tablo 4.3	Buhar tablosu	85
Tablo 4.4	İşletmede kullanılan kondenstoplar	89
Tablo 4.5	Arızalı kondenstoplar	92
Resim 3.1	Buharlı fırınlar	23
Resim 3.2	Buhar jeneratörlü ütüler	29
Resim 3.3	Buharlı el ütüler	30
Resim 3.4	Sıcak su tankları	37
Resim 3.5	Sıcak su boyleri	38
Resim 3.6	Mini buhar jeneratörleri	43
Resim 3.7	Kompakt buhar jeneratörleri	43
Resim 3.8	Klasik degazör	45
Resim 3.9	Modern degazör	46
Resim 3.10	Karşı basınçlı alev duman borulu buhar kazanları	48
Resim 3.11	Skoç tipi buhar kazanları	49
Resim 3.12	Yüksek basınçlı su borulu buhar kazanları	50
Resim 3.13	Mekanik yakma sistemli buhar kazanları	51
Resim 3.14	Endirekt buhar üreticileri	55
Resim 3.15	Şamandıralı kondenstop	62

Resim 3.16	Termostatik süper kondens atıcı	63
Resim 3.17	Kapsüllü termostatik kondenstop	64
Resim 3.18	Termostatik çekvalf sitli	65
Resim 3.19	Bi – metal kondenstop	66
Resim 3.20	Termodinamik kondenstop	67
Resim 3.21	Kondenstop test grubu	68
Resim 3.22	Kondenstop kontrol cihazı	68
Resim 3.23	Sıvı atıcı	69
Diyagram 4.1	Kondens boşaltma kapasitesi diyagramı	86
Diyagram 4.2	Buhar kaçağı diyagramı	93

1. GİRİŞ

Buhar makinelerinin bulunmasında vakum ve pnomatik bilgilerden yararlanılmıştır. Buhar makinesi üretiminde ilk başarılı sonucu Savery elde etmiştir. Daha sonra Newcomen hareketli parçaları olan daha verimli bir buhar makinesi yapmıştır. Newcomen'in ürettiği makine üzerinde en önemli iyileştirmeyi Humprey Patter gerçekleştirmiştir. Nihayet J.Watt'ın 1764 de tasarlayıp, 1769 da patentini aldığı çift hareketli buhar makinesinin üretimi ile bu konudaki teknoloji son derece iyileşmiş ve bu makineler sanayinin güç kaynağı haline gelmiştir.

Endüstri devriminin en önemli işlevlerinden birisi de bilim, teknoloji ve endüstrinin işbirliği olmuştur. Bu iş birliğinin ilk ve önemli örneğini veren mucit Watt olmuştur. Buhar makinesinin mucidi olan Watt bir mekanisyendi.

Endüstri devrimi ile birlikte seri üretim başlamış ve bunun gereği olarak da enerji ihtiyacı artmış, kömür dışında yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmuştur. Petrol, elektrik gibi yeni enerji kaynaklarını kullanabilmek için elektrik türbinleri, elektrik motorları, içten yanmalı motorlar gibi yeni güç kaynaklarına ihtiyaç duyulmuş ve üretilmiştir.

Buhar 19. yüzyıldan itibaren sanayinin vazgeçilmez unsurlarından birisi olmuş ve sanayinin bir çok dalında kullanılmaya başlanmıştır. Buhar; gıda, kimya, tekstil, petro-kimya, santraller, vb. gibi endüstrilerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Bunların dışında en yoğun olarak kullanıldığı alan ise ısıtma sistemlerindedir.

Buhar üretiminde bugün için temel doğrular yüksek ısı verim, yüksek emniyet ve çevreyi az kirletme olarak sayılabilir. Buhar üretimi amacı ile kullanılan buhar kazanları da yıllar içinde çok gelişmiştir. 1720'lerde ortaya çıkan ilk buhar kazanları bir çaydanlık gibi sadece kabuktan ibaretti 250 – 300 yıllık teknolojik gelişimde alev ve alev-duman borulu kazanlardan, su borulu kazanlara geçişimi en büyük aşama olarak değerlendirebiliriz.

Bu çalışmada sanayide buhar kullanım alanları ve teknolojik gelişmeler örnekler anlatılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

KÜÇÜKÇALI (2000); buhar hakkında temel bilgiler verilmiş. Kaynar su, kızgın yağ konularını incelemiş. Buhar kazanları buhar hatları, kazan işletme ve bakımından bahsetmiştir.

KÜÇÜKÇALI (1998); ısıtma sistemlerindeki gelişmelerden bahsetmiştir.

DALBY (1958); buhar enerjisinden, buhar diyagramlarından, kaynar su, kızgın yağdan bahsetmiştir.

ÜNLÜ (1997); teknolojik gelişmelerden; kazan otomasyon sistemlerinden; hat dizaynlarından; buhar armatörlerinden; eşanjörlerden; blöf sistemlerinden bahsetmiştir. Ayrıca enerji kayıpları ile ilgili çeşitli çalışmalar anlatıp hesaplamalar yapmıştır.

IŞIK (2000); mühendislik ekonomisinden; amortisman hesaplamalarından; faiz hesaplamalarından bahsetmiştir.

AYHAN (2005); elektrik ve ısı enerji ihtiyaçlarını; korjenerasyon sisteminden sağlayan sanayi kuruluşlarını incelemiş; uygulamaları değerlendirmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Buharla İlgili Genel Bilgiler

3.1.1 Buharlaşma - kaynama

Buharlaşma olayı her sıcaklıkta meydana gelen bir olaydır. Kaynama sıcaklığına kadar sıcaklık artıkça buharlaşma hızı da artar. Kaynama sıcaklığına ulaşıldığında ise kaynama gerçekleşir. Kaynama sıcaklığı sıvının cinsine ve basıncına bağlıdır. Bir sıvı yüzeyi üzerinde mutlaka belirli miktarda söz konusu sıvının buharı bulunur. Sıvının üzerindeki bu buhar miktarı buharlaşmanın devamını kontrol eden ana parametredir. Kapalı bir kaptaki buharlaşma sırasında belli bir süre sonra artık daha fazla su buharlaşamaz. Bu durumda sıvının ve üstündeki gazın sıcaklıkları ve basınçları eşittir. Bu denge haline doyma denir. Buharlaşma olayı kinetik teori ile açıklanabilir. Sıvı yüzeyinde bulunan bir molekülün, ortalama moleküllerin enerjilerinin çok üstünde yüksek enerjiye sahip olduğu düşünülürse, bu aşırı enerjili molekül moleküller arası sıvı bağlarını koparıp sıvı yüzeyinden üstteki gaz hacmine fırlayabilir. Sıvı molekülleri farklı enerji seviyelerine sahiptir. Her an belirli sayıda aşırı enerjili molekül sıvı yüzeyini terk eder. Bu molekül sayısı veya oranı sıcaklıkla artar. Sıvıyı terk eden moleküller, yüzeyden uzaklaştırılmazlarsa, tekrar sıvıya döner.(Kapak vb bir şeye çarpmak suretiyle) Bu olaya yoğuşma olayı denir. Denge haline ulaşıldığında, buharlaşan molekül sayısı ile yoğuşan molekül sayısı eşit hale gelir. O halde denge statik bir hal değil, dinamik bir haldir.

Buharlaşma ve yoğuşma basınçla ilişkilidir. Eğer sıvının üzerindeki basınç artırılırsa, moleküllerin bağlarını koparabilmesi için gerekli enerji seviyesi de yükselir. Kaynama sıcaklığı da artar. Basınç ne kadar yüksek olursa, kaynama sıcaklığı da o kadar yüksek olur.

3.1.2 Kaynama Noktası

Kaynama noktası çoğu zaman standart atmosferik basınçtaki suyun kaynama sıcaklığı olan 100 °C olarak bilinir. Halbuki doyma sıcaklığı veya kaynama noktası

basıncın fonksiyonudur ve basınçla artar. Tamamen kapalı bir kaptaki buhar üretiminde, sıvı fazdan gazı geçişteki büyük hacim artışına bağılı olarak, basınç artımı olur. basıncın artması ile sıvının ve buharın sıcaklığı da sürekli artar. Isı verilmeye devam edilirse, sonuçta kap patlayana kadar basınç ve sıcaklık yükselmeye devam eder. Buhar kazanlarında kritik noktanın altındaki basınçlarda çalışma halinde, basınç istenilen bir değerde sabit tutulur. Bunun için üzerinde yeterli bir buhar hacmi bırakılarak su seviyesi sabit tutulur ve üretilen buhar ile kazandan çekilen buhar (üretilen) miktarları sürekli dengeleyecek şekilde üretilen buhar miktarı ayarlanır.

3.1.3 Buhar Kullanımı Ve Karşılaştırması

Buhar sanayi devriminden beri enerji taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. Besinlerin pişirilmesiyle kullanılmaya başlayan buhar, sanayiden, ısıtmaya kadar çok geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir.

Buharın ana kullanım alanları:

- 1- Endüstriyel
- 2- Isıtma
- 3- Termik santrallerde elektrik üretimidir.

Burada esas olarak endüstride buhar kullanımı üzerinde durulacaktır.

Endüstride buhar kullanımının tercih edilme nedenlerini kısaca şöyle sıralayabiliriz.

- 1- Yüksek akışkan sıcaklıklarına çıkmak mümkündür.
- 2- Isı geçiş yüzeylerinde sıcaklık sabittir. Buharda ısı çekişi genellikle doymuş buharın yoğuşmasıyla gerçekleşir. Bu işlem sabit sıcaklıkta gerçekleştiğinden bütün ısıtma yüzeyi boyunca her tarafın sıcaklığı aynıdır.
- 3- Sıcaklık kontrolünü çok hassas biçimde gerçekleştirmek mümkündür. Söz konusu sabit yoğuşma sıcaklığı buharın basıncına bağılıdır. Basınç kontrolü yoluyla proses sıcaklığını çok hassas olarak kontrol etmek mümkündür.
- 4- Büyük miktarda ısı enerjisini, küçük bir kütle ile taşımak mümkündür.
- 5- Buhar hijyeniktir. Tamamen saf bir maddedir. Bu özelliğinden dolayı gıda endüstrisinde vazgeçilmez bir dezenfeksiyon ve proses elemanıdır. Buharsız bir gıda endüstrisi düşünülemez.

- 6- Isı kayıpları az olduğundan dolayı ideal bir ısı taşıyıcıdır.
- 7- Akışkanın taşınması işlemi kendi basıncıyla olur. Ek bir pompaya gerek duyulmaz
- 8- Geri kazanım sistemleriyle enerji tasarrufu sağlanır.
- 9- Buhar emniyetlidir. Buhar yanmaz, alev almaz özeliği nedeniyle patlayıcı ortamlar için emniyetlidir. Etkili ve kaliteli sızdırmazlık ürünleri ile bütün ortamlarda buhar emniyetle kullanılır. Pişirme ve sterilizasyon proseslerinde direkt olarak püskürtülür.
- 10- Yatırım giderleri azdır. Aynı ısı kapasitesi için kaynar su ve kızgın yağ sistemlerinden daha küçük boru çapları gerektirir. Bunun sonucunda daha az yatırım, ucuz montaj gideri ve daha az yalıtım malzemesi kullanılır.

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı gıda, kimya ve petro-kimya, tekstil endüstrisinde çok geniş kullanım alanına sahiptir. Bunun yanında bazı dezavantajları da vardır.

- 1- Buhar tesisatlarında korozyon riski daha fazladır.
- 2- Buhar dağıtım hatları belli bir eğime sahip olmalı ve içinde kondens birikmemeli.
- 3- Boru hatları 1km'den fazla uzun tutulmamalı.
- 4- Kondens hatlarının oluşturulması ve işletilmesi zor ve pahalıdır. Isı kayıpları fazladır.

Buharın alternatifi olarak ısıtmada kaynar su, endüstriyel proseslerde kızgın yağ kullanılmaktadır. Tablo 3.1'de her üç alternatifin çeşitli yönlerden birbirleriyle karşılaştırması yapılmıştır.

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (KÜÇÜKÇALI, 2000)

A- MALİYET

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
1-İLK YATIRIM MALİYETİ	Buhar sistemleri, kaynar su sistemlerine göre daha pahalı bir yatırımdır. Kendi içinde ise; kızgın buhar sistemleri, doymuş buhara göre daha büyük bir kuruluş maliyeti gerektirir.	Kaynar su sistemleri (160 °C su sıcaklığına ve 10 bar işletme basıncına kadar) kullanım amaçlarına göre yüksek sıcaklık işletmelerinin en ekonomik çözümüdür. İşletme basıncı 160 °C sıcaklıkta; kaynar suyun dolaştığı en üst seviyede $\sim(5+2)=7$ bar mertebesinde gerçekleşir. 30 mSS Statik basınç varsa işletme basıncı ~ 10 bar olarak gerçekleşir. 180 °C sıcaklıktan sonra ise kullanımı çok yüksek basınç nedeniyle genellikle ekonomik değildir. Kot farkı fazla olan tesislerde, kazan dairesini en yüksek seviyede oluşturarak (doğal sirkülasyon ters bir akım oluşmasına ve sirkülasyon pompası basıncının artmasına rağmen) kaynar su kazanı ve genleşme deposu işletme basıncı azaltılabilir.	Sistem basınçsızdır. Yüksek sıcaklıklardaki kullanımlarda (180 °C nin üzerindeki sıcaklıklardaki) ilk yatırım maliyeti en ucuzdur. Orta sıcaklık işletmelerinde ise en pahalı çözümdür. Korozyon riski istenmeyen ve çok yüksek sıcaklıkta ısıtıcı akışkan kullanımı gerektiren yerlerde ekonomiktir.
2- AKIŞKAN VE İŞLETME MALİYETİ	İlk dolumda daha az su gerekir. Suyun şartlandırılmış olması çok önemlidir. Dozlama sürekli gerekir. Kazan blöf ve köpük alma gereksinimi ve kondens suyu kayıpları nedeniyle, su takviyesi gerekir. Akışkan maliyeti işletmede kaynar sudan fazladır. İşletmede hassas uzmanlık istediği için de ilave maliyet oluşur ve pahalıdır.	Toplam su hacmi en fazla olan sistemdir. Suyun yumuşatılmış olması gerekir. İşletme sırasında düşük oranlarda dozlama gerekir. En ucuz akışkan maliyeti kaynar sulu sistemlerdedir. Ancak sistemlerdeki suyun boşaltılmasından olabildiğince kaçınılmalıdır.	Arıtılmış su yerine kızgın yağ kullanıldığı için akışkan maliyeti çok yüksek olan sistemdir. Sistemde kullanılan yağın belirli aralıklarla tümüyle değiştirilmesi gerekir. Yağın kalitesi karbonlaşma (cracking) riskinden dolayı çok önemlidir. Yağın kalitesi arttıkça, kullanım süresi de artar. Tekniğine uygun işletilen bir kızgın yağ sisteminde normal ömrü 1 yıldır. Yağ analiz edilerek kontrolü suretiyle daha uzun süreler kullanılabilir. Kızgın yağ sistemlerinin çok özel koşullar dışında tercih edilmemesinin en önemli iki nedeninden biridir. Kızgın yağ sistemleri çok özel uygulamalarda zorunlu olarak kullanılır.
3- SİSTEMİN YAKIT MALİYETİ	En fazladır. Özellikle kondens suyu kayıpları, blöf kayıpları, kondenstop kaçırımları ve buhar kaçakları nedeniyle yakıt maliyeti artar.	En azdır. Yaygın sistemlerde kullanıldığında dağıtım kayıpları fazladır. Ayrıca arıza hallerinde suyun boşaltılması gerektiğinde; su ve enerji kayıpları oluşur. Kesintili işletmede (gece kapatılan sistemler) ataleti ve yakıt kaybı en fazladır. Sürekli işletmelerde ise yakıt tüketimi en az olan sistemdir.	Kaynar sudan fazla, buhardan daha azdır. Kızgın yağ kazanlarının verimleri, buhar kazanına göre biraz daha düşüktür. Buhar sisteminin kondens, blöf vb. işletme kayıpları dikkate alındığında ise; kızgın yağ sistemlerinin toplam sistem verimi (yakıt maliyeti) buhar tesislerine göre daha azdır.
4- ISITICI YÜZEY ALANI	En az ısıtıcı yüzeyi gerekir. (Isı geçiş katsayısı en fazla olduğu için)	Orta	En fazla

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (devam) (KÜÇÜKÇALI, 2000)

B- PERFORMANS

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
5- SİSTEMİN ÖMRÜ	Kondens suyu devrelerindeki korozyon nedeniyle kaynar suya göre ömür daha kısadır.	Buhara göre ömür daha uzundur.	En uzun ömre sahiptir. (Korozif etkisi olmayan yağ kullanıldığı için)
6- KOROZYON PROBLEMİ	Korozyon riski yüksektir.	Daha az korozyon problemi yaşanır.	Korozyon ihmal edilebilir.
7- ISITILACAK YÜZEYDE HOMOJEN SICAKLIK DAĞILIMI	Mükemmel. Buharın ısıtıcıya giriş sıcaklığı ile, çıkış sıcaklığı (kondens suyu sıcaklığı) aynı olduğu için; ısıtıcı yüzeyi üzerindeki sıcaklıklar aynıdır.	Yüzey sıcaklığı homojen değildir. Suyun giriş ve çıkış sıcaklığı arasındaki farka bağlı olarak, ısıtıcı yüzeyi üzerinde farklı sıcaklıklar oluşur.	Yüzey sıcaklığı homojen değildir. Yağın giriş ve çıkış sıcaklığı arasındaki farka bağlı olarak, ısıtıcı yüzeyi üzerinde kaynar suya göre de daha fazla farklı sıcaklıklar oluşur.
8- YÜKSEK SICAKLIĞA ULAŞABİLME	Doymuş buhar veya kızgın buhar ile çok yüksek sıcaklıklara çıkılabilir. (~300 °C) Yüksek sıcaklıklar için yüksek basınç gerekir. (316 °C sıcaklıkta 107 bar) Kapasiteye bağlı olarak çok yüksek basınçlara su borulu tip kazanlarla çıkılabilir. 30 bar basınca kadar silindirik tip kazanlar, 25 bar ve daha yüksek basınçlarda ise su borulu kazanlar seçilebilir.	Yüksek sıcaklıklar için yüksek basınç gerekir. 180 °C sıcaklıktan sonra kullanımı ekonomik değildir. Aynı ısıtma sıcaklığı için, buhara göre daha yüksek basınç gerekir.	Akışkan olarak kullanılan yağın izin verebildiği çok yüksek sıcaklıklara ulaşılır. (~300 °C) Yüksek sıcaklıklara çıkıldığı halde sistem düşük basınç altındadır. Bu nedenle yüksek basınç istenmeyen ve yüksek sıcaklık ihtiyacı olan işletmelerde (özellikle 180 °C üzerinde kullanım alanı çok daha fazla artar) avantajlıdır. Yüksek sıcaklıklarda kullanılan yağın karbonlaşarak (cracking) bozulma riski arttığı için, yağ kalitesi daha fazla önem kazanmaktadır.

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (devam) (KÜÇÜKÇALI, 2000)

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
9- KAPASİTE VE BASINÇ SINIRLARI	Kurulu güç olarak en büyük kapasitedeki sistemler buharlı olanlardır. Kullanım yerleri ile kazan arasındaki yükseklik farkının fazla olduğu sistemlerde buharın üst seviyedeki kullanım yerlerine ulaşabilmesi için ilave basınç gerekmez. Çünkü yoğunluğu az olan buhar borulardaki basınç kayıpları ile orantılı olarak yükselir. Kaynar suya göre avantajlıdır.	Kurulu güç olarak ikinci büyük sistemdir. En yaygın ve uzak yerlere hizmet verebilen sistemdir. Ancak kullanım yerleri ile kazan arasındaki yükseklik farkının fazla olduğu sistemlerde sistem basıncı da arttığı için; pratik değildir. Örnek olarak 160 °C sıcaklıkta kaynar su sıcaklığı olan bir tesiste en üst seviyedeki kullanım yerinde emniyet basıncı ile birlikte yaklaşık olarak 7 bar (mutlak) basınç gereklidir. En üst ve en alt kullanım yerleri arasındaki seviye farkı 50 m ise, kazan işletme basıncı 12 bar (mutlak) mertebesinde gerçekleşir. Aynı tesiste 150 °C sıcaklıkta kaynar su kullanılması halinde ise işletme basıncı 10 bar (mutlak) mertebesinde dir.	Akışkan pahalı olduğundan, sistemin mümkün olduğu kadar küçük olması gerekir. Uzun mesafelerde bu sistemin kullanılması pahalı olup, uygun değildir.
10- TAŞINABİLEN ISIMIKTARI (Boru çapını da belirler) (Bakınız Tablo 1A)	Birim kütle ile suyun gizli ısı taşıdığından, taşınan ısı en büyüktür. Ancak boru çapını belirleyen buhar hacmi olduğundan, aynı boru çapında; a-Düşük basınçlarda (~8 bar'a kadar) buhar boruları ile taşınabilen ısı miktarı, kaynar sulu sistemlere göre daha azdır. b-Yüksek basınçlarda ise buhar boruları ile daha fazla ısı taşınabilir. c-Kondens borularının çapları çok küçük olduğu dikkate alınarak; buhar sistemlerindeki ortalama çap (kesit) ile kaynar sulu sistemlere göre genelde daha fazla ısı taşınabildiği görülür.	a-Kızgın yağa göre avantajlıdır. Suyun özgül ısınma ısı çok yüksektir. (1 kcal/kgC) (4,186 kJ / kgK) b- Δt = 40 °C olan kaynar su sistemlerinde taşınabilen ısı miktarı; alçak buhar basınçlı sistemlerine göre daha fazladır. Buhar sistemleri ile boru çapı karşılaştırmalarında; kaynar su gidiş ve dönüş suyunun ortalama sıcaklığı ile aynı sıcaklıktaki buharlı sistem karşılaştırılmalıdır. Buhar ve kondens borularının ortalama kesiti ile kaynar su sistemi boru çapı karşılaştırılmalıdır.	Yağın özgül ısınma ısı düşüktür. Ortalama özgül ısı : (0,5 kcal/kgC) (2,09 kJ/kgK) sıcaklık farkları da fazla arttırılmaz. Bu nedenle en az ısı taşınımı bu alternatiftedir.
11- ISI KAYBI	Doymuş buhar sıcaklıkları endüstriyel uygulamalarda 300 °C mertebelerine çıkılabilir. Buhar hatları genellikle açıktan geçtiğinden bakımları daha iyi yapılır. Çalışan sistemlerde ısı kayıpları kaynar sudan biraz daha azdır denilebilir.	Isıtıcı akışkan sıcaklığı genelde 180 °C değerini aşamaz. Ancak boru hatları uzundur ve zamanla izolasyonların bozulması ile hat kayıpları önemli mertebelere çıkar.	En yüksek sıcaklıklar bu sistemdedir. Kızgın yağ tesisatı yaygın sistemlerde kullanılmaz. Boru uzunlukları da az olan, yaygın olmayan yüksek sıcaklığa gereksinim duyulan özel tesislerde kullanılabilir.

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (devam) (KÜÇÜKÇALI, 2000)

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
12- BORU İZOLASYON KALINLIKLARI	Buhar borularının izolasyon kalınlığı, aynı çaptaki kaynar su borusuna göre biraz daha fazla olmalıdır. (Isı transfer katsayısı daha büyük olduğu için) Kondens borusunda ise çap ve sıcaklık daha küçük olduğu için, izolasyon kalınlığı daha azdır.	Buhar borusuna göre daha az. Kaynar su gidiş ve dönüş sıcaklıklarının ortalama sıcaklığındaki buhar ile karşılaştırma yapılmalıdır. Kaynar su gidiş suyu sıcaklığı ve çapı ile buhar borusu ve izolasyon kalınlığı, dönüş suyu sıcaklığı ve çapı ile de kondens borusu ve izolasyon kalınlığı karşılaştırıldığında toplam ısı izolasyon maliyeti; a- Düşük basınçlı buhar sistemlerinin kaynar sulu sistemlere göre genelde biraz daha pahalı, b- Yüksek basınçlı buhar sistemlerinde ise daha ucuz olduğu görülür. c- Kaynar sulu sistemlerde gidiş dönüş sıcaklık farkı (Δt), buharlı sistemlerde ise buhar hızları seçimleri boru ve dolayısıyla ısı yalıtım maliyetini ciddi boyutta etkiler.	En az (ısı iletim katsayısı daha düşük olduğu için)
13- SİSTEMİN ISIL ATALETİ	Ataleti kaynar suya göre daha azdır. Kazandaki su miktarı ve sistemdeki su miktarı kaynar suya göre daha azdır. Sistemin buhar tutması uzun zaman alır.	Kazandaki ve sistemdeki su miktarı çok fazladır. Devreye girmesi uzun zaman alır. Ataleti en fazla olan sistemdir.	Sistemde ve kazanda bulunan yağ miktarı çok az olduğundan sistemin ısıl ataleti çok azdır. Hemen devreye girer. Yağın ortalama özgül ısınma ısısı ($0,5 \text{ kcal/kj } ^\circ\text{C}$) suyun yaklaşık olarak yarısı kadardır.
14- KESİNTİLİ ÇALIŞMA KAYIPLARI	Fazla	En fazla.	En az.

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (devam) (KÜÇÜKÇALI, 2000)

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
15- ISI İÇERİĞİ	Isı içeriği yüksek. Gizli ısı olarak yaklaşık 2100 kJ/kg	Orta derecede ısı içeriği. Özgül ısı (1 kcal/kgC) (4,18 kJ/kgK)	Isı içeriği düşük. Mertebe olarak özgül ısı: (0,4-0,7 Kcal/kg °C) (1,69-2,93 kJ/kgK)
16- ISI TRANSFER KATSAYISI	Yüksek (5000 - 10000 kcal/hm ² °C) (Aynı ısıtma yüzeyinden, daha fazla ısı transferi sağlanır.)	Orta (2000 - 3000 kcal/hm ² °C)	Göreceli olarak düşük. (1500 - 200 kcal/hm ² °C)
17- ESNEKLİK	Sistem esnektir.	Sistem daha az esnektir.	Sisteme esnek değildir.
18- KONTROL KOLAYLIĞI	a- Kullanım yerlerinde 2 yollu vana ile genellikle daha kolay kontrol sağlanır. Kullanımı kolay ve basittir. b- Isıtma merkezinde buhar kazanlarının su seviye ve basınç kontrolü yapılır. c- Gözetimli veya gözetimsiz işletme şartlarına göre farklı kontrol sistemleri kullanılır.	a- Kullanım yerlerinde 3 yollu veya 2 yollu vanalar kullanılarak kontrol sağlanır. b- Isıtma merkezinde sıcaklık ve basınç kontrolü yapılır. c- Gözetimli veya gözetimsiz işletme şartlarına göre farklı kontrol sistemleri kullanılır.	a- Kullanım yerlerinde 3 yollu veya 2 yollu vanalar kullanılarak kontrol sağlanır. b- Isıtma merkezinde sıcaklık ve basınç kontrolü yapılır. c- Gözetimli veya gözetimsiz işletme şartlarına göre farklı kontrol sistemleri kullanılır.

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (devam) (KÜÇÜKÇALI, 2000)

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
19- SICAKLIK VE BASINÇ DÜŞÜRME İMKANI	Basınç düşürme vanasıyla buhar basıncı kolayca düşürülerek istenilen şartlar sağlanır. NOT : Basınç düşürücü vana çıkışında buharın sıcaklığı değişmediği halde, basıncı düşürülür. Çıkıştaki buhar kuru buhar (kızdırılmış buhar özelliği taşır)	Sıcaklık düşürme daha zordur. Ancak farklı zonlarda 3 yollu vanalar ve sekonder pompalar kullanıp, dönüş suyu karıştırılarak sıcaklık düşüşü veya farklı sıcaklık zonları oluşturulabilir.	Sıcaklık düşürme daha zordur. Farklı zonlara 3 yollu vanalar ve sekonder pompalar monte edilerek karışım sağlanabilir ve farklı sıcaklık zonları oluşturulabilir.
20- FLAŞ PROBLEMİ	Vardır. Flaş buhar kayıpları sistem verimini azaltacağı için; buhar sistemlerinde, flaş buharı olabildiğince değerlendirebilecek ilk yatırım yapılmalıdır.	Yoktur.	Yoktur.
21- BLÖF KAYBI KÖPÜK ALMA KAYBI	Vardır. Buhar kazanlarında sürekli olarak buharlaşma olduğu için (özellikle kondens suyu dönüşü olmayan veya kısmen olan sistemlerde daha da önemli), belirli aralıklarla kazanların boşaltma vanaları (otomatik veya manuel) açılarak blöf yapılır. (bir miktar kaynar su dışarıya atılır) Blöf ve köpük alma işlemi sırasında oluşacak flaş buhardan da ısı geri kazanımı yapılması enerji kayıplarını azaltacaktır.	Blöf kaybı azdır.	Yoktur.

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (devam) (KÜÇÜKÇALI, 2000)

C- MONTAJ

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
22- YER İHTİYACI	Kazan hacmi çok büyüktür. Degazör tankı kondens suyu tankı, degazör ve kondens suyu besli pompaları ile birlikte kazan dairesi için daha büyük alana ihtiyaç vardır.	Modern sistemlerde azot veya buhar yastıklı genişleme depoları yerine, ara soğutucu depo + pompalı tip genişleme (dengeleme) depoları ve su rezerv deposu kullanılmaktadır. Bu durumda buhara göre daha küçük boyutlu kazan dairesine ihtiyaç vardır.	Kazan konstrüksiyonu biraz daha farklıdır. Aynı kapasitedeki kaynar su kazanına göre daha fazla ısıtma yüzeyine ihtiyaç vardır. Boyut kaynar su kazanına yakındır. Yağ depolama tankı, gaz ayırma tankı ve genişleme tankı boyutları biraz daha küçüktür. Sirkülasyon pompaları vardır. Kazan dairesi için gerekli olan alan ihtiyacı biraz daha küçüktür.
23- BORU KALİTESİ	Kaliteli boru ve ciddi boru işçiliği gerektirir. Yüksek basınçlarda dikişsiz ve yüksek kaliteli çelikten imal edilmiş borular kullanılmalıdır.	Yüksek basınçlarda dikişsiz ve yüksek kaliteli çelikten imal edilmiş borular kullanılmalıdır. Boru montaj işçiliği buhardan daha kolaydır. Ancak boru çapları buhara göre daha büyük olduğu için, işçilik maliyeti de artar.	Daha ince etli borular kullanılabilir. Borular yüksek kaliteli çelikten imal edilmiş olmalıdır. Montaj işçiliği ve kaynak kalitesi önemlidir.
24- BORU ÇAPLARI	Küçük (Buhar ve kondens borularının toplam kesiti dikkate alınarak) Bak 10. Kriter: Taşınabilen ısı miktarı	Büyük	Daha büyük.
25- BORU ŞEBEKESİ DÖŞENMESİ	Zor ve pahalıdır. Buhar borularına, kondensin alınması için sürekli bir eğim verilmelidir. Uzun mesafelerde testere dişi biçiminde montaj yapılır. Termik genişlemeyi dengeleyecek önlem alınmasına dikkat edilmelidir.	Hava toplanmasına izin vermemek kaydı ile eğimin önemi yoktur. Belirli yerlerde (üst noktalarda) hava tahliyesinin yapılması gereklidir. Termik genişlemeyi dengeleyecek önlem alınmasına dikkat edilmelidir.	Eğimin önemi yoktur. (İlk dolumda hava tahliyesinin yapılabilmesi kaydı ile) Genellikle çok yüksek sıcaklıklarda kullanıldığı için, termik genişlemeleri dengeleyecek (boru uzamaları) önlemler alınmalıdır.

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (devam) (KÜÇÜKÇALI, 2000)

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
26- KONDENS SUYU BORUSU DÖŞENMESİ	Kondens suyu boruları sürekli alçalan eğimde monte edilmelidir. Kondens suyu korozyif bir akışkan olduğu için, düşük basınçlarda da yüksek kaliteli çelikten üretilen borular kullanılmalıdır. Düşük basınçlı buhar sistemlerinde boru cidar kalınlığı daha fazla olan DIN 2441 normuna göre üretilen dikişli boruların kullanımı mümkün olsa da, korozyon problemi başladıktan sonra kalın cidarlı borularda da delinme olacaktır. Kalın etli boru kullanmak yerine, yüksek kaliteli çelikten (ST-42 vb) imal edilmiş borular tercih edilmelidir. Borunun cidar kalınlığı ve çelik çekme boru kullanımı ise basınca dayanım ve emniyet ile ilgilidir. Toplanan kondens suyunun sisteme döndürülmesi basınç ve doğal akış ile gerçekleşemiyorsa; ara kondens deposunda toplanır ve pompa ile ısıtma merkezindeki ana kondens deposuna basılabilir.	Yoktur.	Yoktur.
27- BOŞALTMA MUSLUKLARI	Tek vana genellikle yeterlidir.	Çift vana kullanılması daha uygundur.	Çift vana kullanılır.
28- DOLAŞIM POMPASI	Pompalama gerekmez. Buhar kendi basıncıyla dolaşır. Kazana su basmak için kazan bes pompaları kullanılır.	Dolaşım pompaları kullanılır.	Dolaşım pompaları kullanılır.
29- BUHAR KAPANI (KONDENSTOP)	Gereklidir. Kondenstoplar buhar sistemlerinin en çok servis ve kontrol gerektiren elemanlarıdır.	Gereksizdir.	Gereksizdir.

Tablo 3.1 Buhar, kaynar su, kızgın yağ sistemleri karşılaştırma tablosu (devam) (KÜÇÜKÇALI, 2000)

D- İŞLETME BAKIM VE ONARIM

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
30- SERVİS - BAKIM SIKLIĞI VE MALİYETİ	En fazla servis bakım gereksinimi bu alternatiftedir. Çoğu zaman kurulan sistem sürekli gözetimi gerektirir. Kondensatörler en fazla bakım gerektiren cihazlardır. Kaynar suya göre daha zordur ve uzmanlık gerektirir.	Daha kolay ve ucuzdur.	Bakım sıklığı ve ihtiyacı en az olan alternatiftir. En fazla problem olasılığı sirkülasyon pompalarında. Ancak yüksek işletme riski (yangın) nedeniyle özellikle kazanların ve sistemde dolaşan yağın bakım ve kontrolleri yüksek standartlarda ve belirli periyotlarda yapılır. Kızgın yağın normal işletme koşullarında 1 yıl ve daha üzerindeki aralıklarla değişiminin gerekmesi nedeniyle servis ve bakım maliyeti artar. En pahalı ve zordur. Çok özel eğitim ve uzmanlık gereklidir.

E- İŞLETME RİSKİ VE EMNİYET

KARŞILAŞTIRMA KONUSU	BUHAR TESİSATI	KAYNAR SU TESİSATI	KIZGIN YAĞ TESİSATI
31- YANGIN RİSKİ	Yoktur.	Yoktur.	Vardır. Sistemde ısıtıcı akışkan olarak kullanılan yağ yanıcı olduğu için, malzeme ve işçilik kalitesi ile; işletme, servis ve bakım çok önemlidir. Hata yapılmasında oluşabilecek bir yangın, sistemi çökertebileceği gibi çevresi de ciddi boyutlarda etkilenebilir. Ancak doğru proje, montaj, işletme, bakım ve kontroller yapılması kaydıyla sistem emniyetlidir.
32- EMNİYET	Sistem basınç altında çalışır ve tam güvenlik önlemleri alınmış olmasını gerektirir. Patlama riskini daha fazla taşır. Ancak doğru proje, uygulama ve işletme yapılması ve çok kaliteli malzeme kullanılması halinde; sistem yüksek basınçlarda da emniyetlidir.	Sistem basınç altında çalışır ve tam güvenlik önlemleri alınmış olmasını gerektirir. Patlama riski buhara göre biraz daha fazladır. Kaynar sulu sistemlerde basınç düştüğünde ani buharlaşma (aşırı hacim genişlemesi) sonucunda tesisatta patlama olabilir veya cidar hasarları oluşabilir. Ancak doğru proje, uygulama ve işletme yapılması ve çok kaliteli malzeme kullanılması halinde; sistem yüksek basınçlarda da emniyetlidir.	Sistem basınçsız olduğundan emniyetlidir. Basıncın sürekli kontrolü için genleşme depoları ve sisteminin yedekli yapılması önerilir.
33- AVANTAJLI OLDUĞU TESİSLER (SONUÇ)	1) Yüksek sıcaklık gereksinimi olan ve yüksek basınçta dayanıklı ısıtıcı sistemlerin kullanılabildiği tesisler. 2) Kot farkı çok fazla olan bölgelerde uzaktan ısıtma sistemi olarak 3) Açık buhar kullanılabilecek (beton kürü vb) sistemler. 4) Hijyen gereken ısıtma tesisleri (Gıda sanayi) 5) Yüksek sıcaklık gereksinimi olan (çamaşırhaneler vb) ve bina içine emniyetle kurulması gereken ısı merkezlerinde (su hacmi çok az olan buhar jeneratörleri)	1) Yaygın bölge ısıtma sistemleri 2) Orta sıcaklık (~ 180 °C kadar) ısıtma gereksinimi olan ve buhara göre daha az korozyon riski istenen ısıtıcıların kullanıldığı tesisler.	1) Yüksek sıcaklık gereksinimi olan, yüksek basınç istenmeyen tesisler. 2) Isıtma devresinde korozyon riski olmaması gereken tesisler. 3) Küçük ve yaygın olmayan tesislerde uygulanabilir.

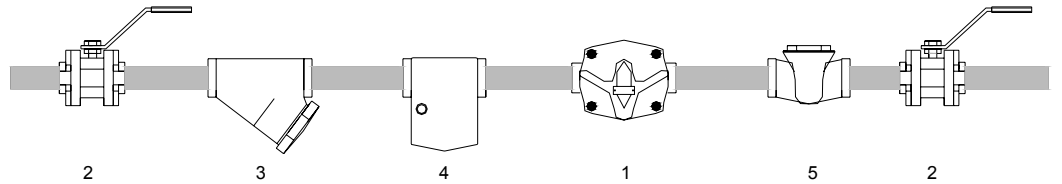
3.2 Buharın Sanayide Kullanım Alanları

Buhar yaşamın her alanında kullanılmaktadır. Buhar enerjisi olmadan veya buharsız bir sanayi düşünülemez. Buhar çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Buharın kullanılmasıdaki asıl amaç ısı verimliliğidir. Buhardan iyi verim elde etmek için, iyi bir buhar tesisatı, uygun armatörler kullanılmalı ve uygun kapasite seçimi yapılmalıdır. Buhardaki verimlilik konusunda kondenstop çok önemlidir. Bu konu ileride detaylı bir şekilde anlatılacaktır. Buhar kimya, petro-kimya, gıda, tekstil endüstrisinde ve bir çok alanda kullanılmaktadır.

3.2.1 Isı eşanjörleri

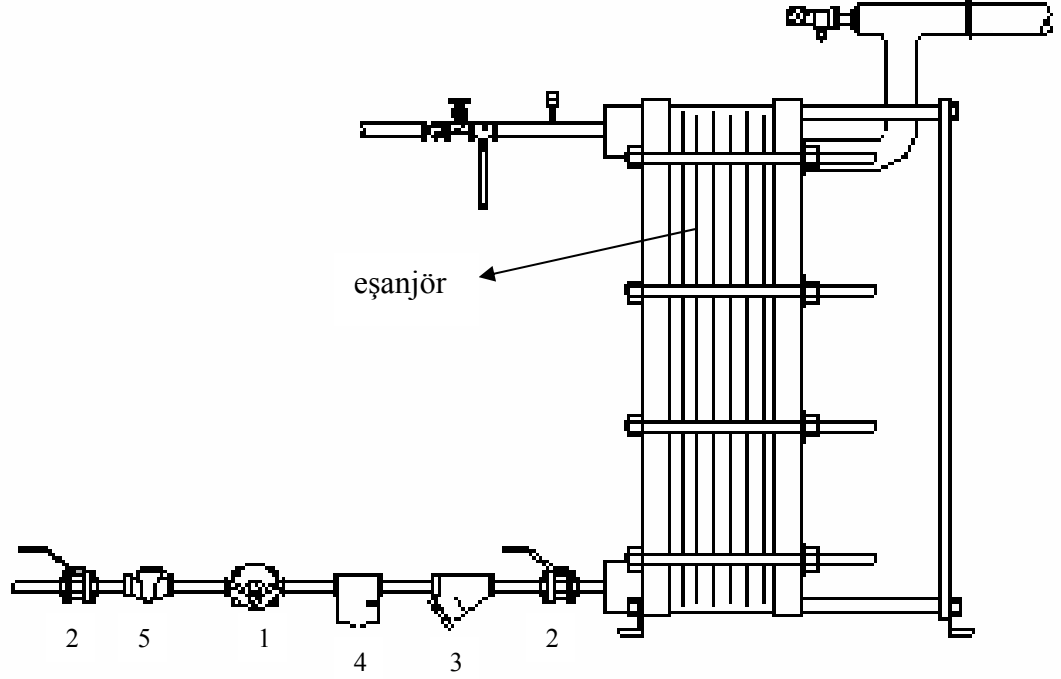
Eşanjör uygulamaları buhar kullanılan endüstriyel tesislerin hemen hemen tümünde mevcuttur. Gerek serpantinli sistemler, gerekse eşanjör tesisatının dizaynı ayrı bir önem arz eder. Yapılabilecek bir dizayn hatası eşanjör verimini direkt etkiler. Ayrıca eşanjör içerisinde oluşacak olan vuruntular ve koç darbeleri zamanla serpantinlerin delinmesine ve dolayısıyla ömrünün kısılmasına neden olacaktır. Eşanjörlerde en sık karşılaşılan sorunlar serpantinlerin delinmesi, koç darbesi ve geç ısınmadır. Geç ısınmanın en önemli nedenlerinden biri uygun olmayan kondenstop tiplerinin kullanılmış olmasıdır.

Sekil 3.1 İdeal kondenstop grubu



1. Kondenstop
2. Küresel Vana
3. Pislik Tutucu
4. Kondenstop Kontrol Gövdesi
5. Çek Vana

Şekil: 3.2 Isı eşanjörü



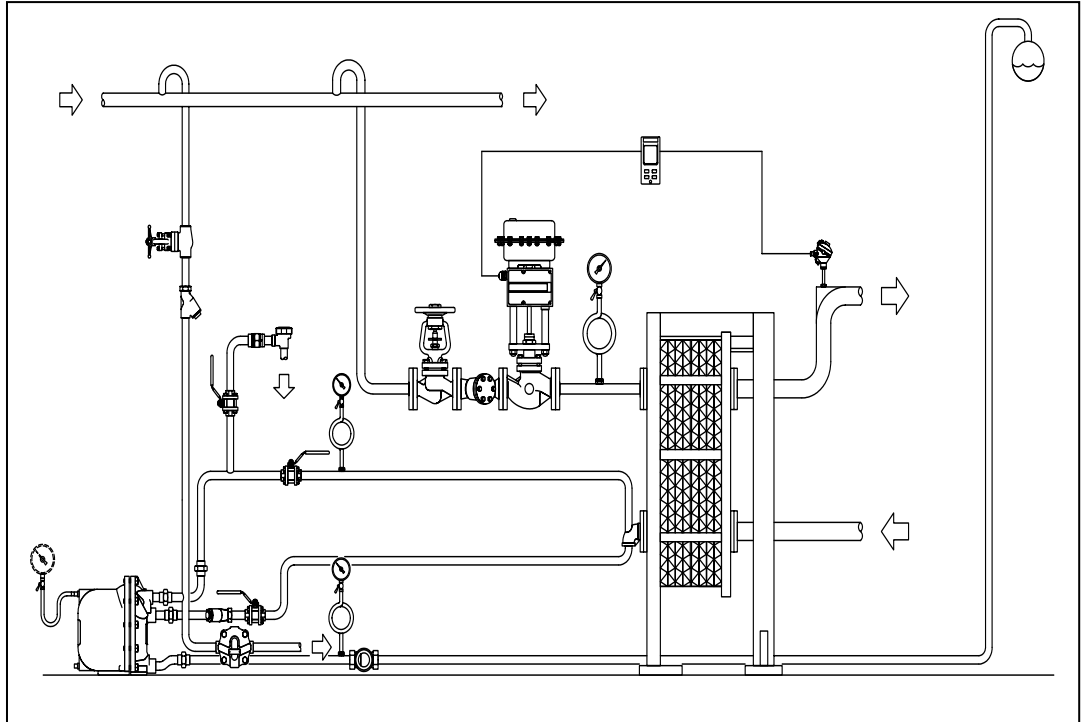
Kondensin boşalamaması ve koç darbesinin oluşmasının nedenlerinden bazıları şunlardır:

Sıcaklık kontrol vanası kapandığında yoğuşma sonucunda oluşan kondens, basıncın düşmesi nedeniyle boşalamayarak serpantinde veya kondenstop önünde birikir. Kontrol vanası tekrar açıldığında, hızla gelen buhar, bu kondensi önünde sürükleyerek koç darbesine neden olur. Kontrol vanası kapattığında serpantinlerde kalan buhar ısını vermeye devam edeceğinden faz değiştirerek kondense dönüşür. Bu olay sonucunda hacim küçülür, basınç düşer, bu durumda vakum oluşur. Kondens ters yönde buhar girişine doğru akar. Dolayısıyla kondensin tamamı tahliye edilemez. Vana tekrar açıldığında su kütlesini önüne katarak koç darbesine sebebiyet verir. Bu olayın önüne geçmek için bir vakum kırıcı kullanılmalıdır. Her tipteki eşanjör, uygulamasında ve tüm serpantinli sistemlerde kontrol vanasında sonra 1/2 " ölçüsünde bir vakum kırıcıyla koç darbeleri önlenir. Diğer bir sorun ise kondensin eşanjörden zamanında boşalamamasıdır. Bunun nedeni hattaki yükselmelerden oluşan karşı basınçtır. Bu sorunu bir kondens pompasıyla çözmek mümkündür. Sisteme monte

edilecek bir kondens pompası serpantinlerdeki vakumu engelleyecek, karşı basıncı yenerek anında boşalma yapabilecek, gerektiğinde kondenstop, gerektiğinde de pompa olarak çalışacaktır. Böylece eşanjörden hem tam verim alınacak, hem de eşanjör ve armatörlerin ömürleri uzayacaktır.

Yukarıda bahsettiğimiz kondenstoplarla ilgili konu, özelde ısı eşanjörü için belirtilmiş olmasına rağmen aslında, belirtilen durum tüm buhar kullanılan proseslerde ve cihazlarda aynı durum söz konusudur. Eşanjörler ısı değıştiricileridir, genelde buhardan sıcak su elde etmek için kullanılır. Kullanımı çok yaygın ve ekonomiktir. Sanayi tipi eşanjörlerden Buharın kullanıldığı yerlerden bazılarında buharın şematik olarak gösterimi (cihaz veya proseslerde) aşağıdaki gibi olmalıdır.(ÜNLÜ ve diğerleri, 2003)

Şekil: 3.3 Eşanjör buhar bağlantısı

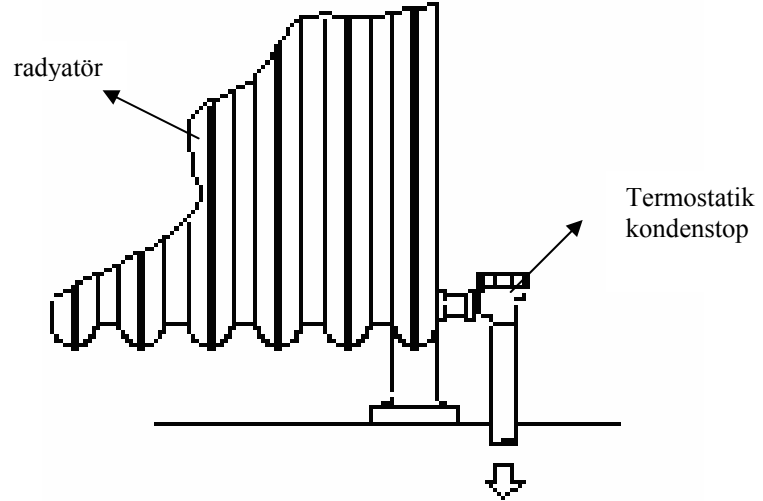


3.2.2 Hacim ısıtma cihazları

3.2.2.1 Buhar radyatörleri :

Genelde 3 bar buhar basıncının altında çalışan buhar radyatörlerinde termostatik kondenstoplar kullanılır.

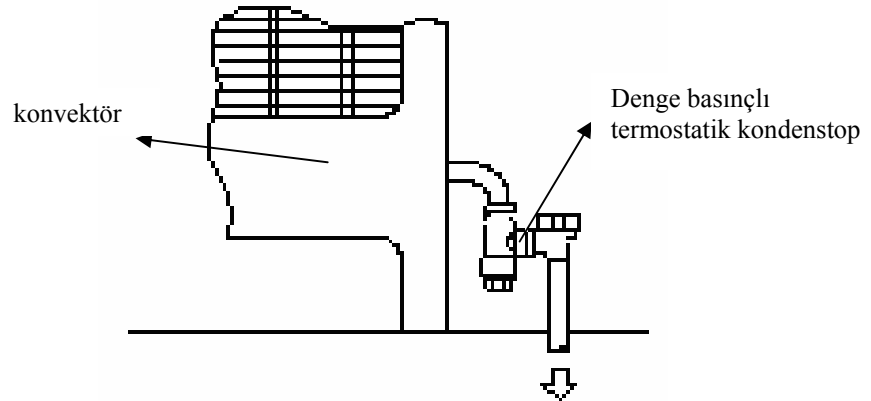
Şekil: 3.4 Buhar radyatörü



3.2.2.2 Konvektörler :

Konvektörlerin buhar hacmi küçük olup, kondensin oluşmasına imkan vermemektedir. Genelde bu ısıtıcıların dekoratif ve küçük olanları tercih edilmektedir. Denge basınçlı termostatik kondenstoplar kullanılmaktadır. Isıtıcıya fan takıldığı durumlarda, buhar hacmi, kondens ve havadan tamamen arındırılmalı ve şamandıralı kondenstoplar tercih edilmelidir. (ÜNLÜ, 2003)

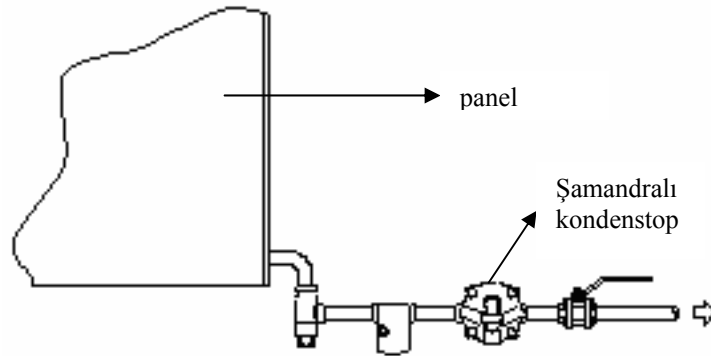
Şekil: 3.5 Konvektör kondensstop uygulaması



3.2.2.3 Panel ve levha ısıtıcılar :

Panel ve levha ısıtıcılarda ısı miktarı yüzey sıcaklığına bağlıdır. Bundan dolayı kondensin çabuk tahliyesi önemlidir. Her panel ve levhaya monte edilen ve havayı iyi tahliye eden şamandıralı kondensstop kullanımı tercih edilmelidir. (ÜNLÜ, 2003)

Şekil: 3.6 Panel ve levha ısıtıcılar kondensstop uygulaması

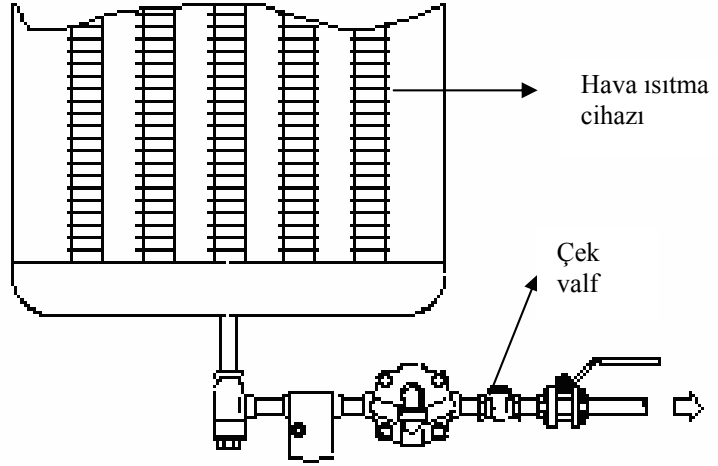


3.2.2.4 Hava ısıtma cihazları:

Hava ısıtma cihazları küçük buhar hacimlerinde büyük kondens miktarları meydana getirir. Buhar hacminde kondens ve havanın birikmesi düşük sıcaklıklara, soğuk havanın yayılmasına hatta ısıtma cihazlarının arızalanmasına neden olur.

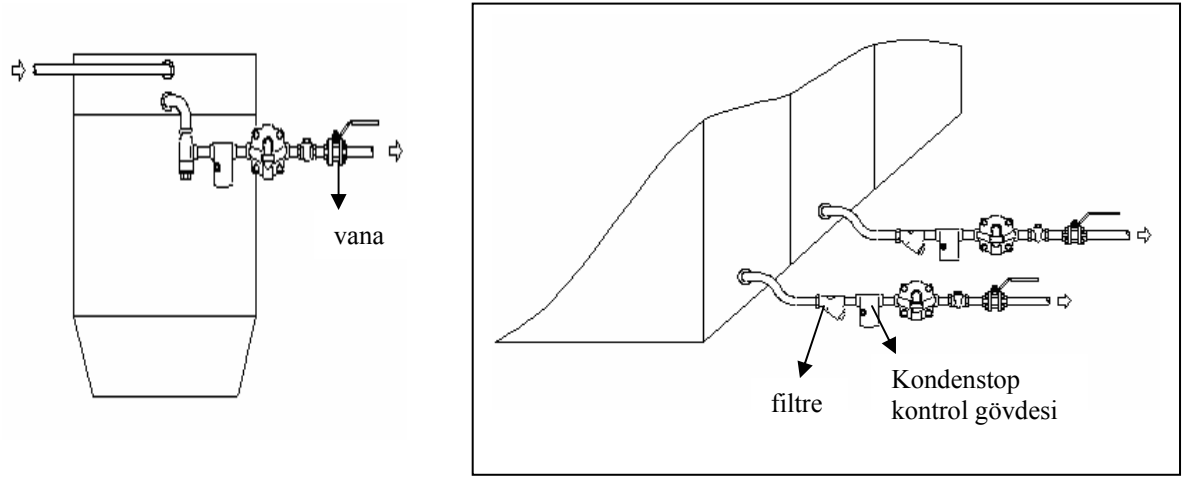
Kondensin birikmesine müsaade etmemek gerekir. Alttan hava akımlı yatay ısıtma cihazlarında kondens çıkış bağlantısı eksantrik bir redüksiyon ile yapılmalıdır. Böylece kondensin geri gelmesi önlenmiş olur.

Şekil: 3.7 Hava ısıtma cihazları



Bu tür sistemlerde yüksek basınçlı buhar kullanıldığı zaman enerji tasarrufu açısından, kondens çıkışındaki flaş buhar ilk cihazın girişine verilir. Isıtma buhar girişinde el veya otomatik kumandalı kontrol vanası kullanmakta cihazın verimli çalışması için uygun olacaktır. Böylece oluşan kondens yerçekimi esasına göre boşaltılmalıdır. Buhar hacminde kondensin tahliyesi sırasında vakum olabilir. Bunu da bir vakum kırıcıyla çözmek gerekir. Her cihaza ayrı bir şamandıralı kondenstop takılmalıdır. (ÜNLÜ, 2003)

Şekil: 3.8 Hava ısıtma cihazları



3.2.3 Mutfak cihazları

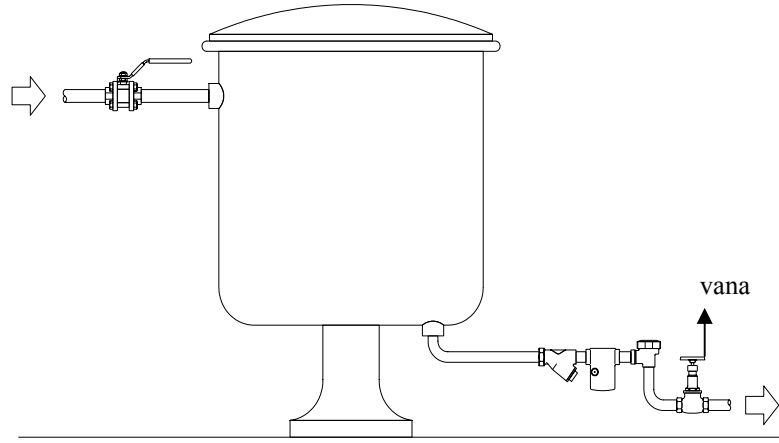
3.2.3.1 Pişirme kazanları :

Bu tür kazanlarda genellikle çok çabuk ısıtma özelliği istenmediğinden buhar basıncı daha düşüktür. Hava tahliyesi çok fazla önemli olmadığına ayrıca hava atıcı monte edilmese de olur. (ÜNLÜ, 2003)

3.2.3.2 Ayaklı pişirme kazanları :

Bu tür kazanlarda kondens tahliyesi için en ideal seçim filtreli denge basınçlı kondenstoptur. Daha iyi bir verim almak için kondenstop kazan çıkışından itibaren 1 metre sonra, bir soğutma borusu takılarak monte edilmelidir. . (ÜNLÜ, 2003)

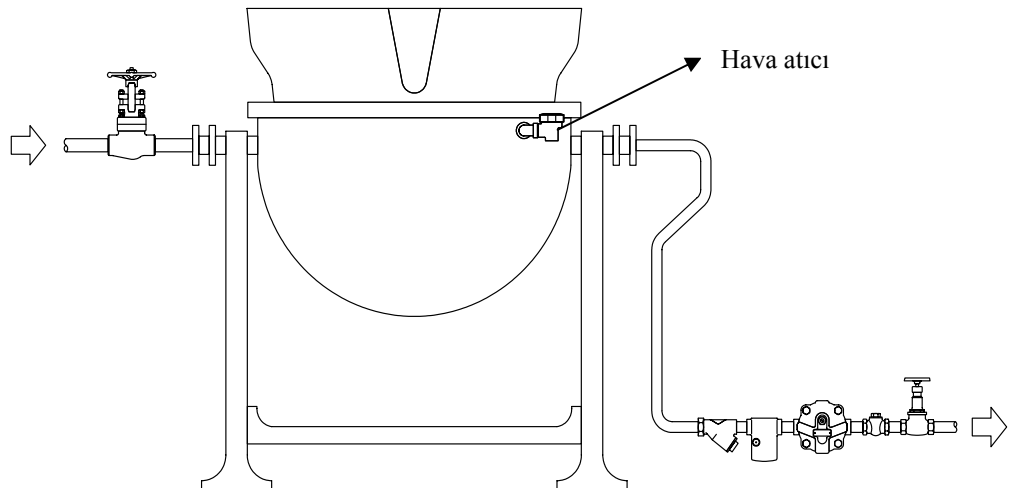
Şekil: 3.9 Pişirme kazanlarında kondenstop uygulaması



3.2.3.3 Devirmeli pişirme kazanları :

Devirmeli pişirmelerde ise, eğer mutfakta pişirme süresinin kısa olması isteniyorsa hava tahliye cihazı kullanmaktan fayda vardır. Aksi halde gerek yoktur. Gerçekten pişirme hızı çok önemliyse kondens çıkışına buhar kilitleme çözücü elemanlı kondenstop kullanılmalı. Ayrıcı buhar girişine de hava tahliye cihazı monte edilmeli. . (ÜNLÜ, 2003)

Şekil: 3.10 Devirmeli pişirme kazanları



3.2.3.4 Buharlı pişiriciler (Buharlı fırınlar)

Basınçsız buhar ve sıcak havayı kombine ederek, %80 oranındaki hassas nem ayarı sayesinde besindeki vitamin ve aromalar korunur. Buharlı fırınların en önemli özelliği, yiyecekleri yağa ihtiyaç duymadan, sıcak buharda pişiriyor olmasıdır. Damlacıklar şeklinde yoğunlaşan buhar içindeki ısıyı yiyeceğe aktarırken ortaya çıkan su damlası yemeğinizi nemlendirerek kurumasını engeller.

Resim: 3.1 Buharlı fırınlar

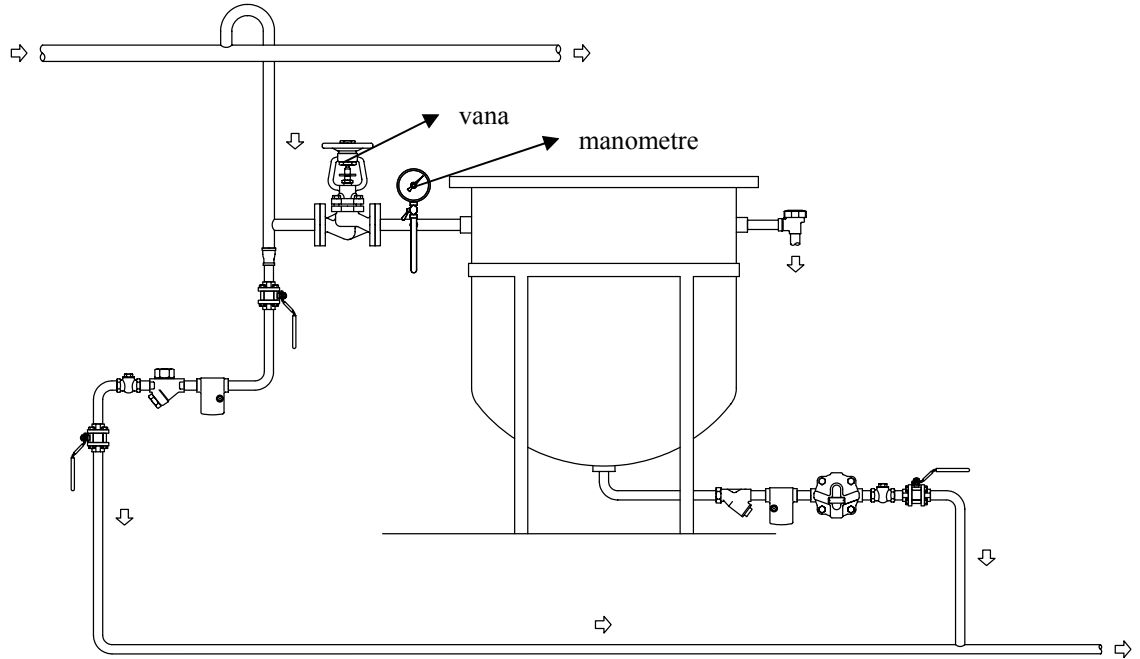


3.2.4 Proses cihazları

3.2.4.1 Sabit kazanlar :

Sabit kazanlarda buhar basınçları daha yüksektir. Mutlaka kondens ve hava tahliye edilmelidir. Belirli bir imalat kazanındaki kondenstop gerek işin başlangıcında, gerekse pişirme esnasında, değişen boşaltma yüklerine cevap verebilmeli, kondensi ve havayı çok çabuk tahliye etmelidir. Buhar ceketine de bir hava atıcı monte edilmelidir. Ancak iyi bir verim için kondenstopa bir hava atıcı by – pas olarak monte edilmelidir. . (ÜNLÜ, 2003)

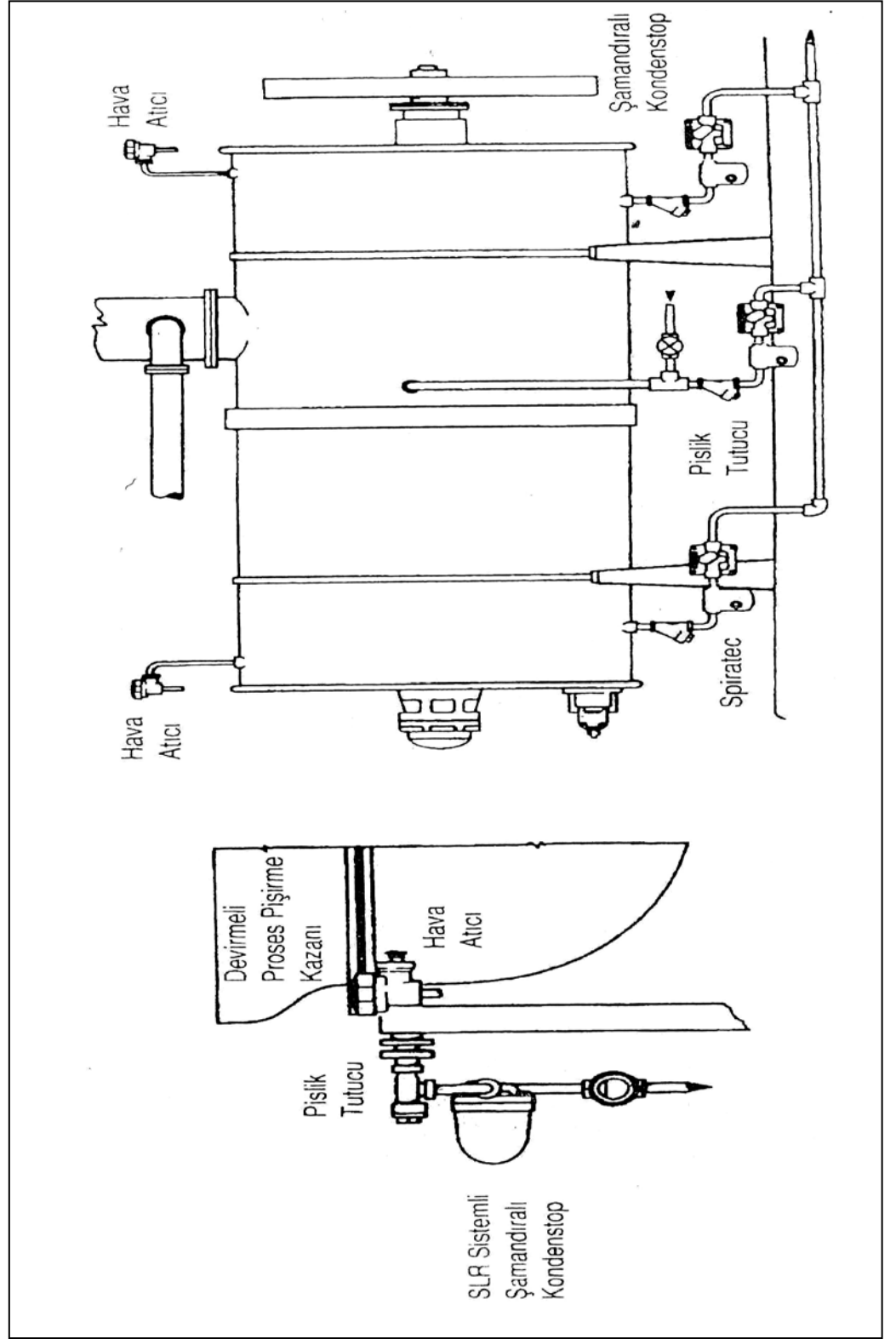
Şekil: 3.11 Sabit pişirme kazanları



3.2.4.2 Devirmeli imalat kazanları:

Bu tür kazanlarda kondenstop çıkışa yakın takılsa bile buhar kilitlemesi olayı olabilir. Bunu nedeni buhar ceketinin altında kondens çıkışına, kondensin yükselen bir yoldan atılmasıdır. Bu yükselen çıkış buharla dolarak kondenstopu kapatır ve oluşan kondensin tahliyesine izin vermez. Bu nedenle tesisatta buhar kilitleme çözücü (SLR) sistemli bir kondenstop monte edilmelidir. Buhar ceketi üzerinde ilave bir hava atıcıyagerek vardır. . (ÜNLÜ, 2003)

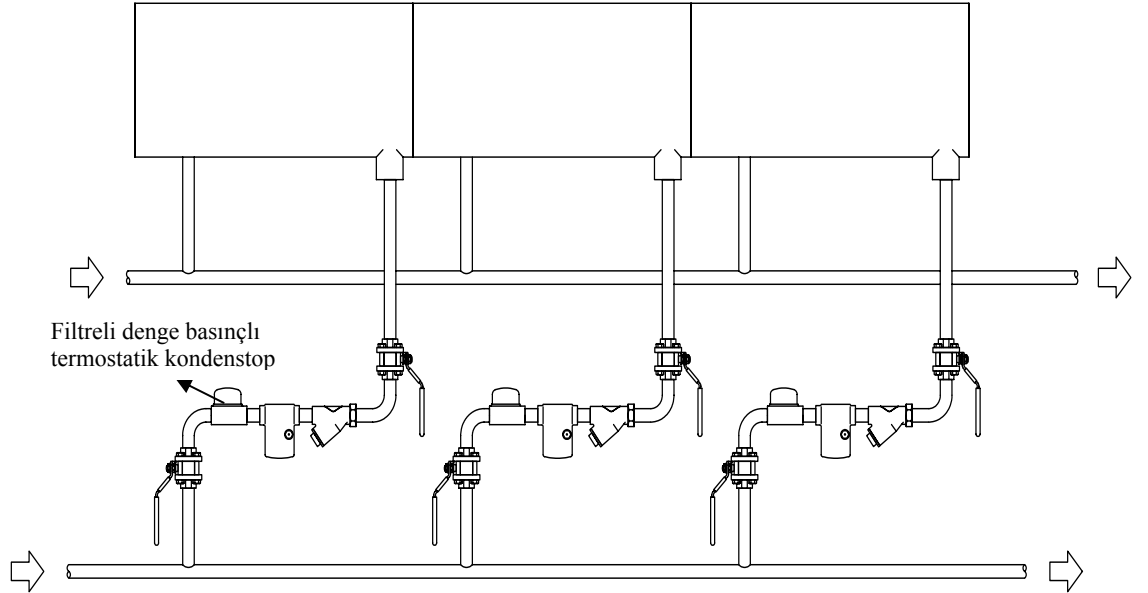
Şekil: 3.12 Devirmeli imalat kazanları



3.2.4.3 Sıcak tablalar:

Bu tür cihazlarda buhar girişi tablanın başında, çıkışı da sonundan uzağa konmalıdır. Aksi takdirde kondensin her bölümünden geçerek kondenstopa varması güçleşecektir. Sonuçta düşük ısınma zamanı ve her bölümdeki sıcaklık düşük olacaktır. Şekilde kullanılan yöntemle her bölümün kondensi ayrı ayrı tahliye edilerek çözülebilir. . (ÜNLÜ, 2003)

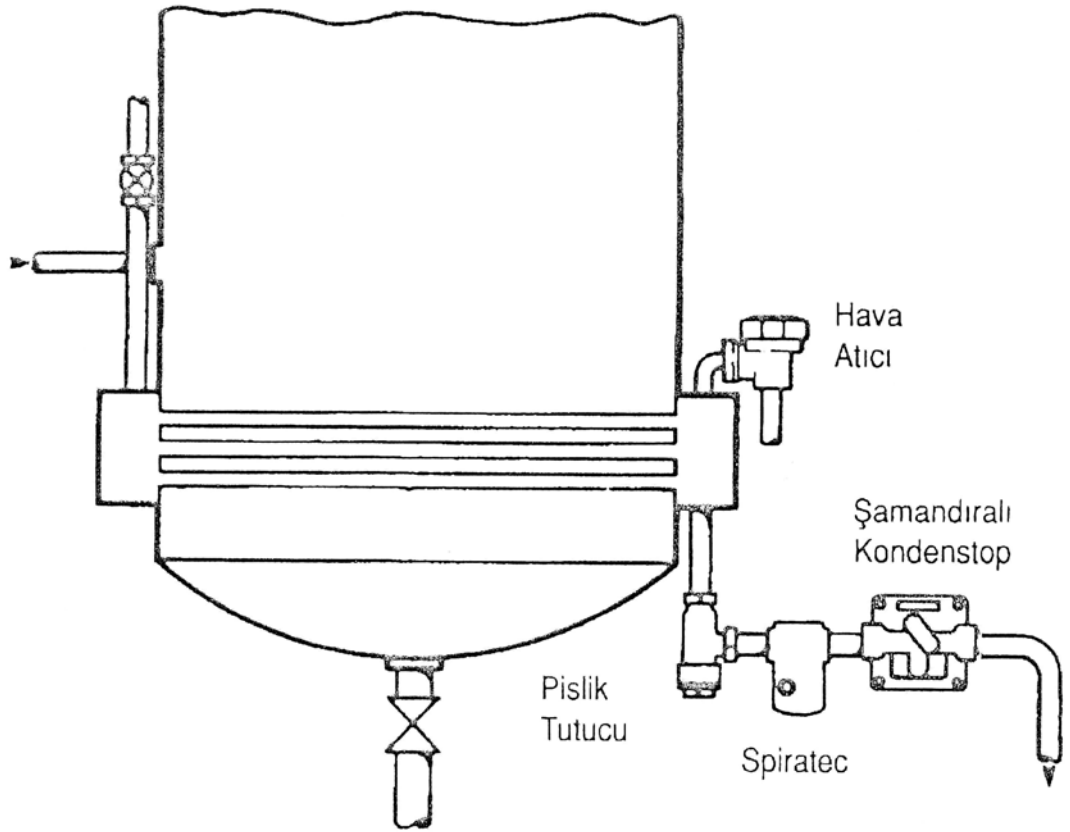
Şekil: 3.13 Sıcak tablalar



3.2.4.4 Buharlaştırıcı cihazlar:

Proses türüne göre çok çeşitlidirler. Ancak esas olarak bir ısı eşanjörü gibi değerlendirilebilir. Başlangıçtaki kondens yükü, kaynatma ve buharlaştırmadaki yükten genellikle fazladır ve bu fazdaki ısı iletimi sistemin verimi için çok önemlidir. . (ÜNLÜ, 2003)

Şekil: 3.14 Buharlaştırıcı cihazlar

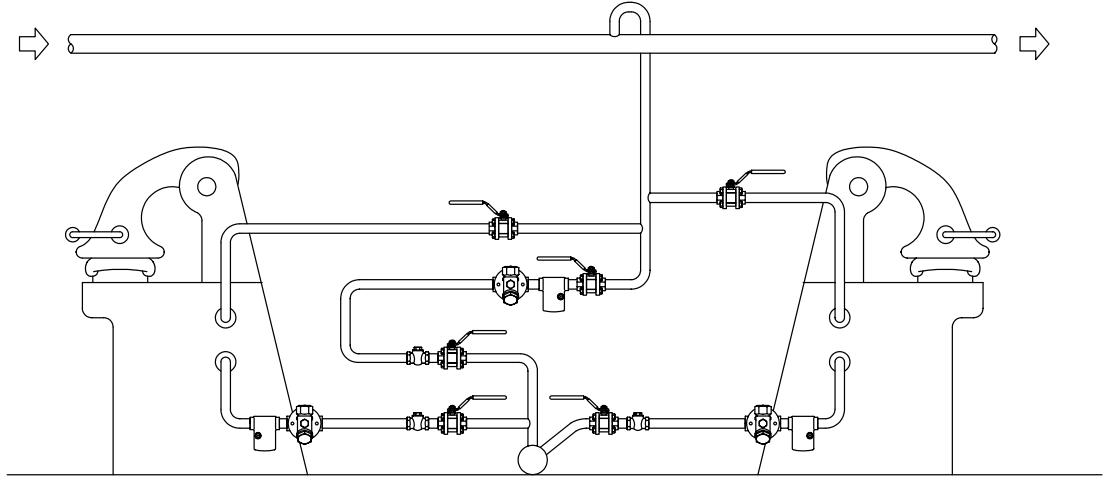


3.2.5 Çamaşırhane ve konfeksiyon cihazları

3.2.5.1 Konfeksiyon presleri:

Sabit ve hareketli elemanların ısıtıldığı preslerde her birinin ayrı ayrı kondens tahliyesinin yapılması cihazın verimi açısından önemlidir. Termodinamik ve şamandıralı kondenstop kullanılabilir. (ÜNLÜ, 2003)

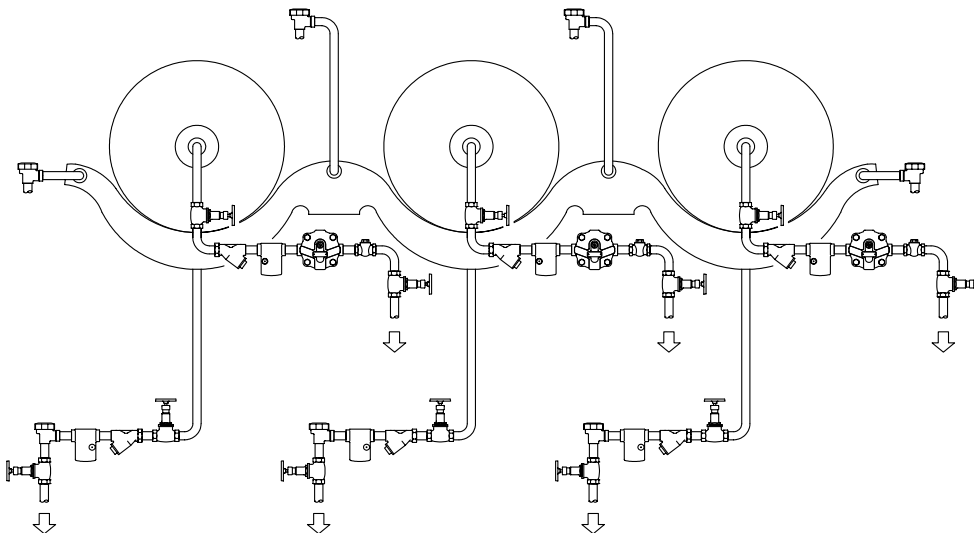
Şekil: 3.15 Konfeksiyon presleri



3.2.5.2 Ütü ve kalenderler:

Ütüler konstrüksiyon itibarı ile çeşitlidirler ve maksimum ısı verimi için kondensin ve havanın tahliyesine önem vermek gerekir. Ayrıca zayıf yataklı makinelerde, hava ve su birikmesi, meydana gelen kötü ısıtmalar neticesinde iş parçası buruşur ve yırtılır. En iyi seçim şamandıralı kondenstoptur. . (ÜNLÜ, 2003)

Şekil: 3.16 Ütü ve kalenderler



3.2.5.3 Buhar jeneratörlü ütüler :

Buhar Jeneratörlü ütüler; hafifliği, yüksek buhar gücü ve uzun süre kesintisiz ütüleme gibi üstün özellikleriyle rahatlık sağlar. Çok yüksek buhar gücü sayesinde ütüleme süresini yarıya azaltır. Buhar yüksek basınçla çıktığı için kumaşın derinliklerine kadar nüfuz eder. 3 bar buhar basıncı, buhar yoğunluk ayarı, 70 g/dk sürekli buhar gücü, musluk suyu ile kullanım, 1 lt su haznesi ve dikey ütüleme özellikleri ile dikkat çekmektedir. Özellikle konfeksiyonda ve evlerde kullanım için idealdir.

Resim: 3.2 Buhar jeneratörlü ütüler



3.2.5.4 Buharlı el ütöleri :

Yeni teknoloji buharlı ütöler; 40g/dk.'ya varan çok yüksek devamlı buhar çıkışı ve 95 gr/dk şok buhar çıkışı ile dikkat çekmekte ve en inatçı kırışıklıkların ütölenmesi

artık sorun olmaktan çıkmaktadır. Ayrıca düşük ayarlarda damlatmayı kesme, dikey pozisyonda otomatik olarak buharı kesme, düşmelere karşı geliştirilmiş özel dayanıklılığı, kullanılmadan bırakıldığında (30 saniye sonra) otomatik kapanma, kapanmadan önce sesli ikaz özelliği, musluk suyu ile kullanım imkanı, dikey ütüleme imkanı, hızlı ısınma özelliği, LCD ekran, kolay kullanımlı kontrol düğmeleri, dijital ısı göstergesi, optimum buhar ve sıcaklık dağılımını sağlayan tabanları ile dikkat çekmektedir.

Resim: 3.3 Buharlı el ütöleri



3.2.5.5 El ütöleri:

El ütöleri için kuru buhar çok önemlidir. Bunun için sistemde grup kondens toplardan mutlaka kaçınmalı, termodinamik veya şamandıralı (hava tahliyesi) kondens stop kullanılmalıdır.

3.2.5.6 Tamburlu kurutucular:

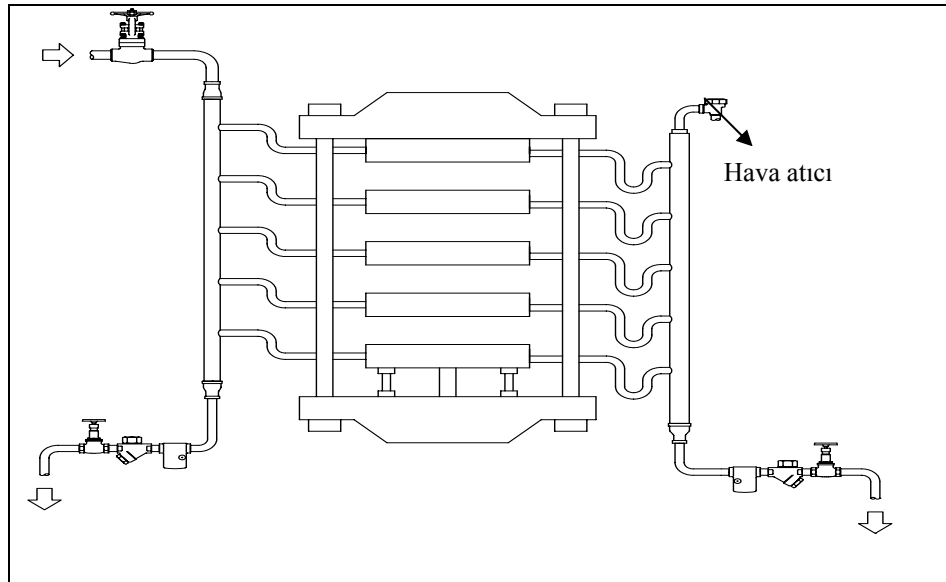
Tamburlu kurutucularda hava tahliyesi ve kondens tahliyesi çok önemlidir. Bu nedenle sisteme uygun boşaltma cihazları kullanmak gerekir.

3.2.6 Çok Tablalı Presler

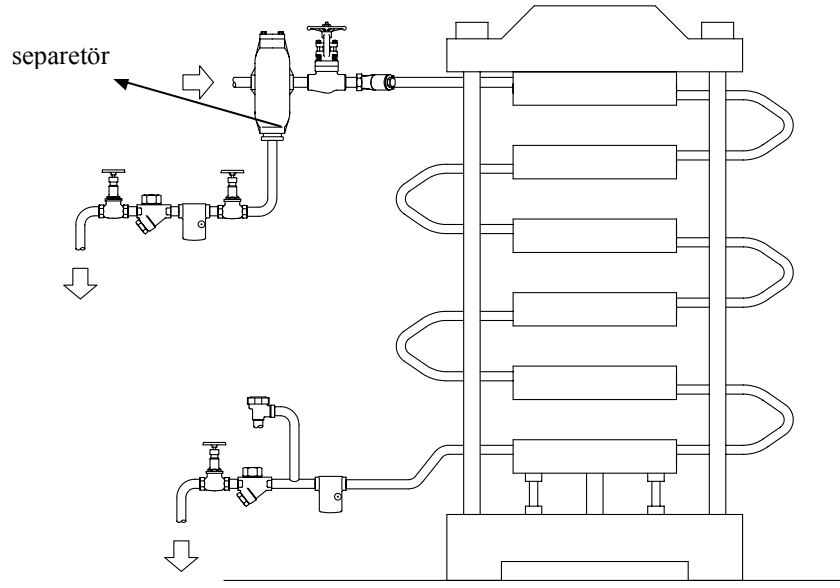
Buharın sistemde iyi bir şekilde kullanılması için buhar girişinin tablanın üst kısmında, kondens çıkışı da tablanın alt kısmında yapılması gerekir. iyi verimin elde edilmesi için her çıkışa ayrı ayrı kondens çıkışlarına kondenstop kullanmaktır.

Bu tür sistemlerde genellikle hava cepleri oluştuğunda kondens tahliyesi yavaş oluyor. Bu nedenle püskürtme şeklinde boşaltma yapan kondenstop kullanılmalıdır. . (ÜNLÜ, 2003)

Şekil: 3.17 Çok tablalı presler



Şekil: 3.18 Çok tablalı presler

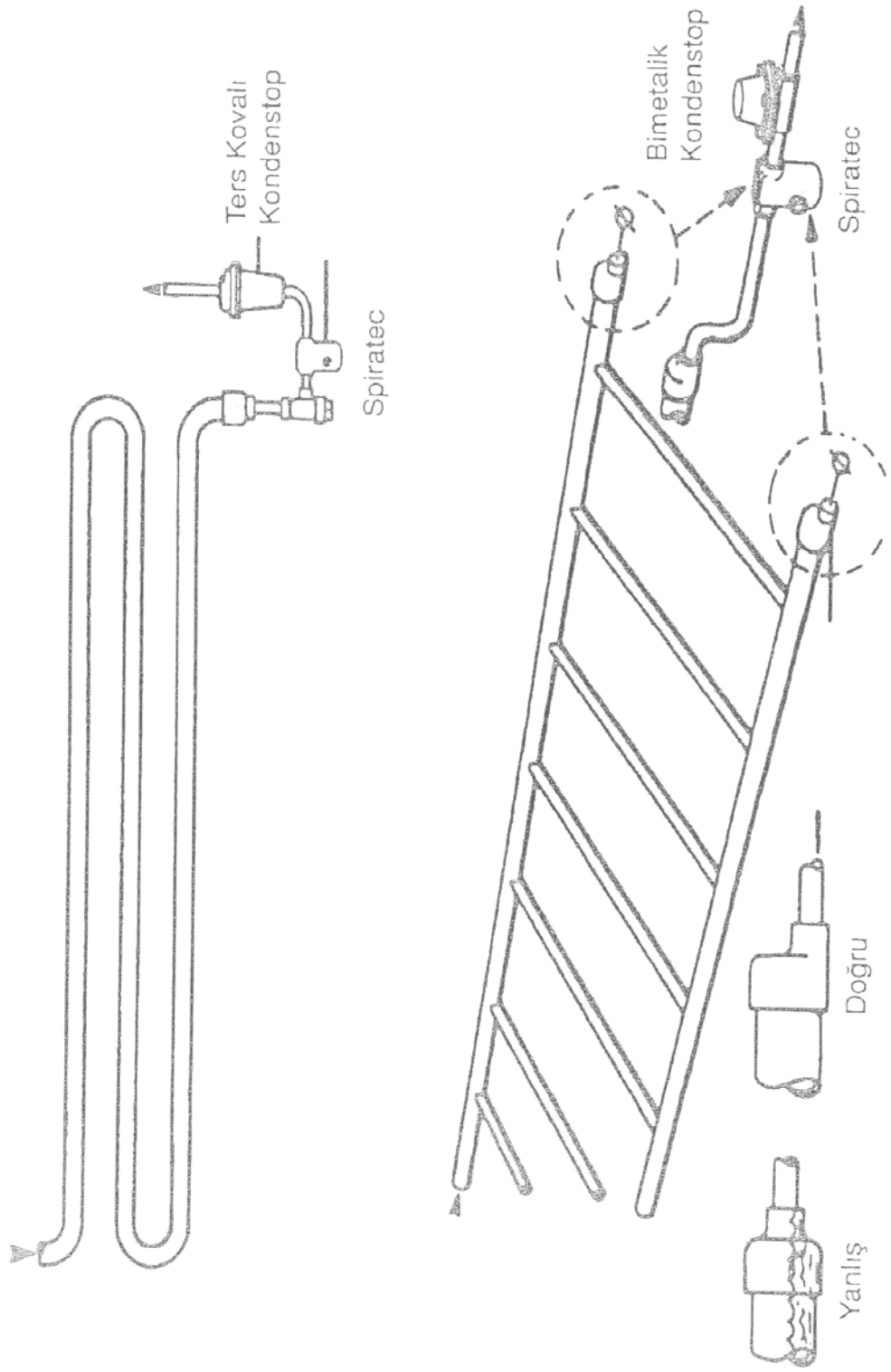


3.2.7 Sanayi kurutucuları

3.2.7.1 Kurutma serpantinleri:

Kurutma serpantinleri devamlı veya ızgaralı, yatay veya düşey tipte olabilir. Kurutma serpantinlerinden iyi verim elde etmek için, sisteme verilen buharın içindeki suyun mutlaka tahliye edilmesi şarttır. Devamlı serpantinli kurutmalar kısa ve boşaltma istikametinde eğimli olmalıdır. Iızgaralı serpantinlerde koç darbesi ihtimali mevcuttur. Cihazda hava tahliyesi de önemlidir. Sistemde sorun yaşanmaması için ızgaranın eğimi çıkışa doğru verilmelidir. Çıkışlar eksantrik bir redüksiyonla yapılmalıdır.

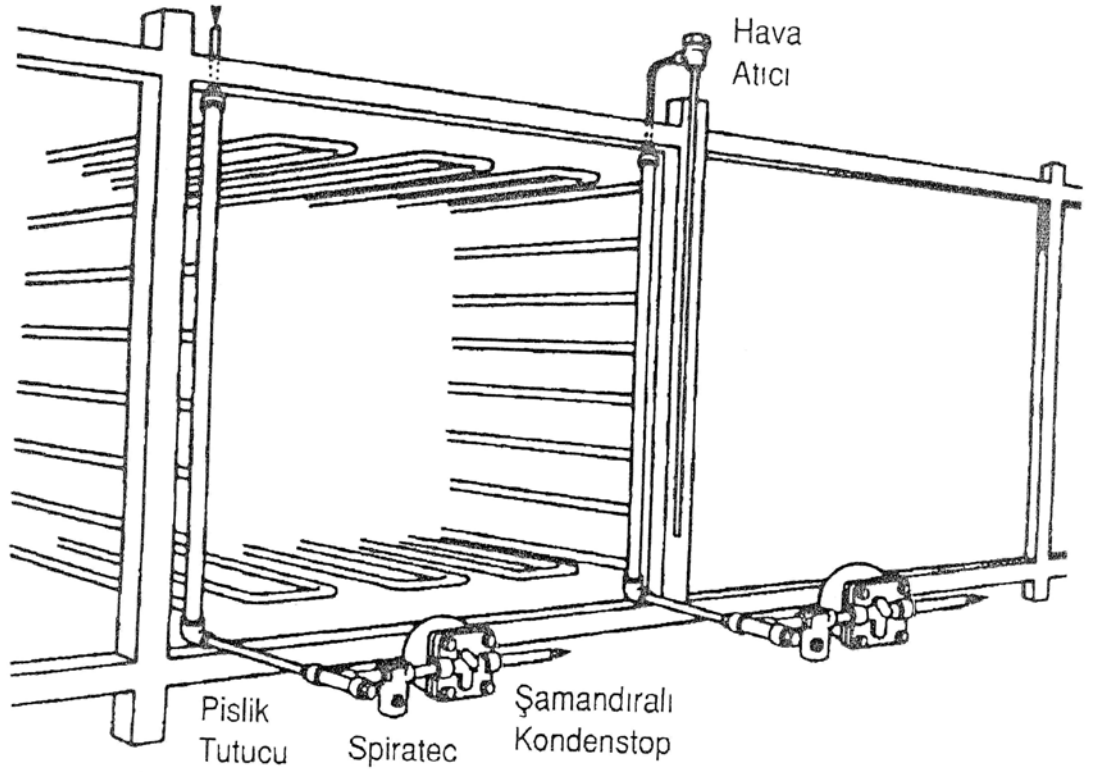
Şekil: 3.19 Kurutma serpantinleri



3.2.7.2 Çok odalı serpantinli kurutucular:

Eskiden tekstil sanayinde kullanılan kurutucular yerine günümüzde sıcak hava kurutucuları kullanılmaktadır. Isıtıcı borular devamlı ve çok uzun olduklarından ayrıca çıkışa doğru bir eğim verilmesi ve kıvrımlar nedeniyle koç darbesi ve su tıkanması çok sık görülür. Bu sorunların yaşanmaması için sisteme hava atıcı ve uygun kondenstop kullanarak çözülebilir. . (ÜNLÜ, 2003)

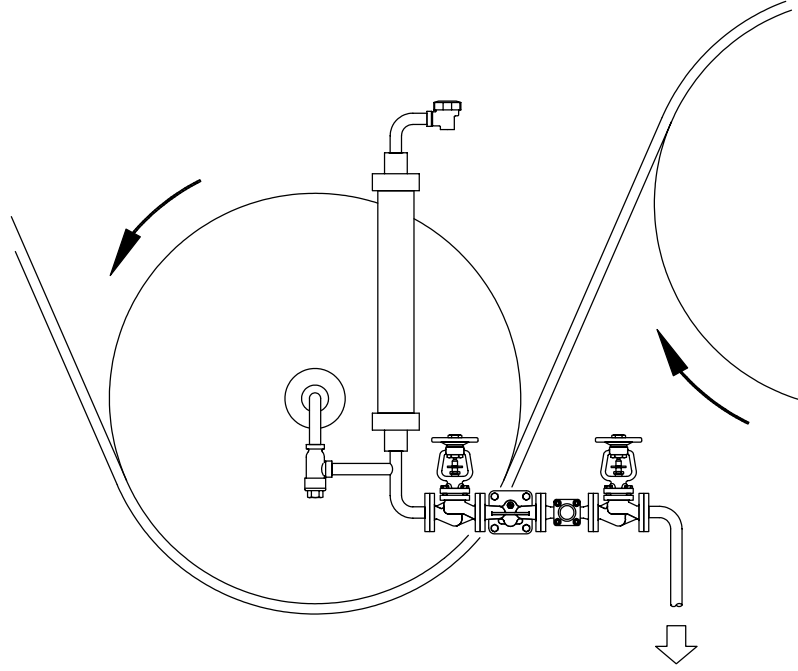
Şekil: 3. 20 Çok odalı serpantinli kurutucular



3.2.7.3 Kurutma silindirleri:

Çaplarına, hızlarına ve kondens toplama şekline göre çok çeşitlidirler. Kovalı , sabit veya döner sifonlu kurutucular olarak adlandırılırlar. Kovalı silindirler ve sabit sifonlu kurutuculardan maksimum Verim almak için bünyesinde oluşan hava ve kondensi tahliye etmelidir. Bu sistemler buhar kilitleme çözücü sistemli olmalı, filtre, hava kolektörü ve hava tahliyesi iyi olmalıdır. . (ÜNLÜ, 2003)

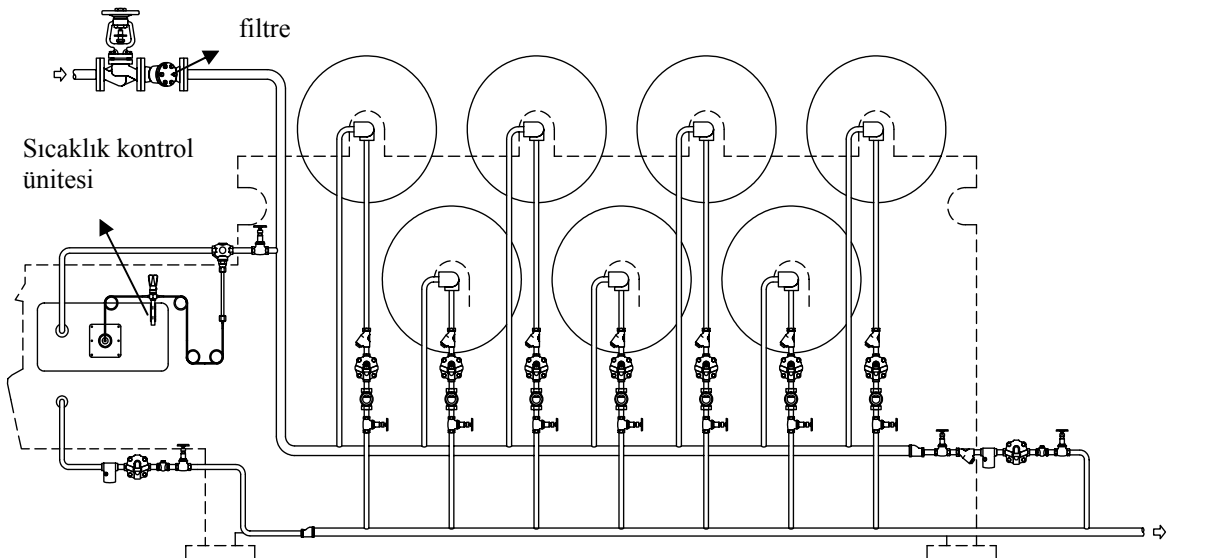
Şekil: 3. 21 Kurutma silindirleri



3.2.7.4 Çok silindirli apre makineleri:

Apre makinesi silindirlerini besleyen buhar hattının kendi bünyesinde hava ve kondensi oluşturmamalı, oluştuğu anda havaya ve kondensi tahliye etmelidir. Aksi halde sistemde biriken hava ve su sistemin verimini düşürecektir. Burada buhar kitleme çözücü sistemli kondenstop kullanmak silindirlerin boşaltılmasını sağladığı gibi sistem verimini de artırır. . (ÜNLÜ, 2003)

Şekil: 3.22 Çok silindirli kurutma apreleri

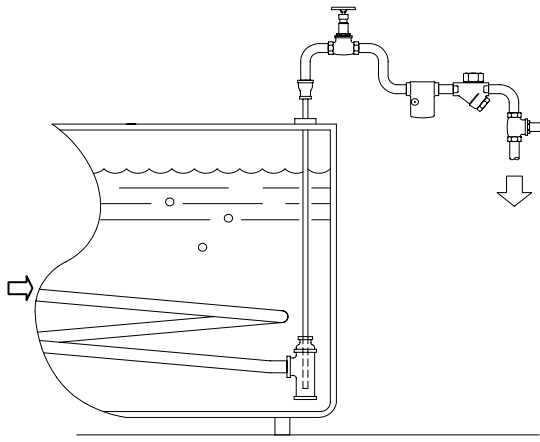


3.2.8 Tank ve depolar

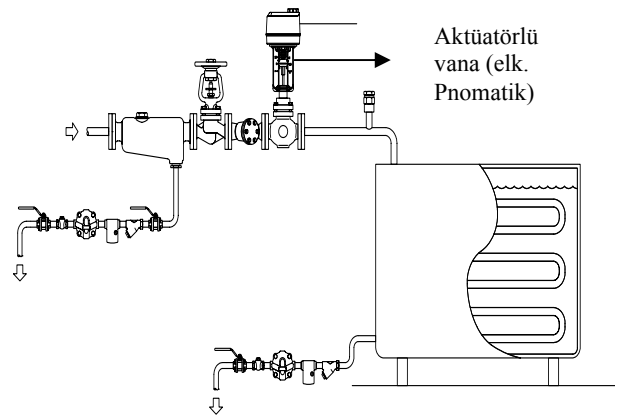
3.2.8.1 Proses tankları (üstten boşaltmalı) :

Boşaltma tankın üzerinde olduğu durumlarda proses seviyesi altındaki serpantine bir eğim verilir ve çıkış borusuna U şeklinde bağlantı yapılır. Yukarı çıkan kondens boru çapı küçük olmalıdır. . (ÜNLÜ, 2003)

Şekil: 3. 23 Proses tankları



Şekil: 3.24 Proses tankları



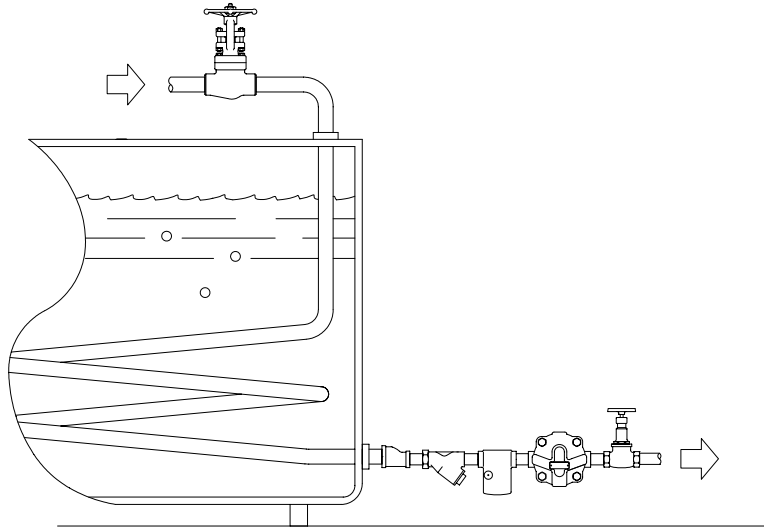
3.2.8.2 Proses tankları (alttan boşaltmalı):

Yan tarafından kondens çıkışı verilebilir. Bu sistemlerden de diğerleri gibi sistemde hava ve su tahliyesi önemlidir. Su ve havanın sistemde kalması sistemin ısı verimini düşürür. . (ÜNLÜ, 2003)

3.2.8.3 Sıcak su tankları:

Sıcak su tankların da basit bir serpantin yardımıyla kolayca sıcak su elde edilebilir. Eğer yavaş ısıtma sıvı genişmeli, kondenstop, çabuk ısınma istenirse buhar sıcaklığında kondensi boşaltacak kondenstop kullanılmalıdır. . (ÜNLÜ, 2003)

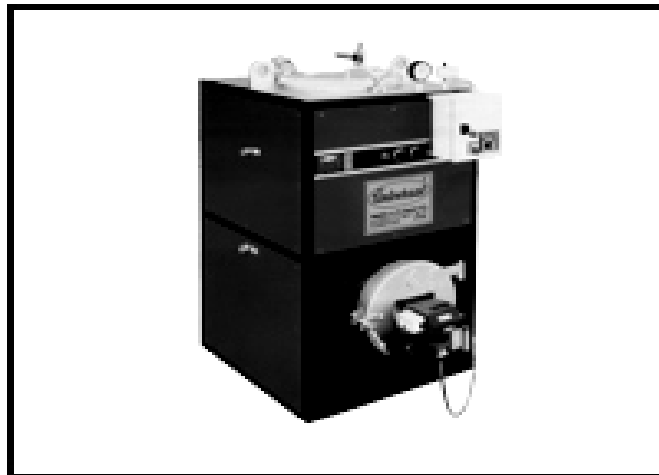
Şekil: 3.25 Sıcak su tankları



3.2.8.4 Direkt sıcak su üreticileri:

Endüstride, hizmet sektöründe ve konutlarda ayrı kazan ve boyler kullanmadan küçük hacimde ve süratle bol sıcak su üretir ve rezerve eder. Tamamı sıcak galvaniz banyosuna daldırıldığından korozyona dayanıklı ve hijyeniktir. İstendiğinde proses ihtiyacı için 90°C'ye kadar sıcak su üretir. Otomatik, güvenli çalışır ve ekonomik sıcak su üretir. Apartmanlar, oteller, fabrikalar, büyük şantiyeler, çamaşırhaneler, büyük restaurantlar, spor salonları, yüzme havuzları, yurtlar, hamamlar, hastaneler, yatılı okullar, askeri tesisler ve benzeri yerlerde yıkanma veya proses sıcak suyu üretimi için ideal bir cihazdır.

Resim: 3.4 Sıcak su tankları



3.2.8.5 Süper hızlı boylerler:

Endüstride, hizmet sektöründe ve konutlar için küçük hacimde süratle bol sıcak su üretir. Büyük kapasitede sıcak su ihtiyacı olan yerler için imal edilenler bile az yer kaplar. Paslanmaya dayanıklı ve hijyeniktir. Aynı boylarda kalorifer, buhar, kızgın su ve kızgın yağ ile ısıtma yapılabilir. Boyler, düşey veya yatay konumda monte edilebilir. Sökülüp temizlenmesi veya ısıtıcının değiştirilmesi olanağı vardır. Yüksek binalara ve yüksek basınçlara dayanıklıdır.

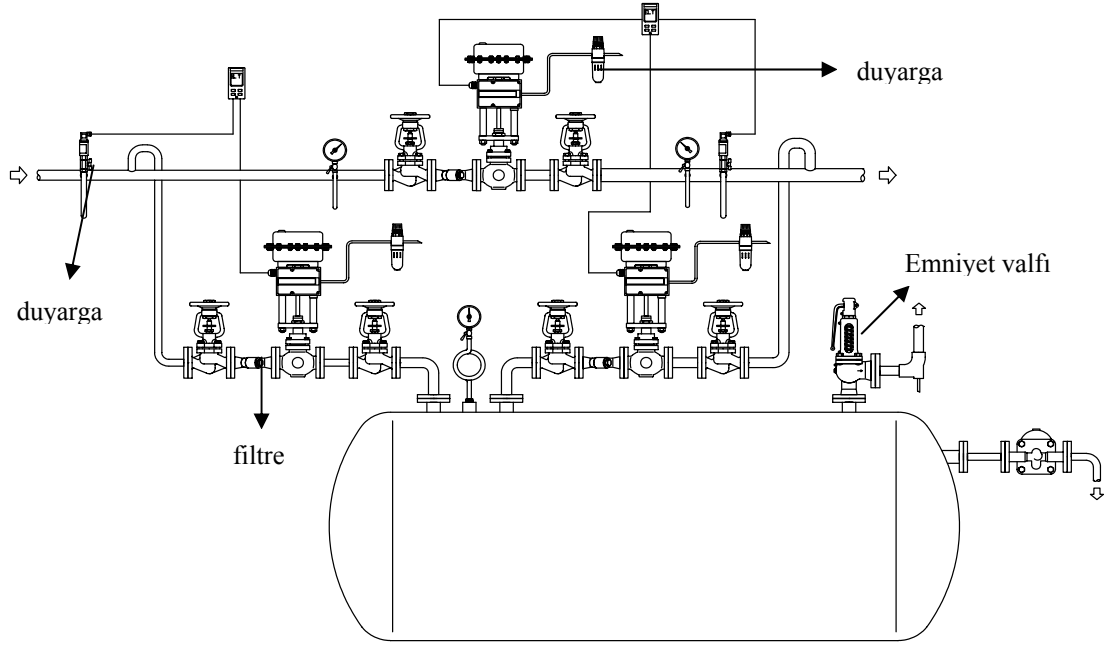
Resim: 3.5 Sıcak su boyleri



3.2.9 Buhar akümülatörleri

Daha uzun süreli aşırı buhar çekişi varsa basınç düşürülebilir. İkinci bir ani çekiş için belirli bir süre beklemek gerekir. Ancak bu şekilde periyodik bir çalışma düzeni kazan ömrü açısından olumsuz bir etkiye sahiptir ve sakıncalıdır. Bu tür buhar ihtiyaçlarında buhar akümülatörleri kullanılmalıdır. Pik çekişlerin olduğu çalışma rejimlerinde modülasyonlu brülör ve frekans kontrollü besleme suyu pompası kullanılması tavsiye edilir.

Şekil: 3.26 Buhar akümülatörü



3.2.10 Elektrik üretimi

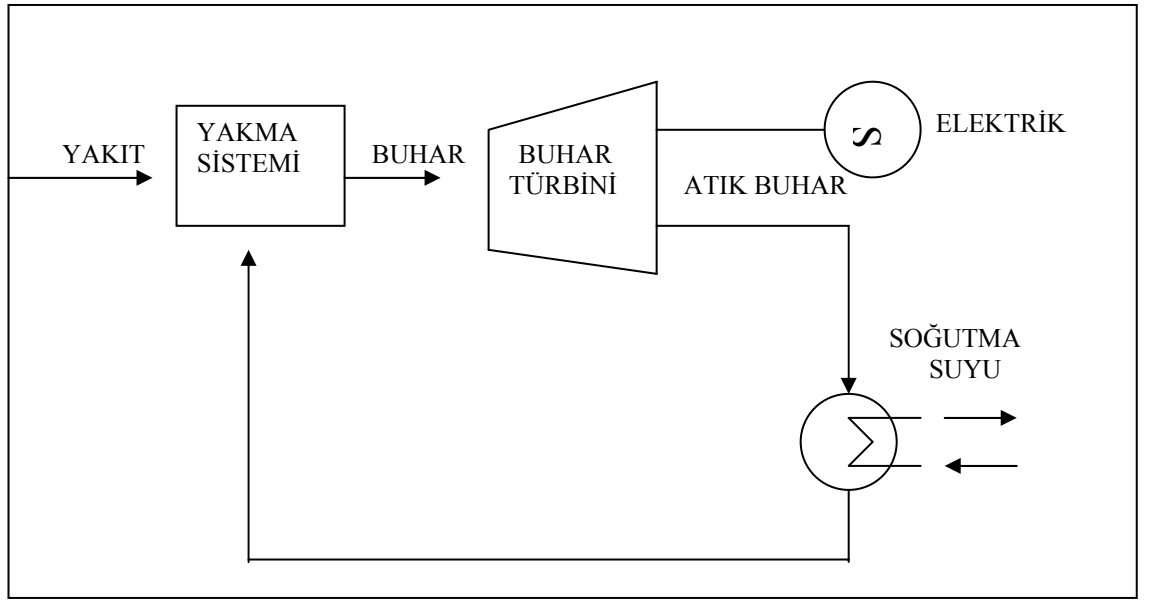
Dünyadaki elektrik üretiminin büyük çoğunluğu buharlı güç santrallerinde yapılmaktadır. Elektrik üretimi sırasında ısı enerjisinin büyük bir kısmı atık enerji olarak çevreye verilmektedir. Mühendislik sistemlerinin büyük bir bölümünde enerji gereksinimi ısı biçiminde olması nedeniyle atık ısının geri dönüşümü durumunda enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Kojenerasyon; enerjinin hem elektrik hem de ısı formlarında aynı sistemden beraberce üretilmesidir. Bu yöntemle elektrik üretilirken sistemden dışarıya atılacak olan buhar ısı değeri değerlendirilerek enerji verimliliği artırılır. Bu tekniğe 'birleşik ısı güç sistemleri' de (Combined Heat Power) denir.

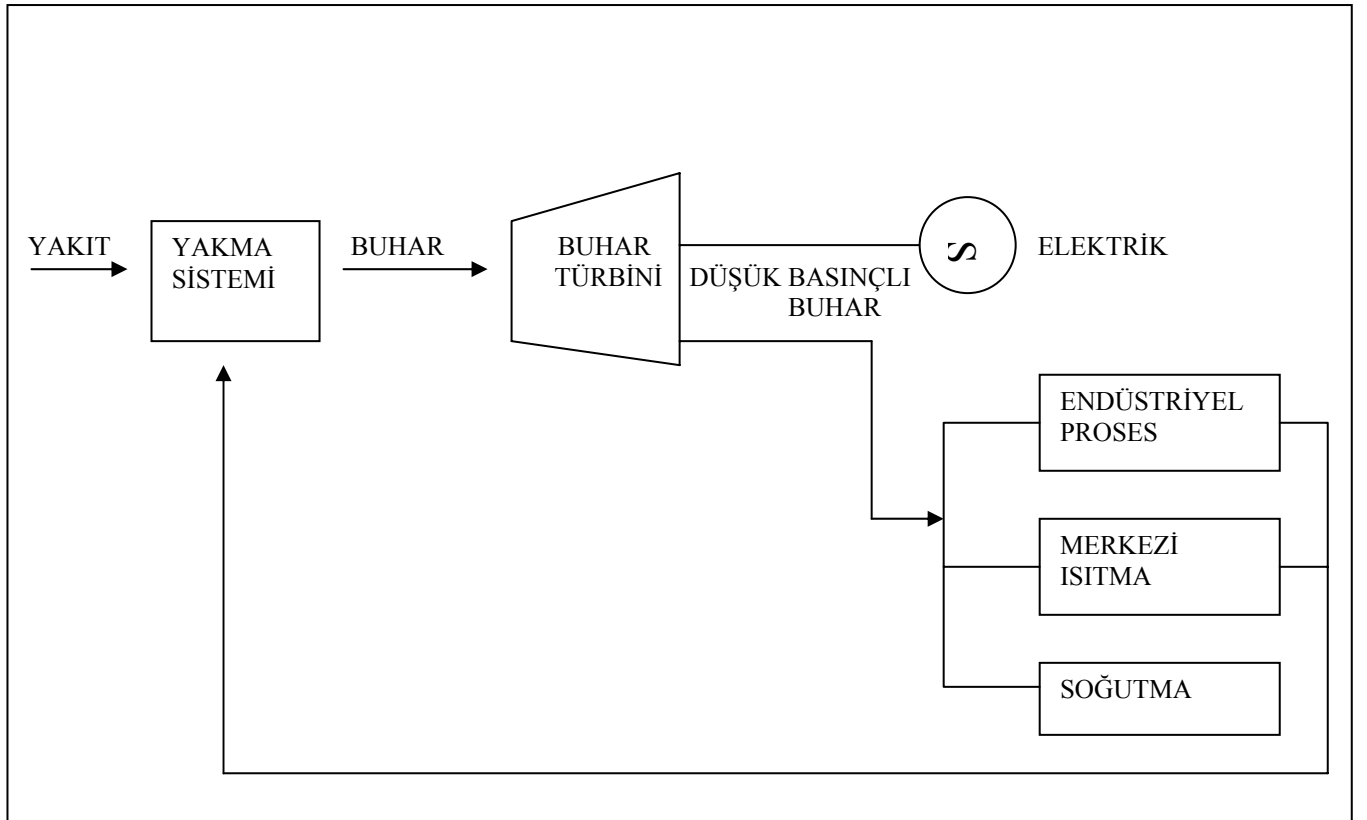
Basit çevrimde çalışan yani sadece elektrik üreten bir gaz türbini veya motoru kullandığı enerjinin % 30 – 40 birimini elektrik enerjisine dönüştürür. Kojenerasyon sisteminde ise % 30–40 birimi elektrik % 60 – 50 birimide ısı enerjisi olmak üzere toplam %90'a kadar geri kazanılabilmektedir.

Kojenerasyon uygulanmasa elektrik ayrı bir tesisten buhar ayrı bir tesisten elde edilecektir.

Şekil 3.27 Basit çevrim



Şekil 3.28 Kojenerasyon



Klasik uygulamada 40 birim elektrik için 100 birim yakıt, 50 birim ısı için 56 birim yakıt gerekiyor. Yani Kojenerasyon sisteminde 100 birim yakıt ile elde ettiğimiz verimi klasik uygulamada 156 birim yakıt ile sağlayabiliriz.

Kojenerasyon Avantajlar :

- 1-Çok daha yüksek çevrim verimi elde edilmesi ve dolayısıyla yakıt ekonomisi sağlanması
- 2-Aynı ikincil enerjiyi elde etmek için daha az yakıt tüketildiğinden daha az emisyon ve atık oluşturması sebebiyle çevre dostu olması
- 3-Enerji tüketildiği yerde üretildiğinden iletimi ve dağıtım hatlarında oluşan kayıpları ortadan kaldırır, şebekeden etkilenmeden kesintisiz ve kaliteli elektrik sağlar.
- 4-Tek bir tesisten endüstriyel buhar, elektrik ve yakın çevredeki yerleşim birimlerine merkezi ısıtma, soğutma hizmeti verilmesine olanak sağlar.

3.3 Buharın Hazırlanması Ve Teknolojik Gelişmeler

3.3.1 Buhar jeneratörleri

Buhar jeneratörleri; oteller, konfeksiyon işletmeleri, çamaşırhaneler, triko imalatı, beton kürleme, içecek şişeleme sanayi, buharla yıkama ve temizleme, çorap sanayi ve buhar ihtiyacınız olan her yerde etkin olarak kullanılmaktadır.

Buhar jeneratörlerinde çok çabuk ve ekonomik buhar üretilir. Klasik büyük su hacimli kazanlara göre avantajları ve dezavantajları aşağıdaki gibidir.

Avantajları:

Yerleşimle ilgili kısıtlamaları yoktur. Binaların altına, standartlara uygun olarak yerleştirilebilir.

Soğuk starttan itibaren buhar tutmaları 5 dakikanın altındadır.

Fiyatları genellikle daha ucuzdur.

Periyodik kontrole gerek yoktur-yer ihtiyacı küçüktür.

Kurulu ağırlığı azdır.

Dezavantajları:

Isı depolama kabiliyeti yoktur.

Basınç dalgalanmaları daha büyüktür.

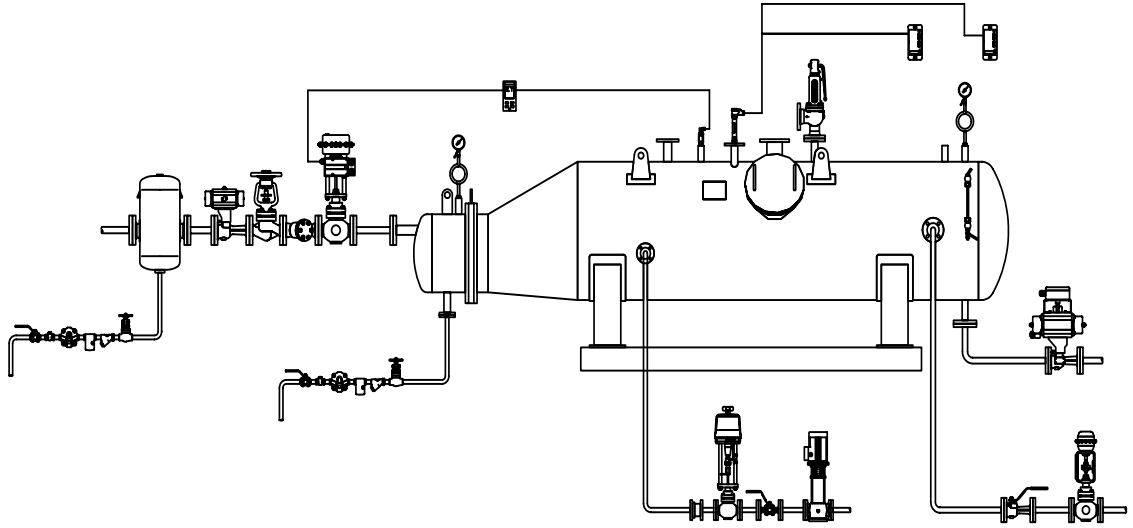
Şalt sayısı daha fazladır.

Elde edilen buhar daha yaştır.

Uygun olmayan su kullanılması durumunda kireç oluşumundan etkilenme daha hızlıdır.

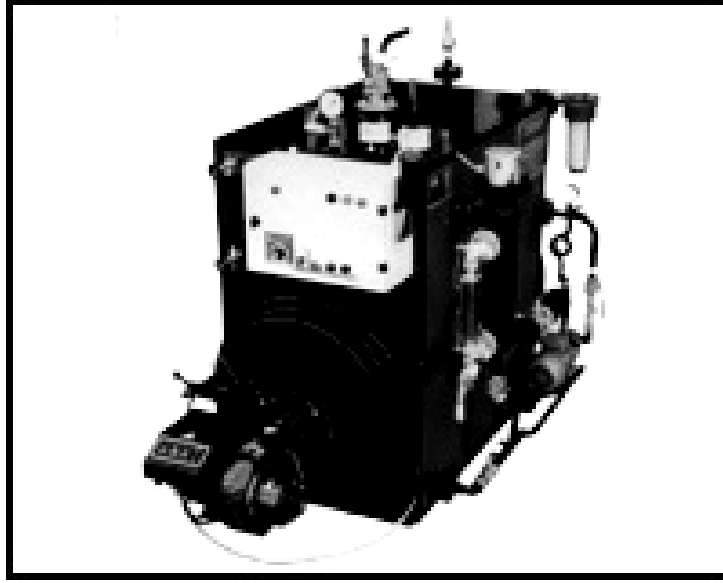
Ömürleri daha kısadır.(jeneratörlerde 10-15 yıl, buhar kazanlarında 20-30 yıl)

Şekil: 3.29 Buhar jeneratörleri

**3.3.1.1 Mini buhar jeneratörleri :**

Kuru temizleyiciler, küçük kapasiteli konfeksiyon atölyeleri, unlu mamul üreticileri ve az buhar kullanan diğer tesisler için ideal bir buhar üreticisidir. 100-500 kg/h arasında müşteri isteğine göre değişik kapasitede imal edilmektedir. Çok kısa zamanda ekonomik buhar üretir. Ardı ardına çalışan emniyet sistemlerine sahiptir. Bünyesinde su filtresi ve arıtma cihazı, kondens tankı, brülör, su besli pompası, kazan armatörleri, elektrik tesisatı ile komple bir ünitedir.

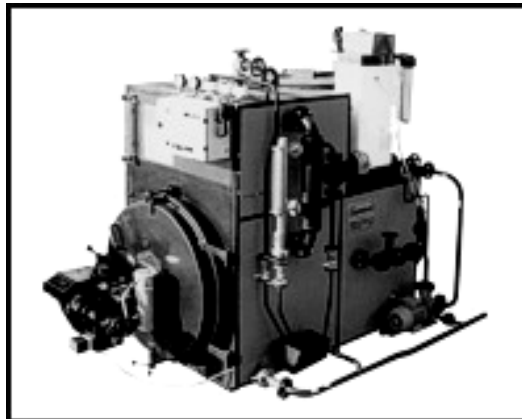
Resim: 3.6 Mini buhar jeneratörleri



3.3.1.2 Kompakt buhar jeneratörleri :

Oteller, çamaşırhaneler, konfeksiyon ve triko imalathaneleri, yem sanayi, beton kürleme, kuru temizleme, içecek şişeleme sanayi, buharla yıkama ve temizleme, çorap sanayii ve benzeri endüstriyel tesisler için ideal bir buhar üreticidir. Az yer kaplar ve çok az zamanda ekonomik buhar üretir. Ağır hizmet şartlarına göre üretilmiştir. Sert ve bulanık sulardan kolay etkilenmez. Otomatik ve emniyetli çalışır. Ardi ardına çalışan emniyet sistemlerine sahiptir. Fazla bilgi, bakım ve gözetim gerektirmeden çalışır. Brülörü, besı suyu pompası, kondens tankı, su fıltesi, otomatik su yumuşatma ünitesi ve elektrik panosu ile Kompakt bir ünitedir.

Resim: 3.7 Kompakt buhar jeneratörleri



3.3.2 Buhar kazanları

Buhar hayatın her alanında kullanılmaktadır. Öncelikle güç çevrimlerinde, örneğin elektrik enerjisi üretiminde ve taşıtlarda çevrim akışkanı olarak kullanılır. Adeta buharsız endüstriyel düşünülemez. Özellikle Gıda, kimya, Tekstil gibi endüstriler buhar tüketimi açısından önceliğe sahiptirler. Buharın Bir başka önemli olan kullanım alanın da ısıtmadır. Buhar üretiminde gelinen noktada temel doğrular; buharın yüksek ısı verimi, yüksek emniyeti, çevreyi az kirlletme olanağına sahip oluşu olarak kabul edilir. Buharın ortaya çıkışıyla beraber buhar üretmek için kullanılan buhar kazanları da zaman içinde değişikliklere uğrayarak günümüze kadar gelmiştir. İlk kazanlar bir çaydanlık gibi iken şimdiki kullanılan buhar kazanlar ise su borulu kazanlardır.

3.3.2.1 Kazan besı suyunun hazırlanması

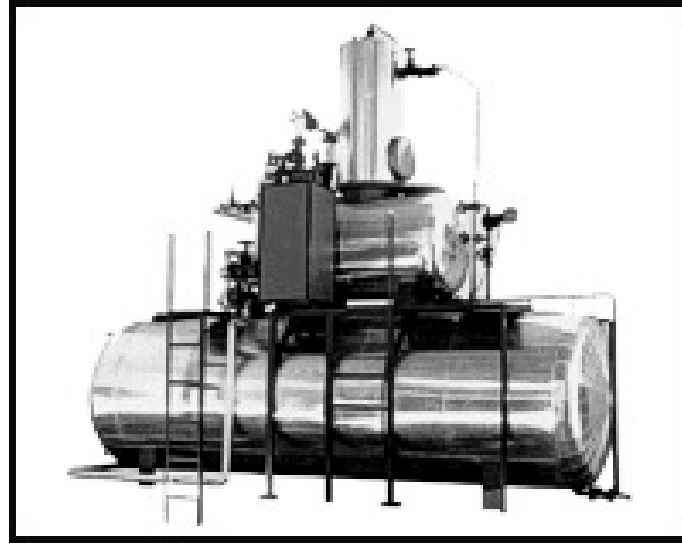
Buhar Kazanına gönderilen besı suyu içinde erimiş halde bulunan oksijen, azot, karbondioksit gibi gaz bileşenleri bulunur. Bu gazlar içinde özellikle oksijen korozif bir maddedir. Eğer oksijen sudan ayrılmayacak olursa buhar kazanı ve buhar tesisatlarında önemli ölçüde korozyona neden olur. Kazan besı suyu sağlanırken aynı zamanda kazana giren suyun ısıtılması ve sıcaklık farklarından dolayı kazan içinde oluşacak termik şoklarında önlenmesi gerekir. Gazların sudan ayrılması fiziksel ve kimyasal yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Ancak buhar tesislerinde kullanılan en uygun yöntem fiziksel esaslı termik degazörlerdir. kazan besı suyu bünyesinde bulunan korozif gazların sudan ayrıştırılması üç şekilde olur.

3.3.2.1.1 Klasik degazörler :

Buhar kazanı besleme suyu içinde çözülmüş olarak bulunan serbest oksijen (O_2) ve karbondioksit (CO_2) gazları, metal yüzeylerinde ve borularda gözenekler ve erimeler şeklinde korozyona neden olurlar. O_2 ve CO_2 gazları besı suyundan uzaklaştırılmazsa buhar kazanı ömrü çok kısılır ve 1 yıldan daha kısa sürede dahi kazan borularında ve külhan sacında delinmeler oluşabilir. Bunun yanında CO_2 kondens borularında korozyona sebep olabilir. O_2 ve CO_2 gazlarının buhar kazanı besleme suyundan uzaklaştırılması için, buhar kazanı besleme suyu kazana basılmadan

önce mutlaka degazörden geçirilmek zorundadır. Klasik degazörlerde kazan besı suyu buharla karıştırılarak, sıcaklığı doyma sıcaklığına (0.2 bar çalışma basıncında 102°C'ye) ulaştırılır, böylece besı suyundan ayrışarak serbest kalan O₂ ve CO₂ gazları degazörün gaz atma vanasından dışarı atılır. Isıtıcı buharın diğeri bir kısmı, özel bir donanım ile doğrudan degazör tankı içine verilerek, kazan besı suyunun soğuması ve dolayısı ile yeniden gaz alması engellenir.

Resim: 3.8 Klasik degazör



3.3.2.1.2 Modern degazörler :

Modern Degazörler, zemine monte edilmekte ve az yer kaplamaktadır. Klasik degazörlerde olduğu gibi degazör tankını belirli bir yüksekliğe asma mecburiyeti yoktur.

Bu sistemde kondens hatlarından gelen flaş buhar ve kondenstoplardan kaçan buhar ile ilave besı suyu ısıtılarak bünyesinde erimiş halde bulunan korozif CO₂ 'nin tamamı, O₂'nin büyük bir kısmı ayrıştırılarak dışarıya atılır. Kazan besı suyu tankındaki suyun sıcaklığı 90°C olarak tutulur. Bunu sağlamak için gerekirse taze buhardan sıcaklık kontrollü takviye alınır. Bu tip kısmi oksijen ayrışmalı Degazörler, 1 t/h ile 40 t/h arasında istenilen kapasitede korozif gazlardan arındırılmış ve sertliği alınmış besı suyu hazırlama sistemi olarak imal edilmektedir. (Kazan Dairesi El Kitabı, 2001)

Resim: 3.9 Modern degazör



3.3.2.1.3 Termik degazör

Bu sistemde kazan besisi suyu şaşırtmalı yerleştirilmiş çok delikli 304 kalite paslanmaz çelik plakalarda parçacıklar haline getirilerek alt taraftan verilen buharla ısıtılır. Suyun sıcaklığı buharlaşma sıcaklığına çok yaklaştırılarak suyun bünyesindeki O₂ ve CO₂'nin ayrılması sağlanır. En yaygın kullanılan sistemdir.

Buhar sistemlerinde, kazana basılan besisi suyun erimiş halde serbest oksijen (O₂), karbondioksit (CO₂) bulunur. Bu gazlar kazanda ısıtma yüzeylerine zarar verir, ve korozyon etkisinde bulunur. Kazan suyundaki bu korozyon gazları ayırtan cihazlara termik Degazör denir. Degazör sisteminde kazan besisi suyu parçacıklar haline getirilerek buharla ısıtılır. Suyun sıcaklığı buharlaştırma sıcaklığına çok yaklaştırılarak suyun bünyesindeki O₂ ve CO₂ 'in ayrılması sağlanır. Termik degazör kullanımının alt sınırı basınç değeri 6 bar olarak belirtilebilir. 6 bar üzerindeki basınçlarda mutlaka degazör kullanılmalıdır.

Termik degazörler atmosferik ve basınçlı olarak ikiye ayrılır. Yaygın olarak kullanılan termik degazörler de yaklaşık 0,2 bar basınç altında 102 – 105 °C' de gaz giderme işlemi yapılır. Bu sıcaklıkta yapılan gaz giderme işleminde suyun içindeki erimiş gaz oranının 0,1 – 0,2 ppm mertebesine kadar indirilebilir. Su içindeki gaz miktarı sıcaklığı ve basınca bağlıdır.

Gazların cinsine göre de suyu terk etme sıcaklıkları farklıdır. Atmosferik basınçta CO₂ 80 °C’ de ayrılırken, oksijen 102 °C’ de ayrılır.

Basınçlı degazörler de basınç altında 140 °C’ ye kadar çıkılır.

Degazörü kazan bes pompasının 4 – 5 metre yukarısına yerleştirmek gerekiyor. Böylece oluşabilecek kavitasyon olayları engellenir.

Degazör de içersindeki tavalarda dahil tümünü paslanmaz çelikten yapmak en doğru seçimdir.

Düşük basınçlı degazörler de degazör çıkış sıcaklığı 102 – 105 °C’ dir. Eğer sistemde 6 no’lu fuel – oil kullanılacaksa degazör çıkışına bir eşanjör kullanılarak kazana giren suyun sıcaklığını 130 °C’ye çıkarmak kazan ömrünü uzatacaktır.

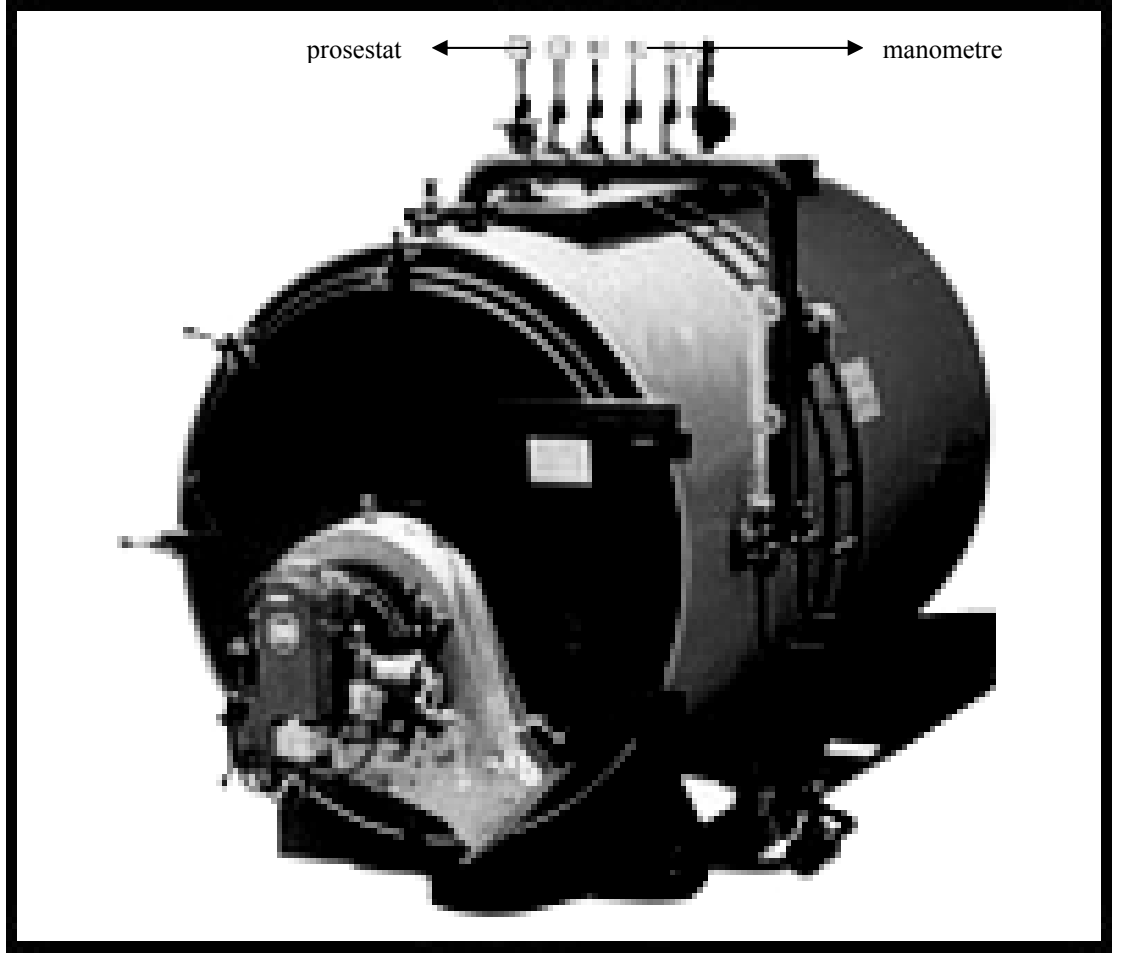
(Kazan Dairesi El Kitabı ve diğerleri, 2001)

3.3.2.2 Buhar Kazanı Çeşitleri

3.3.2.2.1 Radyasyon tip karşı basınçlı alev duman borulu kazanlar :

Alev-duman borulu buhar kazanları 3 akımlı olup 1.ve 2. akımlar geniş yanma hücresi içinde tersine dönen alev tarzındadır. Bu şekilde meydana gelen türbülans sayesinde iyi bir yakıt-hava karışımı sağlanmakta ve yüksek alev sıcaklığında iyi bir yanma elde edilmektedir. 3.akımda sıcak hava duman gazları kazan ön tarafından duman borularına girerek ve mümkün olduğu kadar sıcaklığı düşürülerek kazan arkasından çıkarken yüksek kazan verimi elde edilir.(Kazan verimi=85-90) İyi bir yanmanın dolayısı ile yüksek kazan veriminin oluşabilmesi için yanma hücresi hacmi yeterli büyüklükte tutulmuş; yanma hücresinin tamamı ondüleli yapılarak ısı genleşmelerin sebep olduğu boyuna uzamalar karşılanmıştır. Dıştan gelen basınç nedeni ile yanma hücresinin çökmeye ve ezilmeye karşı mukavemeti arttırılmıştır. Ebatları küçüktür ve az yer işgal eder. Kazanın su hacmi mümkün olduğu kadar az tutulmuştur.Böylece çabuk buhar elde edilir.Dolayısı ile yakıt tasarrufu sağlar. Birim ısıtma yüzeyine; kazan malzemesini yormamak için aşırı ısı yük getirilmemiştir. Dış yüzey ısı kayıpları asgariye indirilmiştir.

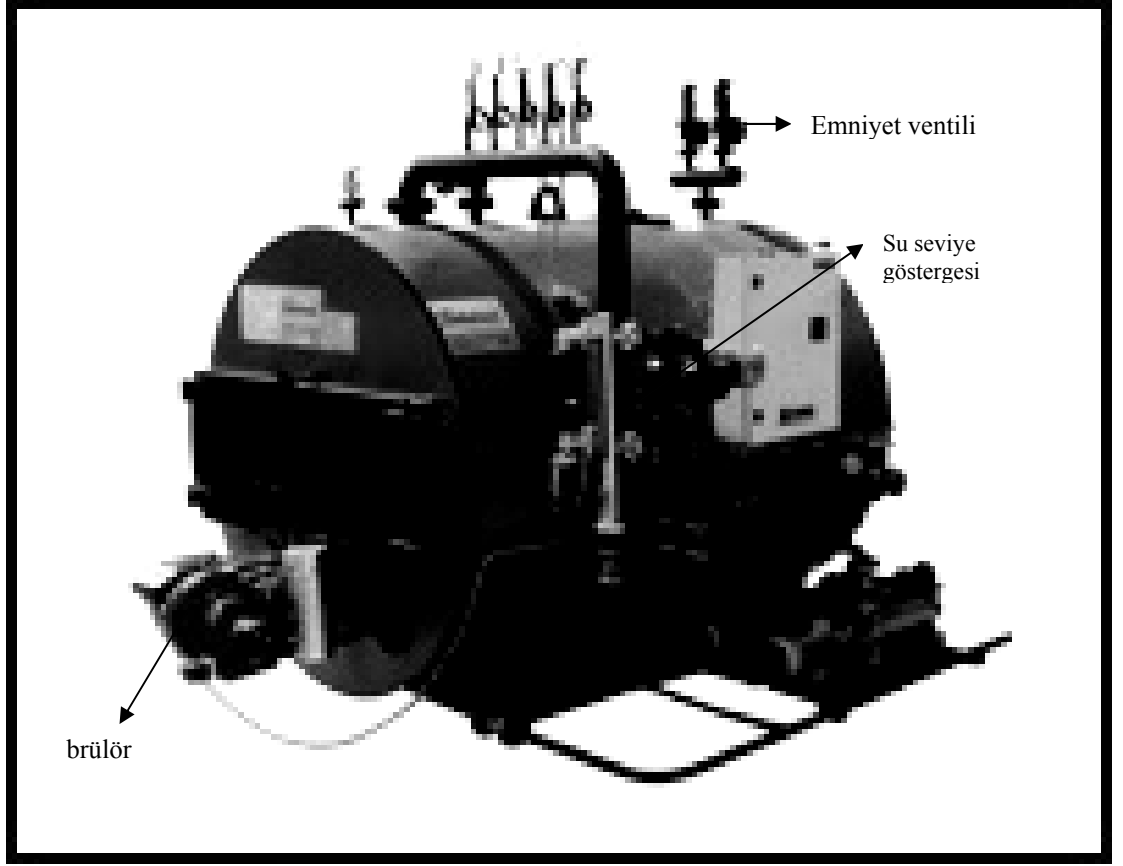
Resim: 3.10 Karşı basınçlı alev duman borulu buhar kazanları



3.3.2.2.2 Üç geçişli skoç tip buhar kazanları:

Ebatları küçük olduğundan az yer kaplar. Tamamı ondüleli geniş yanma hücreğine sahiptir, Skoç tipi 3 akımlı alev-duman borulu buhar kazanına sahiptir. Dış yüzey ısı kayıpları çok azdır. Kompakt bir cihaz olduğundan, paket buhar ünitesini, gerektiğinde başka yere götürme ve süratle bağlama kolaylığı vardır. Geniş buharlaşma yüzeyine sahiptir. Paket tiplerde ardı ardına gelen emniyet sistemleri ile donatılmıştır.

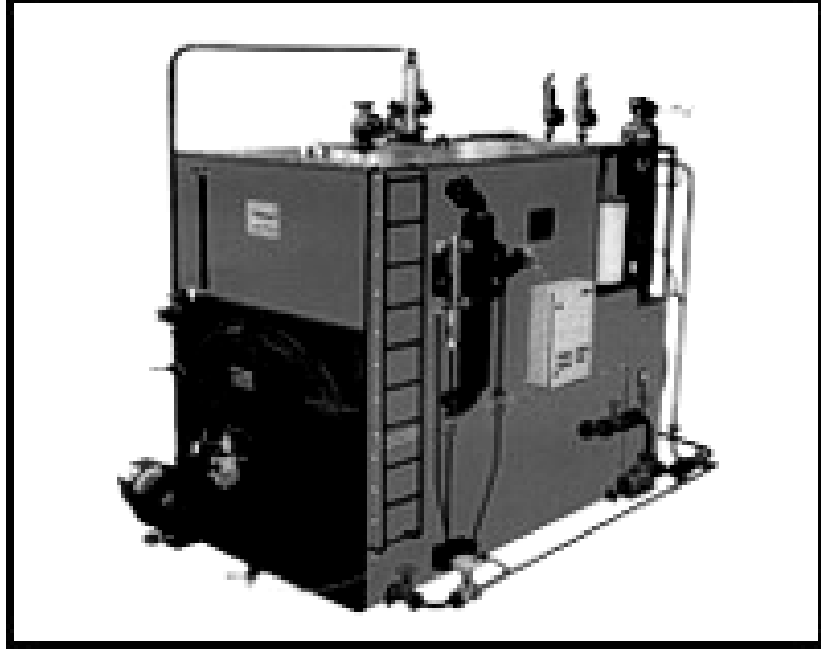
Resim: 3.11 Skoç tipi buhar kazanları



3.3.2.2.3 Yüksek basınçlı su borulu buhar kazanları:

Yüksek basınçlı (25 bar'a kadar) buhara ihtiyacı olan yerler ile buhar üreticisinin su hacmi az olması dolayısı ile, büyük su hacimli kazanların monte edilemediği (Çalışma Bakanlığı ve Mahalli İdarelerin nizamnameleri gereği) yerler için ideal bir buhar üreticisidir. Su boruları spiral şekilli olmayıp düz boru şeklinde olduğundan, borular içinde kısa zamanda kazan taşı oluşumu veya çamur birikimi engellenmiş olmaktadır. Az yer işgal eder. Çok kısa zamanda ve ekonomik buhar üretir. Otomatik ve güvenli çalışır. Ardı ardına gelen emniyet sistemlerine sahiptir. Bünyesinde buhar ile birlikte su taşınmasını engelleyen bir su ayırıcı bulunan buhar domu, kondens tankı, su besli pompası, brülör, su filtresi, degazör, flaş buhar üretici, otomatik su yumuşatma cihazı, elektrik tablosu ve tesisatı ile komple, kompakt bir cihazdır.

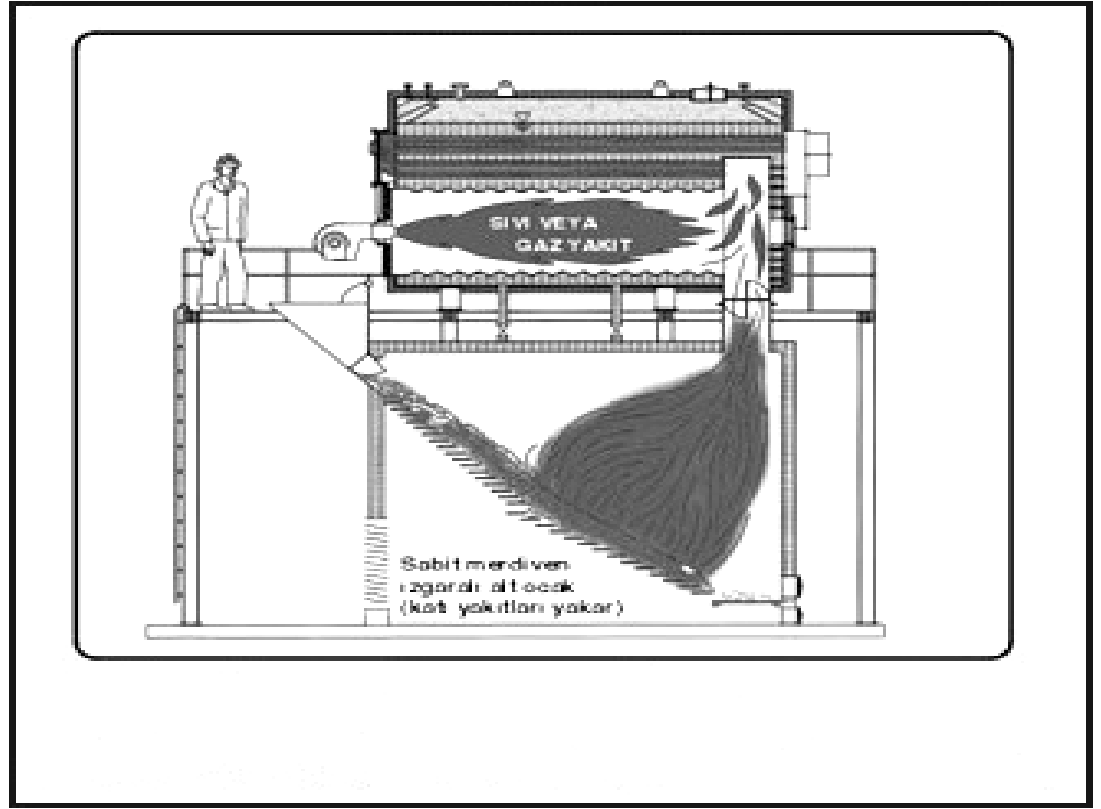
Resim: 3.12 Yüksek basınçlı su borulu buhar kazanları



3.3.2.2.4 Mekanik yakma sistemli buhar kazanları:

Hangi yakıtı ekonomik buluyor veya temin edebiliyorsanız onu yakarak buharınızı çok kısa zamanda üretebilirsiniz. İsteddiğiniz zaman bir yakıttan diğerine süratle geçebilirsiniz. İyi bir yanma; dolayısı ile yüksek verim elde etmek için 3 geçişli konstrüksüyonlar tercih edilmelidir. Bilhassa kömür yakımında, kömür parçacıklarının tam yanmasına imkan sağladığından, çevreye yanmamış kömür partikülleri yayılmamakta, yakıt sarfiyatı önlenmektedir. Ayrıca yanma hücresi sıcaklığı, kazanın yapısı gereği fazla yükselmediğinden çevreye zarar veren emisyon değerleri azalmaktadır. Buhar kazanlarında buhar basıncına bağlı olarak bir prostat (basınç otomatığı) vasıtası ile, kalorifer kazanlarında, su sıcaklığına bağlı olarak bir kazan termostatu vasıtası ile kontrol edilmektedir. Sıcaklığı dayanıklı döküm ızgaralar için ayrıca bir soğutma tesisatına, sirkülasyon pompasına, elektrik harcamasına ihtiyaç yoktur. Izzaralar alındığında, 1 saat içinde sıvı/gaz yakmaya hazır hale gelir.

Resim: 3.13 Mekanik yakma sistemli buhar kazanları



3.3.2.3 Buhar kazanı armatörleri

Buhar kazanı, istenilen miktar, basınç ve özellikten buharın üretildiği sistemin ana elemanıdır. Uygulamada çok farklı tipleri vardır. Genelde iki tip skoç ve su burulu kazan yaygın olarak kullanılır. Su borulu kazan daha çok büyük kapasitelerdeki buhar ihtiyacı veya enerji santrallerinde kullanılır. Kazanlarla ilgili iki temel büyüklük önemlidir.

İşletme basıncı: kazanın çalıştırılması istenen basınç

konstrüksiyon basıncı: kazan mukavemet hesaplarında esas alınan basınç.

Buhar kazanları üzerinde emniyet ve kontrol olmak üzere iki grup eleman olmalı;

- 1- Sistemdeki tüm manometrelerin boruları helezonlu olmalıdır. Böylece ani basınç dalgalanmaları dengelenir. Ani veya sürekli basınç dalgalanmaları manometrelere zarar verebilir. Sistemde kullanılacak manometrelerin göstereceği değer manometre limitinin orta değerine yakın olmalıdır. Örneğin 6 bar bir tesisat için

(0–10) bar manometre kullanılmalıdır. Kazan üzerine de Q 60'lık manometre takılmalıdır. Böylece uzaktan okumak daha kolaylaşır. Kolektör üzerindeki manometre Q100'lük olabilir.

- 2- Buhar kazanı üzerindeki su seviye gösterge cihazı kazanın üst ve alt su seviye sınırlarını gösterir. Suyun artması veya azalması halinde kazan besisi cihazının kontakları kazan besisi pompasına kumanda eder. Eğer kazanda su boru seviyesinin altına düşerse boruların üstü susuz kalır. Boruların üstünün susuz kalması sonucu borular kavrulur ve kısa sürede kullanılamaz hale gelir.
- 3- Buhar kazanlarında çift Presostat kullanılır. Bunlardan birincisi kazanın çalışma basıncının ayarlandığı presostatdır. Kazan 6 bar basınçta çalışıyorsa Presostat 5,5 bar ile 6 bar arasında çalışır. Orta basınçlı buhar tesisatlarında presostat diferansı 0,5 bar mertebesinde kullanılır. Bu Presostat brülöre kumanda eder. Presostattan ayarlanacak basıncın, presostatın çalışma aralığının ortalarında bir yerde olması gereklidir. Orta noktada presostatın hassasiyeti daha fazladır. Örneğin, kazanımız 6 bar de çalışıyorsa 0 – 10 bar presostat kullanılmalıdır. Sistemdeki ikinci presostat limit presostatıdır. Limit presostatın ayar diferansı çalışma basıncının 0,5 bar fazlası seçilmelidir. 6 bar de çalışan bir kazanda 6,5 bar limit presostat brülöre kumanda ederek sistemi kapatır.
- 4- Kazan üzerindeki emniyet ventili ve presostatlardan önce vana konulmamalıdır. Kazan üzerindeki tüm armatörler için tek tek kazan üzerine delik açılmamalıdır. 2 tane Kollektör yapılarak tüm armatörler bu kollektörlere bağlanmalıdır.
- 5- Kazan besisi cihazları (kazan su seviye cihazı) 3 veya 5 kontaklı olabilir. 1 kontak pompa start, 2 kontak pompa stop kontağı, 3 kontak brülör stop kontağıdır. İlave kontaklar ışıklı veya sesli alarm verilebilir.
- 6- Aynı devrede birden fazla buhar kazanı varsa, kazanlar aynı ortak kolektöre bağlanır. Kollektör girişine bir çek vana, bir ana buhar vanası ve bir by – pas vanası olmalıdır. Her kazan kondens pompası ve besisi pompası ayrı ayrı olmalı. Pompa emişi ortak olabilir. Ancak her kazan besisi suyu pompası ayrı olmalı. Bir adet pompa ise aynı basınçta çalışan kazanların yedek besisi suyu pompası olarak seçilebilir.
- 7- Presostat ve manometreler kazana helezonla bağlanmalıdır.
- 8- Presostat ve emniyet vanasının altında kapama vanası alamaz.
- 9- Buhar kazanı siparişi verilirken, kazan işletme ve emniyet setlerini paket olarak imalatçı firmadan istemek daha uygundur.

3.3.2.4 Blöf sistemleri:

Kazan içerisinde bulunan su tamamen saf değildir. Kimyasal işleme uğrayan su katı partiküller içerir. Bu katı maddeler gerek erimiş, gerekse süspansiyon halinde bulunurlar. Kazan buhar ürettiğinde su içindeki çözünmeyen maddelerin yoğunluğu artar. Böyle bir durumda belirlenen limitler aşıldığında kazana ve buhar hatlarına zarar verebilir. Bu zararlar ekipmanlar üzerinde arızalar oluşturabildiği gibi buhar ile birlikte sürüklenip kondensin iletkenliğini arttırarak enerji kaybına da yol açarlar. Buhar üretiminde kazanda ve buhar hatlarında oluşan bu maddeler (genel olarak kalsiyum ve magnezyum tuzları), optimum TDS seviyesini sağlayabilmek amacıyla, kazandan çeşitli yollarla uzaklaştırılırlar. Bu işleme **BLÖF ETMEK** denir. Doğru seçilmiş kazan blöf sistemleri ile;

- Enerji tasarrufu
- Kazan verimliliği
- Uzun kazan ömrü sağlanır.

Blöf işlemi istenmeyen maddelerin sıvı fazda veya katı fazda olması durumuna göre uygun cihazlarla iki farklı şekilde yapılır.

3.3.2.4.1 Yüzey blöf işlemi cihazları:

İstenmeyen maddeler sıvı fazda ise, diğer ifade ile kazan dibine çökmemiş, su içinde erimiş şekilde ise yüzeyden yapılan blöf işlemi ile otomatik olarak sistemden tahliye edilirler. Yüzey Blöf İşlemi cihazında; 1 adet İletkenlik Sensörü, 1 adet Transmitter, 1 adet Kontrol Vanası, 1 adet PID Kontrolör ve Kontrol Panosundan oluşmaktadır. Talep halinde bu cihazlara, enerji geri kazanım sistemi için 1 adet Plakalı Isı Eşanjörü ve 1 adet Sirkülasyon Pompası da eklenebilmektedir. Isı geri kazanım sistemli Yüzey Blöf Sistemi cihazları, işletme şartlarına bağlı olarak, yatırım maliyetini çok kısa süre içinde geri dönüşünü sağlayacak derecede önemlidir.

3.3.2.4.2 Dip blöf işlemi cihazları:

Kazan içerisinde bulunan katı maddeler süspansiyon veya erimiş halde bulunurlar. Süspansiyon halinde bulunan maddeler çöker ve kazan dibinde birikir. Bu çökeltiler birikerek çamurlaşır ve kazanımızda ısı iletkenliğini düşürür. Bu nedenle bu çamuru düzenli aralıklarla deşarj etmek gerekir. İstenmeyen maddeler katı durumda kazan

suyu dibine çöktüklerinde sistemden *dip blöf işlemi cihazları* kullanılarak tahliye edilirler. Cihaz; 1 adet zaman ayarlı (timer) ve aktüatörlü komple paslanmaz çelik iki parçalı bir küresel vanadan oluşmaktadır.

Dip blöf ile erimiş halde bulunan maddelerin tamamen alınması mümkün değildir. Ancak, bir miktar kazan suyu dışarı alınarak yoğunluğu düşürülür. Bu işlem ideal olarak üst blöf sistemleri ile gerçekleştirilir.

Blöf miktarının hesabı:

$$\text{Blöf miktarı} = \frac{F \times S}{B - F} \quad (3.1)$$

F : Besi suyu TDS değeri : µs/cm

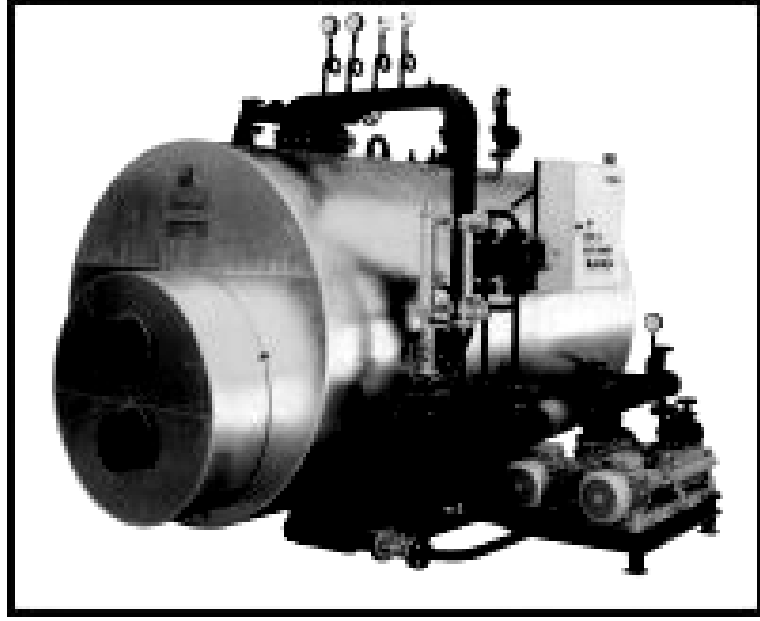
S : kazan kapasitesi : kg/h

B : istenilen / mevcut kazan suyu TDS değeri : µs/cm

3.3.3 Endirekt buhar üreticileri

Kızgın yağ sıcaklığı 300 °C' ye kadar çıkarılabildiğinden, bunun vasıtası ile 20 bar'a kadar doymuş buhar, kızgın su, sıcak su, sıcak hava üretebilmektedir. Bilhassa alev-duman borulu kazanların kullanılmasının sakıncalı olduğu yerlerde uygun kapasite de kızgın yağ kazanı seçilerek, hem tesis içindeki proseslerde kızgın yağdan faydalanıla bilinileceği gibi, hem de istenen kapasitede buhar üretilebilir. Aynı tesiste kızgın yağ ve buhar üretiminde yine endirekt buhar üreticisinden faydalanılır. Ayrıca isteğe bağlı olarak, buharda kızgın su veya buhar, kızgın sudan buhar veya sıcak su üretebilecek cihazlar geliştirilmiş, istenilen ölçülere göre yapılma avantajları vardır.

Resim: 3.14 Endirekt buhar üreticiler



3.4. Buhar Dağıtımı

3.4.1 Buhar devresi

Kazanda üretilen buhar ısı enerjisinin kullanılacağı yerlere borular yardımıyla iletilir. Buhar vanası açıldığı zaman buhar aniden ana buhar devresine dolar ve devrenin soğuk oluşundan dolayı buharın ısı bırakma olayı gerçekleşir. Boru etrafının daha soğuk olmasından dolayı ortamdaki radyasyon ile ısınma başlar. Atmosfere olan ısı akışından dolayı daha çok buharı yoğunlaşır. Gereğinden daha çok buharın yoğunlaşması demek daha fazla giderdir. Buda istenmeyen bir durumdur. Olumsuz koşulların yaşanmaması için buhar devresi seçimi iyi yapılmalıdır.

Buhar tesislerinde tesisat boruları akış yönüne %1 eğimle döşenmelidir. Aksi halde buharın yoğunlaşması sonucu kondens birikmesi olacaktır. Uzun hatlar söz konusu ise ortalama 60 metrede bir kondens cebi yapılarak, oluşan kondensi tahliye etmek gerekir.

Buhar tesisatında orta ve yüksek basınçlı sistemlerde çelik çekme borular kullanılmalı. Düşük basınçlı buharda normlara uygun st-37 malzemedan borular, daha yüksek basınçtaki buharda st-42 malzemedan çelik çekme borular kullanılmalıdır.

Buhar tesisatlarında küresel vana kullanılmamalıdır. Küresel vananın ani açılması sonucu boruların çabuk ısınması neticesinde uzamalar meydana gelebilir ve bu uzamalar nedeniyle branşmanlarda kopmalara sebep olur.

Buhar hattında ve kolektör altında mutlaka kondenstop kullanılmalı, kondenstopun çalışıp çalışmadığının anlaşılması içinde gözetleme camı veya kondenstop kontrol cihazı bulunmalı.

Ejanşör devresinde buhar vanaları kapandığında patlama olmaması için mutlaka emniyet ventili kullanılmalı.

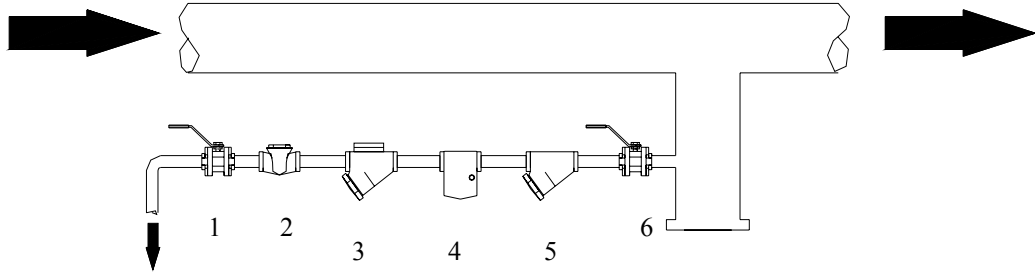
Eşanjöre buhar üstten girmeli ve kondenstop kullanılmalı.

Ani buhar çekişlerinden boruların yanmaması için buhar akümülatörü kullanılmalı. Buhar akümülatörü buharın depolandığı basınçlı kaplardır. Buhar depolandığından dolayı kazan daha küçük kapasitede seçilebilir. Bunlardan (buhar akümülatörleri) da diğer tüm basınçlı kaplarda olduğu gibi emniyet ventili kullanılmalıdır.

3.4.2 Ana buhar hattı

Kazan dairesindeki buhar kolektöründen buhar kullanım yerine kadar olan hatta buhar dağıtım hattı denir. Bu hat istenilen miktarda ve şartlarda buharı kullanım yerine temin etmelidir. Dağıtım hattında buharın taşınması sırasında ısı kaybı ve bakım gereksinimi minimum olmalıdır. Isıtma amaçlı buhar kullanımında buhar basıncı artıkça ısı transferindeki iyileşmeye bağlı olarak cihaz boyutları küçülür. Aynı şekilde boru çapları da küçülür. Buna karşılık gizli buharlaşma ısısının azalması nedeniyle ısı taşıma kabiliyeti azalır, kondenste flaş buhar problemleri ortaya çıkar. Basıncın artması sistemin mukavemetininde artmasını gerektirdiğinden aynı zamanda sistem maliyetini de artırıcı bir rol oynar. Bu nedenle buhar dağıtımında çözümlerden biri buharı yüksek basınçta taşıyıp, kullanım yerinde istenilen basınca düşürmektir. Ancak bu her zaman doğru değildir. Borudan olan ısı kayıpları gibi başka faktörlerinde göz önüne alınması gerekir. Genel bir kural olarak sistemdeki basıncın mümkün olan en düşük değerde seçilmesi tavsiye edilir.

Şekil: 3.30 Buhar kolektöründe cep uygulaması

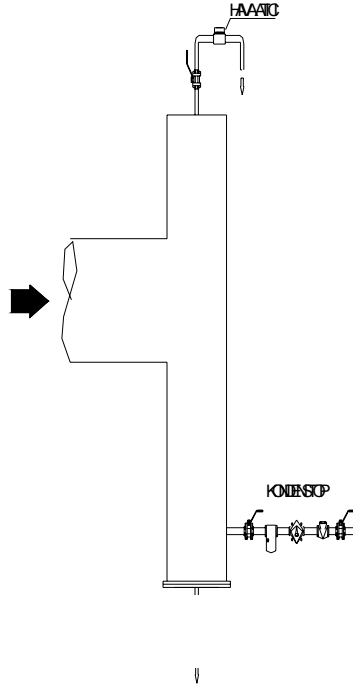


- 1- vana 2- çek vana 3- filtre 4- kondenstop kontrol cihazı
5- kondenstop 6- vana

Buhar dağıtım hattında buhar borularının ve kondens borularının boyutlanması çok önemlidir. Kondens hatlarının boyutlandırılması flaş buhar nedeniyle çok zordur. Kondenstoptan geçen sıvı haldeki kondens yüksek basınçtadır. Bu sıvı kondenstopun orifisinden dönüş basıncına açılır. Bu basınçta atmosferik basınç civarındadır. Dolayısıyla kondens hatında su artı flaş buhar olarak iki fazlı akış söz konusudur. Kondens hatları boyutlandırılırken kondens başlangıç ve son basınçları bilinmelidir. Farklı basınçtaki kondensler kesinlikle ayrı borularda toplanmalıdır. Ve kondens deposuna ayrı girmelidir. Kondens toplama (cep) çapı DN 100 mm boruya kadar anma çapı ile aynı daha büyük çaplarda iki çap daha küçük seçilir .

Erken buhar gitmesini sağlamak için gereklidir. Aksi durumlarda hat sonlarında sıkışan hava, buhar çekişini zorlaştıracaktır. Hava atıcı montajı şekildeki gibi kolayca yapılır.

Şekil: 3.31 Buhar hattı sonlarında hava atıcı uygulaması

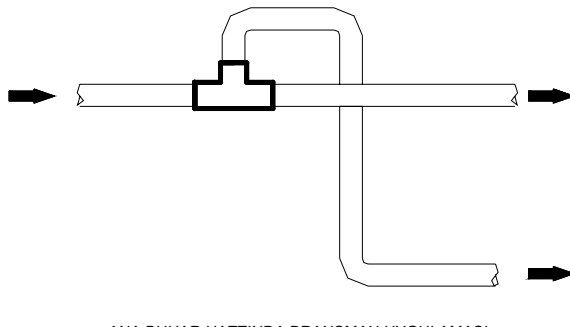


3.4.3 Üniteler hat dizaynı

Buhar tesisatlarında en iyi verim için kuru buhara ihtiyaç vardır. Ana buhar hattından ünitelere yapılan buhar dağıtımlarında, branşmanlar daima üstten yapılmalıdır. Alttan yapıldığı takdirde buharla beraber suunda yürümesine

neden olacaktır. İşletmedeki buhar tesisatlarında branşmanlar alınırken bu kurala mutlaka uyulmalıdır. Aksi halde sistem verimli çalışamaz.

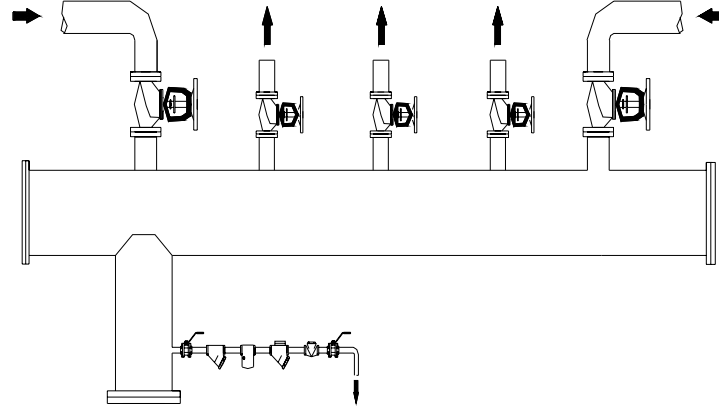
Şekil: 3.32 Branşman alma



3.4.4 Buhar kolektörü

Kolektör buharın dağıtıldığı ünitelerdir. Kolektörlerde kullanılacak kondenstopun, kondensi oluştuğu anda tahliye etmesi ve ağır koşullara dayanıklı olması gerekir. Kolektörler için en uygun kondenstop tipi termodinamik kondenstoptur. Kolektörlerde kondensin kolaylıkla boşaltılabileceği şekilde, kondens cebi yapılarak şekil de görüldüğü gibi kondens tahliyesi sağlanmalıdır.

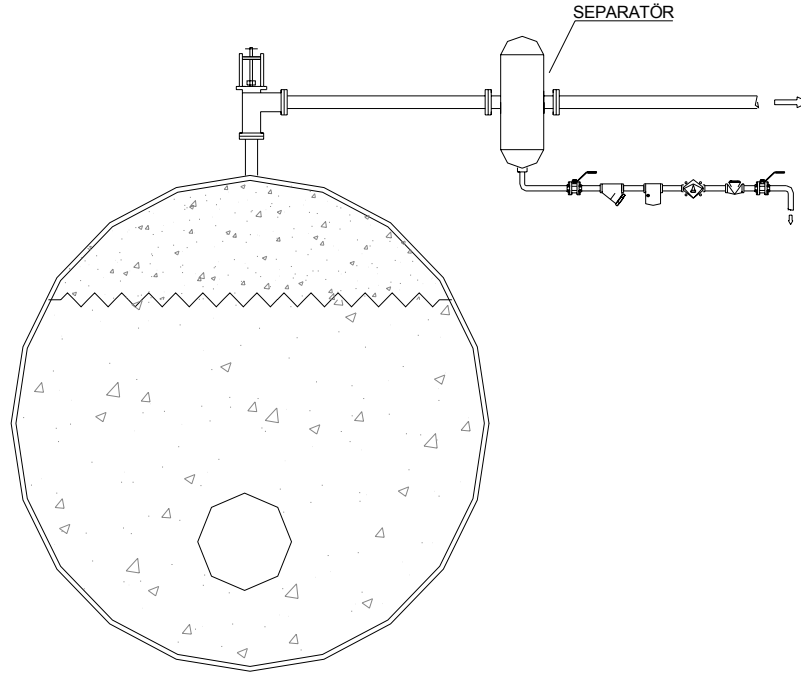
Şekil: 3.33 Buhar kolektöründe cep uygulaması ve buhar dağıtımı



3.4.5 Separatör:

Kazan çıkışında ve cihazlardan önce kullanılması düşünülen Separatör (su ayırıcı) ile buharla beraber sürüklenen su zerrecikleri tutulur. Bu sayede sisteme daha kuru bir şekilde buharın gitmesi sağlanır. Buharın kuru bir şekilde kullanılması ile verim yükselir. Direkt buhar püskürtülen proseslerde ürün kalitesi artar ayrıca suyun korozitif ve aşındırıcı etkisi önlenerek tesisattaki armatörlerin ömürleri uzamış olur.

Şekil: 3.34 Buhar hattına seperatör uygulaması



3.4.6 Kondens devresi

Açık buhar kullanılan tesislerde kondens tankına yumuşatılmış su takviyesi yapılır. Böyle durumlarda kondens tankından kazana gelen su soğuk olabilir (50 °C veya daha da soğuk) . Bu arada kazanın 130 °C veya daha yukarıda olduğu düşünülürse, kazanda gerilmeler oluşur. Ayrıca kazandaki su sıcaklığının kullanılan yakıtın yoğunlaşma sıcaklığının altına düşmesi durumunda buhar kazanları duman borularında asit oluşur. Bu da kazanın çabuk aşınmasına, delinmesine neden olur. Bu yüzden kazan ile kondens arasında, kazana giren su sıcaklığını artırmak için bir kazan besleme suyu ısıtma eşanjörü kullanılmalıdır. Eşanjör kullanıldığı zaman, kondens pompalarını hesaplarken eşanjör basınç kayıplarını dikkate almak gerekir.

Yapılan incelemelerde kondens tankı ile kazan arasında ısı eşanjörünün kullanılma oranı %15 dolayında tesbit edilmistir.

5 ton/h kapasitesinde 3 bar'lük bir buhar kazanın kondens pompasının debisi: 5 ton/h 'den büyük, basıncıda 30 mss (metre su seviyesi)'den büyük olmalıdır. Bu pompaların seçimi yapılırken, pompa debisi buhar debisinden büyük alınıp, basıncını

da pompa basıncı + pompa kazan arasındaki basınç kayıplarının toplamında 1 veya 2 bar daha büyük seçmek daha uygundur.

Ani buhar çekişlerinden boruların susuz kalıp yanmaması için pompa debisi buhar debisinden %20 veya %25 büyük seçilmelidir.

Kondens pompalarında mekanik salmastraya gerek duyulmaz. Normal salmastralarda kullanım sıcaklığı 110 °C ile 130 °C civarındadır.

Kondens tankının içinde bir adet bakır şamandıranın bulunması gerekir. Bakır sıcak sudan etkilenmez. Kondens tankına sertliği alınmış yumuşak su verilmelidir.

Kondens tankı kondens pompalarının 40 cm veya 50 cm üstünde kalacak şekilde olmalıdır. Böylece emişlerde oluşacak kavitasyon engellenir.

Kondens deposunda su sıcaktır. Pompa emişindeki düşük basınç nedeniyle buharlaşma oluşur. Buhar kabarcıkları pompa yapraklarını tahrip eder ve bunların sık sık değişmesine neden olur. deponun yukarda olmasından dolayı statik basınç nedeniyle emişteki düşük basınç engellenir.

Kondens ile besi pompası arasındaki vanaların buhar vanası olmayabilir. Ancak besi pompaları çıkışındaki vanalar ile kazan giriş vanaları mutlaka buhar vanası olması gerekir. Ve en az PN16 buhar vanası kullanılmalıdır. Sistemin diğer tüm vanaları buhar vanası olmalıdır. Kondens boşaltma vanası genelde PN50 buhar vanası seçilir. Farklı basınçtaki kondensler aynı kondens borusu ile toplanmaz, basınçlarına göre ayrı ayrı toplanmalıdır.

Kondens pompası ile kazan arasındaki borular havadan gidecekse, hava tüpü kullanılmalıdır.

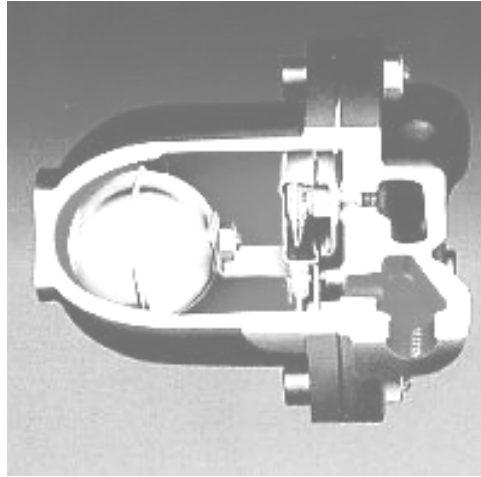
3.4.7 Kondenstop ve kondenstop uygulamaları;

Kondenstop (buhar kapanı) buhar sistemlerinin en önemli elemanlarından biridir. Kondenstoplar buhar kullanılan cihazlarda sonra veya buhar hatlarının drenaj noktalarına konur. İdeal kondenstoplardan yalnız yoğuşan buhar geçer. Böylece buharın tamamen kullanılması ve suyun buhardan ayrılması mümkün olur. Aynı zamanda kondenstoplar hatlardaki havayı da tahliye eder. Kondenstopların tip ve kapasite olarak uygun seçilmesi buhar tesisinin ömrü ve buharın tasarrufu açısından çok önemlidir. aşağıda kondenstopların tipi ve kullanım yerleri kısaca açıklanmıştır.

3.4.7.1 Şamandıralı kondensstoplar :

Şamandıralı Kondensstoplar özellikle kondens miktarı ile değişen sürekli tahliye buhar doyma sıcaklığında gerçekleştirir. Ani ve geniş basınç değişimlerinden etkilenmez. Daha çok, kondens tahliyesinin hızlı olmasının sakıncalı olduğu sistemler için tercih edilir. Otomatik sıcaklık kontrollü sistemler için ideal kondensstopdur. Tahliye görevini yerine getiren şamandıranın yanı sıra, hava tahliyesi de gövde içinde mevcut termostatik kapsül tarafından gerçekleştirilir. Böylece boru hattında, hava birikintileri ile oluşan koç darbeleri önlenmiş olur. Aynı zamanda şamandıranın herhangi bir nedenle fonksiyonunu kaybetmesi durumunda termostatik kapsül devreye girerek kondens tahliyesine devam eder ve sistemde tıkanıklığı önler. Isı eşanjörleri, ısıtma bataryaları, tanklar, tavalar – tablalar, kurutma silindirleri ve fırınlarda kullanılabilir.

Resim: 3.15 Şamandıralı kondensstop

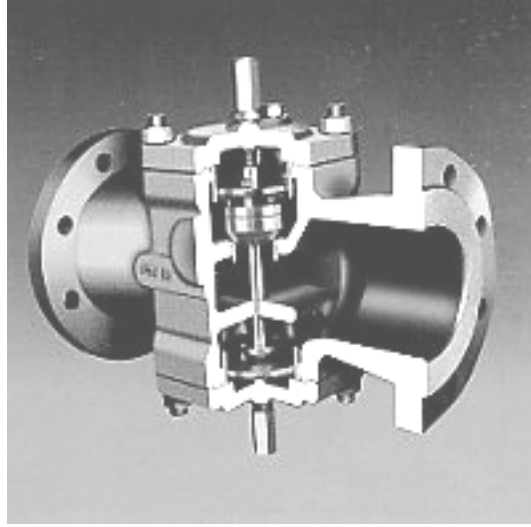


3.4.7.2 Termostatik süper kondensstoplar:

Yüksek kapasiteli termostatik kapsüllü modeli, özellikle şeker endüstrisi için üretilmiştir. Korozyon dayanımı yüksek olan termostatik kapsüllerin aynı zamanda koç darbelerine karşı direnci de çok yüksektir. İç aksamda bulunan ayar vanası, aşağı-yukarı hareket ettirilerek, kondensstopun çok yüksek oranlardaki kondensi tahliye edebilmesine olanak sağlanır. 50 mm. (2") olan çaplarda 3 adet termostatik kapsül bulunur. 65-100 mm. çaplı olanlarda 4 adet termostatik kapsül mevcuttur. Kondens miktarı, kapsüllerin tahliye miktarını aştığında konik valf otomatik olarak ayarlandığı

kadar açılır ve kondens tahliyesini sağlar. Kondenstop üzerinde ayar vidası ile konik valfin sitten uzaklaşma mesafesi ayarlanarak kondens tahliye miktarı denetlenmiş olur. Şeker endüstrisi başta olmak üzere, ısıtma bataryaları, tavalar-tablalar, fırınlar ve kurutma silindirlerinde kullanılabilir.

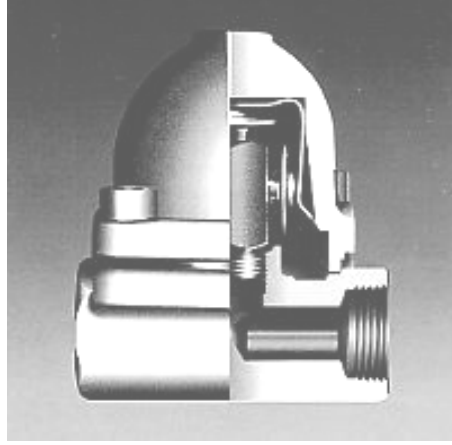
Resim: 3.16 Termostatik süper kondens atıcı



3.4.7.3 Termostatik kondenstop (3 kapsüllü) :

Üç kapsülü sayesinde yüksek tahliye gerektiren ancak sıkça koç darbesine rastlanılan buhar hatları için özel olarak dizayn edilmiştir. Korozyon dayanımı yüksek termostatik eleman ile buhar doyma eğrisi sabit bir farkla izlenerek buhar hattından kondens ve yoğunlaşmayan gazların tahliyesi sağlanır. Koç darbesinden etkilenmeyen termostatik kondenstopların dayanımı da oldukça yüksek olup, süzgeç kapağın altındadır. Temizleme işlemi için gövde üzerindeki kapağın açılması yeterlidir. Gövde ve kapak dövme çelik, süzgeç dahil diğer bütün iç aksam paslanmaz çeliktir. Talebe bağlı olarak 3 farklı kapsülden birini uygulama şartlarına bağlı kalmak kaydıyla içerir. Standart üretimlerde "S" tipi kapsül kullanılır. Tahliye işlemini sürekli bir şekilde gerçekleştiren kondenstopun tüm iç aksamı yedek parça olarak temin edilebilir. Kurutma üniteleri, presleme üniteleri, buhar ceketli borular, konvektör ısıtıcılar ve ısıtıcılarda kullanılabilir.

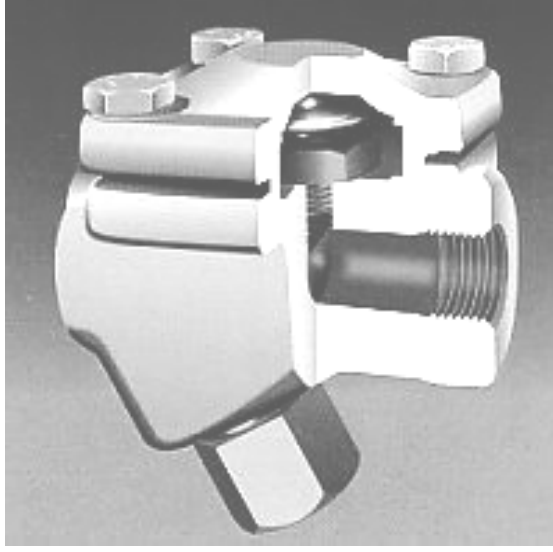
Resim: 3.17 Kapsüllü termostatik kondenstop



3.4.7.4 Termostatik kondenstop (çekvalf sitli):

Korozyon dayanımı yüksek termostatik eleman ile buhar doyma eğrisi sabit bir farkla takip edilerek buhar hattından kondens ve yoğuşmayan gazların tahliyesi sağlanır. Koç darbesinden etkilenmeyen termostatik kondenstopların korozyona dayanımı da oldukça yüksektir. Diğer kondenstoplardan farkı süzgecin "Y" tipinde olmasıdır. Bir çok uygulama için temizlik kolaylığı sağlayan "Y" tipi filtreli kondenstopların gövdesi dövme çelik, diğer iç aksam ise paslanmaz çeliktir. Talep bağlı olarak 3 farklı kapsülden birini uygulama şartlarına bağlı kalmak kaydıyla içerir. Standart üretimlerde "S" tipi kapsül kullanılmaktadır. Tahliye işlemini sürekli bir şekilde gerçekleştiren kondenstopun tüm iç aksamı yedek parça olarak temin edilebilir. Aynı zamanda sit içinde mevcut bilye, sistemde oluşan yüksek geri basınçta çek valf görevi görerek kondensin buhar hattına karışmasını önler. Takip hatları, kurutma üniteleri, presleme üniteleri, buhar ceketli borular ve ütülerde kullanılabilir.

Resim: 3.18 Termostatik çekvalf sitli



3.4.7.5 Ters Kovalı Kondenstop

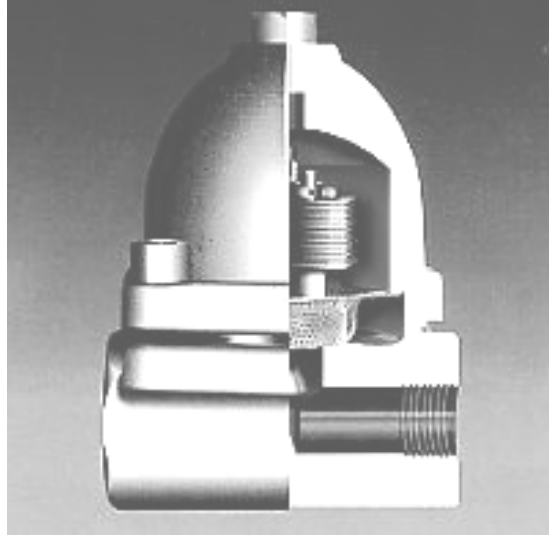
Bu tip kondenstoplar ise kondensi oluştuğu anda tahliye etmesine rağmen havayı tahliye etmede yetersiz kalır. Hava, sudan çok daha güçlü bir yalıtkan olduğu için tahliye edilmeyen hava, ısınmayı çok geciktirir. Sadece 1 mm'lik bir hava filminin ısınmaya karşı gösterdiği direnç 13 metrelik bakırın gösterdiği dirence eşittir. Ayrıca hava bulunan bölgeye buhar girmediğinden buharın hacmi küçülür. Bu da verime direk etki eder.

3.4.7.6 Bi-metal kondenstoplar (ayar vidalı):

Bi-Metal kondenstoplar en ağır ve hassas işleme koşullarından etkilenmeyecek dizaynda üretilmektedir. İçinde hasara uğrayabilecek hiçbir parça bulunmayan Bi-Metal Kondenstoplar koç darbesi ve don olaylarından etkilenmez. Dövme çelik gövde, kapak içinde komple paslanmaz çelik süzgeç ve özel Bi-Metal paslanmaz elemendan oluşan kondenstopun subabı aynı zamanda çek - valf görevi de yapar. Kondensin boşaltılması termostatik esaslara dayalı olarak çalışan Bi-Metal plakalar doymuş buhar eğrisini paralel takip ederek soğuyan kondensin tahliyesini sağlar. Aynı zamanda hava

tahliyesini de gerçekleştiren Bi-Metal plakalar özel uygulamalar için yoğunlaşmış kondensin daha fazla soğuduktan sonra tahliyesini gerçekleştirmek amacıyla ayar vidası vasıtasıyla ayarlanabilirler. Özellikle kızgın buhar uygulamaları için en ideal kondenstopdur.

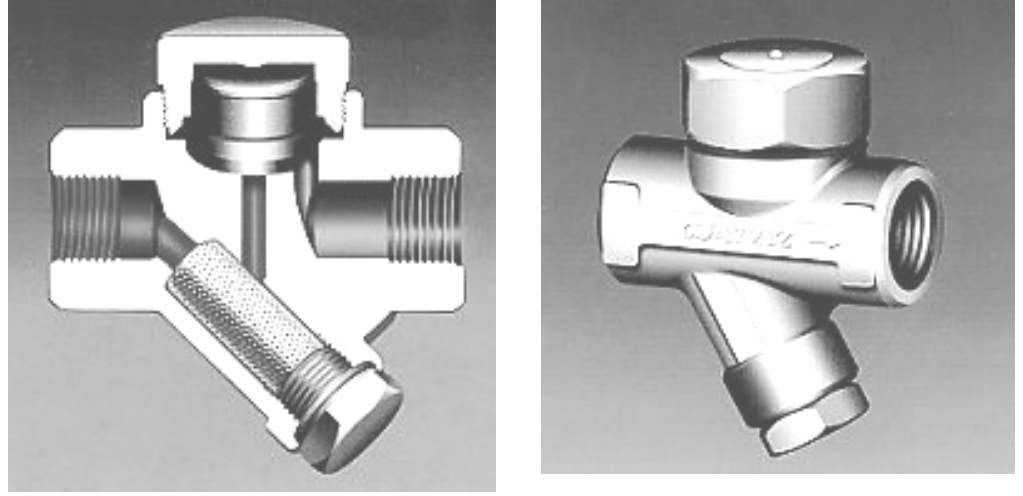
Resim: 3.19 Bi-metal kondenstop



3.4.7.7 Termodinamik kondenstoplar :

Termodinamik kondenstopların sızdırmazlık bölümü paslanmaz elik olup, gövde dövme çelikten imal edilmiştir. Çalışma şartlarında, karşı basınç, n basıncın %80'ini geçmemelidir. Kondens yüküne bağlı olarak kesikli tahliye yapabilir. Bakım kolaylığı ile beraber tüm yedek parçalarının temin edilmesi mümkündür. Süzgeç ise "Y" tipi olup gövdenin altındadır ve temizleme işlemi son derece kolaydır. Tercihen yatay pozisyonda monte edilmelidir fakat diğer pozisyonlarda da kullanılabilir. Kurutma niteleri, presleme üniteleri, buhar ceketli borular ve tlerde kullanılabilir.

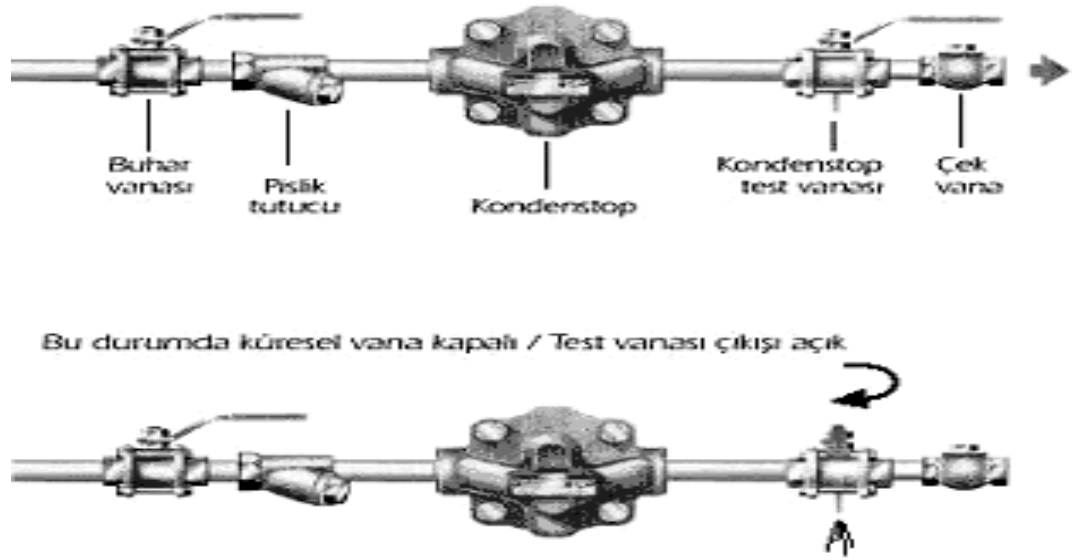
Resim: 3.20 Termodinamik kondenstop



3.4.8 Kondenstop test vanaları :

Tüm kondenstop kullanıcılarının ve üreticilerinin bildiği ve önerdiği en etkili kondenstop kontrol şekli; yerinde ve çalışma esnasında sistem ve kondenstop devrede iken gözle kontrol şeklidir. Bu prensipten hareketle geliştirilen kondenstop test vanaları; yerinde kontrol imkanı, doğru sonuç vermesi, ucuz ve bağımsız kontrol sağlaması, ek maliyet getirmemesi ve uzun ömürlü olmasından dolayı tercih edilmektedirler. Her türlü buhar hatlarında kondenstoplardan sonra takılabilir. Test vanaları küresel vana prensibiyle çalışmaktadır. Test vanası açık iken sistem devrede olup kondenstopdan tahliye edilen kondens veya varsa buhar kaçağı, kondens geri dönüş hattına verilir. Bu durumda kondenstopun çalışma şekli ve varsa buhar kaçağı tespit edilmiş olur. Flaş buhardan dolayı yanılmamak için Test vanasının kondenstopdan en az yarım metre sonra hatta bağlanması tavsiye edilir. Test vanaları 40 barlık basınca ve 320 °C'lik sıcaklığa kadar dayanıklıdır.

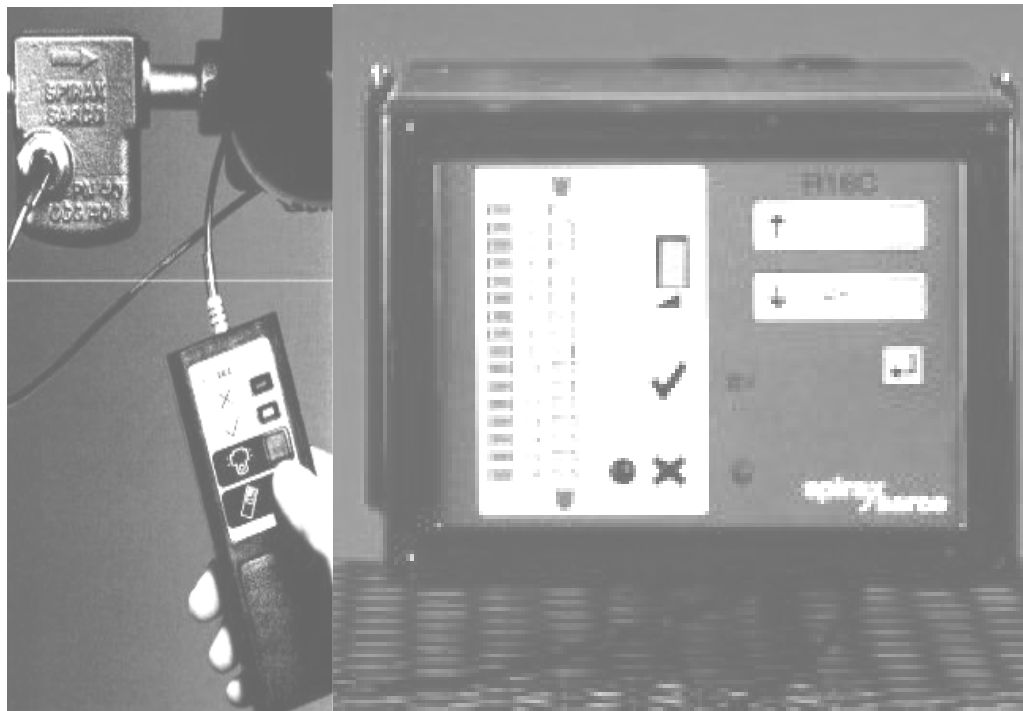
Resim: 3.21 Kondenstop test grubu



3.4.9 Kondenstop kontrol cihazları:

Manuel ve otomatik olarak iki tipte imal edilebilmekte olup, kondenstop gövdelerine kolayca takılabilmektedirler. Bu cihazlar yardımıyla kondenstoplardaki kaçaklar anında tespit edilebilmektedir. Manuel olanı elle kontrol edilmekte ve kolaylıkla taşınabilmektedir. Otomatik olanlarda ise bilgi-işlem teknolojilerinden yararlanarak 256 adeta kadar kondenstopun kontrolü tek yerden yapılabilmektedir.

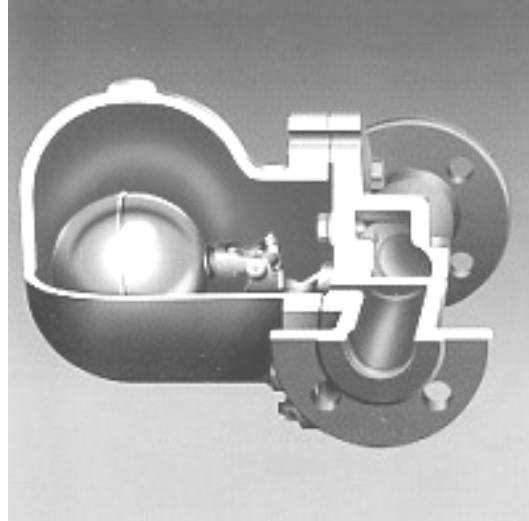
Resim: 3.22 Kondenstop kontrol cihazı



3.4.10 Sıvı atıcılar :

Sistem ne kadar verimli çalışırsa çalışsın, sıkıştırılmış hava ve gaz takip hatlarındaki nem yoğunlaşacak ve borularda birikecektir. Uzaklaştırılmadığı sürece bu sıvı, çalışma verimini düşürecek, pahalı parça ve malzemelere zarar verecektir. Sıvı Atıcılar, oluşan kondensin sirkülasyonu engellemesini önlerler. Farklı kullanım alanları için çeşitli tip ve boyutlarda temin edilebilirler. Gerekğinde boru bağlantılarını bozmadan sökülüp bakım görebilirler. Kompresörlerde kondenstop içindeki şamandıranın dikey şekilde çalışmasına olanak sağlayan yatay pozisyonda montaj edilmelidir.

Resim: 3.23 Sıvı atıcı



3.4.11 Kondenstop Miktarinin Hesabi Ve Çaplarının Belirlenmesi

Kondenstop seçimini yapmak için;

- 1- Buhar basıncı (Kondenstopa giren buhar basıncı)
- 2- Karşı basınç (kondenstoptan sonraki basınç)
- 3- Saatte oluşan kondens miktarı

Dikkate alınarak kondens boşaltma kapasitesi diyagramından kondenstop tipi ve çapı seçilir.

Kondens miktarının hesabı:

Hava ısıtma cihazları: Isıtıcı tarafından ısıtılacak havanın sıcaklığının buhar ile yükseleceği düşünülerek kondens miktarı aşağıdaki formülle hesap edilir.

$$Q = V \cdot 60 \cdot (T - t) \cdot c_p / L \quad (3.2)$$

- Q = Kondens yükü : kg/h
V = Isıtılacak hava hacmi : m³/dak
T = Çıkış sıcaklığı : °C
t = Giriş sıcaklığı : °C
c_p = Havanın özgül ısısı : 1,34 kJ/m³ °C
L = Buharlaşma entalpisi : kJ/kg

Eşanjörler:

Eşanjörlerin kullanım yerleri çok çeşitli olmalarından dolayı başlangıç ısı yükü bir emniyet katsayısı ile hesap edilir. Ve kapasiteleri dizayn kapasitesinden daha yüksektir. Isı eşanjörü için emniyet kat sayısı 2' dir. (ÜNLÜ, 1997)

$$Q = V \cdot 60 \cdot (T - t) \cdot c_p / L \quad (3.3)$$

- Q = Kondens yükü : kg/h
V = Isıtılacak su hacmi : lt/dak
T = Su çıkış sıcaklığı : °C
t = İlk sıcaklık : °C
c_p = Havanın özgül ısısı : 4,18 kJ/kg °C
L = Buharlaşma entalpisi : kJ/kg

Kurutma Silindirleri:

Kurutma silindirlerinin işletmeye alınmaları anında hacim ve ağırlıklarından dolayı yüksek buhar sarf ederler. Bu nedenle kondenstop çap tayininde kullanılacak emniyet katsayısı 3 olmalıdır. (ÜNLÜ, 1997)

$$Q = 1,5 \cdot [(W_w - W_d) 2550 + 1,26 W_d (T - t)] / L \quad (3.4)$$

Q = kondens yükü : kg/h

W_w = yaş ağırlık : kg/h

W_d = kuru ağırlık : kg/h

T = silindirden çıkan maddenin sıcaklığı : °C

t = silindire giren maddenin sıcaklığı : °C

L = işletme basıncındaki buharlaşma entalpis : (kj/kg)

MALİYET HESABI

Bir işletmede yapılan iyileştirme çalışmalarının şirket için karlılığını ölçmede kullanılan değişik yöntemler mevcuttur. Bu çalışmada iyileştirme sonucunda elde edilecek faydanın yapılan masrafları kaç yılda karşılayacağını bulan geri ödeme peryodu yöntemi kullanılacaktır.

$$P=A(P/A,i,n) \quad (3.5)$$

P= yapılan yatırım : Para birimi/yıl

A= yıllık nakit akışı : Para birimi/yıl

i= donemsel faiz oranı : Sayı

n=geri ödeme peryodu : Ay

(P/A,i,n)=eşit seriler şimdiki değer faktörü

4. UYGULAMA: ROZA TEKSTİL FERMUAR SAN.veTIC.A.Ş. DE YAPILAN YENİLEME ÇALIŞMALARI

ROZA TEKSTİL FERMUAR SAN.veTIC.A.Ş . 500 m² kapalı alana sahip prefabrik bir binada faaliyetini sürdürmektedir. İdari bölümü asma kattır.Yemekhane ve sosyal tesisleri beton arma binadır.İdari katı ve sosyal tesisleri kalorifer petekleri ile ısıtılmaktadır. Üretim bölümü ise apereylerle ısıtılmaktadır.Apereylerde buhar, peteklerde ise sıcak su kullanılmaktadır.Ayrıca çalışan personelin yemekleri de sosyal tesislerde pişirilmektedir.Yemekhanede temizlik için sıcak su kullanılmaktadır.

İşletmede fermuarda kullanılan dar dokuma şeritler ve polyester şeritler HT (yüksek basınçlı) kazanlarda 130°C 'de yüksek basınçta boyanmaktadır.

İşletmede 12 adet kazanı makinesi mevcuttur.Boyadan çıkan ürünler kurutulmak ve ütülenmek üzere silindir aprelerden geçirilir.Boyahanede 4 adet apre vardır.Bu aprelerden 165 °C buhar kullanılmaktadır.

Bu çalışma ROZA TEKSTİL FERMUAR SAN.ve TIC.A.Ş.'de mevcut durum üzerinde çalışılarak hazırlanmış olup, buharın proseste kullanımı ve uygulamalarının sonuçları anlatılmıştır.

Mevcut işletmenin kullandığı temel enerji olarak buhar enerjisi ele alınmıştır. Bu kapsamda buharın taşınması esnasında enerji kayıplarının olmaması için alınması gereken emniyet tedbirleri ve enerji kaçaklarının önüne geçilmesi için alınması gereken önlemler ile uygun olmayan malzemenin kullanılması, uygun olmayan hatların dizaynı vb. durumlardan kaynaklanan uygunsuzluklar ve işletmeye getirdiği ek maliyetler ortaya konulmuştur.

Yenileme çalışmaları;

- **Buhar hatları ve buhar tesisatı (Boyahane)**
- **Buhar Kazanı armatörleri**
- **Kondenstoplar**

Başlıkları adı altında ele alınıp incelenmiştir.

Endüstriyel tesislerin büyük çoğunluğunda kullanılan buhar enerjisi, diğer ısı transfer akışkanlarına göre daha ekonomiktir. Ancak uygun seçilmeyen veya arızalı armatörler nedeniyle proseslerin ısı verimi düşmekte, dolayısıyla yakıt tüketimi artmaktadır. Ayrıca buhar kaçıran Kondenstoplar ve vanalar nedeni ile işletmelerin kayıpları çok ciddi boyutlara ulaşabilmektedir.

Buhar kullanılan işletmelerde enerji tasarrufuna ve enerji geri kazanmaya yönelik ilk ve en önemli adım olan buhar kaçaklarının önlenmesidir. Bunun yanı sıra buhar sistemlerinde uygulanacak çeşitli enerji geri kazanım yöntemleri ile de enerji tasarrufu sağlanabilir.

Bu noktadan hareketle enerji üretilen ve taşınan proseslerde çalışan personelin davranışlarıyla ilgili mesleki deneyimlerinin sürekli eğitimlerle geliştirip pekiştirilmesi, tasarruf ve enerji ekonomisi konusunda daha duyarlı personel yetiştirilmesi enerjinin gereksiz yere harcanmasının önüne geçilmesinde ve enerji tasarrufunun işletme genelinde benimsenmesini sağlayacaktır.

Tasarrufun işletmede çalışan tüm personel tarafından benimsenir hale getirmenin yanında sistemde mümkün olduğu kadar personel hatalarını gidermek için gerekli alt yapıyı (sistem otomasyonu) hazırlamak gerekir. Bu konuda buhar santralindeki (kazan dairesi) buhar kazanı üzerinde bulunan alt ve üst blöfün inceleyebiliriz. Kazan dairesindeki blöften dolayı oluşan kayıplar azımsanamayacak derecededir. Burada alınacak tedbirler ile önemli oranda enerji kayıplarının önüne geçilebilir. İleride bu konudaki iyileştirmeler sonucu enerji kayıplarının önüne geçileceğine dair pratik sonuçlar görülecektir.

Enerji kayıplarının önlenmesi için buhar dağıtım hatları ve buhar kullanılan ünitelerde arızalı veya uygun olmayan seçimler sonucu verimsiz armatörlerin değiştirilmesi gerekir. Bunun için parasal kaynak ayırıp sistemin iyileştirilip geliştirilmesi gerekmektedir. Tüketilen enerjinin tespiti enerji geri kazanımı, tüketimi ve tasarrufu, enerji tüketiminin denetlenmesi parasal geri dönüşü vb. konularda öneriler sunulmuştur.

4.1 Buhar Hatları Ve Buhar Tesisatı (Boyahane)

Boyahane tesisatı hatlarında kimyasallar kullanıldığından yer yer korozyonlar, çatlamlar görülmüştür. Bu nedenlerden dolayı işletmede buhar, su, kimyasal kayıpları söz konusudur. Yapılacak iyileştirmeler neticesinde bu tür kaçakların önüne geçilebilir. İşletme boyahanesindeki boya kazanlarının sıcak ve soğuk su tesisatının ile kazan dairesinden boyahaneye gelen normal ve yumuşak su hatlarının değiştirilmesine karar verilmiştir.

Boyahanede yeni yapılacak tesisatın boru çapları tespiti yapılırken kazanların ihtiyacı olan enerjinin tespiti iyi yapılmalıdır. İstenilen noktalara, istenilen basınçta buharın taşınması gerekir. Yani;

Verilen bir buhar basıncında istenen buhar miktarının iletilebilmesi için uygun bir çap tayin edilmelidir. Gerekenden daha düşük bir çap alındığında yüksek basınç kayıpları, yüksek buhar hızları, gürültü ve aşınma görülür. Gerekenden daha büyük bir çap alındığında ise ısı kayıpları yükselir, tesisatın maliyeti yükselir ve tesisatın verimi düşer.

Buhar hatlarındaki çap tayini basınç kayıplarının kabul edilebilir değerlerde kalması veya buhar hızlarının çok yüksek değerlere ulaşmaması esaslarına göre yapılır. Kısa ana buhar hatları ve dağıtım hatlarının çapları buhar hızları esas alınarak çap tayini yapılır. Ancak uzun buhar hatlarında basınç kayıpları dikkate alınarak, buhar dağıtım noktalarının gerekli buhar basıncına ulaşması kontrol edilmelidir. Buhar borularında çap tayininde basınç kayıpları 0,3 bar/100 m. nin altında kalacak şekilde olmalıdır. Tesisimizde uzun buhar hatları olmadığından buhar borularındaki çap tayinleri buhar hızları esas alınarak yapılacaktır. Büyük çaptaki borularla ve yüksek basınçta iletilen buhar için kabul edilen azami buhar hızı 40 m/sn , orta çaplar için 25 m/sn daha küçük çaplar içinse 15 m/sn alınır. Burada yapılacak çap tayinleri boyahanedeki her kazanın ihtiyaç duyduğu ısı kapasiteleri hesaplanarak yapılacaktır. Akış hızları belirlendikten sonra buhar kapasiteleri bulunarak boru çapları tablo 4.1'den okunabilir.

4.1.1.Buhar kapasitesinin hesabı:

Boyahanedeki boya kazanlarımızın ısı ihtiyaçlarını sırasıyla tespit edip gerekli olan buhar için boru çapını belirleyeceğiz. Kazanlarımızda buhar basıncı 6 bar (gösterge basıncı) sıcaklığımız 130°C dir. Kazanların kapasitesi (aldığı su miktarları) sırasıyla aşağıdaki gibidir.

KAZAN ADI	ALDIĞI SU MİKTARI
12' li boya kazanı	400 kg/h
8' li boya kazanı	300 kg /h
T-4' lü boya kazanı	200 kg/h
Y-4' lü boya kazanı	200 kg /h
3/1' li boya kazanı	170 kg/h
3/2' li boya kazanı	170 kg/h
3/3' li boya kazanı	170 kg /h
10/1' li boya kazanı	100 kg/h
10/2' li boya kazanı	100 kg /h
10/3' li boya kazanı	100 kg /h
T-1' li boya kazanı	50 kg/h
Y-1' li boya kazanı	50 kg /h

12' li boya kazanındaki suyu ısıtmak için gerekli buhar miktarı:

165 °C sıcaklığındaki kızgın buhar kullanılarak 400 kg su 20 °C den 130 °C'a 1 saatte ısıtılmaktadır.

Enerji dengesi kullanılarak, gerekli buhar miktarı bulunur.

$$m_s \times (\Delta h)_s = m_b \times (\Delta h)_b \quad (4.1)$$

Burada:

$$\begin{aligned}
 m_s &= \text{Suyun kütlesi} && : \text{kg/h} \\
 m_b &= \text{buharın kütlesi} && : \text{kg/h} \\
 (\Delta h)_s &= \text{suyun entalpi değişimi} && : \text{kJ/kg} \\
 (\Delta h)_b &= \text{buharın entalpi değişimi} && : \text{kJ/kg} \\
 m_b &= 400 \times (615-20)/640 = 371.8 \text{ kg/h}
 \end{aligned}$$

olarak bulunur.

371.8 kg/h ve 6 bar değerleri kullanılarak tablo 4.1 (Boru Çaplarına Göre Buhar Tablosu)'den 12'lik boya kazanı için uygun olan çap 32 mm olarak belirlenir.

Tablo: 4.1 Boru çaplarına göre buhar kapasitesi (kg/h)

Basınç Bar	Hız m/s	BORU ÇAPLARINA GÖRE BUHAR KAPASİTESİ (kg/h)													
		BORU ÇAPI (mm)													
		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
0,4	15	7	14	24	37	52	99	145	213	394	648	917	1606	2590	3678
	25	10	25	40	62	92	162	265	384	675	972	1457	2806	4101	5936
	40	17	35	64	102	142	265	403	576	1037	1670	2303	4318	6909	9500
0,7	15	7	16	25	40	59	109	166	250	431	680	1006	1708	2791	3852
	25	12	25	45	72	100	182	287	430	716	1145	1575	2816	4629	6204
	40	18	37	68	106	167	298	428	630	1108	1712	2417	4532	7251	10323
1,0	15	8	17	29	43	65	112	182	260	470	694	1020	1864	2814	4045
	25	12	26	48	72	100	193	300	445	730	1160	1660	3099	4869	6751
	40	19	39	71	112	172	311	465	640	1150	1800	2500	4815	7333	10370
2,0	15	12	25	45	70	100	182	280	410	715	1125	1580	2814	4545	6277
	25	19	43	70	112	162	295	428	656	1215	1755	2520	4815	7425	10575
	40	30	64	115	178	275	475	745	1010	1895	2925	4175	7678	11997	16796
3,0	15	16	37	60	93	127	245	385	535	925	1505	2040	3983	6217	8743
	25	26	56	100	152	225	425	632	910	1580	2480	3440	6779	10269	14316
	40	41	87	157	250	357	595	1025	1460	2540	4050	5940	10476	16470	22950
4,0	15	19	42	70	108	156	281	432	635	1166	1685	2460	4618	7121	10358
	25	30	63	115	180	270	450	742	1080	1980	2925	4225	7866	12225	17304
	40	49	116	197	295	456	796	1247	1825	3120	4940	7050	12661	19663	27816
5,0	15	22	49	87	128	187	352	526	770	1295	2105	2835	5548	8586	11947
	25	36	81	135	211	308	548	885	1265	2110	3540	5150	8865	14268	20051
	40	59	131	225	338	495	855	1350	1890	3510	5400	7870	13761	23205	32244
6,0	15	26	59	105	153	225	425	632	925	1555	2525	3400	6654	10297	14328
	25	43	97	162	253	370	658	1065	1520	2530	4250	6175	10629	17108	24042
	40	71	157	270	405	595	1025	1620	2270	4210	6475	9445	16515	27849	38697
8,0	15	32	70	126	190	285	475	800	1125	1990	3025	4540	8042	12625	17728
	25	54	122	205	320	465	810	1260	1870	3240	5220	7120	13140	21600	33210
	40	84	192	327	510	730	1370	2065	3120	5135	8395	12470	21247	33669	46858
10,0	15	41	95	155	250	372	626	1012	1465	2495	3995	5860	9994	16172	22713
	25	66	145	257	405	562	990	1530	2205	3824	6295	8995	15966	25860	35890
	40	104	216	408	615	910	1635	2545	3600	6230	9880	14390	26621	41011	57560
14,0	15	50	121	205	310	465	810	1270	1870	3220	5215	7390	12921	20538	29016
	25	85	195	331	520	740	1375	2080	3120	5200	8500	12560	21720	35139	47128
	40	126	305	555	825	1210	2195	3425	4735	8510	13050	18630	35548	54883	76534

KAZAN ADI	UYGUN OLAN ÇAP
12' li boya kazanı	32'lik boru
8' li boya kazanı	32'lik boru
T-4' lü boya kazanı	25'lik boru
Y-4' lü boya kazan	25'lik boru
3/1' li boya kazanı	25'lik boru
3/2' li boya kazanı	25'lik boru
3/3' li boya kazanı	25'lik boru
10/1' li boya kazan	20'lik boru
10/2' li boya kazan	20'lik boru
10/3' li boya kazan	20'lik boru
T-1' li boya kazanı	15'lik boru
Y-1' li boya kazanı	15'lik boru
Olarak bulunur.	

Tesisat yapılırken buhar hattı kolektör görevini görececek şekilde düşünölmeli ve çapı 2" - 2 1/2" arası alınmalıdır.

4.2 Buhar Kazanı Armatörleri

İşletmede dip blöf manuel yapılmakta ve küresel vana kullanılmaktadır. Bu nedenle bu vanaların manuel açılıp kapanması uzun sürer. Halbuki dip blöfün ani ve kısa süreli olması gerekir. Dip blöf genellikle günde 2-3 kez vananın 3-10 sn arasında açık kalması gerekir. İşletme bunu manuel yaptığı için bu süre 20-30 sn bulabiliyor. Bu da gereksiz enerji ve kimyasal kaybına neden oluyor.

İşletmemizde yüzey blöfü manuel olarak yapıp, numuneler dipten alınmaktaydı. Blöf miktarı yüzeyden alınan numuneye göre belirlendiğinden numuneler yüzeyden alınıp ölçülmeye başlandı. Kontrol amaçlı aldığımız numunede yapmış olduğumuz ölçüm sonucunda, yüzeyden alınan numunede iletkenlik 4090 $\mu\text{s/cm}$ olarak tespit edilmiştir. Standartlara göre (TRD611) skotch tipi kazanlarda orta basınçlar için iletkenliğin 7000 $\mu\text{s/cm}$ 'den büyük olmaması istenmektedir. Bununla birlikte kazan imalatçısının değerleri esas alınmalıdır.

Yüzey blöf miktarının hesaplanması:

Kapasite (buhar)	: 2100 kg/h
İşletme basıncı	: 6 bar
Buhar sıcaklığı	: 165 °C
Besi suyu (TDS) değeri	: 355 $\mu\text{s/cm}$
İstenilen kazan suyu (TDS) değeri	: 7000 $\mu\text{s/cm}$
Ölçülen iletkenlik değeri	: 4090 $\mu\text{s/cm}$
Kullanılan yakıt	: Doğalgaz

İşletmede kullanılan kazanın ideal iletkenlik seviyesinin 7000 $\mu\text{s/cm}$ olması gerektiği esas alınacaktır. Ancak, anlık yapılan ölçüme göre iletkenlik değeri 4090 $\mu\text{s/cm}$ olarak tespit edilmiştir. Buna göre blöf miktarının hesaplanması ve olası kayıplar:

1- 7000 $\mu\text{s/cm}$ iletkenliği sağlamak için yapılacak blöf miktarı; denklem (3.1) ile

$$(355 \mu\text{s/cm} \times 2100 \text{ kg/h}) / (7000 \mu\text{s/cm} - 355 \mu\text{s/cm}) = 112,2 \text{ kg/h}$$

2- Mevcut duruma göre yapılan blöf miktarı(kazan suyu TDS değeri: 4090 $\mu\text{s/cm}$ dir);

$$(355 \mu\text{s/cm} \times 2100 \text{ kg/h}) / (4090 \mu\text{s/cm} - 355 \mu\text{s/cm}) = 199,6 \text{ kg/h}$$

Burada gereğinden fazla blöf yapıldığı görülüyor.

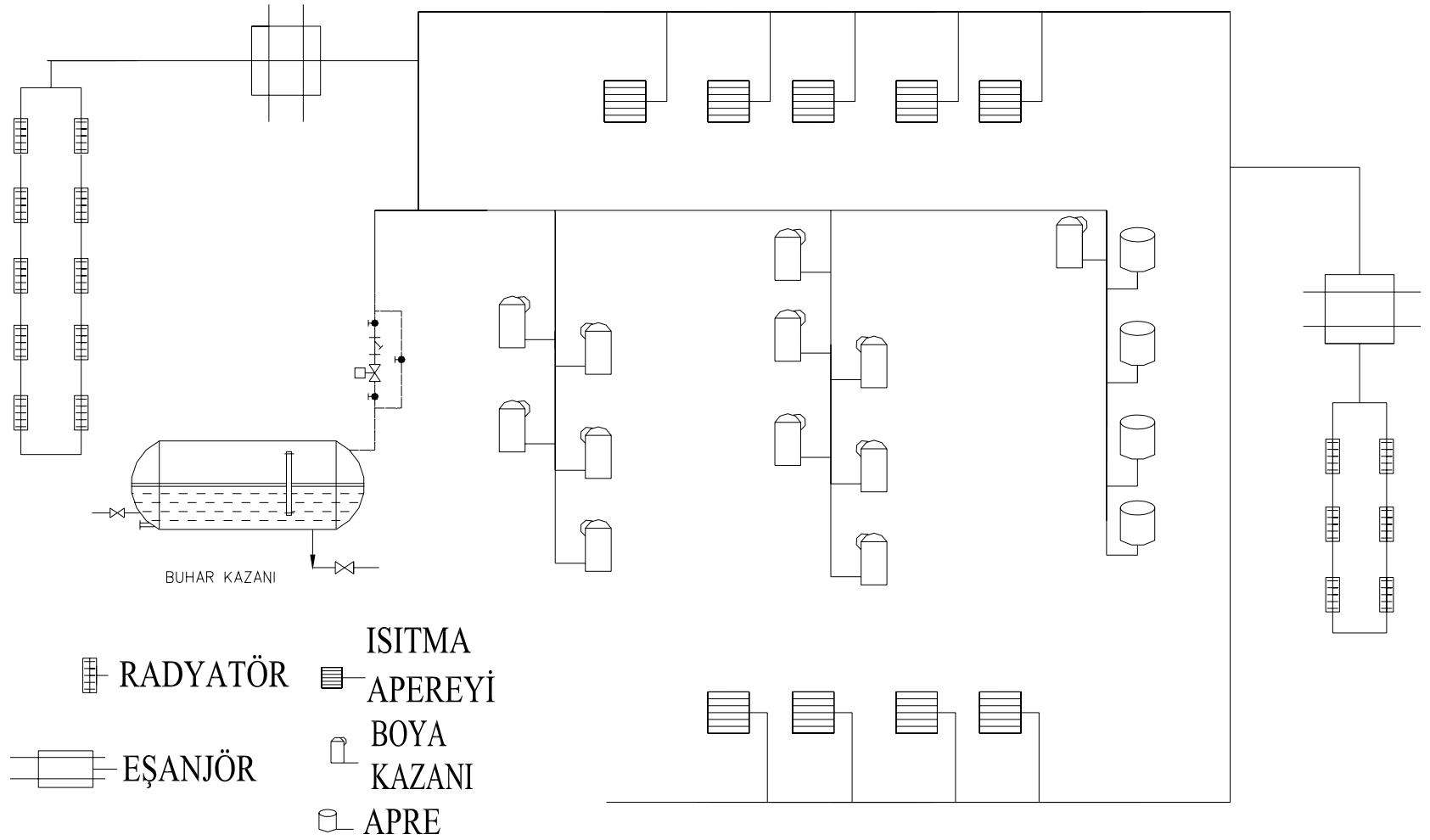
Hesaplanan iki blöf miktarından 1. si işletme için ideal TDS değerini veren otomatik blöf sistemiyle sağlanan sonuçtur.

2. Blöfleme ise mevcut blöfle sağlanan sonuçtur. İki durumu karşılaştıracak olursak iki blöf arasındaki fark;

$$199,6 \text{ kg/h} - 112,2 = 87,4 \text{ kg/h} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Sonuç olarak uygun olmayan blöfle gereksiz yere su, yakıt ve kazan kimyasalları sarfiyatı yapılmaktadır.

Dip blöfte kullanılacak vananın aşınmalara karşı oldukça dayanıklı olması ve ani açıp kapaması gerekir. Böylece su aniden boşalarak dipte biriken çamuru atacak ve zamanında kapatarak kazandaki gerilmeleri engelleyecektir. Kazanın dip blöfü DN 40 anma çaplı, küresel vana ile manuel olarak günde üç kez 20-30 sn süre ile yapılmaktadır. Kazan ve sistem verimliliğine etkilerden daha önce bahsettiğimiz dip blöf sistemlerde zaman ayarlı otomatik dip blöf sistemlerinin kullanılması durumunda insan faktörünü devre dışı bırakılarak hem hatalardan kurtulma hem de enerjiden kazanma mümkün olabilir.

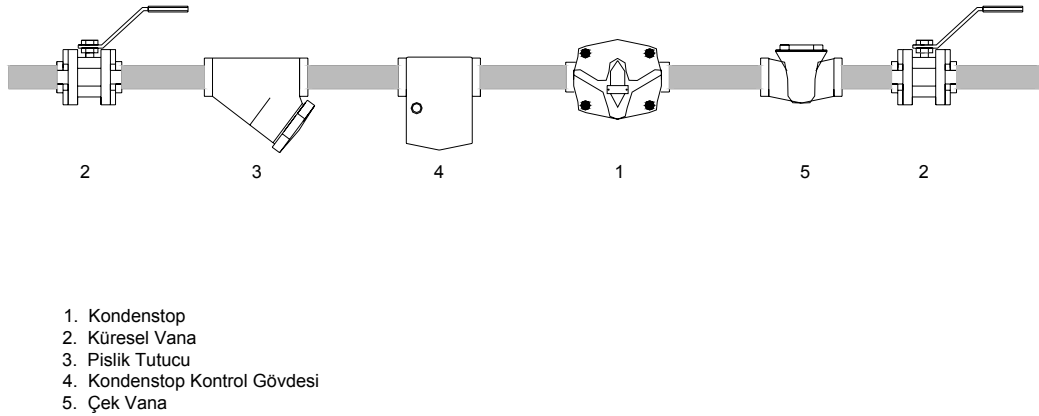


Şekil 4.1 Roza Tekstil Fermuar Ve San.Tic. A.Ş. Enerji Akış Şeması

4.3 Kondenstoplar

Kondenstoplar buhar tesisatının en önemli armatörlerindendir. Kondenstop seçimlerinde ve hat dizaynlarında yapılabilecek hatalar, sistemin verimini düşüreceği gibi armatörlerinde kısa sürede arızalanmasına yol açabilir. Ayrıca kondenstopların neden olduğu buhar kaçakları da işletmelere parasal yönde oldukça fazla yük getirmektedir. Bu yüzden proses için en uygun kondenstop seçimi yapılması enerji tasarrufu konusunda en büyük adımdır. Buna bağlı olarak ta hat dizaynının da kondenstopların çalışmasına engel olmayacak şekilde yapılması gerekir. Kondenstopların önünde filtre arkalarından da çek vana kullanılmalı. Bu armatörler sayesinde hem kondenstopların ekonomik ömürleri uzayacak, hem de sistem daha sağlıklı çalışacaktır. Aşağıda bir kondenstopun hatta montajı ve hatta hangi armatörlerle monte edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Dizaynın buna göre yapılması daha faydalı olacaktır.

Şekil 4.2 İdeal kondenstop grubu



Şekilde gösterilen kontrol gövdeleri yardımıyla, kondenstop kaçakları en güvenilir ve en hızlı şekilde tespit edilir. Böylece kaçakların önüne ivedilikle geçilerek büyük bir enerji kaybı önlenmiş olur. Kondenstoplar manuel kontrol cihazı yardımıyla da test edilebileceği gibi otomatik kontrol monitörleri yardımıyla da uzaktan kontrol edilebilir. Ayrıca kondenstopun kaçak veya kilitli olduğu da tespit edilir. İşletmemizde çalışır

durumda olan kondensstopların verimliliği ve Kondensstopları çalışma prensiplerine göre gözden geçirerek şöyle açıklayabiliriz.

4.3.1 Bölümlerde kullanılan kondensstoplar :

İşletmede kullanılan makineler genellikle serpantinli ısıtma esasına göre dizayn edilmiş makineler olup, bu cihazlarda şamandıralı kondensstop kullanmak doğru olacaktır. İşletmede kimi makinelerde ters kovalı ve termostatik kondensstoplar yerine, kondensi ve havayı oluşturduğu anda tahliye edebilen şamandıralı kondensstopların kullanılması prosesin ısınma süresini kısaltacak ve dolayısıyla da yakıt tasarrufu sağlayacaktır.

Kazan Dairesi:

Kolektörün altına termodinamik kondensstop konulmalıdır.

Boyahane:

Aprelerde silindirlerin (2 adet) çıkışlarına tek bir kondensstop konulmuştur. Bu çıkışların ayrılarak her birine ayrı ayrı şamandıralı kondensstop konulmalıdır.

İşletmede kurulu bulunan kondensstopların çaplarına bakılıp yerleri uygun olmayan kondensstop çapları uygun olan çaplarla değiştirilip, öncelik sırasına göre kondensstoplar yenilenmelidir.

4.3.2 Kondensstop Çaplarının Bulunması

4.3.2.1 Hava ısıtma cihazları:

Kullanılan apereyelerin ısıtma kapasitesi, $3300 \text{ m}^3/\text{h} = 55 \text{ m}^3/\text{dakika}$ dır. Apereylerin sıcaklığı 18°C 'den 80°C 'ye kadar 6 bar basıncındaki buhar ile yükseltilmektedir. Kondens yükü denklem (3.2) den

$$Q = 55 \times 60 \times (80 - 18) \times 1,34 / 2066 = 132,70 \text{ kg/h}$$

Bulunur.

$$\text{Basınç farkı} = \Delta P = 6 - 1 = 5 \text{ bar}$$

Kondens boşaltma kapasitesi diyagramından, basınç farkı ve kondens yükü kullanılarak kondensstop çapı $D=1/2"$ olarak belirlenir.

Tablo: 4.2 Kondenstop seçim tablosu (KÜÇÜKÇALI, 1993)

	ŞAMANDIRALI THERMOSTATİK	TERS KOVALI	TERMODİNA MİK	BASINÇ DENGELİ THERMOSTATİ K
MUTFAK GEREÇLERİ				
Buharlı Tencere - Sabit	A		B	B
Buharlı Tencere - Devirmeli				B
Buharlı Tencere - Kaideli	B			A
Buharlı Fırın				A
Sıcak Tezgah	B			A
FUEL OİL İLE ISITMA				
Yakıt Depoları		A	B	
Hat Isıtıcıları	A	B		
Dışa Akış Yapan Isıtıcılar	B	A		
Boru Isıtıcılar Ceketli			B	A
HASTANE GEREÇLERİ				
Otoklav ve Steril Cihazları	B	B		A
ENDÜSTRİ TİPİ KURUTUCULAR				
Kurutucu Serpantin	B	A		B
Kurutucu Serpantin Kurutma Bobini (Izgaralı)		B		B
Kurutucu Serpantin Kurutma Silindirleri	B	B		
Çok Setli Borulu Kurutucular	A	B		B
Çok Silindirli Kolalama Makinesi	B	B		
ÇAMAŞIRHANE GEREÇLERİ				
Elbise Presleri	B	B	A	
Ütüleyici ve Düzelticiler	B	B	B	B
Solvent Ayırıştırma Üniteleri	A	B	B	
Tamburlu Kurutma Makinesi	A	B		
PRESLER				
Multi Platen Presler (Paralel Bağlantılı)	B	B	A	
Multi Platen Presler (Seri Bağlantılı)		B	A	
Oto Lastiği Presleri	B	A	B	
PROSES GEREÇLERİ				
Kaynatma Kazanı - Sabit	A		B	B
Kaynatma Kazanı - Eğilebilen				
Fermentasyon Kazanı	A	B		
Öğütücü (Digester)	A	B	B	
Buharlaştırıcı (Evaporators)	A	B		
Sıcak Masalar (Hot Tables)			B	A
Isıtıcılar (Retors)	A	B		
Büyük Hacimli Depolama Tankları		A	B	
Vulkanizör (Vulcanisers)	B	A		

Tablo: 4.2 Kondenstop seçim tablosu (Devamı) (KÜÇÜKÇALI, 1993)

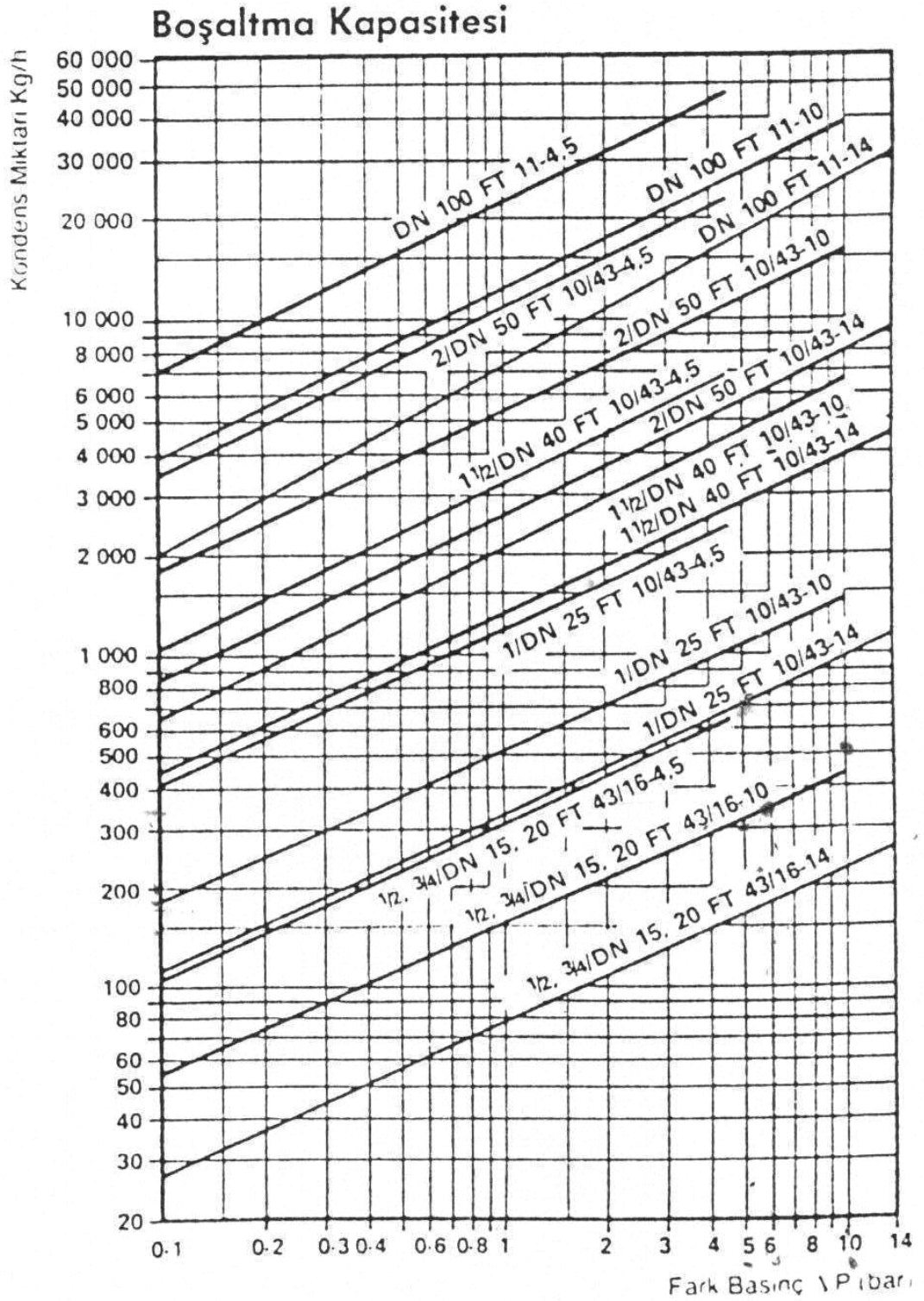
ISITICI ELEMANLAR				
Su Isıtıcıları	A	B		
Isıtma Bataryaları (Heater Batteries)	A	B		
Radyant Panel ve Şeritleri	A	B	B	
Radyatör ve Konvektörler	B			A
Tavandan Isıtma	B	B		A
ANA BUHAR HATLARI				
Yatay Borular	B	B	A	B
Ayırıcılar (Separators)	A	B	B	B
Terminaller	B	B	A	B
Alt Boşaltma (Donma Tedbiri)				B
TANKLAR VE BÜYÜK HAZNELER (VATS)				
Proses Hazneleri (Yüksek Tahliye Borulu)	B	B	A	B
Proses Hazneleri (Tahliyesi Altan)	A	B	B	B
Küçük Bobin Isıtıcı Tank (Çabuk Isıtmalı)	A	B		B
Küçük Bobin Isıtıcı Tank (Yavaş Isıtmalı)				
A-En iyi seçim B- Kabul edilebilir alternatif				

Tablo: 4.3 Buhar tablosu

BUHAR TABLOSU

GÖSTERGE BASINCI bar	MUTLAK BASINÇ bar	SICAKLIK °C	ÖZGÜL ENTALPİ			ÖZGÜL BUHAR HACMİ (V _g) m ³ /kg
			SU (h _f) kJ/kg	BUHARLAŞMA (h _{fg}) kJ/kg	BUHAR (h _g)	
0,00	1,013	100,00	419,04	2257,0	2676,0	1,673
0,20	1,213	105,10	440,8	2243,4	2684,2	1,414
0,40	1,413	109,55	459,7	2231,3	2691,0	1,225
0,60	1,613	113,56	476,4	2220,4	2696,8	1,088
0,80	1,813	117,14	491,6	2210,6	2702,1	0,971
1,00	2,013	120,42	505,6	2201,1	2706,7	0,881
1,20	2,213	123,46	518,7	2192,8	2711,5	0,806
1,40	2,413	126,28	530,5	2184,8	2715,3	0,743
1,60	2,613	128,89	541,6	2177,3	2718,9	0,689
1,80	2,813	131,37	552,3	2170,1	2722,4	0,643
2,00	3,013	133,69	562,2	2163,3	2725,5	0,603
3,00	4,013	143,75	605,3	2133,4	2738,7	0,461
4,00	5,013	151,96	640,7	2108,1	2748,8	0,374
5,00	6,013	158,92	670,9	2086,0	2756,9	0,315
6,00	7,013	165,04	697,5	2066,0	2763,5	0,272
7,00	8,013	170,50	721,4	2047,7	2769,1	0,240
8,00	9,013	175,43	743,1	2030,9	2774,0	0,215
9,00	10,013	179,97	763,0	2015,1	2778,1	0,194
10,00	11,013	184,13	781,6	2000,1	2781,7	0,177
11,00	12,013	188,02	798,8	1986,0	2784,8	0,163
12,00	13,013	191,68	815,1	1972,5	2787,6	0,151
13,00	14,013	195,10	830,4	1959,6	2790,0	0,141
14,00	15,013	198,35	845,1	1947,1	2792,2	0,132
15,00	16,013	201,45	859,0	1935,0	2794,0	0,124
16,00	17,013	204,38	872,3	1923,4	2795,7	0,117
17,00	18,013	207,17	885,0	1912,1	2797,1	0,110
18,00	19,013	209,90	897,2	1901,3	2798,5	0,105
19,00	20,013	212,47	909,0	1890,5	2799,5	0,100
20,00	21,013	214,96	920,3	1880,2	2800,5	0,0994
21,00	22,013	217,35	931,3	1870,1	2801,4	0,0906
22,00	23,013	219,65	941,9	1860,1	2802,0	0,0868
23,00	24,013	221,85	952,2	1850,4	2802,6	0,0832
24,00	25,013	224,02	962,2	1840,9	2803,1	0,0797
25,00	26,013	226,12	972,1	1831,4	2803,5	0,0768
26,00	27,013	228,15	981,6	1822,2	2803,8	0,0740
27,00	28,013	230,14	990,7	1813,3	2804,0	0,0714
28,00	29,013	232,05	999,7	1804,4	2804,4	0,0689
29,00	30,013	233,93	1008,6	1795,6	2804,2	0,0666
30,00	31,013	235,78	1017,0	1787,0	2804,1	0,0645

Diyagram: 4.1 Kondens boşaltma kapasitesi diyagramı



4.3.2.2 Eşanjörler:

Mutfak ve idari binadaki eşanjörler :

Buhar tablosundan çalışma basıncımız olan 6 bara karşılık gelen entalpi değeri=2066 kJ/kg

Giriş sıcaklığı=20°C

Çıkış sıcaklığı=80°C

Su miktarı=30 lt

Giriş basıncı=6 bar

Çıkış basıncı =1 bar

Emniyet katsayısı=2

Denklem (3.3) kullanılarak

$$Q = 30 \times 60 \times (80-20) \times 4,18 / 2066 = 218,5 \text{ kg/h} \times 2 = 437 \text{ kg/h}$$

Bulunur.

Kondens boşaltma kapasitesi diyagramından kondestop çapı=3/4'' olarak belirlenir.

Mutfak eşanjörü:

Su miktarı 40lt dir. Diğer değerler aynıdır.Benzer şekilde hesaplandığında kondens miktarı 291 kg/h bulunur.Bunu da emniyet katsayısı ile çarparsak 582 kg/h bulunur kondens yükü ve basınç farkı kullanılarak diyagram 4.1'den kondens çapı 3/4'' olarak okunur.

4.3.2.3 Kurutma Silindirleri:

Kurutma apreleri kondestop hesabı için işletme değerlerimizi denklem (3.4) te yerine koyarsak,

$$Q = 1,5 \times [(70-45) \times 2550 + 1,26 \times 45 \times (70-20)] / 2066 = 48 \text{ kg/h}$$

emniyet katsayısı = 3

$$Q = 48 \text{ kg/h} \times 3 = 144 \text{ kg/h}$$

Kondenstop çapı diyagramdan 1/2'' olarak belirlenir.

4.3.2.4 Boya kazanları:

Boya kazanları için kondenstop seçiminde emniyet katsayısı 2 alınır.

Bu durumda; 12'li kazan için buhar yükü : $2 \times 371,8 \text{ kg/h} = 744 \text{ kg/h}$

buhar yükü ve basınç farkı kullanılarak kondenstop çapı kondens boşaltma diyagramından 1'' olarak belirlenir.

Diğer tüm kazanlar için de aynı hesaplama yöntemiyle kondenstoplar belirlenir.

8' li boya kazanı için	3/4"
T-4' lü boya kazanı için	1/2"
Y-4' lü boya kazan için	1/2"
3/1' li boya kazanı için	1/2"
3/2' li boya kazanı için	1/2"
3/3' li boya kazanı için	1/2"
10/1' li boya kazan için	1/2"
10/2' li boya kazan için	1/2"
10/3' li boya kazan için	1/2"
T-1' li boya kazanı için	1/2"
Y-1' li boya kazanı için	1/2"

Tablo 4.4 İşletmede Kullanılan Kondensstoplar

No	Marka	Model	Bağlantı	Çap	Bölüm	Yer	Seçim Uygunluğu	Sonuç
1	Ayvaz	Şamandıralı	Dişli	1"	Atölye	Mutfak Eşanjörü	Uygun	İyi
2	Ayvaz	Şamandıralı	Dişli	1"	Atölye	Loj. Isıtma Eşanjörü	Uygun	İyi
3	Nicoson	Ters kovalı	Dişli	½"	Boyahane	3/2 Boya Makinesi	Uygun Değil *	İyi (Değişmesi Önerilir)
4	Spirax sarco	Şamandıralı	Dişli	½"	Boyahane	3/3 Boya Makinesi	Uygun	İyi
5	Spirax sarco	Şamandıralı	Dişli	½"	Boyahane	10/1 Boya Makinesi	Uygun	İyi
6	Nicoson	Ters kovalı	Dişli	½"	Boyahane	10/2 Boya Makinesi	Uygun Değil	Buhar Kaçırıyor (Değişmeli)
7	Nicoson	Ters kovalı	Dişli	½"	Boyahane	10/3 Boya Makinesi	Uygun Değil	Buhar Kaçırıyor (Değişmeli)
8	Spirax sarco	Şamandıralı	Flanşlı	½"	Boyahane	3/1 Boya Makinesi	Uygun	İyi
9	Ayvaz	Şamandıralı	Dişli	1"	Boyahane	12'li Boya Makinesi	Uygun	Buhar Kaçırıyor (Değişmeli)
10	Spirax sarco	Şamandıralı	Dişli	½"	Boyahane	T/4 Boya Makinesi	Uygun	İyi
11	Spirax sarco	Şamandıralı	Dişli	½"	Boyahane	T/1 Boya Makinesi	Uygun	İyi

Tablo 4.4 İşletmede Kullanılan Kondensstoplar (Devamı)

12	Spirax sarco	Şamandıralı	Dişli	¾"	Boyahane	8'li Boya Makinesi	Uygun	İyi
13	Spirax sarco	Şamandıralı	Dişli	½"	Boyahane	Y/4 Boya Makinesi	Uygun	İyi
14	Spirax sarco	Şamandıralı	Dişli	½"	Boyahane	Y/1 Boya Makinesi	Uygun	İyi
15	BTK	Ters kovalı	Dişli	1"	Boyahane	Apres - 1	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
16	BTK	Ters kovalı	Dişli	1"	Boyahane	Apres - 2	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
17	BTK	Ters Kovalı	Dişli	1"	Boyahane	Apres -3	Uygun Değil	İyi
18	BTK	Ters Kovalı	Dişli	¾"	Boyahane	Apres - 4	Uygun Değil	İyi
19	Nicoson	Ters kovalı	Dişli	1/2"	Boyahane	Yıkama Kazanı	Uygun Değil	İyi
20	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Metal	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	Buhar Kaçırıyor (Değişmeli)
21	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Metal	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi
22	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Metal	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
23	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Metal	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
24	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Metal	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)

Tablo 4.4 İşletmede Kullanılan Kondenstoplar (Devamı)

25	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Depo	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
26	Termo	Ters kovalı	Dişli	3/4"	İdari Bina	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
27	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Atölye	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
28	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Kemik	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
29	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Kemik	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
30	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Kemik	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
31	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Kemik	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)
32	Batu	Termodinamik	Dişli	1/2"	Kemik	Isıtma Apereyi	Uygun Değil	İyi (Değiştirilmesi Önerilir)

- Kondenstop, tipi veya çapı uygun değil.

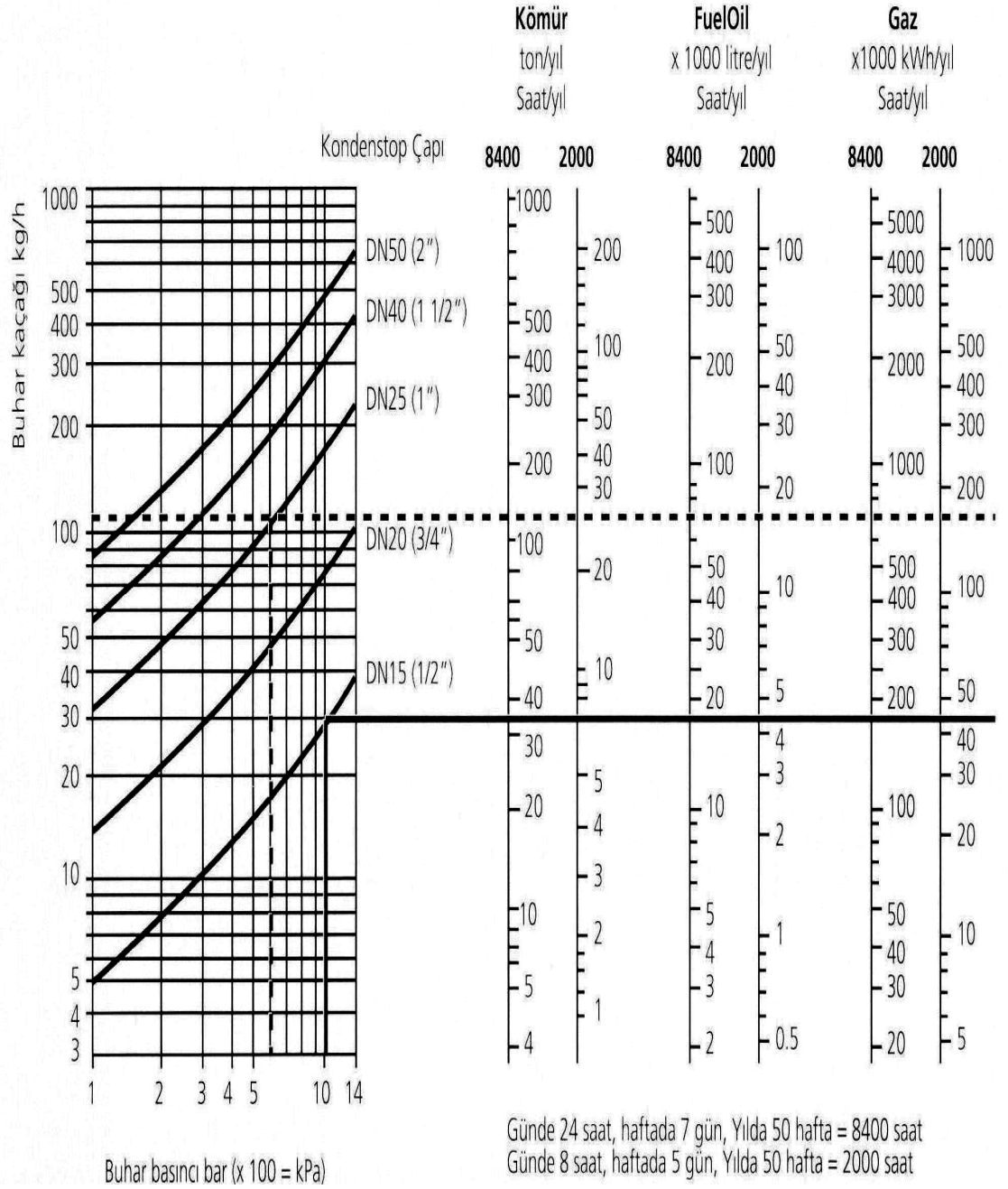
Tablo 4.5 Arızalı Kondenstoplar

No	MARKA	ÇAP	BÖLÜM	YER	ARIZA TÜRÜ	KAÇAK MİKTARI (kg/h)
6	Nicoson	½	Boyahane	10/2 Boya Makinesi	Buhar Kaçırıyor	13.6
7	Nicoson	½”	Boyahane	10/3 Boya makinesi	Buhar Kaçırıyor	13.6
9	Ayvaz	1”	Boyahane	12’li Boya makinesi	Buhar Kaçırıyor	82.6
17	BTk	½”	Boyahane	Apri - 3	Buhar Kaçırıyor	13.6
18	BTk	¾”	Boyahane	Apri - 4	Buhar Kaçırıyor	36.6
20	Batu	½”	Metal	Isıtma Apereyi	Buhar Kaçırıyor	12.5
22	Batu	½”	Metal	Isıtma Apereyi	Buhar Kaçırıyor	12.5
24	Batu	½”	Metal	Isıtma Apereyi	Buhar Kaçırıyor	12.5
28	Batu	½”	Kemik	Isıtma Apereyi	Buhar Kaçırıyor	12.5
30	Batu	½”	Kemik	Isıtma Apereyi	Buhar Kaçırıyor	12.5
32	Batu	½”	Kemik	Isıtma Apereyi	Buhar Kaçırıyor	12.5

Toplam (kg/h)	235
-----------------	-----

Not: Kaçak miktarları İNTER VALF firmasının uygulama mühendisleri tarafından işletmede kondestop kontrol cihazı ve paket program yardımıyla bilgisayar ortamında ölçmüş oldukları fiili değerlerdir. Doğrulaması buhar kaçağı tablosundan yapılmaktadır.

Diyagram: 4.2 Buhar kaçağı diyagramı (ÜNLÜ, 2003)



4.4 Maliyet Hesabı

Blöf sisteminin değiştirilmesinden kaynaklanan parasal kazanç:

Tasarruf edilen su miktarı:

$$87.4\text{kg/h} \times 24 \text{ h/gün} = 2098 \text{ kg/gün} = 2,1 \text{ ton/gün}$$

$$\text{Suyun ton fiyatı} = 0.85 \$$$

$$\text{Parasal su kazancı} = 2,1\text{ton/gün} \times 0,85\$/\text{ton} = 1.79\$/\text{gün}$$

$$\text{Yıllık parasal kazanç} = 1,79\$/\text{gün} \times 312 \text{ gün/yıl} = 559 \$/\text{yıl}$$

işletmede hatalı blöften dolayı % 4,3 oranında fazla blöf yapılmaktadır. Doğal olarak blöfle dışarı atılan su, yüksek ısı ihtiva eden sıcak sudur. Bu suyu elde etmek için yakıt kullanıldığına göre yakıtta fazladan kullanılmaktadır.

$$\text{Blöf ile fazladan atılan su miktarı} : 87,4 \text{ kg/h}$$

$$6 \text{ bar da } 1 \text{ kg suyun enerjisi} : 697,5 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{fazladan atılan enerji miktarı} = 87,4 \text{ kg/h} \times 697,5 \text{ kJ/kg} = 60962 \text{ kJ/h}$$

$$\text{kullanılan yakıtın(doğal gaz) ısı değeri} = 8250\text{kcal/ m}^3 \times 4,18 = 34485 \text{ kJ/ m}^3$$

$$\text{Fazla blöften kaybedilen doğalgaz miktarı} = 60962 \text{ kJ/h} / 34485 \text{ kJ/ m}^3 = 1,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Günlük yakıt kaybı} = 24\text{h} \times 1,76 \text{ m}^3/\text{h} = 42,24 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$\text{Kullanılan doğalgazın birim fiyatı} = 0.25 \$/\text{ m}^3 \text{ tur.}$$

Günlük parasal doğalgaz kazancı:

$$42,24 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,25 \$/\text{ m}^3 = 10,56 \$/\text{gün}$$

$$\text{Yıllık parasal doğalgaz kazancı} = 312\text{gün/yıl} \times 10,56 \$/\text{ gün} = 3295 \$/\text{yıl}$$

Tasarruf edilen kimyasal miktarı:

Kazanda kimyasal olarak PRO 1465 kullanılmaktadır. Kazan kimyasalı fosfat ve sulfat içermektedir. Fosfat kireçlenmeyi önlerken, sulfat te kazandaki korozyonları önlemektedir.

Kazan kimyasalı 30 lt suyun içine 2 kg karıştırılarak 1,35 lt/h debi ile dozaj pompası yardımıyla kazana verilmektedir. Kazan kimyasalının fiyatı= 5,5 \$/kg 'dır.

Blöf sisteminin değişmesiyle tasarruf edilen su miktarı=2.1 ton/gün

Günlük Kimyasal maliyetimiz 11 \$/gün dür.

Günlük sıcak su ihtiyacımız 50 ton/gün dür.

Günlük yanlış blöflemekten dolayı dışarı atılan kazan suyu miktarı 2,1 ton/gün dür.

Günlük kayıp kazan suyu oranı=2,1/50=0,042

Buda %4,2'ye denk gelir. Buradan kazan kimyasal kaybı,

11\$/gün*0,042=0,46 \$/gün dür.

Yıllık kimyasal kaybı = 312gün/yıl x 0,46 \$/gün=143,52
--

Yüzey blöfleme sisteminin maliyeti = 3.061,53 \$

Bu kayıplar otomatik yüzey blöf sisteminin kullanılmasıyla giderilecektir.

Buhar kaçağı maliyetleri:

Kondenstopların buhar kaçakları kondestop kontrol sistemi ile yapılır. Kontrol gövdesi sistemde kondestoptan önce monte edilir. Kontrol gövdesi, buhar ile kondens arasındaki iletkenlik farkını ayırt eden bir sensör ihtiva etmektedir. Kontrol cihazı kondens geçerken yeşil, buhar geçerken kırmızı ışık sinyalini göstermektedir. kondestoptan kaçan buhar miktarı kondestopun orifis çapına ve çalışma fark basıncına bağlıdır. Kaçak miktarı diyagram 4.2 'den okunabilir.

Buhar maliyetinin hesaplanması:

$$F_b = \frac{f \times (\Delta h)_b}{h \times H_d} \quad (4.2)$$

F_b = Buharın kg fiyatı : \$/kg
 f = Doğal gazın birim fiyatı : \$/m³
 $(\Delta h)_b$ = Buharın entalpi değişimi : kJ/kg
 H_d = Doğal gazın alt ısı değeri : kcal/m³
 h = Doğal gazın verimi : Sayı

4,186 kJ/kg = 1 kcal/kg dır.Buharın entalpi değişimini kJ/kg dan kcal/kg çevirdik.

$$F_b = (0,25 \text{ $/m}^3 \times 640 \text{ kcal}) / (0,9 \times 8250 \text{ kcal/m}^3)$$

$$F_b = 0,021 \text{ $/m}^3$$

$$1 \text{ ton buharın fiyatı} = 1000 \times 0,021 \text{ $/m}^3 = 21 \text{ $/ton}$$

BÖLÜM	KAÇIRAN KONDENS- TOP ADEDİ	TOPLAM KAÇAK MİKTARI (kg/h)	SAATLİK KAÇAK TUTARI (\$)	YILLIK KAÇAK TUTARI (\$)
BOYAHANE	5	160	3,36	25159,68
KEMİK	3	37,5	0,787	1473,26
METAL	3	37,5	0,787	1473,26
TOPLAM	11	235		28106,20

Yıllık çalışma süresi 7488 saat (312 gün) alınmıştır.

Isıtma apereyleri için yıllık çalışma süresi (6 ay x 12 h/gün) 1872 h/yıl alınmıştır.

Kondenstop kontrol cihaz ve gövdelerinin fiyatları:

Sıra No	Çapı	Adet	Adet Fiyatı	Toplam Fiyatı
1	PN 16 1/2"	9	207,5 \$	1.867,5 \$
2	PN 16 3/4"	1	293,0 \$	293 \$
3	PN 16 1"	1	220,0 \$	220 \$
TOPLAM				2380,5 \$

Yenilenecek boru ve diğer malzemeler, dirsek, vana , çek valf,nipel fiyatları:

Malzemenin adı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1/2" paslanmaz boru	Metre	70	5,5 \$	385 \$
3/4" paslanmaz boru	Metre	30	6,8 \$	204 \$
1" paslanmaz boru	Metre	45	8,6 \$	387 \$
1 1/4" paslanmaz boru	Metre	35	9,8 \$	343 \$
2" paslanmaz boru	Metre	50	18,5 \$	925 \$
2 1/2" paslanmaz boru	Metre	40	18,4 \$	736 \$
1/2" paslanmaz dirsek	Adet	80	6 \$	480 \$
3/4" paslanmaz dirsek	Adet	34	7 \$	238 \$
1" paslanmaz dirsek	Adet	18	7,5 \$	135 \$
1 1/4" paslanmaz dirsek	Adet	12	10,8 \$	129,6 \$
2" paslanmaz dirsek	Adet	14	14\$	196 \$
2 1/2" paslanmaz dirsek	Adet	18	20 \$	360 \$
1/2" pnömatik vana	Adet	22	139 \$	3058 \$
1/2" küresel vana	Adet	47	21 \$	987 \$
1" küresel vana	Adet	11	34 \$	374 \$
1/2" paslanmaz çek valf	Adet	12	22 \$	264 \$
1/2" paslanmaz nipel	Adet	24	6 \$	144 \$
TOPLAM (KDV Hariç)				9345,6 \$

Arızalı kondensstoplar yerine alınacak kondensstop fiyatları:

Sıra No	Çapı	Adet	Adet Fiyatı	Toplam Fiyatı
1	PN 16 1/2"	9	195,5 \$	1759,5 \$
2	PN 16 3/4"	1	191,0 \$	191 \$
3	PN 16 1"	1	284,0 \$	284 \$
TOPLAM				2.234,5 \$

Yapılan çalışmalar sonucunda ;

Masrafları:

Boruların,vanaların tutarı.....	9.345,6 \$
Otomatik blöfleme sisteminin kurulması.....	3.061,53\$
Kondensstopların yenilenmesi.....	2.234,50 \$
Kondensstop kontrol cihazı ve gövdeleri.....	2.380,50 \$
Seviye elektrotu.....	1.480,00\$
Manyetik gösterge seviye kontrol cihazı(2 adet x 400\$).....	800,00\$
=====	
Toplam.....	19.302,03\$

Yıllık kazanımlar:

Su kaybından.....	559\$
Blöflemekten dolayı doğalgaz tasarrufundan.....	3295\$
Blöflemekten dolayı kazan kimyasal tasarrufundan.....	143,52\$
Kondensstoplardan kaynaklanan buhar kaçakları tasarrufundan	28106,20\$
=====	
Toplam.....	32103,20\$

Denklem (3.5)' e göre geri yıllık % 20 faiz oranı ile ödeme periyodu 0.72 yıl olarak hesaplanır (Yaklaşık 9 ay).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmede yapılması önerilen çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Kazan dairesi

Dip blöf, otomatik olarak yapılırsa kazanın daha sağlıklı çalışmasına katkı sağlayacaktır.

Eşanjör :

Eşanjörün daha sağlıklı çalışmasını sağlamak için, sıcaklık kontrol vanasından sonra bir adet “vakum kırıcı” ve eşanjör çıkışından da şamandıralı kondenstop kullanılmalıdır. Ayrıca kondensin suyu daha iyi tahliye etmesi sağlamak ve eşanjörde azami verim için eşanjör çıkışına otomatik kondens pompasının takılması daha uygun olacaktır.

Kondenstoplar ve boyahane tesisatı:

İşletmede kullanılan kondenstoplardan 11 adedi buhar kaçırmaktadır. Ayrıca, buhar kaçırmamasına rağmen uygun seçim (çap, kullanım yeri açısından) yapılmadığı için gerekli ısı verimi vermeyen kondenstoplarda vardır. Uygun seçim yapılmayan kondenstoplarında öncelikli olmasa da ekonomik ömürlerini tamamladıklarında değiştirilmesi gerekir. Aprelerde silindirlerin (2 adet) çıkışlarına tek bir kondenstop konulmuştur. Bu çıkışların ayrılarak her birine ayrı ayrı şamandıralı kondenstop konulması uygun olacaktır.

Boyahane buhar tesisatı paslanmaz borular ile yukarıda belirtilen çap ve ebatlarda alınıp yenilendi. Mutlak yenilenmesi gereken armatörler değiştirildi. İşletmede kullanılan kondenstopların 11 tanesi buhar kaçırmaktaydı. Buhar kaçıran kondenstopların yakıt kaybı yönünde işletmeye getirdiği yük yılda **28106,20\$** dır. Bu kondenstoplar yenilendi. Yapılan yenilikler doğrultusunda önemli ölçüde enerji tasarrufu ve azami verimlilik sağlandı. Otomatik yüzey blöfleme sistemi kuruldu. Yüzey blöfleme otomatik olarak yapıldığından bu sistem yakıt, su, kimyasal ve işçilikten tasarruf sağlamıştır.

Kazan besisi suyu kontrolü doğru ve güvenilir yapılmalıdır. Kazan suyu belirli limit değerleri arasında tutulmalıdır. Su seviyesi üst limit değerini aştığında verim düşer, alt limit değerinin altına inerse kazan susuz kalır aşırı ısınmadan dolayı

boruların mukavemeti azalır ve kızgın kazana ani su girişı ile kazan patlayıp büyük hasarlar oluşabilir.

Eski sistemde mekanik su tağdiye cihazı kullanılıyordu. Bu doğru bir uygulama değildi. Kazan riske ediliyordu. Onun için emniyet açısından buna ilave olarak “seviye elektrodu” ilave edildi. Besi suyu gösterge seviyesi ise camdı. Fakat camın iç kısmı zamanla kirlendiğı için kazanın su seviyesini görölmüyordu. Buda göz ile kontrolü zorlaştırıyordu. Bu gösterge değıştirilerek “manyetik göstergeli seviye kontrol cihazı” 2 adet (1 tanesi emniyet için) takıldı.

Sonuç olarak ilk etapta mutlak yapılması gereken harcamalar **19302,03\$** dır. Bu harcamaları yaptığımızda **32103,20\$**’lık bir kazanım sağlıyoruz. Bu masrafları 9 ay gibi kısa bir zaman diliminde amorti ediyoruz. Bundan sonraki dönemlerde ise artı bir değer yaratmaya başlıyoruz.

İşletmemizde kullandığımız fiili enerjiyi dikkate aldığımızda enerji kayıplarımız tüketilen toplam enerji miktarının yaklaşık %15’i cıcarındadır. Rekabetin bu kadar yoğun olduğu bir dünyada bu kayıplara tahammül edemeyiz. Sadece enerjiyi gereksiz yere bu kadar pahalılaştırmamız bize ciddi anlamda dezavantaj sağlar.

İşletmelerde bu kayıpları görebilmemiz ve tedbir alabilmemiz için bilimsel yaklaşımlara önem vermeli ve mühendislik disiplinlerinden yararlanmalıyız.

6. KAYNAKLAR

- 1- ARISOY A., “Sanayi Kazanları İşletmeciliği Seminer Notları”, MMO yayınları, İstanbul, 1989
- 2- AYHAN A.; “Birleşik Isı Güç Üretimi Tekirdağ İli Çevresi Uygulamaları”, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, 2005
- 3- “Buhar Tesisatları Ve Buhar Cihazları Semineri”, İnter Valf Yayınları, Cilt I-II, İstanbul, Şubat 1999
- 4- DALBY W.E., “Buhar Enerjisi”, Cilt 1, (ÇEVİRİ: ULUGÖL İ.) , İ.T.Ü. Yayınları, İstanbul, 1958
- 5- GENCELİ O.F., “Buhar Kazanlarının Konstrüksiyonu”, Kipaş Dağıtımçılık, İstanbul, 1985
- 6- IŞIK A.; “Mühendislik Ekonomisi”, DPÜ Yayınları, 2000
- 7- “Kazan Dairesi El Kitabı”, Üniversal Makine Ve Isı San.Tic.A.Ş. Yayınları, İstanbul, 2001
- 8- KÜÇÜKÇALI R , “Buhar Tesisleri”, Yayın No:21, Isısan Yayınları, İstanbul, 1990
- 9- KÜÇÜKÇALI R., “Isıtma Sistemlerindeki Gelişmeler”, No:177, Isısan Çalışmaları, İstanbul , 1998
- 10- KÜÇÜKÇALI R., “Buhar Tesisatı (Kaynar su, Kızgın Yağ)” , Isısan Yayınları, İstanbul, 2000
- 11- “Türkiye IV. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı”, Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara, 2003
- 12- “Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi”, Sayı:38, İstanbul, 2003
- 13- “Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi”, Sayı:26, İstanbul, 2003
- 14- ÜNLÜ C., “Buhar Tesisatları Ve Buhar Cihazları El Kitabı”, İnter Valf Yayınları , İstanbul, 1997
- 15- Üniversal Makine Ve Isı San.Tic. A.Ş. İnternet Adresi 2006
www.universalisi.com.tr
- 16- Mimag Samko Enerji Teknolojileri A.Ş. İnternet Adresi 2006
www.mimag-samko.com.tr
- 17- Türkiye Kojenerasyon Derneği İnternet Adresi 2006

www.kojenerasyon.com

18- Isısan İnternet Adresi 2006

www.isisanteknik.com.tr

19- İnter Valf İnternet Adresi 2006

www.intervalf.com

7. ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Ağrı’da doğdu. İlk ve orta eğitimi Ağrı’da , lise eğitimini İstanbul Beyoğlu Atatürk Erkek Lisesi’nde tamamladı. 1987 yılında İ.T.Ü. İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 1996 yılında ÖRSA HOLDİNG ’e bağlı İMATEKS TEKSTİL A.Ş.’de firmasında hazır giyim konusunda Türkiye’de ilk kez ISO 9001 kalite belgesini aldırdı. 1998 yılında İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetici Geliştirme Programı’ nı bitirdi. Çeşitli sanayi kuruluşlarında üst düzey yönetici olarak çalıştı.

Halen ROZA TEKSTİL FERMUAR SAN.ve TİC.A.Ş.’ de Fabrika Müdürü olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk sahibidir.