

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

79255

BUHAR TESİSATLARINDAKİ
ENERJİ TASARRUFU ÇALIŞMALARINDA
KONDENSTOPLARIN ROLÜ

Mak. Müh. Emre ÇETİN

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Olcay KINCA Y

Prof. Dr. Nihat Tokdemir
Doç. Dr. Olcay Kinca Y
Prof. Dr. Hasan Hepertem

İSTANBUL, 1998

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇİNDEKİLER:		<u>Sayfa</u>
I.	SEMBOL LİSTESİ	VI
II.	ŞEKİL LİSTESİ	VIII
III.	TABLO LİSTESİ	XIII
IV.	TEŞEKKÜR	XIV
V.	ÖZET	XV
VI.	ABSTRACT	XVI
1.	GİRİŞ	1
2.	BUHAR TERMODİNAMİĞİ	
2.1.	Temel Tanımlar Ve Denklemler	3
2.2.	Buharlaştırma İçin Gerekli Isı Değeri	5
3.	BUHAR DEVRELERİ	7
3.1.	Buharın Yoğuşması	7
3.2.	Kondens Birikimi	8
3.3.	Isıtma Yüzeyi	9
3.4.	Isı İletimine Mani Olan Etkenler	10
3.4.1.	Hava Ve Diğer Yoğuşmayan Gazların Etkisi	11
3.5.	Buhar Tesisatı	13
3.6.	Buhar Ve Kondens Borularının Çaplarının Belirlenmesi	15
3.6.1.	Buhar Borularının Çaplarının Belirlenmesi	15
3.6.1.1.	Hıza Göre Çap Tayini	15
3.6.1.2.	Basınç Kaybına Göre Çap Tayini	17
3.6.2.	Kondens Borularının Çaplarının Belirlenmesi	18
4.	KONDENSTOPLAR	23
4.1.	Kondenstoplardan Beklenen Özellikler	23
4.2.	Kondenstop Seçimi İçin Önemli Kriterler	25

	<u>Sayfa</u>	
4.3.	Kondenstop Çeşitleri	27
4.3.1.	Mekanik Prensiple Çalışan Kondenstoplar	28
4.3.1.1.	Ters Kovalı Kondenstoplar	28
4.3.1.1.1.	Ters Kovalı Kondenstopların Çalışma Prensibi	28
4.3.1.1.2.	Ters Kovalı Kondenstopların Özellikleri	30
4.3.1.2.	Şamandıralı Kondenstoplar	31
4.3.1.2.1.	Şamandıralı Kondenstopların Çalışma Prensibi	32
4.3.1.2.2.	Şamandıralı Kondenstopların Özellikleri	32
4.3.1.3.	Serbest Şamandıralı Kondenstoplar	34
4.3.1.3.1.	Serbest Şamandıralı Kondenstopların Çalışma Prensibi	34
4.3.1.3.2.	Serbest Şamandıralı Kondenstopların Özellikleri	35
4.3.2.	Termostatik Prensiple Çalışan Kondenstoplar	37
4.3.2.1.	Denge Basınçlı Termostatik Kapsüllü Kondenstoplar	37
4.3.2.1.1	Denge Basınçlı Termostatik Kapsüllü Kondenstopların Çalışma Prensibi	38
4.3.2.1.2.	Termostatik Kapsül Tipleri, Özellikleri Ve Kullanım Alanları	39
4.3.2.1.3	Denge Basınçlı Termostatik Kapsüllü Kondenstopların Özellikleri	40
4.3.2.2.	Denge Basınçlı Termodinamik Körüklü Kondenstoplar	41
4.3.2.2.1	Denge Basınçlı Termodinamik Körüklü Kondenstopların Çalışma Prensibi	41
4.3.2.3	Bimetalik Kondenstoplar	42
4.3.2.3.1.	Bimetalik Kondenstopların Çalışma Prensibi	43
4.3.2.3.2.	Bimetalik Kondenstopların Özellikleri	44
4.3.3.	Termodinamik Prensiple Çalışan Kondenstoplar	45
4.3.3.1.	Termodinamik Kondenstopların Çalışma Prensibi	46
4.3.3.2.	Termodinamik Kondenstopların Özellikleri	47

	<u>Sayfa</u>	
5.	KONDENSTOP TESİSATLARI	48
5.1.	Kondens Tahliyesinin Temel Kuralları	48
5.1.1.	Su Çekici Darbelerine Karşı Alınabilecek Önlemler	50
5.2.	Amaca Uygun Kondenstop Seçimi Ve Yerleştirilmesi	55
5.2.1.	Ana Buhar Hatları	55
5.2.1.1.	Ana Buhar Hatlarından Hava Tahliyesi	57
5.2.1.2.	Separatör	57
5.2.1.3.	Kollektörler	58
5.2.2.	Dağıtım(Tali) Hatları	59
5.2.3.	Boru Isıtma Hatları	60
5.2.4.	Isı Eşanjörleri	62
5.2.5.	Hacim Isıtma Cihazları	63
5.2.5.1.	Buhar Radyatörleri	63
5.2.5.2.	Konvektörler	64
5.2.5.3.	Paralel Levha Isıtıcıları	64
5.2.5.4.	Hava Isıtma Cihazları	65
5.2.6.	Proses Cihazları	66
5.2.6.1.	Buhar Ceketli Pişirme Kazanları	66
5.2.6.2.	Devirmeli Pişirme Kazanları	67
5.2.6.3.	Öğütücüler	68
5.2.6.4.	Sıcak Tablalar	68
5.2.6.5.	Kurutma Silindirleri	69
5.2.6.6.	Vulkanizasyon Tamburları	70
5.2.6.7.	Otoklavlar	71
5.2.6.8.	Buharlaştırıcılar	71
5.2.7.	Çamaşırhane Ve Konfeksiyon Cihazları	72
5.2.7.1.	Konfeksiyon Presleri	72
5.2.7.2.	Tamburlu Kurutucular	73
5.2.7.3.	El Ütüleri	74

	<u>Sayfa</u>	
5.2.7.4.	Kuru Temizleme Makinaları	74
5.2.7.5.	Kurutma Serpantinleri	75
5.2.7.6.	Çok Odalı Serpantinli Kurutucular	76
5.2.7.7.	Çok Silindirli Apre Makinaları	77
5.2.8.	Presler	78
5.2.8.1.	Çok Tablalı Presler (Paralel Bağlanmış)	78
5.2.8.2.	Çok Tablalı Presler (Seri Bağlanmış)	79
5.2.8.3.	Vulkanizasyon Presleri	80
5.2.9.	Tank Ve Depolar	81
5.2.9.1.	Serpantinli Proses Tankları	81
5.2.9.2.	Depolama Tankları	82
5.2.9.3.	Yakıt Tankı Isıtıcıları	84
5.3.	Kondens Miktarı Hesabı	85
5.3.1.	Ana Buhar Hatları	85
5.3.1.1.	Isınma Kayıpları İle Oluşan Kondens Miktarı	85
5.3.1.2.	Radyasyon İle Oluşan Kondens Miktarı	87
5.3.2.	Hava Isıtma Boruları	88
5.3.3.	Hava Isıtma Cihazları	90
5.3.4.	Isı Eşanjörleri	91
5.3.5.	Sıcak Su Depolama Tankları	92
5.3.6.	Tanklarda Buhar Serpantinler	93
5.3.7.	Flaş Tankları	95
5.3.8.	Buhar Ceketli Pişirme Kazanları	96
5.4.	Kondenstopların Montajı Ve Testi	97
5.4.1.	Donmaya Karşı Koruma	102
5.4.2.	Kondenstop Kontrol Metotları	103
5.4.2.1.	Test Vanası Metodu	104
5.4.2.2.	Gözetleme Camı Veya Kontrol Düzeni	105
5.4.2.3.	Sıcaklık Karşılaştırması Yoluyla Kontrol	106

	<u>Sayfa</u>
5.4.2.4.	Ses Karşılaştırması Yoluyla Kontrol 107
6.	ENERJİ GERİ KAZANIMI 108
6.1.	Flaş Buharla Enerjinin Geri Kazanılması 108
6.1.1.	Flaş Buhar 109
6.1.2.	Flaş Buhar Kullanma Nedeni 109
6.1.3.	Flaş Buhar Elde Edilmesi 109
6.1.4.	Flaş Buhar Elde Edilmesinde Dikkat Edilecek Hususlar 109
6.1.5.	Flaş Buhar İle Enerji Geri Kazanımı Sistem Örnekleri 112
6.2.	Kondens Isısının Kullanımı 114
6.2.1.	Kondens Duyulur Isısının Kullanımının Mümkün Olduğu Durumlar 114
6.2.1.1.	Eşanjörde Kondens Suyu Birikimi 114
6.2.1.2.	Kapalı Kondens Devresi 115
6.3.	Kondens Geri Kazanma Sistemleri 117
6.3.1.	Kondens Pompaları 120
6.4.	Kazan Otomatik Blöf Sistemleri İle Enerji Geri Kazanımı 122
SONUÇLAR	125
KAYNAKLAR	129
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

SEMBOL LİSTESİ

E	: Isı Emiş Miktarı	[W/m]
FBY	: Flaş Buhar Yüzdesi	[%]
G	: Flanş, Vana Ve Boruların Toplam Ağırlığı	[kg]
K	: Toplam Isı Transfer Katsayısı	[W/m ² °C]
L	: Buharlaşma Isısı	[kJ/kg]
M	: Saatte Oluşan Kondens Miktarı	[kg/h]
P	: Basınç	[bar]
Q	: Transfer Olan Isı Miktarı	[W],[kcal/h]
T	: Sıcaklık	[°C]
V	: Hacim	[m ³],[litre]
M _k	: Isınma Kayıpları İle Oluşan Saatteki Kondens Miktarı	[kg/h]
M _r	: Radyasyon İle Oluşan Saatteki Kondens Miktarı	[kg/h]
T _b	: Buhar Sıcaklığı	[°C]
T _ç	: Su Çıkış Sıcaklığı	[°C]
T _g	: Su Giriş Sıcaklığı	[°C]
T _o	: Ortam Sıcaklığı	[°C]
T _s	: Kaynama Sıcaklığı	[°C]
T _s	: Su Sıcaklığı	[°C]
T _y	: Yüzey Sıcaklığı	[°C]
l	: Boru Uzunluğu	[m]
m	: Kütle	[kg]
t	: Süre	[saat],[dakika]
v	: Özgül Hacim	[m ³ /kg]
x	: Kuruluk Oranı	
y	: Yaşlık Oranı	
c _ç	: Çeliğin Özgül Isısı	[kJ/kg °C]
c _h	: Havanın Özgül Isısı	[kJ/kg °C]
c _s	: Suyun Özgül Isısı	[kJ/kg °C]

h_f	: Suyun Entalpisi	[kJ/kg]
h_b	: Doymuş Buharın Entalpisi	[kJ/kg]
q_1	: Tahliye Öncesi Yüksek Basıncıdaki Kondensin Doymuş Sıvı Isısı	[kJ/kg]
q_2	: Tahliyenin Yapıldığı Düşük Basıncıdaki Kondensin Doymuş Sıvı Isısı	[kJ/kg]
s.g.	: Sıvının Özgül Ağırlığı	[kg/m ³]
ϕ	: İç Buharlaşma Isısı	[kJ/kg]
ψ	: Dış Buharlaşma Isısı	[kJ/kg]
ζ	: Direnç Katsayısı	



ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1	: Buhar oranı eğrileri	4
Şekil 3.1	: Serpantinli bir ısıtma cihazında yoğuşma	7
Şekil 3.2	: Kondens suyu birikiminin ısı transferine etkisi	9
Şekil 3.4	: Isı transferine engel olan tabakalar	11
Şekil 3.4.1.a	: Farklı basınçlarda hava yüzdelerinin neden olduğu sıcaklık düşüşü	12
Şekil 3.4.1.b	: Buhar hatlarından hava alınması	13
Şekil 3.5	: Buhar Devresi	14
Şekil 3.6.1.1	: Buhar tesisatlarında akış hızı	16
Şekil 3.6.1.2	: Basınç kaybına göre çap tayini	17
Şekil 3.6.2.a	: Direnç katsayısı tespiti	20
Şekil 3.6.2.b	: Toplam basınç düşüşü	21
Şekil 3.6.2. c	: Akış hızına göre nominal kondens boru çapı	22
Şekil 4.3.1.1	: Ters Kovalı Kondenstoplar	28
Şekil 4.3.1.1.1	: Ters Kovalı Kondenstopların Çalışması	29
Şekil 4.3.1.2.a	: Şamandıralı Kondenstop	31
Şekil 4.3.1.2.b	: Şamandıralı Kondenstopun Elemanları	31
Şekil 4.3.1.2.1	: Şamandıralı Kondenstopun Çalışması	32
Şekil 4.3.1.3	: Serbest Şamandıralı Kondenstop	34
Şekil 4.3.1.3.1	: Serbest Şamandıralı Kondenstopun Çalışması	35
Şekil 4.3.2.1.a	: Denge Basınçlı Termostatik Kapsüllü Kondenstop	37
Şekil 4.3.2.1.b	: Denge Basınçlı Termostatik Kapsüllü Kondenstopların Elemanları	37
Şekil 4.3.2.1.1	: Termostatik Kapsüllü Kondenstopun Çalışması	39
Şekil 4.3.2.2.1	: Termostatik Körüklü Kondenstopun Çalışması	41
Şekil 4.3.2.3.a	: Bimetalik Kondenstop	42

		<u>Sayfa</u>
Şekil 4.3.2.3.b	: Bimetalik Kondenstopun Elemanları	42
Şekil 4.3.2.3.1	: Bimetalik Kondenstopun Çalışması	43
Şekil 4.3.3.a	: Termodinamik Kondenstop	45
Şekil 4.3.3.b	: Termodinamik Kondenstopun Elemanları	46
Şekil 4.3.1.1	: Termodinamik Kondenstopun Çalışması	47
Şekil 5.1.a	: Kondens ısı eşanjöründen kusursuz akmalıdır	48
Şekil 5.1.b	: Kondenstop için minimum hidrostatik basınç farkı gerekir.	48
Şekil 5.1.c	: Kondens suyu kondenstop çıkışınsa yüksekte bulunan hatta verildiğinde fark basıncı her 7 m etkin yükseklik için yaklaşık 1 bar düşer.	48
Şekil 5.1.d	: Kondens suyunun kondenstop önünde yükseltilmesi gerektiğinde, özel önlemler alınmalıdır	49
Şekil 5.1.e	: Kondenstop çıkışındaki borular, flaş buhar sebebi ile karşı basıncın aşırı yükselmesini önleyecek şekilde ölçülendirilmelidir.	49
Şekil 5.1.f	: Kondens mümkün olduğunca toplanmalı ve tekrar değerlendirilmelidir.	49
Şekil 5.1.g	: Kondensin ısıtma cihazlarından ayrı ayrı tahliyesi	50
Şekil 5.1.1.a	: Çekvalf ile su çekici darbelerini önleme	52
Şekil 5.1.1.b	: Eşanjörlerde su çekici oluşumu	52
Şekil 5.1.1.c	: Buhar hatlarında su çekici darbeleri	53
Şekil 5.1.1.d	: Kondens suyunun yükseğe taşınmasında su çekici darbeleri	53
Şekil 5.1.1.e	: Kondensin tek bir hatla toplanması	53
Şekil 5.1.1.f	: Kondensin ayrı hatlarla toplanması	54
Şekil 5.1.1.g	: Kondens hattı bağlantısı	54
Şekil 5.2.1.a	: Ana buhar hattı.	55

		<u>Sayfa</u>
Şekil 5.2.1.b	: Ana hatlardaki kondens cebini tahliye eden kondensstop	54
Şekil 5.2.1.c	: Yükselen hattaki kondens cebini tahliye eden kondensstop	56
Şekil 5.2.1.1	: Ana buhar hatlarından hava tahliyesi	57
Şekil 5.2.1.2.a	: Separatörün çalışması	57
Şekil 5.2.1.2.b	: Separatörden kondens tahliyesi	58
Şekil 5.2.1.3.a	: Kollektörden kondensin tahliyesi	58
Şekil 5.2.1.3.b	: Kollektörün her iki ucundan kondens tahliyesi	59
Şekil 5.2.2	: Dağıtım hatlarından buhar daima üstten alınır	59
Şekil 5.2.3	: Tipik Tracer Montajları	61
Şekil 5.2.4.a	: Isı eşanjöründen kondens tahliyesi	62
Şekil 5.2.4.b	: Isı eşanjöründen kondens pompası ile kondens tahliyesi	62
Şekil 5.5.5.1	: Buhar radyatöründen kondens tahliyesi	63
Şekil 5.2.5.2	: Konvektörden kondens tahliyesi	64
Şekil 5.2.5.3	: Panel ısıtıcıdan kondens tahliyesi	65
Şekil 5.2.5.4.a	: Hava ısıtma cihazından kondens tahliyesi	65
Şekil 5.2.5.4.b	: Isıtma bataryalarında kondensstop uygulamaları	66
Şekil 5.2.6.1	: Buhar ceketli pişirme kazanlarından kondens tahliyesi	67
Şekil 5.2.6.2	: Devirmeli pişirme kazanından kondens tahliyesi	67
Şekil 5.2.6.3	: Öğütücüden kondens tahliyesi	68
Şekil 5.2.6.4	: Sıcak tablalardan kondens tahliyesi	69
Şekil 5.2.6.5	: Kurutma silindirlerinden kondens tahliyesi	70
Şekil 5.2.6.6	: Vulkanizasyon tamburundan kondens tahliyesi	70
Şekil 5.2.6.7	: Otoklavdan kondens tahliyesi	71
Şekil 5.2.6.8	: Buharlaştırıcıdan kondens tahliyesi	72
Şekil 5.2.7.1	: Konfeksiyon preslerinden kondens tahliyesi	73

	<u>Sayfa</u>	
Şekil 5.2.7.2	: Tamburlu kurutuculardan kondens tahliyesi	73
Şekil 5.2.7.3	: El ütülerinden kondens tahliyesi	74
Şekil 5.2.7.4	: Kuru temizleme makinalarından kondens tahliyesi	75
Şekil 5.2.7.5	: Kurutma serpantinlerinden kondens tahliyesi	76
Şekil 5.2.6.7	: Çok odalı serpantin kurutuculardan kondens tahliyesi	77
Şekil 5.2.7.7	: Çok silindirli apre makinalarından kondens tahliyesi	77
Şekil 5.2.8.1	: Çok tablalı (paralel) preslerden kondens tahliyesi	79
Şekil 5.2.8.2	: Çok tablalı (seri) preslerden kondens tahliyesi	79
Şekil 5.2.8.3	: Vulkanizasyon preslerinden kondens tahliyesi	80
Şekil 5.2.9.1.a	: Serpantinli proses tankında üstten kondens tahliyesi	81
Şekil 5.2.9.1.b	: Serpantinli proses tankında alttan kondens tahliyesi	82
Şekil 5.2.9.2	: Depolama tanklarından kondens tahliyesi	83
Şekil 5.2.9.3	: Yakıt tankı ısıtıcısından kondens tahliyesi	84
Şekil 5.4.a	: Tipik ters kovalı kondenstop bağlantısı	97
Şekil 5.4.b	: Tipik şamandıralı kondenstop	97
Şekil 5.4.c	: Tipik termodinamik kondenstop bağlantısı	97
Şekil 5.4.d	: Tipik termostatik kondenstop bağlantısı	97
Şekil 5.4.e	: Ters kovalı kondenstopa by-pass bağlantısı	98
Şekil 5.4.f	: Ters kovalı kondenstopa by-pass bağlantısı (alttan giriş, üstten çıkış)	98
Şekil 5.4.g	: Uygun çekvalf konumları	100
Şekil 5.4.h	: Tipik emniyet tahliye kondenstopu bağlantı şekli	101
Şekil 5.4.1	: Donmaya karşı koruma	103
Şekil 5.4.2	: Yıllık buhar kaçakları maliyeti	104

		<u>Sayfa</u>
Şekil 5.4.2.2 .a	: Vaposkop sisteminin şematik gösterilişi	105
Şekil 5.4.2.2.b	: Normal çalışma durumunda vaposkop	105
Şekil 5.4.2.2.c	: Kondens suyu birikimi durumunda vaposkop	106
Şekil 5.4.2.2.d	: Buhar kaçağı durumunda vaposkop	106
Şekil 6.1.1	: Farklı basınçlara boşaltılan kondensin flaş buhar oranı	109
Şekil 6.1.3	: Flaş tankı	110
Şekil 6.1.5	: Flaş buharla enerji geri kazanımı sistemleri	112
Şekil 6.2.1.1	: Flaş buhar miktarı, kondens suyu genişmesi sırasında tekrar buharlaşma	115
Şekil 6.2.1.2.a	: Kapalı kondens devresi	116
Şekil 6.2.1.2.b	: Termosifon çevrimli basit genişleme devresi	116
Şekil 6.3.a	: Kondens suyu toplama ve geri besleme sistemi	117
Şekil 6.3.b	: Pompasız kondens geri taşıma sistemi	119
Şekil 6.3.1.a	: Kondens pompasının çalışması	120
Şekil 6.3.1.b	: Kondens pompasının devreye bağlanması	121
Şekil 6.3.1.c	: Isı eşanjöründen kondensin kondens pompasız tahliyesi	121
Şekil 6.3.1.d	: Isı eşanjöründen kondensin kondens pompası ile tahliyesi	122
Şekil 6.4	: Otomatik blöf ile enerji geri kazanımı	124

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.6.1.1 Boru çaplarına göre buhar kapasitesi (kg/h)	16
Tablo 3.6.2.a 100kg/h için kondens boru çapları (mm)	19
Tablo 3.6.2.b Farklı Kondens Miktarları için düzeltme faktörleri	20
Tablo 5.2.1 Ana ve dağıtım hatları için kondens ceplerinin ölçülendirilmesi	57
Tablo 5.3.1.1 G değeri hesabı için kullanılacak değerler	86
Tablo 5.3.1.2 Düz çelik boruların ısı emiş miktarı (W/m)	88
Tablo 5.3.2.a Isıtma gruplarındaki yaklaşık verim düşümü	90
Tablo 5.3.2.b Düşey borulardaki yaklaşık verim düşümü	90
Tablo 5.3.2.c Hava hareketinin ısı emişine yaklaşık tesiri	90
Tablo 5.3.6.a Birim yüzeyden transfer olan toplam ısı miktarları	94
Tablo 5.3.6.b Farklı sıvılar ve koşullar için toplam ısı transfer katsayısı	94
Tablo 6.1.3 Flaş tankı boyutları	111
Tablo 6.4 Otomatik blöf ile yapılan tasarruf	123
Tablo S.1 Kondensstopların özel çalışma şartlarına göre seçim ve mukayese tablosu	126
Tablo S.2 Kullanım alanlarına göre kondensstop mukayesesi	127

TEŞEKKÜR

Beni bu tezi hazırlama aŐamasına kadar getiren aileme ve değerli hocalarıma özellikle tezimin her aŐamasında bana destek olan tez danıŐmanım Sayın Doç. Dr. Olcay Kıncay'a, tezim için gerek kaynak toplama gerek basım aŐamalarında yardımlarını esirgemeyen Met. Müh. Dilek DeliktaŐ, Mak. Müh. Akgür Akkaya ve Mak. Müh. BarıŐ Sarı'ya sonsuz teŐekkürü ederim.



ÖZET

Daha az tüketilen enerji, daha az israf, daha az kirlilik ve daha sağlıklı çevre anlamına gelir. Sanayide yüzyıllardır yoğun bir şekilde kullanılan buharı da tabii ki gereğinden fazla kullanmamak hem enerji hem de çevre korunması açısından çok önemlidir.

Kondenstoplar, buhar sistemlerindeki enerji tasarrufu çalışmalarının basit ama temel elemanlarından biridir. Sistem içindeki yoğuşan kondens ve yoğuşmayan gazları tahliye ederek sistemi bir çok zararlardan korur. Bir çok tipte ve çapta kondensstop dünya üzerindeki çeşitli firmalar tarafından üretilmektedir. Sistemin her yerinde kullanılacak bir tek tip kondensstop bulunmamaktadır. Çalışma şartlarına göre en uygun kondensstopun seçilmesi gerekir.

Bu çalışmada buhar sistemi, kondensstoplar tanıtılmış olup farklı endüstri alanları için kondens tahliye uygulamaları açıklanmış, gerek ampirik gerekse temel ısı transferi formülleri ile farklı alanlardaki oluşan kondens miktarları hesaplanma yolları gösterilmiş ve temel enerji geri kazanım sistemleri açıklanmıştır.

Buhar tesisatlarındaki Enerji tasarrufu çalışmalarında kondensstopların rolü tezin her bölümünden de anlaşılacağı gibi çok büyük olup, işletmeler tarafından hassasiyetle üzerinde durulması gerekir.

ABSTRACT

Spending less energy means less pollution and a more healthy environment. Using steam not more than the amount needed is very important for both saving energy and environmental pollution.

Steam Traps are simple but basic elements of energy saving applications in the condensate system. It protects the system from damages by discharging the condensate and uncondensable gases. Steam Traps with different sizes and types are being manufactured by many companies all around the world. There is not a Steam Trap which can be used at all places in the system. therefore, the most suitable Steam Trap must be chosen according to the working condition.

In this thesis, Steam Systems and Steam Traps have been introduced for different industrial applications. Some condense discharging applications have been explained and calculation of the condense amount in different areas have been given by ampric and basic heat transfer formulae. Also, basic energy recovery systems have been explained.

The role of a Steam Trap in energy saving applications is very important, as it can be understood from all parts of this thesis, the required interest must be given to the subject by the administration of the factory.

1. GİRİŞ

Buhar, sanayi devriminden beri enerji taşıyıcı olarak kullanılır. Besinlerin pişirilmesiyle kullanılmaya başlanan buhar, sanayide, ısıtmanın gerektiği her yerde kullanılmaktadır. Buharın endüstride kullanım nedenleri şöyledir:

Isı Kayıpları Azdır.

Buhar ideal bir ısı taşıyıcısıdır. Konveksiyon katsayısı yüksektir. Küçük çaplı borular ile iletilebilmesi nedeniyle ısı kayıpları diğer sistemlerden daha az olur.

Geri Kazanım İle Enerji Tasarrufu Sağlanır.

Gelişmiş ısı geri kazanma sistemleri ile, kazan blöfü ve flaş buhar dışarı atılmaz, kazan besleme tankına verilerek, kazan besi suyunun sıcaklığı yükseltilir. Böylece sistemin verimliliği en yüksek değere çıkar. Ayrıca, geri kazanılan flaş buhar, düşük basınç ve düşük sıcaklıktaki ısıtma ihtiyacı için kullanılabilir

Yatırım Giderleri Azdır.

Buhar aynı ısı kapasitesi için sıcak su ve ısı transfer yağı sistemlerinden daha küçük boru çapları gerektirir. Bunun sonucunda daha az yatırım, ucuz montaj gideri ve daha az yalıtım malzemesi kullanılır. Buhar sistemlerinde, sıcak su ve ısı transfer yağı sistemlerinde kullanılan sirkülasyon pompalarına gerek yoktur.

Buhar emniyetlidir.

Buhar, yanmaz alev almaz özelliği nedeniyle patlayıcı ortamlar için çok emniyetlidir. Etkili ve kaliteli sızdırmazlık ürünleri ile bütün ortamlarda buhar emniyetle kullanılır. Buhar steril bir akışkandır. Pişirme ve sterilizasyon proseslerinde direkt olarak püskürtülebilir.

Buhar Çevre Dostudur.

Enerjinin verimli kullanılabilmesi ve çevre koruma açısından buhar, tartışmasız tek enerji kaynağıdır. Buhar,sadece temiz ve saf sudur ve daha iyi bir çevre dostu düşünülemez.

Enerjinin en etkin biçimde kullanılması son yıllarda daha fazla önem kazanmıştır. Bununla beraber önemli bir enerji taşıyıcısı olan buharında daha verimli kullanılarak yakıt tasarrufu ve üretim artışı sağlanması için çeşitli çalışmalar başlamış, prosesleri gereği çeşitli ekipmanların da buhar kullanan endüstrilerde kondenstop uygulamaları artmıştır. Buhar kullanan cihaz sistemlerinde vazgeçilmez ekipman haline gelen kondenstoplar görünüşte ufak ve basit bir yapıya sahip olmalarına karşın görevleri çok önemlidir.

Enerji tasarrufuna yönelik en önemli husus sistemde mevcut buhar kaçaklarını önlemektir. Kondenstoplardan yüksek verim almak için doğru seçim yapmak gerekir. Bunun içinde öncelikle kondenstopların çalışma prensiplerini iyi bilmek ve bu prensipler gözönünde bulundurularak sistemin dikkatle analiz edilmesi şarttır.

2. BUHAR TERMODİNAMİĞİ

2.1. Temel Tanımlar ve Denklemler

Isı vermek suretiyle her sıvıyı buhar durumuna getirmek imkanı vardır. Buharlaşmanın başladığı sıcaklığa **kaynama sıcaklığı** denir. T_s sembolü ile gösterilen bu sıcaklık, sıvının maruz kaldığı basınca bağlıdır.

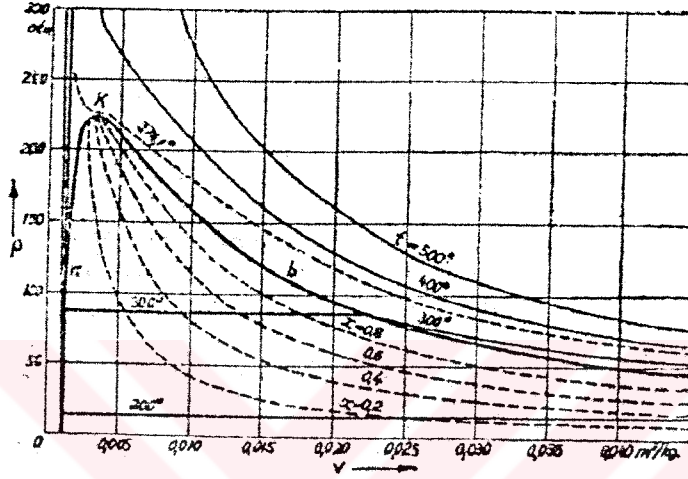
Bir durum değiştirme esnasında basınç p [$\text{kp}/\text{cm}^2 = \text{ata}$], sıcaklık t [$^{\circ}\text{C}$] ve özgül hacim v [m^3/kg] in birbirleriyle olan ilişkileri deneysel olarak da kontrol edilebilir. Belli ve sabit bir p basıncı altında bulunan suya, ısı verilecek olursa, ilk önce sıcaklığın yükseldiği, fakat alçak basınçlarda özgül hacim v' nün hemen hemen sabit kaldığı görülür. Suyun sıcaklığı, p basıncına karşılık gelen kaynama sıcaklığı T_s 'e eriştikten sonra, buharlaşma ve aynı zamanda özgül hacim artışı başlar. Buna karşılık olarak da bütün buharlaşma süresi zarfında sıcaklık sabit kalır. Bu sırada suyun bir kısmı daha buharlaşmamış olduğundan, bu buhara **ıslak buhar** veya **yaş buhar** adı verilir. Mevcut bütün su buharlaştıktan sonra, ıslak buhar, **kuru doymuş buhar** haline gelmiş olur. Bu buharın özgül hacmi de v'' sembolü ile gösterilir. Daha ısı verilmeye devam edilecek olursa sabit basınç altında sıcaklık ve özgül hacmin arttığı görülür. Bu şekilde kızgın buhar elde edilmiş olur ki; bu buhar, sıcaklığının kaynama sıcaklığından daha yüksek olmasıyla tanınır.

Yüzde olarak 1 kg yaş buharın içindeki su miktarını belirten y 'ye **yaşlık oranı**; buhar miktarını veren x 'e ise **buhar oranı**, **kuruluk oranı** veya **spesifik buhar miktarı** adı verilir. Tabii ki

$$y + x = 1 \quad (2.1.a)$$

dir.

Şekil 2.1'de sol sınır eğrisi üzerinde $y = 1$ ve $x = 0$; sağ sınır eğrisi üzerinde de $y = 0$ ve $x = 1$ 'dir. Bu iki sınır eğrisinin arasında kalan bölgeye buharlaşma sahası adı verilir ve aradaki mesafenin tam ortasında $y = 0,5$ ve $x = 0,5$ olacaktır. Eğer buharlaşma sahası içinde, belli basınçlara karşılık gelen uzaklıklar aynı sayıda parçaya bölünür ve aynı değeri taşıyan noktalar birbirleriyle birleştirilecek olursa buhar oranı eğrileri elde edilmiş olur.



Şekil 2.1 Buhar oranı eğrileri

İdeal gazlar için bulunmuş olan durum denklemi, yani

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T \quad [m \text{ kp}] \quad (2.1.b)$$

veya,

$$P \cdot v = R \cdot T \quad [m.kp/kg] \quad (2.1.c)$$

su buharı için geçerli değildir.

Su buharı, sıcaklığı doyma sıcaklığından ne kadar daha yüksek olursa, o oranda ideal gaz durum denkleminde yaklaşır. Gazda zaten çok fazla sıkıştırılmış buhardan başka bir şey değildir. Suyun özgül hacmi v' , kuru doymuş buhar özgül hacmi v'' den daima daha küçüktür. Yaş buharın hacmi de su kısmının hacmi $y.v'$ ile buhar kısmının hacmi $x.v''$ nün toplamına eşittir.*

* EYİCE Suavi, 1982, Buhar ve Gaz türbinli Gemi Tesisleri, Kocaeli D.M.M. Akademisi

Geliştirme Vakfı Yayını, Birinci Basım, İstanbul, s.3

$$V = y \cdot v' + x \cdot v'' \quad [\text{m}^3/\text{kg}] \quad (2.1.d)$$

ve

$$y = 1 - x \quad (2.1.e)$$

olduğundan;

$$v = (1 - x) \cdot v' + x \cdot v'' = v' + x \cdot (v'' - v') \quad [\text{m}^3/\text{kg}] \quad (2.1.f)$$

dır.

Alçak basınçlarda v' nün değeri v'' ye göre ihmal edilebilecek derecede ufak olduğundan

$$v \cong x \cdot v'' \quad [\text{m}^3/\text{kg}] \quad (2.1.g)$$

yazılabilir. Fakat yüksek basınçlarda kesin hesaplarda v' nün değerini de dikkate almak gerekir.

2.2. Buharlaşma İçin Gerekli Isı Değerleri

1kg suyun sıcaklığını 14.5 °C den 15.5 °C ye kadar yükseltmek için verilmesi gereken ısı miktarı 1 kcal'dir. Bu ısıya suyun **ısınma ısısı** veya **özgül ısısı** denir ve "c" ile gösterilir.

İngilizler ve Amerikalılar, ısı birimi olarak British Thermal Unit = B.T.U. i kullanırlar. Bütün ısı cetvelleri ve diyagramları, bu birime göre düzenlenmiştir. 1 B.T.U. bir libre suyun sıcaklığını 32 °F den 212 °F ye kadar çıkarmak için verilmesi gereken ısının 1/180 ine eşittir. Yani;

$$1 \text{ B.T.U.} = 0.252 \text{ kcal}$$

veya

$$1 \text{ kcal} = 3.969 \text{ B.T.U.}$$

dir. Bunun neticesi olarak;

$$1 \text{ B.T.U./lb} = 0.556 \text{ kcal / kg}$$

veya

$$1 \text{ kcal/kg} = 1.8 \text{ B.T.U./ lb}$$

bulunur.

0 °C de bulunan suyun sıcaklığını, kaynama sıcaklığına kadar çıkarmak için verilmesi gereken ısı, **SIVI ISISI** ismini taşır ve q ile gösterilir. Alçak basınçlarda bu ısı, değer itibariyle kaynama ısısına eşittir. Suyun ısı tutumu veya entalpisi i' de, sıvı ısısından ısınma esnasında hacim değiştirme işine karşılık gelen miktar kadar daha fazladır. Fakat bu fark gayet az olduğundan, her iki büyüklük birbirine eşit kabul edilebilir; yani $i' = q$ olarak alınabilir.*

Kaynama sıcaklığında bulunan 1 kg suyu, gene aynı sıcaklıktaki 1 kg doymuş kuru buhar haline getirmek için verilmesi gereken ısıya **buharlaşma ısısı** denir. "L" sembolü ile gösterilir. Ortada bir sıcaklık artması mevcut olmadığına göre, bu ısının bir kısmı, moleküllerin arasındaki bağı çözmeye yarar ve iç buharlaşma ısısı ϕ ; diğer kısmı ise, su buhara çevrilirken hacim artırma işinde kullanılır ve dış buharlaşma ısısı ψ ismini taşır.

* EYICE Suavi, age, s.7

3. BUHAR DEVRESİ

3.1. Buharın Yoğuşması

Buhar üretildiği merkezden, düşük sıcaklıktaki herhangi bir ortama transfer olduğunda entalpisinin bir kısmını vermeye başlar. Bunu yaparken de bir miktar buhar aynı sıcaklıkta su olarak yoğuşur. Bu olay kazanda ısı ilavesiyle suyun buhara dönüşme olayının tam tersidir. Buhar yoğuştuğu zaman ortaya çıkan enerji buharlaşmanın enerjisidir.



Şekil 3.1 Serpantinli bir ısıtma cihazında yoğuşma

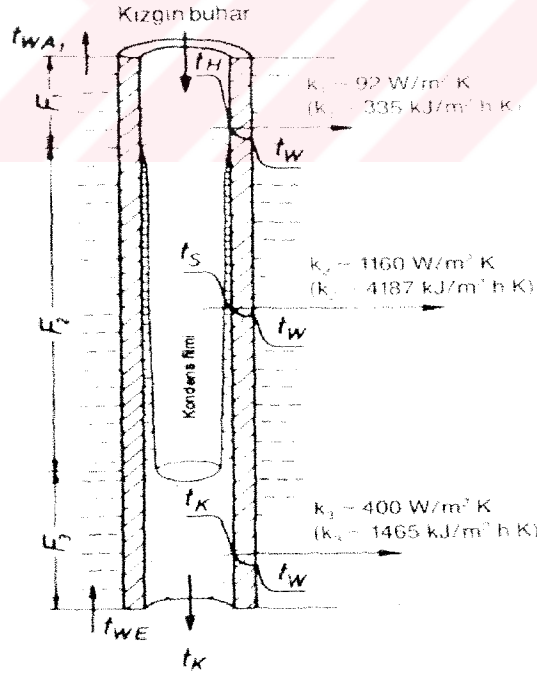
A'da buhar kullanan herhangi bir tesiste, serpantin ile ısıtılan bir tank gösterilmektedir. Tank, ısıtılması istenilen sıvı ile doldurulmuştur ve buhar serpantin içinden geçecektir. Buhar, "Buharlaşma Entalpisini"ni serpantin metal yüzeyinden ısıtılacak sıvıya iletir. Yoğuşma neticesinde sıcak su oluşur ve serpantin aşağı kısmına doğru akmaya başlar. Bu kondensin bilindiği gibi tahliye edilmesi gerekmektedir. Eğer kondensin tahliyesi, oluşma miktarından daha yavaş ise serpantin B' de görüldüğü gibi su ile dolmaya başlar. Bu olaya **su tıkaçı** adı verilir. Başlangıçta kondensin sıcaklığı ile aynıdır. Bu durum su tıkaçının mevcudiyeti hususunda bizi yanıltabilir ve su tıkaçı neticesinde serpantin ısı verimi önemli ölçüde azalır. Her ne kadar buhar sıcaklığı ve taze kondens sıcaklığı başlangıçta aynı ise de serpantin yüzeyinden ısıtılan maddeye herhangi bir ısı transferi gerçekleştiğinde kondens sıcaklığı düşecektir. Bunun neticesi olarak da kondens sıcaklığı ile serpantin yüzeyinin arasındaki sıcaklık farkı ile ısı akış

olarak da kondens sıcaklığı ile serpantin yüzeyinin arasındaki sıcaklık farkı ile ısı akış oranı düşecektir. Daha sonra da su ile serpantin yüzeyi arasındaki ısı iletim katsayısının, yoğuşan buhar ile serpantin arasındaki ısı iletim katsayısından daha düşük olduğu görülecektir. Bu iki olayın neticesinde de kondens ihtiva eden serpantin tarafındaki ısı akış miktarının, buhar dolu olan serpantin tarafındaki ısı akış miktarından daha düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Serpantine gelen buhara daha çok yer açmak için kondensi mümkün olduğu kadar boşaltmak gerekir. Bu durumda tahliye olan kondenste bulunan kullanılabilir bir miktar enerjiden faydalanılamayacaktır. Kondenste ki bu mevcut enerjinin kullanılmasına bu çalışmanın ilerideki bölümlerinde değinilecektir

3.2. Kondens Birikimi

Isıtma yüzeylerinde kondens suyu birikimi ısıtma gücünün düşmesine sebep olur.



Şekil 3.2 Kondens suyu birikiminin ısı transferine etkisi*

* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.27

Isıtma yüzeyi sırasıyla kızgın buhar, doymuş buhar ve kondens suyu ile temasa geçer, ısıtılacak olan akışkan sudur. Burada aşağıdaki ısı geçiş değerleri sözkonusudur.

Kızgın buhar bölgesinde	$k \cong 92 \text{ W/m}^2\text{K}$ (335 kJ/ m ² h K)
Doymuş buhar bölgesinde	$k \cong 1160 \text{ W/m}^2\text{K}$ (4187 kJ/ m ² h K)
Kondens bölgesinde	$k \cong 400 \text{ W/m}^2\text{K}$ (1465 kJ/ m ² h K)

Bu değerlerin gösterdiğine göre, doymuş buhar kullanılması durumunda ısıtma gücü kızgın buhar kullanımına göre 12 defa, kondens kullanımına göre ise 4 defa daha büyüktür.

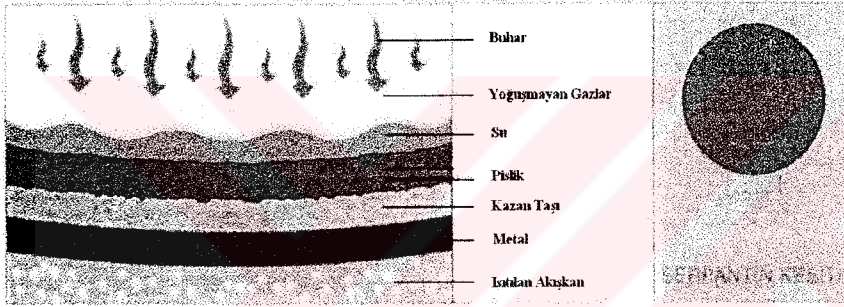
3.3. Isıtma Yüzeyi

Bir tarafında buhar diğer tarafında ısıtılacak madde olan ve ısı transferinin üzerinden gerçekleştiği yüzeye ısıtma yüzeyi denir. Yukarıdaki örnekte ısıtma yüzeyi serpantin yüzeyidir. Buhardan, ısıtılacak maddeye azami ısı transferi sağlamak için ısıtma yüzeyinin her noktasının çok iyi değerlendirilmesi gerekir. Isıtma yüzeyinin bir kısmının üstü kaplanmış ise, buhardan ısıtılan maddeye olan ısı transferi azalacaktır. Bu olay, buhar yerine kondensin toplanması gibi netice verir. Isıtma yüzeyi su ile kaplı olacak ve belli sürede bütün ısıtma yüzeyinin kullanıldığı zamanki kadar buhardan ısıtılacak maddeye ısı akışı elde edilemeyecektir.

Buhardan ısıtılacak maddeye iletilen toplam entalpi miktarını belirleyen üç etkenden biri ısı akışını sağlayan mevcut yüzeylerdir. Buhar ile ısıtılacak yüzeyin sıcaklık farkı ikinci etkendir. Toplam ısı akışına etki eden üçüncü etken ise ısı transfer katsayılarıdır. Örneğin ısı iletim katsayısı ısıtma yüzeylerinde ısı akışına mukavemet eden muhtelif tabakalara göre farklılık gösterir.

3.4. Isı İletimine Mani Olan Etkenler

Sekil 3.1 sadece bir serpantinın ısıtma yüzeyi ile temasta olan buhar ve kondensi göstermektedir. Bu şekillerde, buharın ısıtılacak maddeye direkt ısı iletimini engelleyen maddenin sadece metal yüzeyin olduğu gözükmemektedir. Ancak Şekil 3.4, bir ısıtma yüzeyinin daha gerçek durumunu göstermektedir. Hava filmi , su ve metal yüzey, etkili bir ısı iletimini etkileyen etkenlerdir. Yüzeyin ısıtılacak madde tarafında ise bir durgun madde filmi belki de sıcağından katılaşmış bir tabaka ısı iletimini engeller. Isı akışı bu filmler nedeniyle azalır. Katılaşan tabakaların devamlı temizlenmesi ve ısıtılacak maddenin karıştırılması ile transfer olan ısı miktarı artırılabilir.



Şekil 3.4 Isı transferine engel olan tabakalar*

Yüzeyin ısı veren tarafında pas, kir veya su damlaları ile kazandan gelen katı partiküller, tabakalar meydana getirirler. Devamlı temizleme, buhar ile iletilen su damlalarına mani olma gibi tedbirlerle direnç azalır. Hava ve kondens filmlerine de ısı transferini iyileştirmek açısından çok dikkat etmek gerekir.

Buhar soğuk ısıtma yüzeyine temas ettiği anda buharlaşma entalpisini verir ve yoğuşur. Yoğuşma, su damlacıkları veya ani bir su filmi meydana getirebilir. Damla yoğuşması meydana gelse dahi, damlalar hareket ederek toplanır ve bir film oluşturur. Filmin kalınlaşması neticesinde su, yüzey boyunca aşağıya doğru akmaya başlar. Su, ısı iletimi için iyi bir dirençtir. İnce bir su filmi bile kayda değer bir direnç gösterir. Sadece 0.25 mm kalınlığındaki bir su filminin gösterdiği direnç, 17 mm kalınlığındaki demir bir

* “Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi”, 1996, Yakacık, Armstrong Yayıncılık, İstanbul, s.5

tabakanın veya 130 mm'lik bakır bir tabakanın direncine eşdeğerdir. Yukarıda belirtilen hususlar mümkün olduğu kadar kuru buhar kullanmanın ve kondensin çok hızlı bir şekilde boşaltılmasının önemini vurgulamaktadır.

Hava filminin ısı transferi üzerinde çok fazla menfi etkisi vardır. Bu nedenle en etkin izolasyon maddesi, hava hücreleri ihtiva eden ve sıvıyı iletmeyen lifli malzemelerdir. Genellikle sadece 1 mm kalınlığındaki bir hava filminin ısı iletimine gösterdiği direnç, 1700 mm kalınlığındaki demir bir tabakaya veya 13 metre kalınlığındaki bakır bir tabakaya eşdeğerdir. Havanın buhar tesisatlarından tahliye edilmesi için gerekli hassasiyetin gösterilmesi şarttır.*

3.4.1. Hava ve Diğer Yoğuşmayan Gazların Etkisi

Hava, tesisat içerisinde ve buhar cihazları içerisinde ilk işletmeye alındığında mevcuttur. Ayrıca buhar kesildiği zaman hava tesisatın içerisine girerek ve kondens suyunda eriyerek kazana gelir.

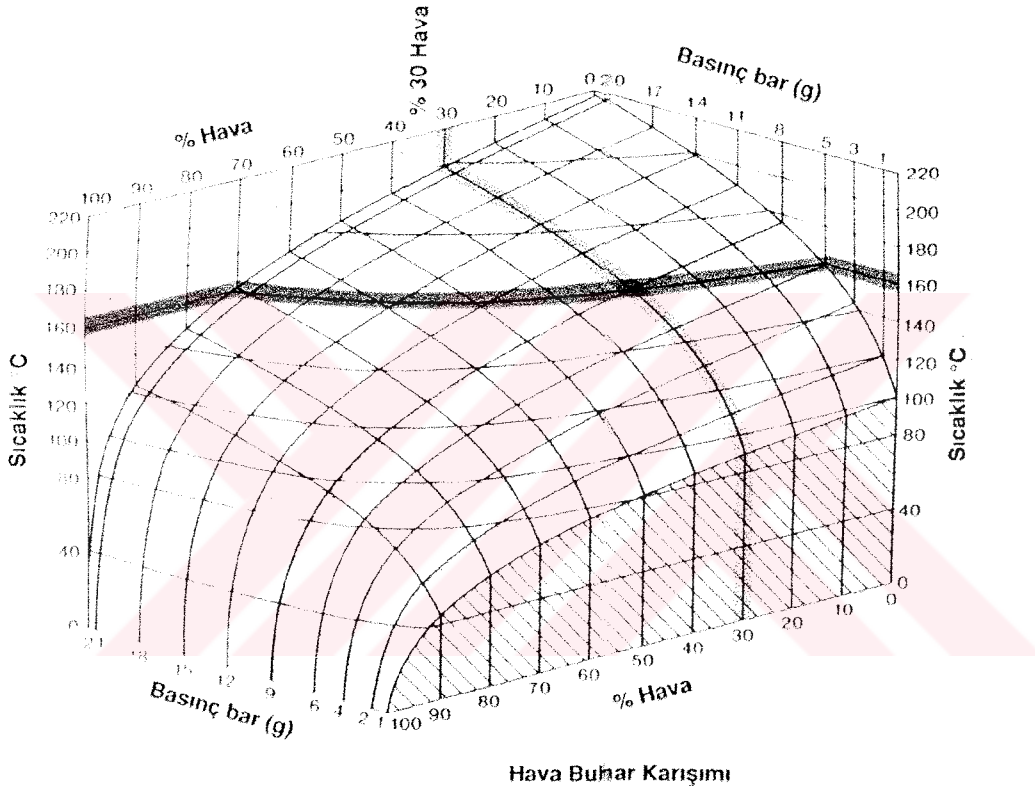
Hava ve diğer yoğuşmayan gazlar buhar tesisatlarına girdiğinde, buharın işgal edeceği hacmin bir kısmını kaplarlar. Buhar hacminde havanın bulunması o noktada ölçülen doymuş buhar basıncına karşılık gelen sıcaklığı vermez. Aşağıda buhar hava karışım oranları ve buna göre oluşan sıcaklık değerleri görülmektedir. Yoğuşan bir gaz olmayan havanın tahliyesi çok önemlidir.

Buhar, ısı transfer yüzeylerinde akarken hava ve diğer gazları da beraberinde taşır. Bu gazlar, yoğuşmadıklarından ve yer çekimi ile tahliyeleri mümkün olmadığından, buhar ve ısı transfer yüzeyleri arasında bir engel oluşturur. Havanın mükemmel yalıtım özelliği ısı transferini azaltır. Belirli koşullar altında buhar içinde %0.5 kadar az bir hacim kaplayan hava, ısı transferini %50 kadar düşürebilir.*

* "Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi", 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul, s.6

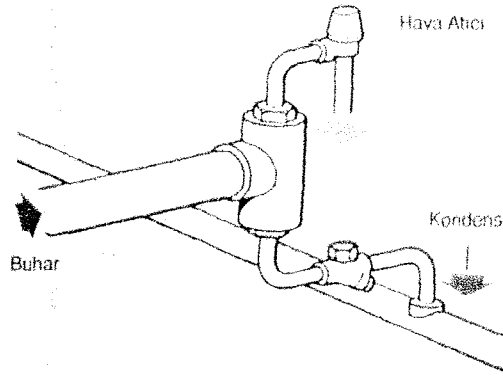
Yoğuşmayan gazlar (öncelikle hava) birikmeye devam ettiğinde ve tahliye edilmedikleri sürece buhar cihazını yavaş yavaş dolduracak ve buhar akışını durdurabileceklerdir. Bu durum buhar cihazında “hava sıkışması”na neden olacaktır.

Ana buhar hatlarında hava, hat sonlarından boşaltılır. Ana buhar devre sonunda havanın tahliyesi sistemin çabuk ısınması , daha fazla üretim ve korozyonu önlemek için gereklidir.



Şekil 3.4.1.a Farklı basınçlarda hava yüzdelerinin neden olduğu sıcaklık düşüşü *

* “Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi”, 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul, s.6



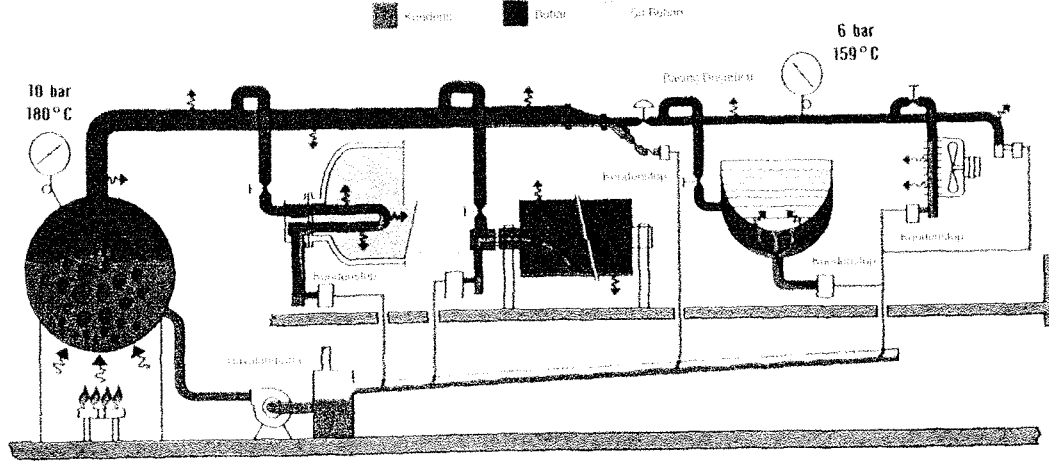
Şekil 3.4.1.b Buhar hattından hava alınması

3.5. Buhar Tesisatı

Kazanda üretilen buhar, ısı enerjisinin kullanılacağı yerlerde borular yardımı ile iletilir. Kazanı buhar kullanan yerlere doğrudan bağlayan bir ve birden fazla “Ana Buhar” hattı bulunur. Nispeten küçük yarı çaplarla da buhar çeşitli cihazlara iletilir.

Kazan çıkış vanası açıldığı zaman buhar aniden ana buhar devresine dolar. Boru başlangıçta soğuktur ve buharın ısı bırakma olayı gerçekleşir. Boru etrafındaki ortam, buhardan daha soğuk olması nedeniyle ortama bir ısı transferi olur. Bu ısı transferinden dolayı yoğuşan buhar su halinde borunun en üst kısmından en alt noktasına buhar akış yönünde taşır.

Buhar kullanılan bir cihazın girişindeki vananın açılması ile buhar, dağıtım borusundan cihazın içine nüfus eder ve kendisinden daha soğuk yüzeye temasa geçer. Böylece buhar buharlaşma ısını vererek, daha önceki serpantinle ısıtma tankında olduğu gibi yoğuşur.



Şekil 3.5 Buhar Devresi *

Şimdi, kazandan devamlı bir buhar akışı vardır. Bu durum devam ettiği sürede de buhar üretiminin devamı gereklidir. Bunun içinde kazanı yakıtla beslemek ve kazandan çekilen buharı tekrar üretmek için ilave su pompalamak şarttır

Doymuş suyun özgül entalpisi olan 4.186 kJ/kg'ın sıcaklığı 1°C yükselttiği bilinmektedir. Kazana ilave olarak soğuk su yerine ısıtılmış su verilmesi, suyu kaynama noktasına getirmek için verilmesi gereken entalpi miktarını azaltacaktır. Bunun neticesinde de buhar üretiminde gerekli olan yakıt miktarı önemli ölçüde azalacaktır. Ana buhar ve dağıtım borularında oluşan kondens, kazan besleme suyu olarak kullanılmaya hazırdır. Bu kondensin buhar alanlarından alınması ve ziyan edilmemesi gerekir.

* "Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi", 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul, s.5

3.6. Buhar ve Kondens Borularının aplarının Belirlenmesi

3.6.1. Buhar Borularının aplarının Belirlenmesi

Verilen bir buhar basıncından, 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 çap alındığında tesis maliyeti yükselir ve ısı kayıpları fazla olduğundan tesisatın verimi düşer.

Buhar hatlarındaki çap tayini, basınç kayıplarının kabul edilebilecek değerde kalması veya buhar hızlarının çok yüksek değerlere ulaşmaması esaslarına göre yapılır. Kısa ana buhar hatları ve dağıtım hatlarının çapları buhar hızı esas alınarak tayin edilir. Ancak uzun buhar hatlarında basınç kayıpları dikkate alınarak buhar dağıtım noktalarının gerekli buhar basıncına ulaşması kontrol edilmelidir.

3.6.1.1. Hıza Göre ap Tayini

Büyük çaptaki borularla ve yüksek basınçta iletilen doymuş buhar için kabul edilen azami buhar hızı genellikle 40 m/s alınır. Bu değer orta çaplar için 25 m/s, daha küçük çaplar için ise 15 m/s alınır. 40 m/s gibi yüksek buhar hızları, enerji santrallerinde ve bazı proses devrelerindeki büyük buhar çaplarında, 60 m/s ve daha yüksek buhar hızları ise kızgın buhar hatlarında görülür.

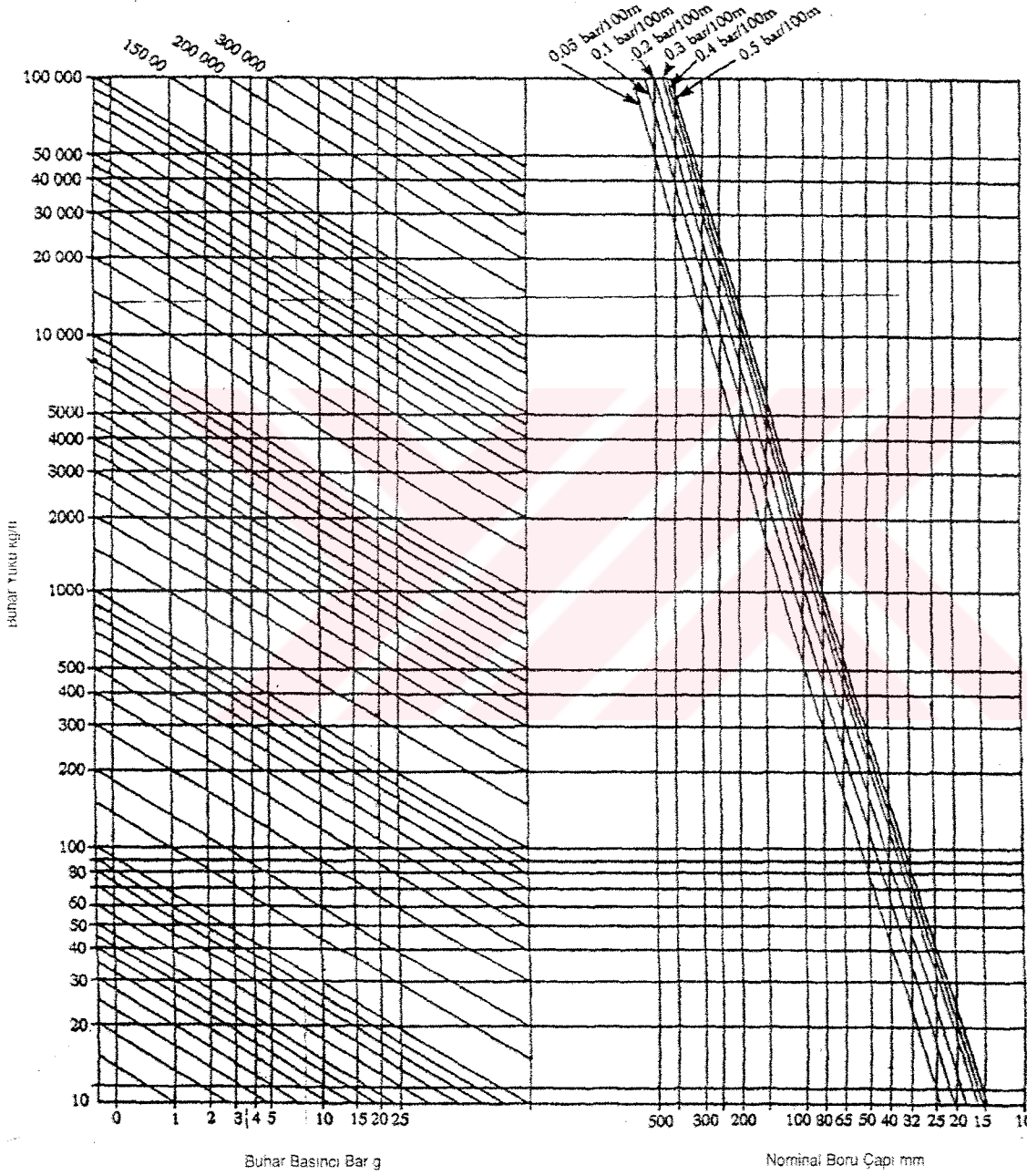
Tablo 3.6.1.1. Boru Çaplarına Göre Buhar Kapasitesi (kg/h)*

Basınç (bar)	Hız (m/s)	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250
0,7	15	7	16	25	40	59	109	166	250	431	680	1006	1708	2791
	25	12	25	45	72	100	182	287	430	716	1145	1575	2816	4629
	40	18	37	68	106	167	298	428	630	1108	1712	2417	4523	7251
1	15	8	17	29	43	65	112	182	260	470	694	1020	1864	2814
	25	12	26	48	72	100	193	300	445	730	1160	1660	3099	4869
	40	19	39	71	112	172	311	465	640	1150	1800	2500	4815	7333
2	15	12	25	45	70	100	182	280	410	715	1125	1580	2814	4545
	25	19	43	70	112	162	295	428	656	1215	1755	2520	4815	7425
	40	30	64	115	178	275	475	745	1010	1895	2925	4175	7578	11997
3	15	16	37	60	93	127	245	385	535	925	1505	2040	3983	6217
	25	26	56	100	152	225	425	632	910	1580	2480	3440	6779	10269
	40	41	87	157	250	357	595	1025	1460	2540	4050	5940	10476	16470
4	15	19	42	70	108	156	281	432	635	1166	1685	2460	4618	7121
	25	30	63	115	180	270	450	742	1080	1980	2925	4225	7866	12225
	40	49	116	197	295	456	796	1247	1825	3120	4940	7050	12661	19663
5	15	22	49	87	128	187	352	526	770	1295	2105	2835	5548	8586
	25	36	81	135	211	308	548	885	1265	2110	3540	5150	8865	14268
	40	59	131	225	338	495	855	1350	1890	3510	5400	7870	13760	23205
6	15	26	59	105	153	225	425	632	925	1555	2625	3400	6654	10297
	25	43	97	162	253	370	658	1065	1520	2530	4250	6175	10629	17108
	40	71	157	270	405	595	1025	1620	2270	4210	6475	9445	16515	27849
8	15	32	70	126	190	285	475	800	1125	1990	3025	4540	8042	12625
	25	54	122	205	320	465	810	1260	1870	3240	5220	7120	13140	21600
	40	84	192	327	510	730	1370	2065	3120	5135	8395	12470	21247	33669
10	15	41	95	155	250	372	626	1012	1465	2495	3995	5860	9994	16172
	25	66	145	257	405	562	990	1530	2205	3825	6295	8995	15966	25860
	40	104	216	408	615	910	1635	2545	3600	6230	9880	14390	26621	41011
14	15	50	121	205	310	465	810	1270	1870	3220	5215	7390	12921	20538
	25	85	195	331	520	740	1375	2080	3120	5200	8500	12560	21720	34139
	40	126	305	555	825	1210	2195	3425	4735	8510	13050	18630	35548	54883

* ÜNLÜ Cafer, 1996, "Buhar Tesisatları ve Buhar Cihazları El Kitabı", Spirax Sarco, Intervalf Yayını, İstanbul, s.14

3.6.1.2. Basınç Kaybına Göre Çap Tayini

Buhar borularında çap tayinleri, diyagramdan basınç kayıp değeri 0.3 bar/100 m'nin altında kalacak şekilde yapılır.*



Şekil 3.6.1.2 Basınç kaybına göre çap tayini

* ÜNLÜ Cafer, age, s.15

3.6.2. Kondens Borularının Çaplarının Belirlenmesi

Kondens boruları ölçüleri hesaplanırken, kondenstop çıkışında devam eden kondens suyu tesisatı için tekrar buharlaşma gözönüne alınmalıdır. Çok küçük bir basınç düşüşü ile bile oluşan çürük buhar miktarı, pratikte kaynama sıcaklığında tahliye edilen kondensin hacim olarak birkaç katıdır. Örneğin; 1,2 bar'dan 1,0 bar'a genişlemede hacim artışı tam 17 kattır.

Bu gibi durumlarda, kondens suyu tesisatının ölçüsünün tespiti için çürük buhar miktarının esas olarak alınması yeterlidir. Çürük buhar için akış hızı, su çekici darbelerinin, zarar verici akış gürültülerinin ve aşınmanın önlenmesi için çok yüksek seçilmemelidir. Burada tecrübelerle dayanan kullanılabilir değer olarak, boru tesisatının sonunda, toplama deposunun veya basınç düşürücünün girişinde 15 m/sn'lik bir akış hızı esas alınabilir. Boru tesisatı için elde edilen iç çaplar Tablo 3.6.2.a ve Tablo 3.6.2.b yardımı ile hesaplanabilir.

Uzun hatlarda ($\geq 100\text{m}$) ve büyük kondens miktarlarında muhtemelen oluşacak çok yüksek karşı basınçların önlenmesi için, genişleme buharının hızının temel olarak alındığı, hesaplanmış basınç kayıpları tespit edilmelidir. (Şekil 3.6.2.a ve Şekil 3.6.2.b)

Kondens suyunun çoğunlukla sıvı şeklinde aktığı hallerde (kondens suyunun fazla soğutulması veya çok küçük basınç farkı gibi) boru tesisatı çapının tespitinde kondens hızı mümkünse $\geq 0,5$ m/sn alınmalıdır. Seçilmiş olan akış hızı ile bağıntılı olarak boru tesisatı nominal ölçüsü, Şekil 3.6.2.c'den tespit edilebilir.

Kondensin pompalar yardımıyla nakli durumunda kondens, basınçlı tesisatta doğal olarak sadece sıvı fazda bulunur. Burada boru ölçüsünün tespiti sırasında ortalama olarak 1,5 m/sn civarında hızlar kabul edilebilir. Buradan elde edilen boru anma ölçüsü Şekil 3.6.2.c'de görülebilir.

Tablo 3.6.2.a 100 kg/h için kondens boru çapları (mm)*

Genleşme Öncesi		Kondens Tesisatı Sonundaki Basiñç (bar)																			
Basiñç (bar)	Sıcaklık (°C)	0,2	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	15,0
1,0	99	35,7	16,0	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2	104	37,9	18,0	10,0	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	111	40,1	20,6	12,9	9,5	6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,0	120	44,2	23,5	15,8	12,6	10,3	7,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,5	127	46,8	25,5	17,7	14,5	12,3	9,2	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	133	48,8	27,1	19,2	16,0	13,9	10,7	7,3	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,5	138	50,4	28,4	20,4	17,1	15,0	11,9	8,5	6,0	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,0	143	52,0	29,6	21,5	18,2	16,0	12,9	9,7	7,3	5,3	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	147	53,3	30,5	22,3	19,0	16,9	13,7	10,5	8,1	6,3	4,7	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,0	151	54,3	31,5	23,1	19,8	17,7	14,4	11,2	8,9	7,1	5,6	4,2	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-
6,0	155	55,7	32,3	23,9	20,5	18,4	15,2	11,9	9,6	7,9	6,5	5,1	4,0	2,7	-	-	-	-	-	-	-
7,0	158	56,5	33,0	24,5	21,1	18,9	15,7	12,4	10,1	8,4	7,0	5,7	4,6	3,5	2,1	-	-	-	-	-	-
8,0	170	59,9	35,5	26,7	23,1	20,9	17,6	14,2	11,9	10,2	8,9	7,7	6,7	5,8	4,8	4,0	-	-	-	-	-
9,0	175	61,3	36,4	27,5	23,9	21,7	18,3	14,9	12,6	10,9	9,5	8,4	7,4	6,6	5,5	4,8	2,4	-	-	-	-
10,0	179	62,3	37,2	28,2	24,6	22,3	18,9	15,5	13,1	11,4	10,0	8,9	7,9	7,1	6,0	5,3	3,3	2,1	-	-	-
12,0	187	64,4	38,7	29,5	25,7	23,5	19,9	16,5	14,1	12,3	11,0	9,8	8,9	8,0	7,0	6,2	4,5	3,6	2,8	-	-
15,0	197	66,9	40,5	31,0	27,2	24,8	21,5	17,7	15,2	13,4	12,0	10,8	9,9	9,1	8,0	7,2	5,6	4,8	4,2	2,9	-
18,0	206	69,0	42,0	32,3	28,4	26,0	22,3	18,7	16,2	14,3	12,9	11,7	10,8	9,9	8,8	8,0	6,5	5,7	5,1	3,9	2,5
20,0	211	70,2	42,9	33,0	29,0	26,6	22,9	19,2	16,7	14,8	13,4	12,2	11,2	10,4	9,2	8,4	7,0	6,2	5,6	4,4	3,1
25,0	223	72,9	44,8	34,7	30,6	28,1	24,2	20,4	17,9	15,9	14,5	13,2	12,2	11,4	10,2	9,3	7,9	7,1	6,5	5,4	4,2
30,0	233	75,1	46,3	36,0	31,8	29,2	25,3	21,4	18,8	16,8	15,3	14,0	13,0	12,1	10,9	10,0	8,6	7,8	7,2	6,1	4,9
35,0	241	76,8	47,5	37,0	32,7	30,1	26,1	22,1	19,5	17,5	15,9	14,6	13,6	12,7	11,4	10,5	9,2	8,4	7,8	6,7	5,5
40,0	249	78,5	48,7	38,0	33,6	31,0	26,9	22,9	20,1	18,1	16,5	15,2	14,1	13,2	12,0	11,0	9,7	8,6	8,2	7,1	6,0
45,0	256	80,0	49,7	38,8	34,4	31,7	27,5	23,5	20,7	18,6	17,0	15,7	14,6	13,7	12,4	11,4	10,1	9,3	8,6	7,5	6,3
50,0	263	81,4	50,7	39,6	35,2	32,5	28,2	24,1	21,2	19,1	17,5	16,2	15,1	14,2	12,8	11,8	10,5	9,6	9,0	7,9	6,7

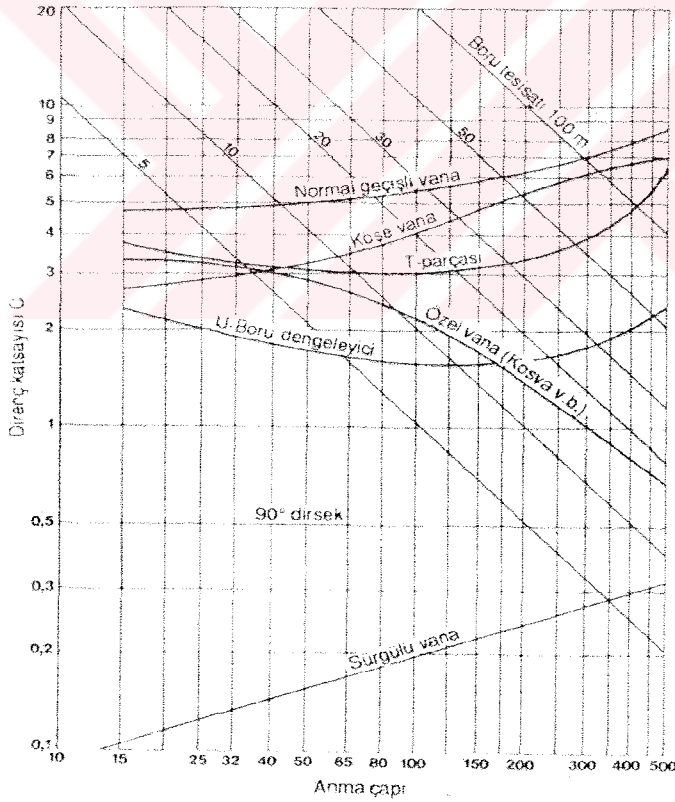
* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.104

Tablo 3.6.2.b Farklı kondens miktarları için düzeltme faktörleri

kg/h	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Faktör	1,0	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
kg/h	1000	1500	2000	3000	5000	8000	10000	15000	20000
Faktör	3,2	3,9	4,5	5,5	7,1	8,9	10,0	12,2	14,1

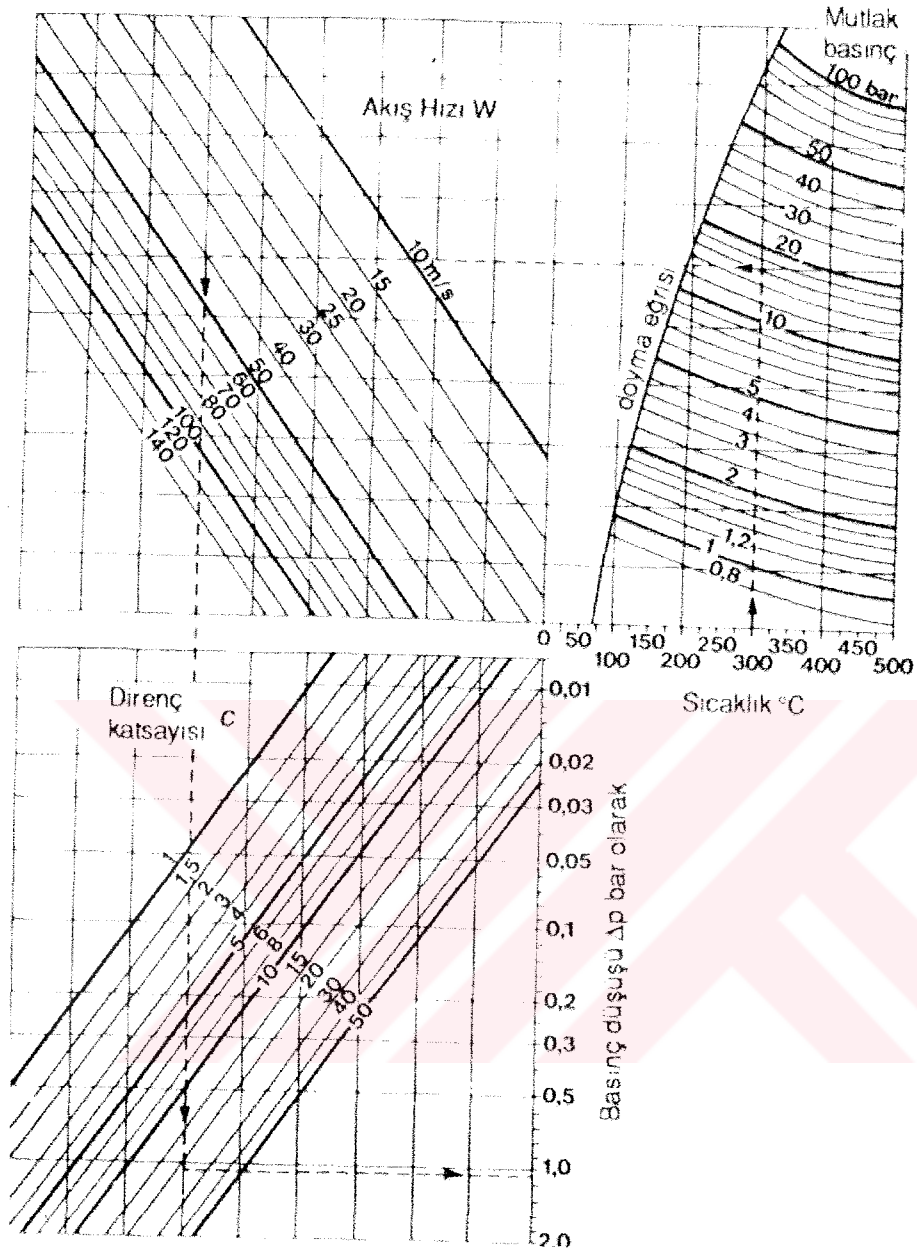
Gerçek çapın tespit edilebilmesi için Tablo 6.3.2.a'daki değerler yukarıdaki faktörlerle çarpılmalıdır.

Aynı anma çapında verilmiş olan boru tesisatı parçaları için Şekil 3.6.2.a'dan direnç katsayısı ζ tespit edilir. Tüm tekil değerlerin toplamı ($\Sigma \zeta$) ve işletme şartları ile birlikte Şekil 3.6.2.b'den toplam basınç düşüsü Δp bar cinsinden elde edilir.



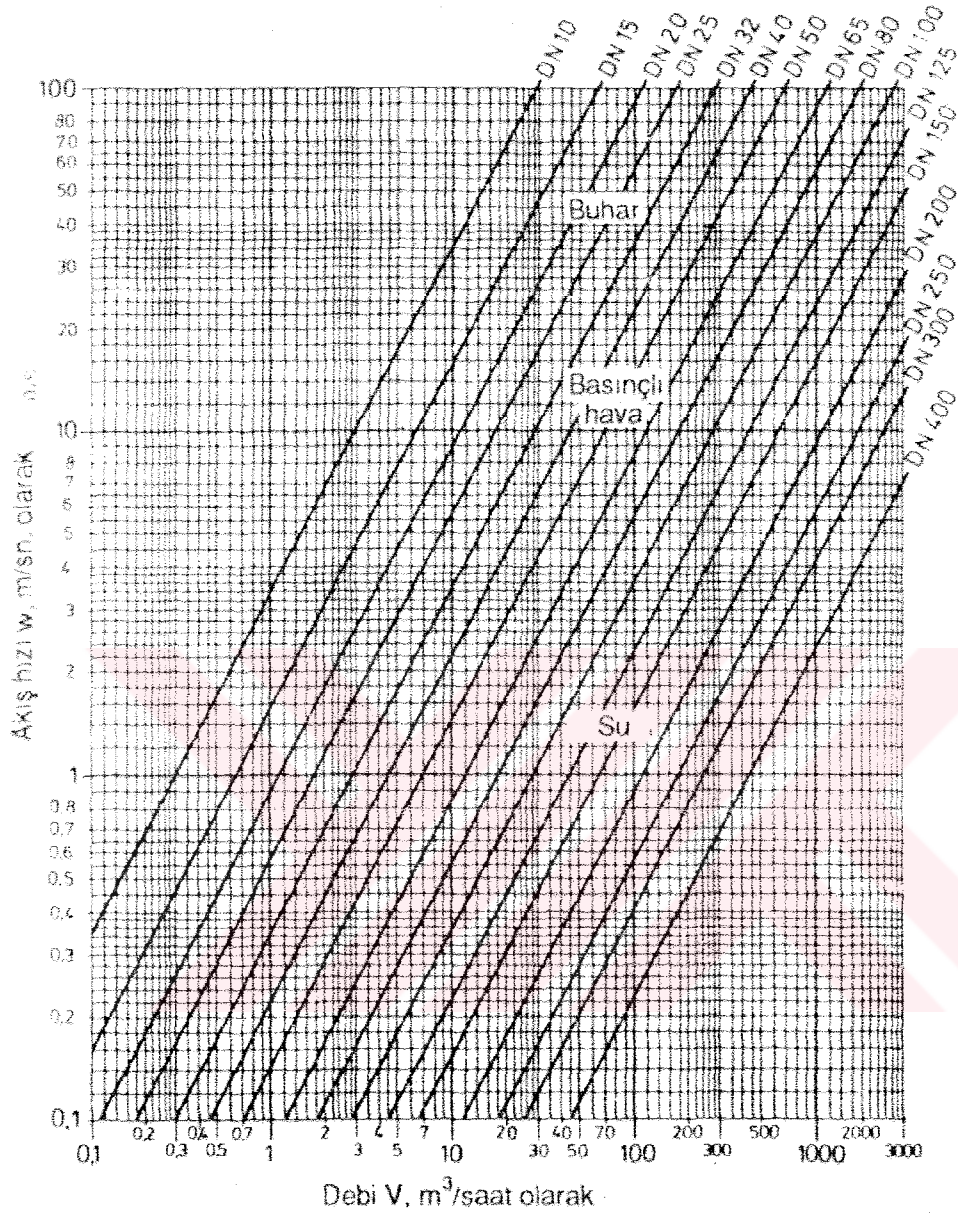
Şekil 3.6.2.a Direnç katsayısı tespiti *

* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.105



Şekil 3.6.2.b Toplam basınç düşüşü*

* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.106



Şekil 3.6.2.c Akış hızına göre nominal kondens boru çapı*

* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.107

4. KONDENSTOPLAR

İşletmelerde enerji sarf edilerek üretilen buharın azami ısı veriminden faydalanmak gerekir. Ancak, buhar sistemlerinde çeşitli nedenlerden ısı kayıpları meydana gelir ve böylece buharın bir kısmı kondense dönüşür. Bu kondens, buharın kalitesini düşürmesinin yanında sisteme koç darbesi ve kavitasyon gibi çeşitli zararlar verir. Sistemin ısı veriminden azami oranda faydalanmak için kondensstoplar kullanılır.

Buhar yoğunlaşırken buharlaşma entalpisi açığa çıkar. Kondens, sadece doymuş suyun entalpisini ihtiva eder. Azami ısı transferini sağlamak için kondensin buhar hacminden çıkartılması gerekir. Buharla beraber olan, ısı iletimini engelleyen hava ve diğer gazlarında tahliye edilmesi gerekmektedir. Kondensstoplar; hava, gaz ve kondensi otomatik olarak tahliye eden fakat buharı tutan cihazlardır.

4.1. Kondensstoplardan Beklenen Özellikler

Kondensstoplar aşağıdaki fonksiyonları yerine getirmelidirler.

- **Kondensin taze buhar olmaksızın tahliyesi:** Tüm buharlı sistemlerde radyasyon ve konveksiyon ile ısı transferi gerçekleşirken, buharın bir kısmı kondens haline dönüşür, meydana gelen bu kondens proseste verimliliğe ve ürün kalitesine etki eden çok önemli bir faktördür. Oluşan kondensin buhar hatlarında birikimi sonucunda; buhar üretme merkezinden gelen kuru buhar, kendisinden önce gelip yoğunlaşan ve soğuyan kondens ile karşılaşarak önemli derecede taze buhar sarfiyatı oluşur. Bu kaybın dışında, kondens ısıtma yüzeylerinde bir tabaka oluşturarak ısı iletkenliği de düşürür. Buharın kondens ile teması halinde buhar darbeleri bir şekilde yoğunlaşarak çekiçlemelere neden olur. Kondensin yer yer birikim yaptığı durumlarda; sisteme verilen basınçlı buhar hatta biriken kondensi sürükleyerek büyük bir kuvvetle yüzeylere çarparak koç darbelerini oluşturur. Çekiçleme ve koç darbelerinin sonucunda ekipmanların ömrü kısalmır, yüzeylerde delinmeler, aşınmalar ve hatta çok tehlikeli patlamalar oluşur.

- **Sistemdeki hava ve diğer yoğuşmayan gazların tahliyesi:** Kazan besleme suyunda çözülmüş halde bulunan karbonatlar buharlaşma esnasında CO₂ açığa çıkarır. Buhar, kazanı terk ederken genellikle içinde biraz hava veya gaz bulunur. Ayrıca hava, buhar kapatıldığı zaman bütün hacimlere dolar, tekrar açıldığında hava ve gazlar daha tahliye olmadan buhar ile karışır. Buharla karışan hava ve diğer yoğuşmamış halde bulunan gazlar ısı transferini düşüren en önemli sebeplerden biridir. Bu yüzden, mümkün olduğu kadar çabuk ve bütünüyle ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Uzaklaştırılmadığı takdirde ısı transfer katsayısı düşük dolayısıyla prosese aktarılan ısı miktarı o kadar az olacaktır. Ayrıca buhar ile beraber gelen CO₂ gazı, hatlarda ve ekipmanlarda korozyon başlangıcına neden olur. Unutulmamalıdır ki kaplama malzemeleri içinde en etkili yalıtkan, iletken olmayan fiberler arasında hapsolmuş çok ufak hava taneciklerinden oluşan maddelerdir. Hava ısı transferine karşı demirden 1500 kat, bakırdan ise 13000 kat daha çok dirençlidir. Bir başka deyişle 0.025 mm kalınlığında bir hava tabakası, ısı transferine 330 mm kalınlığında bir bakır duvar ile aynı direnci gösterecektir. Buhar, ısıtma veya proses sistemi iç yüzeyinde yoğuştuğu zaman hava yoğunlaşmadan ince bir yalıtkan tabaka olarak kalır. Böylece buharla karışan hava miktarı arttıkça yalıtkan tabakanın kalınlığı da o oranda artar. Bu filmin kalınlığı arttıkça ısıtılan malzemeye gereken ısının sağlanabilmesi için kullanılan buharın daha yüksek basınç ve sıcaklıkta olması zorunluluğu doğar. Kısacası hava buharla karışmadan veya tabaka halinde ısı transfer yüzeyine birikmeden sistemden uzaklaştırılmalıdır.
- **Koç darbelerine dayanım:** Kondenstop, özellikle buhar hatlarında biriken hava odacıklarının oluşturduğu koç darbelerine karşı mukavim olmalı ve bu gibi ani darbeler ile zarar görmeyecek aksama sahip olmalıdır.
- **Karşı basınç:** Sistemde karşı basınç miktarı giriş basıncına yaklaştığı durumlarda kondenstop etkilenmemeli ve verim düşüklüğüne neden olmamalıdır.
- **Isıtma prosesinin etkilenmemesi:** Kondens, sistemden birikme yapmadan dolayısıyla düşük ısı transferi ile ısıtmayı negatif olarak etkilemeden atılmalıdır.

- **Kondens suyu sıcaklığından yararlanma:** Gerekli durumlarda, örneğin ısıtma apareylerinde, kondens suyunun ısısından maksimum derecede verim elde edilmelidir.
- **Üniversal kullanım imkanı:** Kondenstoplar, geniş basınç ve debi aralığında, büyük basınç ve debi değişimlerine karşı uyum sağlayabilecek şekilde olmalıdır.
- **Düşük Masraf:** Kondenstoplar, uygun şekilde seçildikten sonra yerleştirilirken ve çalışma esnasında; basit montaj, seyrek bakım, korozyona karşı mukavemet, kirlenmeden etkilenmeme, donmaya karşı emniyet, su çekici darbelerine dayanım ve uzun ömür şartlarını yerine getirmesi beklenir.

4.2. Kondenstop Seçimi İçin Önemli Kriterler

Hiçbir kondenstop tüm kullanım şartları için elverişli değildir. İşletme durumuna bağlı olarak uygun kondenstopu seçmek önemlidir. Kondenstop seçimi için şu bilgilere ihtiyaç vardır.

- **Kullanılacak Ünite:** Uygulama alanlarına göre öncelikli veya alternatifli olarak seçilmesi gereken tipler, boyut ve bağlantı şekli belirlenmelidir.
- **Buhar Basıncı:** Giriş basıncına bağlı olarak oluşan kondens miktarı hesaplanmalıdır. Giriş basıncı, ekipman çıkışı ile kondenstop girişi arasındaki basınçtır
- **Karşı basınç:** Kondenstop çıkışındaki basınç bilinmeli, büyüklüğüne göre kondenstop seçimi yapılmalıdır.
- **Saatte oluşan kondens miktarı:** Oluşacak kondens yükünün hesaplanması şarttır. Uygulama alanlarına bağlı olarak oluşabilecek kondens miktarının belirlenebilmesi için kullanılan hesaplar “Bölüm 5.3” te ele alınacaktır.

Bu bilgilere dayanılarak kondensstop boşaltma kapasitesi diyagramlarından yararlanılarak tip ve çap seçilir. Ancak bu seçimde aşağıdaki hususlarda göz önünde bulundurulmalıdır.

- Ağır, büyük hacimli bir kondensstop, imalat maliyetleri kondensstopun temin fiyatına yaklaşan veya geçebilen konsollara ve tutuculara gereksinim duyulur, ısıtım yoluyla kayıplar büyük olabilir.
- Hava atma kabiliyeti kötü ve tam olarak sudan arındırılmış bir eşanjörde, uzun ısıtma süreleri ile mamul için çok yüksek imalat maliyetleri veya mamulün, gerekli ısıtma süresinin uzamasına (imalat maliyetlerinin yükselmesi) veya kayıpların oluşmasına (fire miktarının artması) yol açacak şekilde dengesiz ısıtılması söz konusu olmaktadır.
- Fabrikadan yeni çıkmış cihazlar da dahil olmak üzere belli kondensstop sistemlerindeki çalışma prensibine bağlı buhar kayıpları, duruma göre kısa işletme süreleri sonunda bile kondensstop bedelini aşan masraflara yol açar. Çalışma prensibine bağlı buhar kayıpları tüm termodinamik prensibe göre çalışan kondensstoplar (örneğin: termodinamik kondensstoplar ve ters kovalı kondensstoplar) için geçerlidir.
- Kondensstop yardımıyla ısıtma yüzeyinde kondens ısının kullanılması belirgin bir ısı ekonomisi sağlar.
- Dışarıda bulunan kondensstop ve kondens tesisatlarının donması önemli imalat aksamalarına yol açabilir.
- Ucuz, tamir edilemeyen tip bir kondensstopun kullanılması, uzun vadede, biraz daha pahalı ama sökülebilen ve tamir edilebilen tip bir kondensstopa oranla daha büyük masraflara yol açabilir.

- Mümkün olduğu kadar az fakat niversal amaçlı kondensstop tipinin kullanılması, daha basit stok kontrolü ve bakım personelinin o tip üzerinde uzmanlaşması sebebi ile tamir işlemlerindeki çabuk teşhis ve başarı sayesinde maliyet düşürücü bir unsur olacaktır.

4.3. Kondensstop eşitleri

Kondensstoplar 3 temel çalışma prensibine göre çalışmaktadırlar.

a) Mekanik Prensiple alışan Kondensstoplar: Buhar ile kondens arasındaki yoğunluk farkını algılar ve kondensi buhar sıcaklığında tahliye ederler.

- Ters kovalı kondensstoplar
- şamandıralı kondensstoplar
- Serbest şamandıralı kondensstoplar

b) Termostatik Prensiple alışan Kondensstoplar: Buhar ile kondens arasındaki sıcaklık farklarını algılayarak kondensi buhar sıcaklığının altında tahliye ederler.

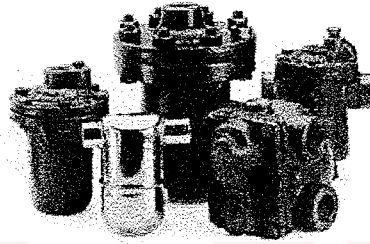
- Denge basınçlı termostatik kapsüllü kondensstoplar
- Denge basınçlı termostatik körüklü kondensstoplar
- Bimetalik kondensstoplar

c) Termodinamik Prensiple alışan Kondensstoplar: Kondens ile flaş buhar arasındaki dinamik farkları algılar ve kondensi buhar sıcaklığına yakın tahliye eder

4.3.1 Mekanik Prensiple Çalışan Kondenstoplar

4.3.1.1. Ters Kovalı Kondenstoplar

Ters kovalı kondenstoplar, buhar ile kondensin yoğunluk farkından dolayı kovanın hareketi ve mekanik olarak da kovaya bağlı olan valfin açılıp kapanması ile çalışırlar.

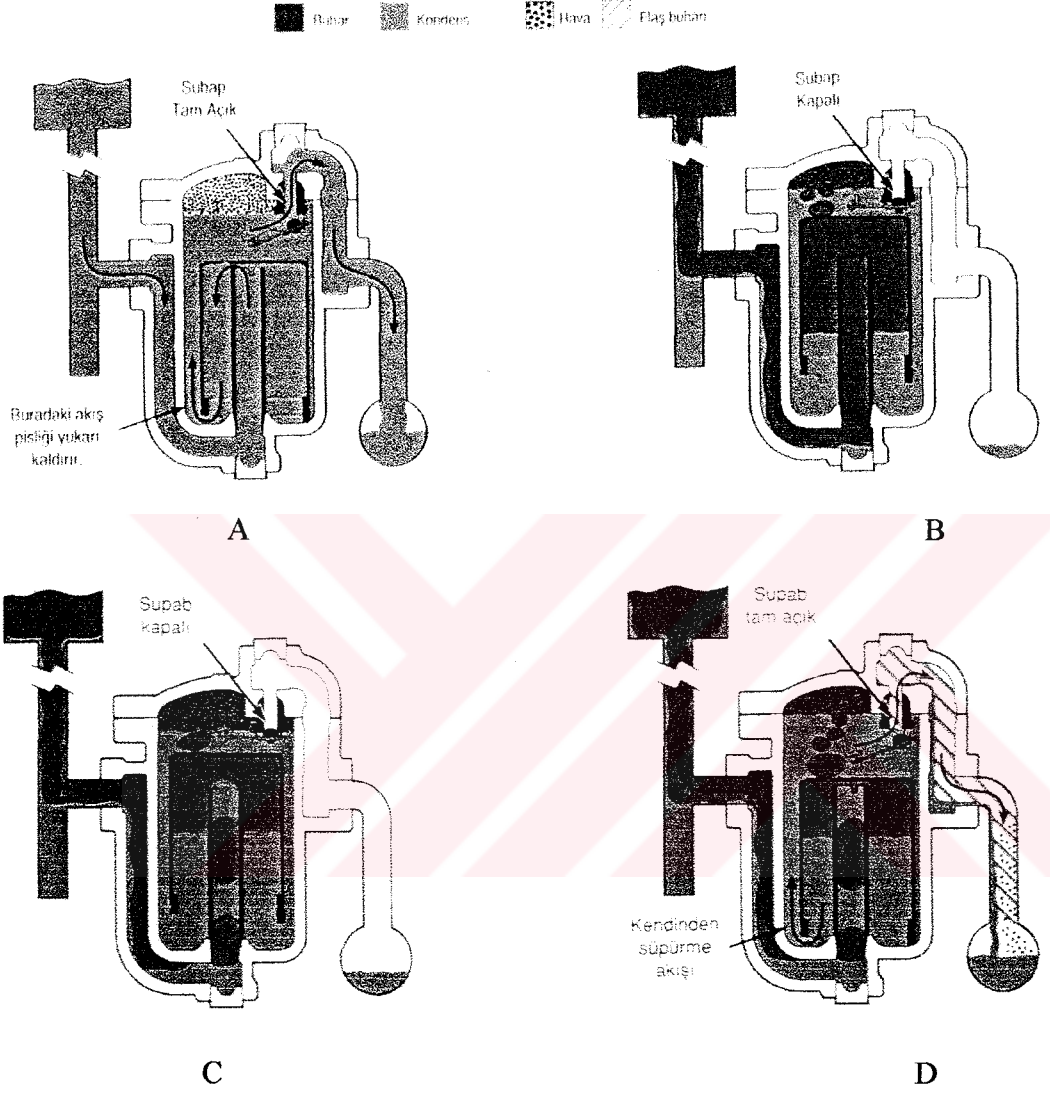


Şekil 4.3.1.1 Ters Kovalı Kondenstoplar

4.3.1.1.1. Ters Kovalı Kondenstopların Çalışma Prensibi

Kondenstop, buhar ısıtmalı ünite ile kondens dönüş kollektörü arasındaki tahliye hattına monte edilmelidir. Devreye almada, kova aşağıda ve supabı tam açıktır. İlk kondens girip kovanın altından akarken, kondenstop gövdesini doldurur ve kova tamamen batıktır. Kondens açık supaptan dönüş kollektörüne tahliye olur (1). Ayrıca buhar, kovanın altından kondenstopa girer, yükselir ve kovayı yüzdürerek üstte toplanır. Kova yükselir ve sıkıca kapanana kadar supabı site doğru kaldırır. Hava ve karbondioksit sürekli kovadaki delikten geçer ve kondenstopun üzerinde birikir. Hava atıcıdan geçen buhar, kondenstopun radyasyonu ile yoğunlaşır (2). Giren kondens kovayı doldurmaya başlarken, kova, vana (supab) kolu üzerinde bir çekiş uygulamaya başlar. Kondens yükselmeye devam ederken, supabı fark basıncına karşı açmasına kadar daha fazla kuvvet uygulanır (3). Supab açılmaya başlarken, supabtaki basınç kuvveti azalır. Daha sonra, kova hızla batar ve supabı tamamen açar. Kondens önce biriken hava tahliye edilir.

Kovanın altındaki akış, pislikleri kaldırır ve kondensatın dışına süpürür. Buhar kovayı kaldırana kadar tahliye devam eder. Çevrim tekrarlanır (4).



Şekil 4.3.1.1.1 Ters Kovalı Kondensatörlerin Çalışması*

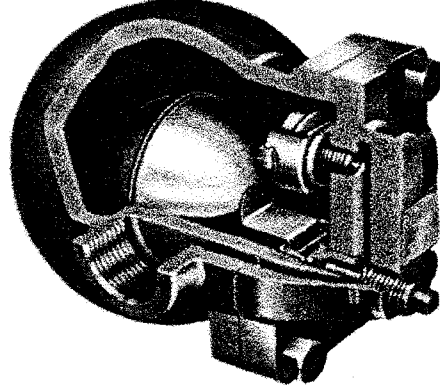
* "Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi", 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul, s.8-9

4.3.1.1.2. Ters Kovalı Kondenstopların Özellikleri

- Değişken yüklerin tahliyesi için aynı çap kondenstoplar değişik orifis çaplarına sahiptirler.
- Sağlam bir konstrüksyona sahip olmaları nedeni ile koç darbelerine karşı dayanıklıdırlar
- Kondensi oluştuğu anda tahliye etmesi nedeni ile ısı verimi yüksektir.
- Daima düz monte edilme zorunluluğu vardır.
- Kovanın üst kısmındaki deliğinden bir miktar buhar kaçır, ancak bu ihmal edilebilecek miktarlardadır.
- İçinde sürekli suyu muhafaza etmesi gerektiği için açık bölgelerde don tehlikesine maruz kalabilir.

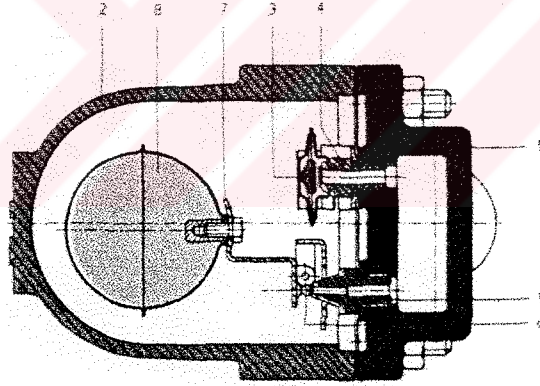


4.3.1.2. Şamandıralı Kondenstoplar



Şekil 4.3.1.2.a Şamandıralı Kondenstop*

Şamandıralı kondenstoplar, paslanmaz çelik içi boş bir şamandıra, ona bağlantı kolu ile bağlı valf ve termostatik elemandan oluşur. Buhar ilk olarak devreye verildiğinde sistem içindeki hava ve diğer yoğuşmayan gazların atılması için şamandıralı kondenstoplar içinde termostatik hava atıcılar bulunmaktadır.



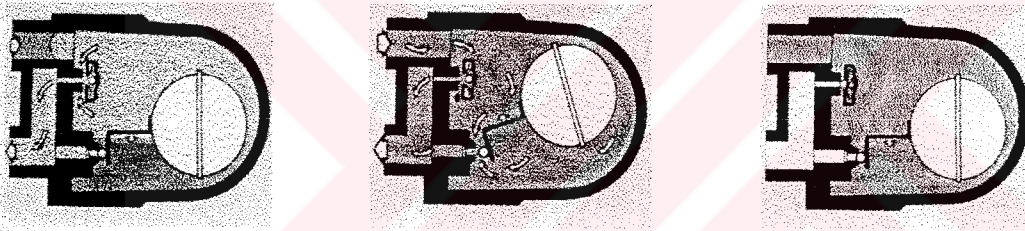
Parça No	Parça Adı	Parça No	Parça Adı
1	Gövde	5	Şamandıra Siti
2	Kapak	6	Kapama Valfi
3	Termostatik Kapsül	7	Şamandıra Kolu
4	Kapsül Siti	8	Şamandıra

4.3.1.2.b Şamandıralı Kondenstopun Elemanları

* ÜNLÜ Cafer, age, s.19

4.3.1.2.1. Şamandıralı Kondenstopların Çalışma Prensibi

Devreye alma sırasında, düşük sistem basıncı havayı termostatik hava atıcıdan dışarı atar. Atılan havayı normalde yüksek kondens yükü izler ve ana supabı açan şamandırayı kaldırır. Geri kalan hava açık olan hava atıcıdan tahliye olmaya devam eder (1). Kondenstopa buhar geldiğinde termostatik hava atıcı daha yüksek sıcaklığı algıladığından kapanır. Kondens ana süpabdan akmaya devam eder. Supabın pozisyonu, kondensin kondenstopa akışıyla aynı miktarda tahliye için şamandıra tarafından ayarlanır (2). Buhar geldiğinde şamandıra aşağıya doğru hareket eder ve valf sistemi kapanır. Valf sistemi üzerinde devamlı olarak su kalacak şekilde dizayn edildiğinden, su sızdırmazlığı vardır. Bu nedenle canlı buhar kaçağı kesinlikle söz konusu olmaz (3).



Şekil 4.3.1.2.1 Şamandıralı Kondenstopun Çalışması*

4.3.1.2.2. Şamandıralı Kondenstopların Özellikleri

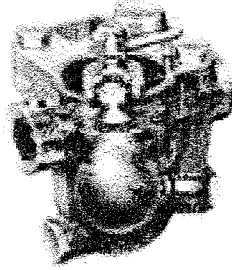
- Değişken buhar basıncı, kondensi tahliye edilen ısı transfer ünitesindeki basıncın maksimum buhar basıncından, belirli koşullar altında vakum basıncına kadar değişebilmesi anlamına gelir. Basıncın sıfıra düşmesi durumunda kondens tahliyesi sadece yer çekimi kuvveti ile sağlanır. Düşük buhar basınçlarında önemli miktarlarda hava serbest kalabilecektir. Şamandıralı kondenstopların verimli çalışması bu özel şartlara cevap verir.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.19

- Düşük fark basınçlarında tahliye kapasitesinin düşmesi dışında, karşı basıncın şamandıralı kondenstopun çalışması üzerinde ters etkisi yoktur. Kondenstop kapalı kalır ve yüksek karşı basınç yüzünden buhar kaçırmaz.
- Kondensi olduğu anda tahliye etmesi nedeniyle ısı verimi yüksektir. (Kondenstop girişinde kondens birikmesi yoktur.)
- Valf sistemi üzerinde devamlı olarak su kalacak şekilde dizayn edildiğinden, canlı buhar kaçağı söz konusu olmaz.
- Termostatik hava tahliye elemanı sayesinde havayı en iyi tahliye eden kondenstoplardandır.
- Paslanmaz çelik olan iç parçaları korozyon ve aşınmayı önler.
- Kondenstopun verimli çalışması için şamandıranın aşağı yukarı hareketi sağlanmalıdır.
- Kondenstop, toplayıcı ünitenin altına takılmalı ve sistemin kondens çıkışına olabildiğince yakın bulunmalıdır.
- İçi boş şamandıra, aşırı koç darbelerinden etkilenebilir.
- Konstrüktif olarak filtre yerleştirilemediğinden öncesinde bir filtre kullanma zorunluluğu vardır.

4.3.1.3. Serbest Şamandıralı Kondenstoplar

Bir kontrol haznesinde yukarı-aşağı hareket edebilen paslanmaz çelik içi boş bir şamandıra ve termostatik hava tahliye elemanından oluşmuştur.

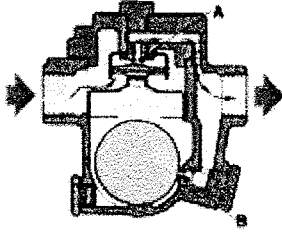


Şekil 4.3.1.3. Serbest Şamandıralı Kondensstop *

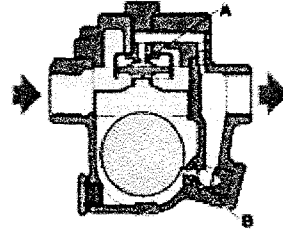
4.3.1.3.1. Serbest Şamandıralı Kondensstopların Çalışma Prensibi

Sisteme buhar verildiğinde, ilk olarak, kondensstop içindeki soğuk olan termostatik elemandan hava ve yoğuşmayan gazlar A valfinden tahliye olur. Soğuk kondens kondensstop içine ulaştığında kontrol haznesine dolan kondens şamandırayı yukarı kaldırır ve B valfi açılır. Bu sırada hava A valfinden tahliye olmaya devam eder (1). Soğuk kondens ve hava deşarj olduktan sonra kondensstop içine giren sıcak kondensin ısısını, termostatik eleman hissederek ve kapanır, ancak bu sıcak kondens açık olan B valfinden deşarj olmaya devam eder (2). Çalışma esnasında herhangi bir sıcaklık düşmesi termostatik eleman tarafından algılanır ve A valfi açılır. Aynı şekilde oluşacak kondens için B valfi açılacaktır (3). Kondensstoptan bütün kondens deşarj olduktan sonra gelen taze buhar şamandıra ile kapanan B valfinden geçemez. Bu durum kondensin tekrar oluşup şamandırayı yukarı kaldırmasına kadar devam eder (4).

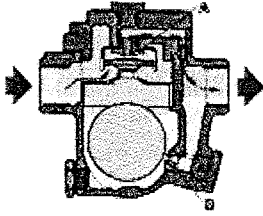
* <http://www.tlv.com>



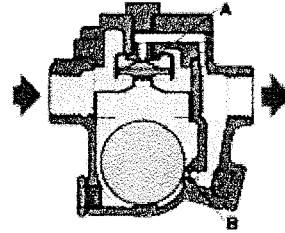
(1)



(2)



(3)



(4)

4.3.1.3.1 Serbest Şamandıralı Kondenstopun Çalışması

4.3.1.3.2. Serbest Şamandıralı Kondenstopların Özellikleri

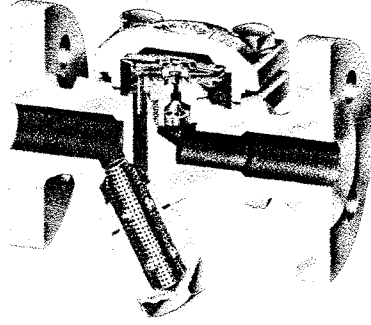
- Kondensi, bekletme yapmadan, oluştuğu anda tahliye ederler.
- Ani basınç ve yük değişimlerine cevap verebilir.
- Valf sistemi üzerinde devamlı olarak su kalacak şekilde dizayn edildiğinden, canlı buhar kaçağı söz konusu olmaz.
- Termostatik hava tahliye elemanı sayesinde havayı en iyi tahliye eden kondenstoplardandır.
- Paslanmaz çelik olan iç parçaları korozyon ve aşınmayı önler.

- Kondenstop, toplayıcı ünitenin altına takılmalı ve sistemin kondens çıkışına olabildiğince yakın bulunmalıdır.
- İçi boş şamandıra, aşırı koç darbelerinden etkilenebilir.



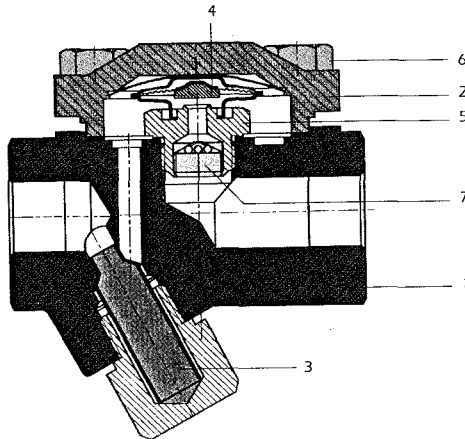
4.3.2. Termostatik Prensiple Çalışan Kondenstoplar

4.3.2.1. Denge Basıncılı Termostatik Kapsüllü Kondenstoplar



Şekil 4.3.2.1.a Denge Basıncılı Termostatik Kapsüllü Kondenstop*

Denge basıncılı termostatik kapsüllü kondensstopların ana parçaları, termostatik membranlı kapsül, valf ve orifis yatağıdır. Termostatik kapsüllü kondensstoplarda, asıl işlevi termostatik kapsül yapar. Kapsül, içerisinde bulunan özel alaşımdan üretilmiş membranın yine özel bir metotla kaynak edilmesi ile oluşur. Son kaynak tamamlanmadan önce ölçülmüş bir miktar sıvı kapsül içine şırınga edilir ve sızdırmaz bir şekilde kaynak işlemi tamamlanır. Özel sıvı, doymuş buhar eğrisini kullanım alanına ve tiplerine göre 5 °C, 10 °C ve 30 °C altında takip eder.



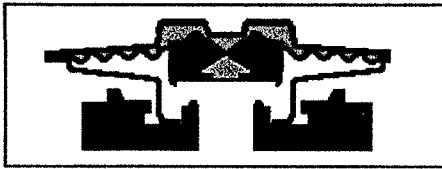
* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.10

Parça No	Parça Adı	Parça No	Parça Adı
1	Gövde	5	Sit
2	Kapak	6	Kapak Cıvataları
3	Filtre	7	Çekvalf
4	Termostatik Kapsül		

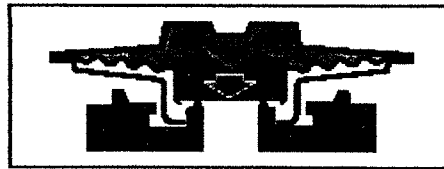
Şekil 4.3.2.1.b Denge Basıncılı Termostatik Kapsüllü Kondenstopların Elemanları

4.3.2.1.1. Denge Basıncılı Termostatik Kapsüllü Kondenstopların Çalışma Prensibi

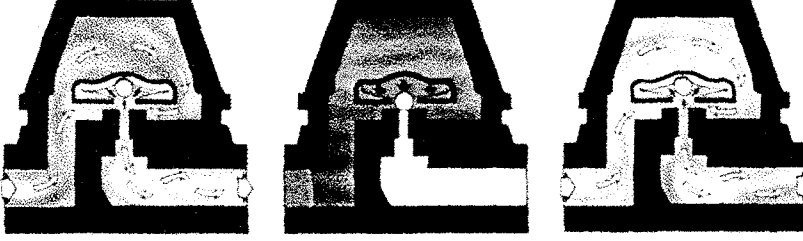
Kapsül içinde doymuş buhar sıcaklığının altında buharlaşabilen bir sıvı bulunmaktadır. Sistem çalışmadığı veya devreye yeni sokulma anında sistemde mevcut soğuk kondens ve düşük basınç nedeni ile kapsül içindeki sıvı tamamen yoğuşmuş durumdadır. Kapsül içindeki basınç servis basıncından daha düşük olduğu için membrana bağlı valf diski ok yönünde iterek (a) orifisi açar ve sistemde mevcut soğuk kondens tahliye edilir. Tahliye şekli yüksek basınçlarda püskürtme ve tahliye arasında sıkı kapanarak, düşük basınç ve yüklerde sürekli şeklindedir. Kondens sıcaklığındaki artışla beraber membran içindeki sıvıda buharlaşmaya dolayısıyla hacmi büyümeye başlar. Kapsül içindeki basınç yükselir ve membrana bağlı valf diski orifise doğru iter (b). Böylece ortam sıcaklığı buhar doyma sıcaklığına ulaştığında kondenstop tamamen kapanmış olur.



(a)



(b)



Şekil 4.3.2.1.1. Termostatik Kondestopun Çalışması*

4.3.2.1.2. Termostatik Kapsül Tipleri, Özellikleri ve Kullanım Alanları

Termostatik kapsül, diğer tüm iç aksamaların olduğu gibi paslanmaz malzemeden imal edilmiştir. Membran, asitli ve klorlu bileşikler içeren kondens ortamlarına dahi yüksek direnç göstermektedir. Termostatik kapsüller üç tipte üretilir:

- 1) Yüksek Sıcaklık Kapsülü: Kuru buharın kullanım zorunluluğu olan proseslerde seçilecek kapsül tipidir. Bu tipte kapsül buhar doyma sıcaklığının 5 C altında kapanır. Özellikle tekstil sanayinde, kurutma ünitelerinde, el ve pres ütülerinde ve lastik sanayinde kullanılır.
- 2) Standart Sıcaklık Kapsülü: Kondensin başaltılması sırasında birikim oluşmadan tahliye olayını gerçekleştirmek için kullanılır. İdeal enerji tasarrufu sağlanır. Buhar doyma sıcaklığının 10 C altına inen kondens kapsül açılmasıyla tahliye gerçekleşir.
- 3) Flaş buhar miktarının az olması gereken ve mevcut kondensin entalpisinden de yararlanılmasında fayda olan uygulamalarda kullanılarak yüksek oranlarda enerji tasarrufu sağlanır. Isıtma amaçlı buhar tüketicilerinde, özellikle uzun takip hatlarında, aparey, serpantin, mutfak cihazları, ceketli ısıtıcılar, vb. yerlerde kullanılabilirler. Buhar doyma sıcaklığının 30 C altında açıp tahliyeyi gerçekleştirirler.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.21

4.3.2.1.3. Denge Basıncılı Termostatik Kapsüllü Kondenstopların Özellikleri

- Karşı basınçtan etkilenecek şekilde sistemde aşırı kondens birikmesine neden olmaz.
- Hava ve diğer yoğunlaşmayan gazları çabuk tahliye ederek sistemin çabuk ısınmasını sağlar.
- Basınç dengeli kapsül nedeni ile koç darbelerine karşı dayanıklıdır.
- Paslanmaz çelik olan iç parçaları korozyon ve aşınmayı önlediğinden uzun ömürlüdür.
- Herhangi bir arıza durumunda kondensstopu gövdesiyle değiştirmek ve/veya sökmek yerine (ki bu hem gövdenin ziyan olması hem de boru hattında yapılacak kesme - kaynatma vb. işlemleri ek iş ve işçi maliyetleri getirecektir) sadece 4 adet somunun açılarak kapak içinde mevcut membran kapsülün değiştirilmesi yeterli olacaktır.
- Diğer çoğu kondensstoplarda olduğu gibi herhangi bir bağlantı türü zorunluluğu yoktur. Her tür bağlantıda kondensstop % 100 verimle çalışır.
- Kondens tahliye miktarının artırılması gövde dizayn değişikliği ile mümkündür. Bir gövdede birden fazla kapsül kullanılarak tahliye kapasitesini 2 veya 3 katına çıkarmak mümkündür. Asıl eleman kapsülün özelliğinden de anlaşılacağı üzere tahliye kapasiteleri çap değişikliklerine olduğu kadar kapsülün tipine ve sayısına da bağlıdır.
- Kızgın buharda sıcaklık doymuş buhar sıcaklığına göre çok yüksek olduğu için membran kapsül içindeki doymuş buhar eğrisini takip edecek şekilde ayarlanmış sıvı basınca göre çok yüksek bir sıcaklık ile karşılaştığı için kitleme yapar. Dolayısıyla kızgın buhar hatlarında kullanılamazlar

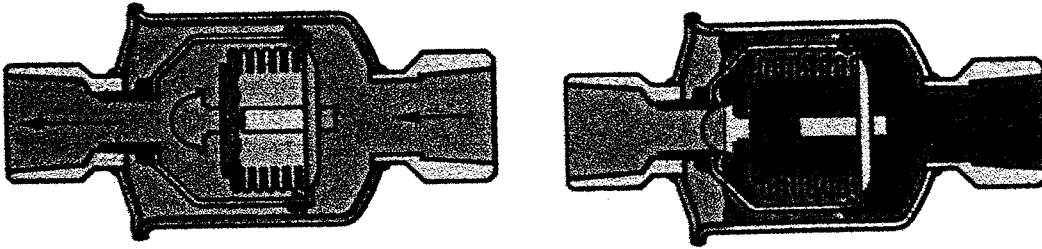
4.3.2.2. Denge Basıncı Termostatik Körüklü Kondenstoplar

Denge basınçlı termostatik kapsüllü kondenstoplardaki kapsülün yerini burada körük almıştır. Buhar, termostatik körük içindeki basıncı artırır ve körüğün genişmesi ile orifis kapanarak kondenstopun kapanmasına neden olur. Kapalı durumda kondens ve yoğuşmayan gazlar kondenstop girişinde sıcaklığı düşürür ve körük büzülür ve orifis açılır. Termostatik elemanın körük olması nedeni ile koç darbelerine dayanımının düşük olmasının yanısıra diğer özellikleri termostatik kapsüllü kondenstop gibidir.

4.3.2.2.1. Denge Basıncı Termostatik Körüklü Kondenstopların

Çalışma Prensibi

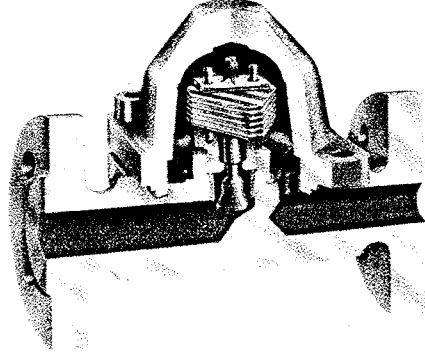
Devreye alınma sırasında, kondens ve hava buharın önünde doğrudan kondenstopa iletilir. Termostatik körük elemanı tamamen büzülmüştür. Buhar körüğe yaklaşıp kadar supab açık durumdadır (1). Kondenstoptaki sıcaklık artarken, süratle körük elemanını ısıtır ve içindeki basınç kondenstop gövdesindeki sistem basıncıyla dengede olduğunda, körüğün yay etkisi elemanın genişmesine neden olur ve supabı kapatır. Kondenstoptaki sıcaklık, doymuş buhar sıcaklığının birkaç derece altına düştüğünde, dengelenmiş basınç körüğü büzer ve supabı açar (2).



Şekil 4.3.2.2.1 Termostatik Körüklü Kondenstopun Çalışması *

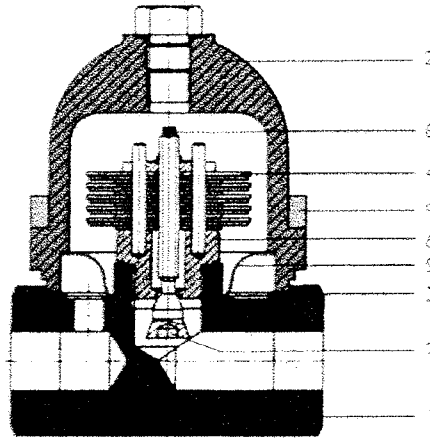
* "Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi", 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul, s.12

4.3.2.3. Bimetalik Kondenstoplar



Şekil 4.3.2.3.a Bimetalik Kondenstop*

Bimetalik kondensstoplarda ana elemanlar valf ve bimetalin kendisidir. Bimetal farklı genleşme katsayılarına sahip iki ayrı metal plakadan oluşan kompozit bir malzemedir. Bu tür kompozit bir plaka ısıtıldığında iki metalin genleşme katsayıları arasındaki farktan dolayı konkav ve konveks bir genleşme oluşur. Dizayn esnasında da bahsi geçen bükülme ve oluşan kuvvet faktörü göz önüne alınır. Düşük genleşme katsayısı olan metal yüzeyleri aşağıya dönük şekilde monte edilirler ve genleşme esnasında valfi aşağıya doğru iterler.



* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.22

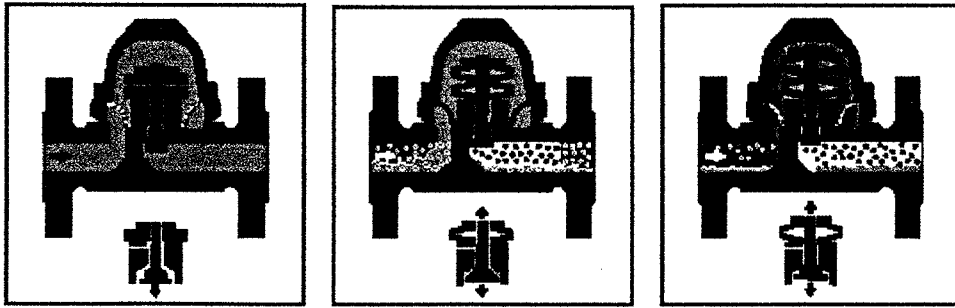
Parça No	Parça Adı	Parça No	Parça Adı
1	Gövde	6	Sit
2	Kapak	7	Valf
3	Kapak Contası	8	Ayar Vidası
4	Bimetal Plakalar	9	Kapak Cıvataları
5	Filtre		

Şekil 4.3.2.3.b Bimetalik Kondenstopun Elemanları

4.3.2.3.1. Bimetalik Kondenstopların Çalışma Prensibi

Sisten soğuk durumda iken valf açıktır ve yoğuşmayan gazlar ve soğuk kondens tahliye edilir. Sistem devrede iken kondenstopa gelen kondensin soğuması ile büzülen bimetalik plakalar valfi yataktan çekerek kondensin tahliyesini sağlarlar (a). Sıcak kondens geldiğinde, değişik sıcaklıklarda olan bükülme miktarları çıkıntılarının boyları ile orantılı olduğundan uzun çıkıntılar ve daha sonra kısa olanlar sırasıyla bükülürler. Dolayısıyla valfi kadamelei olarak yatağına doğru iterler, sıcaklık arttıkça uygulanan kuvvet de artar ve yatağı sabitleştirir. (b)

Çalışma prensibinden de anlaşılacağı gibi, eleman kondensi buhar haznesinde tutar ve sıcaklığının birkaç derece inmesini bekler. Uygulamada bu özellik göz önünde bulundurulmalıdır. Boşaltma şekli, basınca ve sıcaklığa bağlı olarak sürekli veya damlatma şeklindedir.



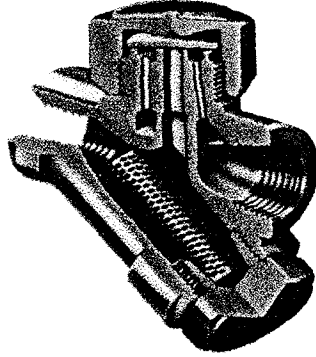
Şekil 4.3.2.3.1 Bimetalik Kondenstopun Çalışması*

* Gestra Digital 4-97 CD, "Special Equipment and Vessels for Heat Recovery"

4.3.2.3.2. Bimetalik Kondenstopların Özellikleri

- Koç darbeleri ve korozif kondense karşı dirençleri çok yüksektir.
- Kondens tahliyesi buhar sıcaklığının altında gerçekleştiği için istenirse ayar vidası ile yapılan ayarlama sonucu kondensin gizli ısısından yararlanılır.
- Yüksek sıcaklık ve basınçlarda kızgın buhar hatlarında rahatlıkla kullanılabilirler.
- Tüm termostatik kondenstoplarda olduğu gibi hava ve yoğuşmayan gazların tahliyesi mümkündür.
- Bimetalik plakaların bağlı olduğu valf karşı basıncın herhangi bir sebepten artışı ile oluşan ters akırlarda çekvalf görevi görerek sistemde karşı basıncın artmasını önler.
- Donma olayından etkilenmezler
- Diğer termostatik kondenstoplarda olduğu gibi bağlantı şekli zorunluluğu yoktur. x ekseninde paralel olabileceği gibi y ekseninde veya bu eksenlere belli açılarda bağlanabilir. Bu bağlantı şekillerinin hepsinde kondensstop %100 verimle çalışır.
- Kondensin buhar sıcaklığına yakın olması gereken sistemlerde iyi netice vermeyebilirler. Çünkü gerek yük değişimleri gerekse sıcaklık değişimlerine karşı belli bir süre içinde tepki göstereceğinden buharın kullanıldığı ekipmanda probleme sebep olabilirler.
- Bimetal plakaların hareket ettirdiği valfin ayar vidasından ayarının yapılması zorunluluğu bakım sonrası oluşan ek bir işçilik maliyeti getirdiği gibi optimum ayar sadece uzman şahıslar tarafından yapılabilmektedir.

4.3.3. Termodinamik Prensiple Çalışan Kondenstoplar

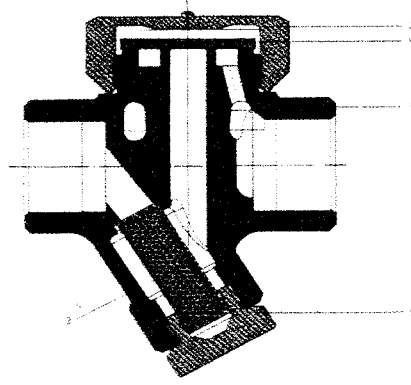


Şekil 4.3.3.a Termodinamik Kondestop*

Termodinamik kondenstoplar, buhar ve kondensin dinamik basınç farkına (termodinamik özelliklerine) göre kesintili çalışan ve sıcak kondensi tahliye eden kondenstoplardır.

Termodinamik kondenstoplar giriş-çıkış bağlantılarından oluşan, gövde, sit, diskin oturduğu boşluğun kapağı, açma-kapama işlemini gerçekleştiren disk ve filtreden oluşurlar. Gövde aynı merkezli iki yatak çemberine sahiptir. İç çember, girişi, dış çember ise dış yuvayı çevreler. Bu yatak çemberlerinin arasında çıkış delikleri vardır. Yatak çemberlerinin yüzeyleri çok duyarlı olarak düzgün şekilde işlenip leplenmiştir. Dolayısıyla disk her iki çemberin üzerine aynı anda oturur ve kondenstopun kapalı pozisyonda olması için giriş-çıkış arasında vana görevi yapar. Üst kapak ise diskin yukarı hareketini sınırlayan alt yatağın izdüşümü şeklinde düşünülmüş bir yüzeye sahiptir. Bu durumda diskin üstünde her zaman bir boşluk mevcuttur. Bu boşluk "Kontrol Haznesi" olarak adlandırılır ve disk ile üst yatak kenarları arasında kondenstopun en önemli görevini üstlenir. Disk dış çember üstüne oturduğunda kontrol haznesini çıkıştan ayırır.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.18

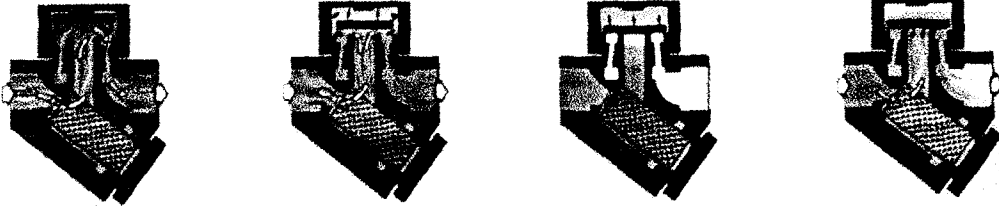


Parça No	Parça Adı
1	Gövde
2	Kapak
3	Filtre
4	Disk
5	Sit

Şekil 4.3.3.b Termodinamik Kondensstopun Elemanları

4.3.3.1. Termodinamik Kondensstopların Çalışma Prensibi

Sisteme buhar verildiğinde, soğuk kondens ve hava kondensstopa gelerek disk kaldırır ve tahliye kanalından dışarı atılır (1). Kondens ısındığında basınç artar ve daha hızlı şekilde tahliye devam eder. Bu sırada kondens ve buhar karışımı diskin altından radyal şekilde merkezden dışarı doğru akar. Buhar aynı ağırlıktaki kondensden daha fazla hacime sahiptir ki bu da akışın hızını artırır. Sıcaklık arttıkça bu hız maksimum hıza ulaşır. Diskin altındaki kondens-buhar karışımının yüksek hızı bir basınç düşüsüne neden olur ve flaş buhar diskin yanlarından kontrol haznesine dolar (2). Disk üzerindeki flaş buharın basınç kuvveti, disk altındaki basınç kuvvetinden etki alanının büyüklüğü nedeniyle daha fazla olduğundan disk aşağı iner ve kondensstop kapanır (3). Sistemde tekrar bir kondens birikmesi olduğunda disk üzerindeki flaş buhar ısı kayıpları nedeniyle yoğunlaşır. Kondens diski yukarı kaldırır ve tahliye deliğinden kondens hattına aktarılır (4).



Şekil 4.3.3.1 Termodinamik Kondenstopun Çalışması *

4.3.3.2. Termodinamik Kondenstopların Özellikleri

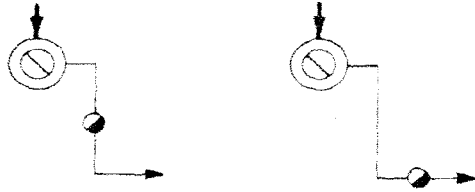
- Dizayn itibariyle basit ve hafiftirler. Hareketli tek eleman diskdir. Koç darbelerinden ve korozif kondenssten etkilenmezler.
- Yüksek basınç ve kızgın buharda kullanılabilirler. Titreşimlerden ve ısıl şoklardan ve don olayından etkilenmezler.
- Kondenstop girişinde kondens biriktirmesi yapmadan, kondensi oluştuğu anda tahliye eder.
- Kapatma esnasında diskin çıkardığı ses duyulacağından çalışması basit olarak kontrol edilebilir.
- Sistem ilk devreye alındığında kondensstopa fazla miktarda boru hattında birikmiş hava geldiğinde disk kilitlenebilir
- Sistemde karşı basınç giriş basıncının % 80'ini aşarsa kondensstopa disk kapama veya açma yapamaz. Ayrıca sistem basıncı 0.25 bar'ın altına düşerse yine aynı şekilde disk çalışmaz.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.18

5. KONDENSTOP TESİSATLARI

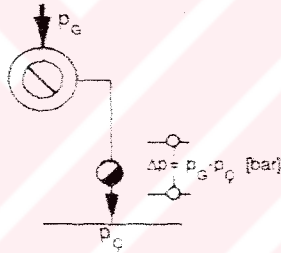
5.1 Kondens Tahliyesinin Temel Kuralları*

- Kondens ısı eşanjöründen kusursuz akmalıdır.



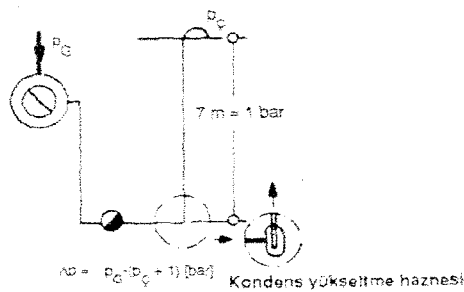
Şekil 5.1.a

- Kondensstop için minimum hidrostatik basınç farkı gerekir.



Şekil 5.1.b

- Kondens suyu kondensstop çıkışına yüksekte bulunan hatta verildiğinde fark basıncı her 7 m etkin yükseklik için yaklaşık 1 bar düşer.



Şekil 5.1.c

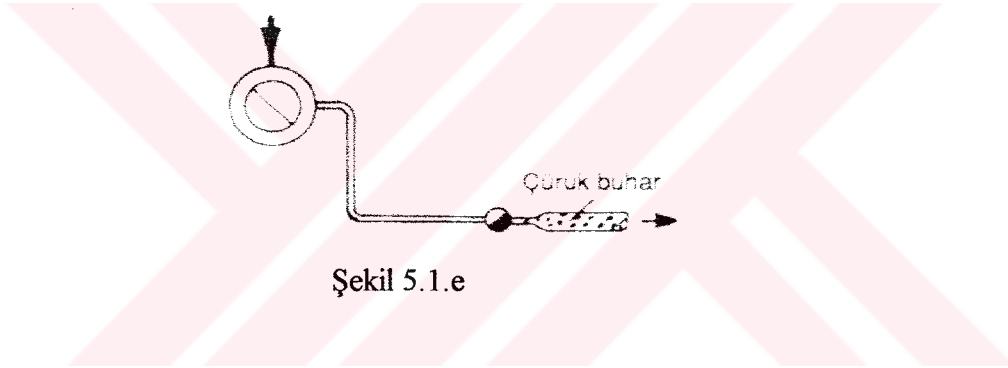
* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.23-33

- Kondens suyunun kondensstop önünde yükseltilmesi gerektiğinde, özel önlemler alınmalıdır.



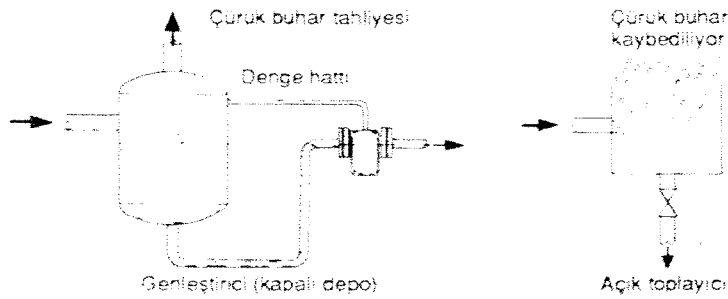
Şekil 5.1.d

- Kondensstop çıkışındaki borular, Çürük buhar sebebi ile karşı basıncın aşırı yükselmesini önleyecek şekilde ölçülendirilmelidir.



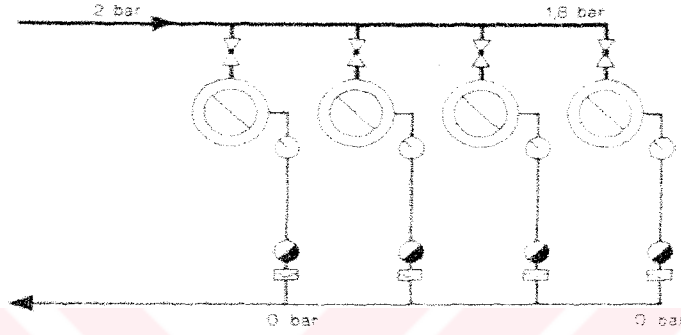
Şekil 5.1.e

- Kondens mümkün olduğunca toplanmalı ve tekrar değerlendirilmelidir.



Şekil 5.1.f.

- Herbir eşanjör veya ısıtma cihazında kondens suyunun teker teker tahliye etmek daha uygundur. Teker teker su alma işlemi kondens suyu tahliyesinin birikmesiz yapılabilmesini sağlar. Isıtma yüzeylerinde su çekici darbeleri ve kondens yığılması önlenir. İlave olarak monte edilen çekvalfler buhar akışının fazla kısılması veya kesilmesi durumunda kondens suyunun tesisata geri akmasını önlerler.



Şekil 5.1.g

5.1.1. Su Çekici Darbelerine Karşı Alınabilecek Önlemler

Kapatılmış sistemlerde, buhar yoğunlaştığında vakum oluşur. Böylece kondens suyu ısıtma yüzeyinin içine geri emilir veya kalan kondens suyu ısıtma yüzeyinden dışarı akamaz. Sistem tekrar devreye girdiğinde, buhar su yüzeyine çarpar, aniden yoğunlaşır ve su çekici darbeleri oluşur.

Kondens suyu birikiminin muhtemel sebepleri şöyle sıralanabilir.

- Maksada uygun olmayan kondenstoplar, örneğin; boyutlandırma
- Çalışmayan kondenstop, örneğin; açılmıyor veya ancak aşırı kondens soğumasıyla çalışıyor.

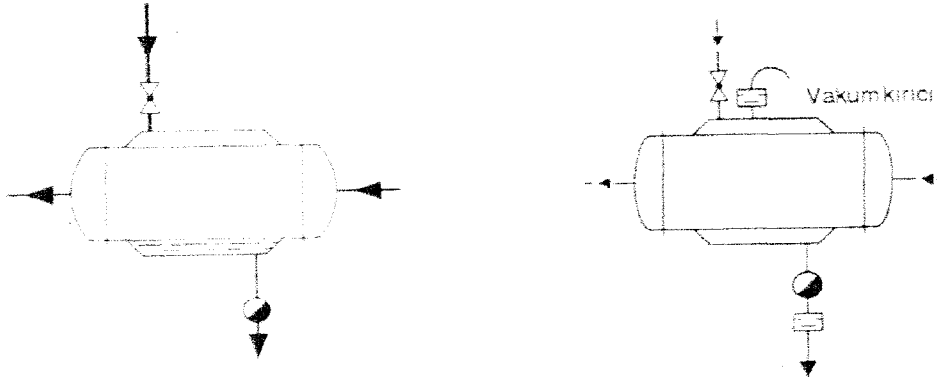
- Kondenstop için düşük basınç farkı, özellikle eşanjörde düşük yükte kuvvetli basınç düşüşü ile, örneğin; kondenstop arkasında kondens hattında karşı basınç 1 bar'dan büyük, kısmi yükte eşanjördeki basınç 1 bar'dan küçük

Su çekicini önlemek için alınması gereken önlemler ise şöyle sıralanabilir:

- Kondens suyunu kesintisiz ve kusursuz tahliye eden kondenstoplar kullanılmalıdır. İlk alternatif şamandıralı kondenstoptur.
- Düşük yük durumunda kondenstop önündeki basınç oldukça düşük (hatta vakum) olabileceği için, kondenstoplar yeterli derecede büyük seçilmelidir.
- Kondenstop çıkışında artı basınç oluşmasını önlemek için yükselen boru kullanılmaz ve kondensin kondenstopta mümkün olduğu kadar büyük serbest düşü ile gelmesi sağlanır.
- Eşanjörde olası vakum durumunda kontrol vanasının arkasına buhar giriş hattında maksada uygun bir vakum kırıcı öngörülmektedir.

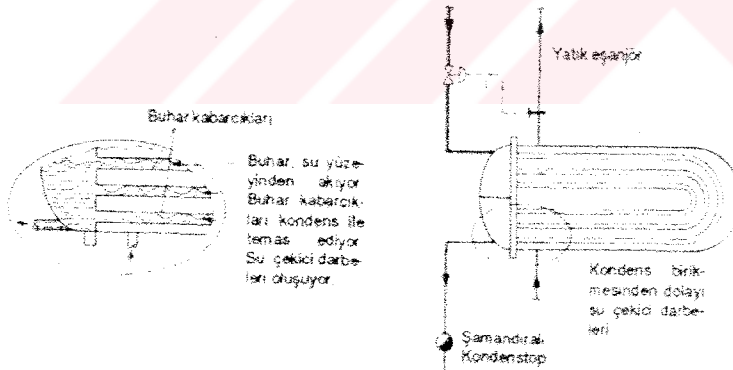
Aşağıda farklı tesisatlar için su çekici darbelerinden korunma metotları gösterilmiştir.

Bir eşanjörde, vakum kırıcının veya bir çekvalfin vakum kırıcı olarak monte edilmesi, vakum oluşmasını önler. Kondens geri emilemez, artık kalan kondens dışarı akabilir. Böylece su çekici darbeleri meydana gelmez. Ayrıca kondens hattında yüksek basınç olması durumunda kondenstop arkasına bir çekvalf monte edilmesi gerekir.



Şekil 5.1.1.a Çekvalf ile su çekici darbelerini önleme

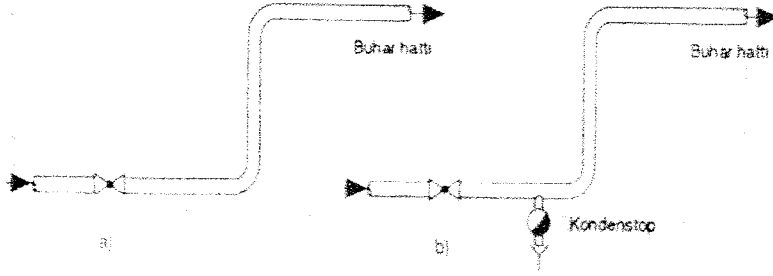
Isıtma yüzeyi her işletme şartında kondens suyundan arındırılmış olursa, su çekici darbeleri önlenmiş demektir. Şekil 5.1.1.b’de yatık eşanjörlerde su çekici darbelerinin oluşması görülmektedir. Burada su çekici darbeleri serpantinlerde kısmi kondens bulunması ile meydana gelir. Kondens soğur, buhar kondens suyu yüzeyinde akar, sonuçta buhar kabarcıkları oluşur, bunlar da darbeli olarak yoğunlaşırlar.



Şekil 5.1.1.b Eşanjörlerde su çekici oluşumu

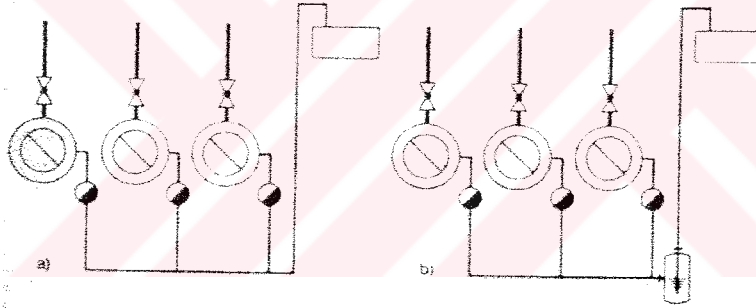
Buhar tesisatlarında kısma vanasının her kapanışından sonra tesisatta kalan artık buhar yoğunlaşır. Kondens borunun altında toplanır ve soğur. Vananın açılması ile içeri giren buhar kondens ile temasa geçer. Böylece su çekici darbeleri oluşur. Tesisat

döşemesinde bir değişiklik mümkün değilse, tesisat çok kısa bile olsa sudan arındırılmalıdır.



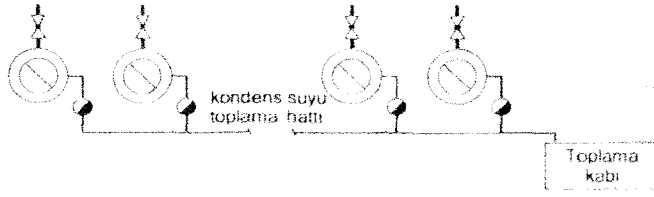
Şekil 5.1.1.c Buhar hatlarında su çekici darbeleri

Kondens yüksek bir seviyeye çıkarılmak isteniyorsa su çekici darbeleri oluşabilir. Bir kondens haznesi montajından sonra kondens, gürültüsüz ve darbesiz akıtılır.



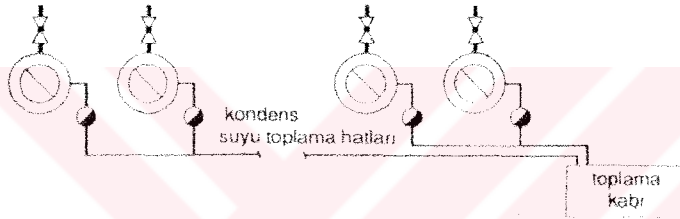
Şekil 5.1.1.d Kondens suyunun yükseğe taşınmasında su çekici darbeleri

Çok uzakta kalan cihazlardan tahliye edilen kondens toplama kabına kadar olan hatta hızla soğur. Yakın bulunan cihazlardan çürük buhar ile birlikte gelen kondens soğuk kondens ile birleşir. Çürük buhar darbeli olarak yoğuştuğunda su çekici darbeleri oluşur.



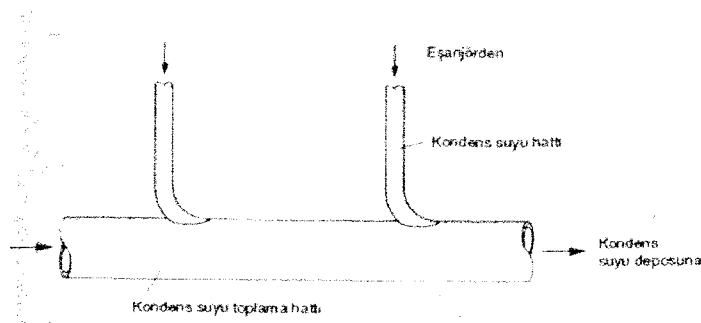
Şekil 5.1.1.e Kondensin tek bir hatla toplanması

Kondens ayrı hatlarda toplama kabına gittiği zaman, su çekici darbeleri önlenmiş olur. Değişik işletme basıncında çalışan cihazların kondenslerinde ortak bir tesisatla değil, ayrı olarak depoya iletilmesi gerekir.



Şekil 5.1.1.f Kondensin ayrı hatlarla toplanması

Kondens suyu tesisatlarında her bir su tahliye noktasından çıkan kondens suyu boruları, toplama tesisatına akma yönünde bağlanmalıdır.



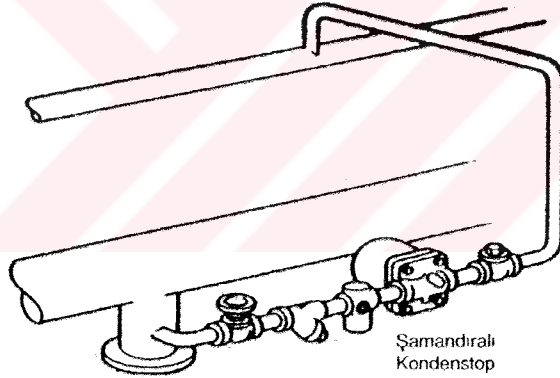
Şekil 5.1.1.g Kondens hattı bağlantısı

5.2. Amaca Uygun Kondenstop Seçimi Ve Yerleştirilmesi

5.2.1 Ana Buhar Hatları

Kondenstopların en yaygın kullanım yerlerinden biride ana hatlardır. Buhar kullanan ekipmanların doğru şekilde çalışmasını sağlayabilmek için bu hatların hava ve kondensin arındırılması gerekir. Hatlarda oluşan kondensin yetersiz tahliyesi, kontrol vanalarına ve diğer cihazlara zarar verir, ayrıca koç darbelerine yol açar. Bu sebeple kondens uygun seçilmiş bir hatla kondens deposuna taşınır. Ana buhar hatları için en iyi seçim termodinamik kondenstopdur. Şamandıralı kondenstopta kullanılabilir.

Kondens dönüş hatları genellikle ana buhar hattı ile yanyana olduklarından ana buhar hatlarındaki kondenstop çıkışları bu dönüş hatlarına bağlanır.

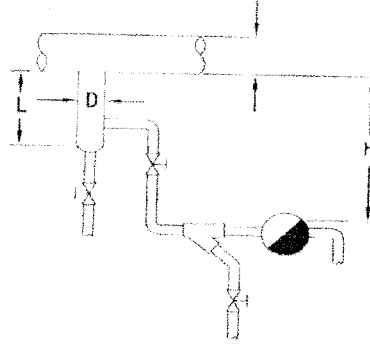


Şekil 5.2.1.a Ana buhar hattı*

Ana hatlardaki kondensin birikmesi için açılan kondens ceplerinin ölçümlendirilmesi ve bu ceplerdeki kondens tahliye eden kondenstopların yerleştirilme mesafeleri aşağıda gösterilmiştir.**

* ÜNLÜ Cafer, age, s.30

** "Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi", 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul, s.18



Şekil 5.2.1.b Ana hatlardaki kondens cebini tahliye eden kondenstop



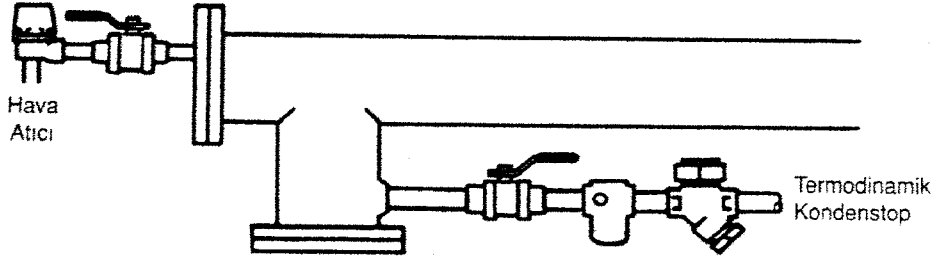
Şekil 5.2.1.c Yükselen hattaki kondens cebini tahliye eden kondenstop

Tablo 5.2.1 Ana ve dağıtım hatları için kondens ceplerinin ölçülendirilmesi

M		D		H	
Ana Hat Ölçüsü		Kondens Cep Ölçüsü		Min. Cep Uzunluğu (mm)	
mm	inch	mm	inch	Denetimli Isıtma "L"	Otomatik Isıtma "L"
15	1/2	15	1/2	250	710
20	3/4	20	3/4	250	710
25	1	25	1	250	710
50	2	50	2	250	710
80	3	80	3	250	710
100	4	100	4	250	710
150	6	100	4	250	710
200	8	100	4	300	710
250	10	150	6	380	710
300	12	150	6	460	710
350	14	200	8	535	710
400	16	200	8	610	710
450	18	250	10	685	710
500	20	250	10	760	760
600	24	300	12	915	915

5.2.1.1. Ana Buhar Hatlarından Hava Tahliyesi

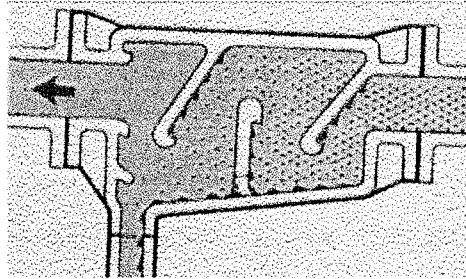
Sistemin çabuk ısınması ve üniteye daha çabuk buhar girmesi için buhar hattı sonuna şekilde görüldüğü gibi hava atıcı monte edilmelidir.



Şekil 5.2.1.1. Ana buhar hatlarından hava tahliyesi *

5.2.1.2. Separatör

Buhar separatörleri, buhar dağıtım sistemlerinde oluşan kondensin tahliye edilmesi için tasarlanmıştır. Kazan çıkışlarında ve cihazlardan önce kullanılacak bir separatör, su zerreciklerini ve kondens filmi buhardan ayırarak buharın kuruluğunu arttırmaya yarar. Özellikle kuru buharın gerekli olduğu ekipmanın önünde kullanılırlar. Ayrıca, doğası gereği büyük oranda kondense sahip tali buhar hatlarında da kullanılmaktadırlar.

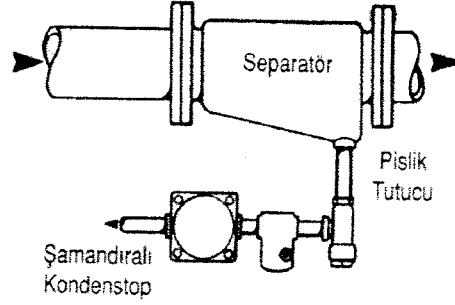


Şekil 5.2.1.2.a Separatörün çalışması **

* ÜNLÜ Cafer, age, s.30

** ÜNLÜ Cafer, age, s.75

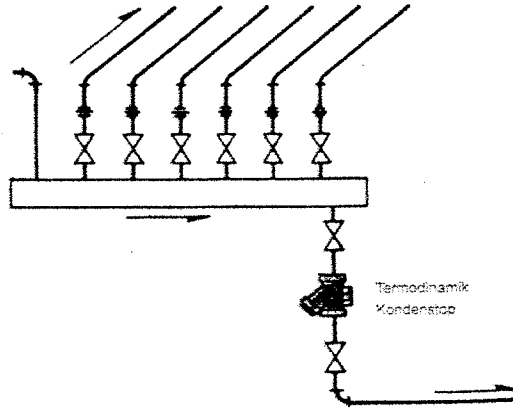
Separatörde kullanılacak kondensstop tipi, oluştugu anda kondensi tahliye eden şamandıralı kondensstopdur. Don olayı söz konusu olan yerler için yapılacak seçim termodinamik kondensstopdur.



Şekil 5.2.1.2.b Separatörden kondens tahliyesi

5.2.1.3. Kollektörler

Buhar Kollektörü, bir veya birkaç kazandan buharı alan özel tip bir ana hatır. Genellikle, buharla üstten beslenen ve ardından ana hatları besleyen yatay bir boru elemandır. Sisteme buhar dağıtılmadan önce kazan suyu ve katı partiküllerin tahliye edilmesini sağlamak açısından buhar kollektörüne uygun kondensstop bağlanması önemli bir husustur. Kollektörde kullanılan kondensstoplar büyük miktardaki taşınan maddeleri derhal boşaltacak kapasitede olmalıdır. Kondensstop seçiminde, koç darbesine dayanıklılıkta gözönüne alınmalıdır. En iyi seçim termodinamik kondensstopdur.

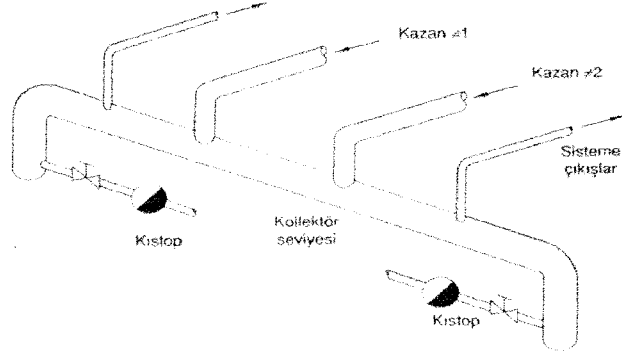


Şekil 5.2.1.3.a Kollektörden kondensin tahliyesi

* ÜNLÜ Cafer, age, s.30

** ÜNLÜ Cafer, age, s.31

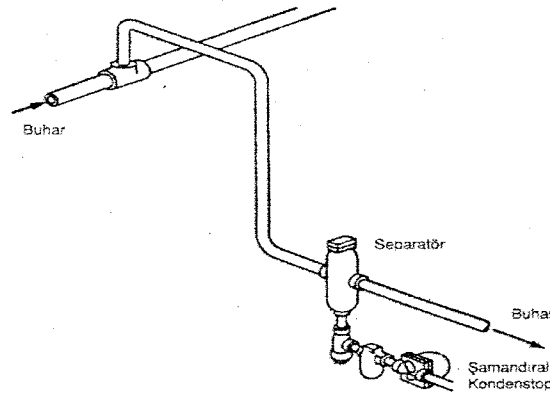
Eğer kollektör boyunca buhar akışı bir yönde ise, çıkış ucuna bir tek kondensstop yeterlidir. Kollektöre orta noktadan beslemede veya benzer iki yönlü buhar akışlı tesisatlarda ise kollektörün her bir ucuna kondensstop takılmalıdır.



Şekil 5.2.1.3.b Kollektörün her iki ucundan kondens tahliyesi*

5.2.2. Dağıtım (Tali) Hatları

Dağıtım hatları, buhar kullanan cihazlara buhar tedarik eden ana hatlardan çıkışlardır. Sistemin tümü herhangi bir noktada kondens birikmesini önleyecek şekilde dizayn edilmelidir. En iyi verim için kuru buhara ihtiyaç vardır. Çeşitli noktalara yapılan buhar dağıtımında dağıtım daima üstten yapılır. Cihaz girişinden önce bir separator monte edilir.



Şekil 5.2.2 Dağıtım hatlarından buhar daima üstten alınır**

* "Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi", 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul, s.16

** ÜNLÜ Cafer, age, s.31

Şekil 5.2.2’de şamandıralı kondensstop ile kondens tahliyesi yapılan bir devre görülmektedir. Termodinamik, ters kovalı veya denge basınçlı kondensstop türleri de kullanılabilir.

5.2.3. Boru Isıtma Hatları (Tracer Hatları)

Boru ısıtma hatları ana bir boru çevresinde genellikle akıcı olmayan, viskoz akışkanları belirli ve düzenli sıcaklıkta tutmak için tasarlanmıştır. Çoğu durumlarda bu tracer hatları bina dışında kullanıldıklarından çevre hava koşulları önemlidir.

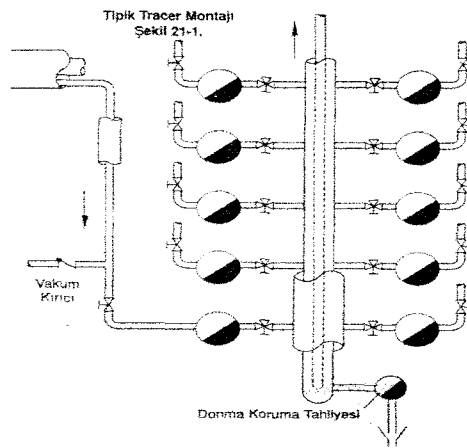
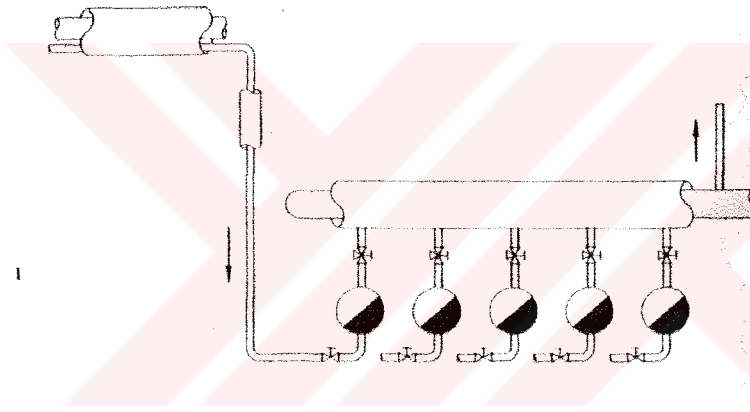
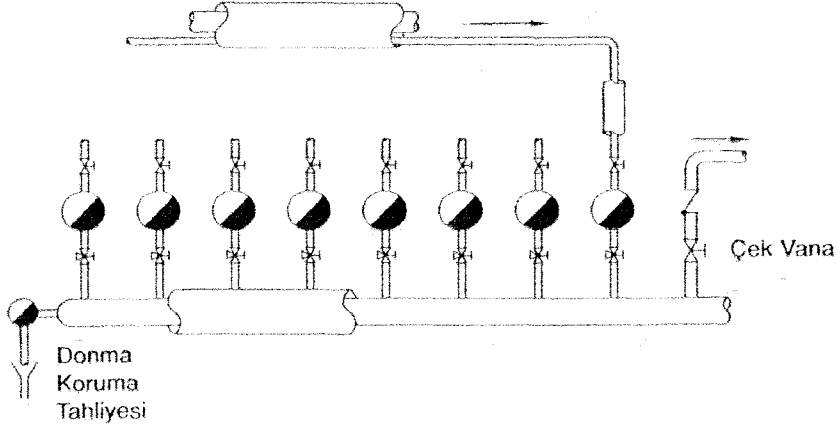
Tracer hatlarındaki kondensstopların başlıca görevi, gizli ısıyı tamamen kullanılabildiği kadar buharı tutmak ardından kondens ve yoğuşmayan gazları boşaltmaktır. Her ısı transferi ekipmanın da olduğu gibi tracer hattının kendi kondensstopu olmalıdır. Aynı ana akışkan hattına birden fazla tracer hattı monte edilebilmesine rağmen, kısa devreyi önlemek için tek tek kondensstop takılması gerekmektedir.

Kondensstop seçme ve boyutlandırma, sistemin amaçlarına uygunluğu gözönüne alınmalıdır. Buna göre kondensstoplar;

- Uzun süre güvenilir şekilde çalışma sureti ile enerji tasarrufu sağlamalıdır.
- Kondens ve havayı boşaltabilmek için ani periyodik tahliye sağlanmalıdır.
- Düşük yük koşulları altında çalışmalıdır
- Buhar kesildiğinde, donma hasarına mukavim olmalıdır.

Buhar dağıtım hatlarını ısıtacak boru hatlarından daha yüksek bir seviyeye monte edilmesi gerekir. Kondensin verimli tahliyesi ve yoğuşmayan gazların boşaltılması için tracer hatlarına eğim verilmeli ve tüm alt seviyelere kondensstop takılmalıdır. Bu şekil dizayn aynı zamanda tracer hattının donmasını önlemede yardımcı olacaktır .10 mm çapındaki borular için her 18 metrede, daha büyük çaptaki ısıtıcı borular için her 45

metrede bir kondenstop kullanılır. Kullanılabilecek kondenstop termodinamik kondenstoptur.

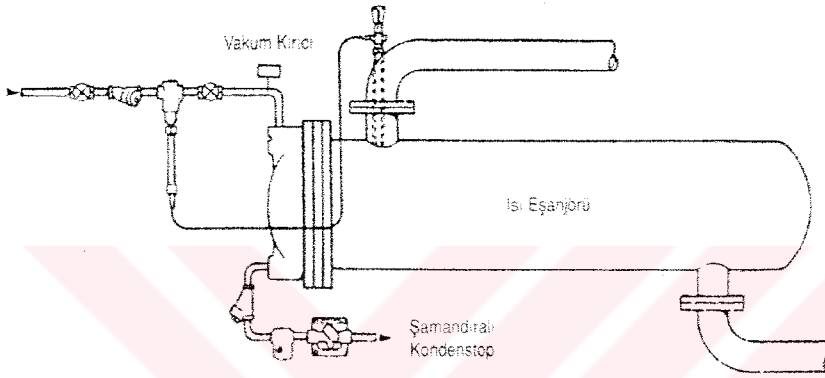


Şekil 5.2.3 Tipik Tracer Montajları*

* "Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi", 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul, s.20-21

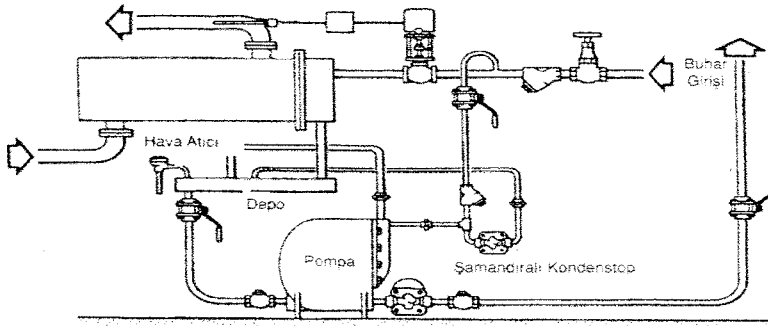
5.2.4. Isı Eşanjörleri

Isı eşanjörlerinde kullanılan kondenstop, düşük miktarlarda olduğu gibi büyük miktarlardaki kondens tahliyesini çok iyi yapan ve fazla miktarda havayı dışarı atan özelliklerde olmalıdır. Bu nedenle en ideal kondenstop, şamandıralı tiptir. Termostatik vananın kapanması esnasında vakum meydana gelebileceğinden ayrıca bir vakum kırıcı monte edilmelidir.



Şekil 5.2.4.a Isı eşanjöründen kondens tahliyesi*

Kondens toplama tankı, ısı eşanjörünün altında ise, kondens yer çekimi ivmesi ile boşaltılabilir. Kondensin, çıkış noktasından daha üst bir noktaya boşaltılması durumunda, buhar basıncı düştüğünde kondens bu üst noktaya boşalamayacaktır. Bu durumda şekil 5.2.4.b'de gösterildiği gibi bir kondens pompası kullanılacaktır.



Şekil 5.2.4.b Isı eşanjöründen kondens pompası ile kondens tahliyesi*

* ÜNLÜ Cafer, age, s.32

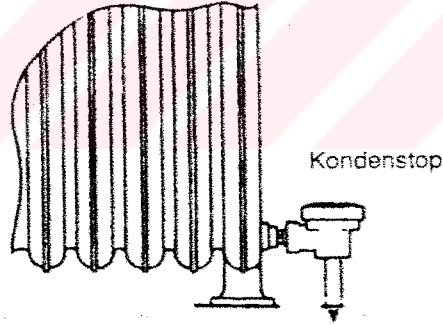
Kondenstop pompa çıkışıdır. Buhar basıncı kondensin daha üst noktaya taşınması için yeterli ise kondens (pompa çalışmadan) kondenstoptan geçerek tahliye olur. Buhar basıncı kondensin tahliye edilmesi için yeterli değilse kondens pompanın içerisine dolar ve pompa çalışarak kondens üst noktaya taşınır.

Pompa egzost çıkışı kondens toplama tankına verildiğinden bir buhar kaybı söz konusu değildir ve pompa yok denecek kadar az bir enerji tüketimi ile çalışır.

5.2.5. Hacim Isıtma Cihazları

5.2.5.1. Buhar Radyatörleri

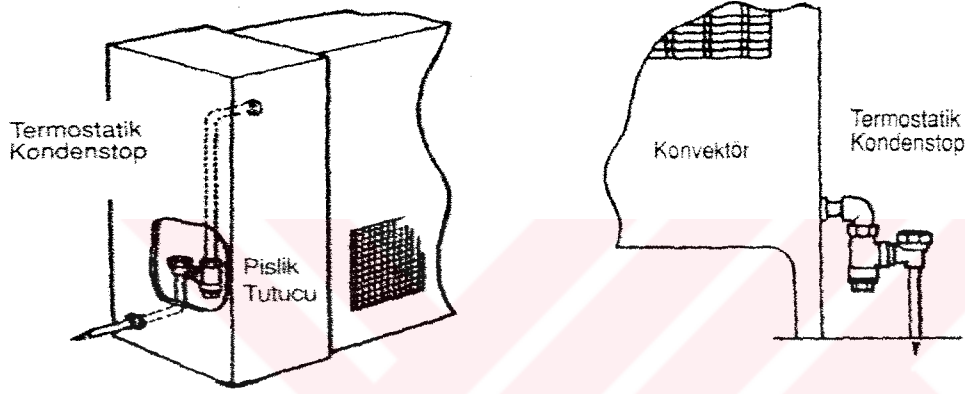
Genellikle, 2.8 bar buhar basıncının altında çalışan standart buhar radyatörlerinde termostatik kondenstoplar kullanılır. Şekil 5.2.5.1. de görülen denge basınçlı termostatik türdeki kondenstop seçilir.



Şekil 5.2.5.1 Buhar radyatöründen kondens tahliyesi

5.2.5.2. Konvektörler

Bu cihazların buhar hacmi küçüktür ve kondensin meydana gelmesine müsaade edilmez. Çünkü bu ısıtıcılar dekoratif ve mümkün olduğu kadar küçük istenmektedir. Denge basınçlı termostatik kondensstoplar bu ihtiyacı karşılar. Eğer, ısıtıcıya bir fan takılmış ise (cebri hava), buhar hacmi, kondens ve havadan tamamen arındırılmalıdır. Bu durumda en iyi seçim şamandıralı kondensstopdur.

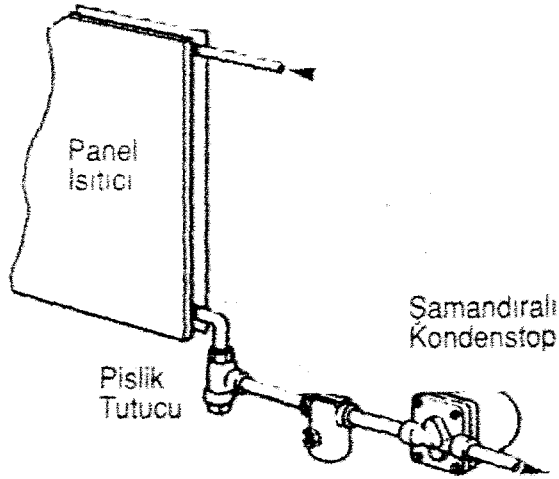


Şekil 5.2.5.2 Konvektörden kondens tahliyesi*

5.2.5.3. Paralel Levha Isıtıcıları

Isı miktarı yüzey sıcaklığına bağlıdır. Bu nedenle kondensin çabuk tahliyesi önemlidir. En iyi çözüm, her panel ve levhaya monte edilen ve havayı iyi tahliye eden şamandıralı kondensstopdur.

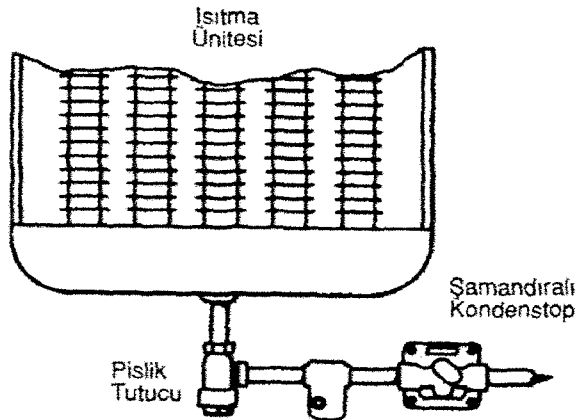
* ÜNLÜ Cafer, age, s.33



Şekil 5.2.5.3. Panel ısıtıcıdan kondens tahliyesi*

5.2.5.4. Hava Isıtma Cihazları

Hava ısıtma cihazlarında küçük buhar hacimlerinde büyük kondens miktarları meydana gelir. Buhar hacminde kondens ve havanın birikmesi düşük sıcaklıklara, soğuk havanın yayılmasına hatta ısıtma cihazlarının arızalanmasına neden olurlar. Küçük ve çıkışa yakın bağlanmış bir şamandıralı kondenstop kullanılır. Alttan hava akımlı yatay ısıtma cihazlarında kondens çıkış bağlantısı eksantrik bir redüksiyon ile yapılmalıdır. Böylece kondensin geri gelmesi önlenmiş olacaktır.

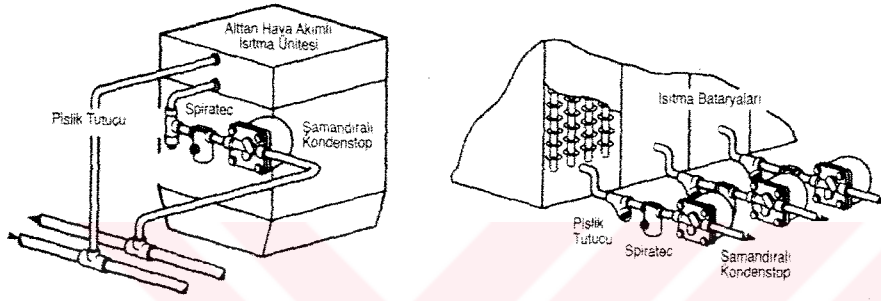


Şekil 5.2.5.4.a Hava ısıtma cihazından kondens tahliyesi**

* ÜNLÜ Cafer, age, s.33

** ÜNLÜ Cafer, age, s.34

Her cihaza ayrı bir şamandıralı kondensstop takılır. 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 bir kontrol vanası mevcut ise kondens yer çekimi esasına göre boşaltılmalıdır. Buhar hacminde kondensin tahliyesine mani olan vakum meydana gelebilir. Bu nedenle ısıtma cihazına, vanası ile buhar girişi arasında vakum kırıcı takılır. Bazı ısıtıcılarda girişe bir hava atıcı monte etmek faydalıdır.



Şekil 5.2.5.4.b Isıtma bataryalarında kondensstop uygulamaları*

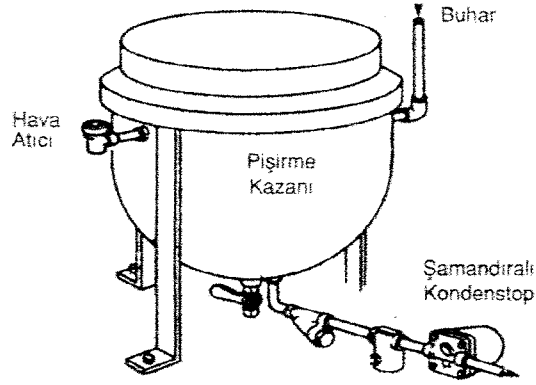
5.2.6. Proses Cihazları

5.2.6.1. Buhar Ceketli Pişirme Kazanları

Kondens suyu miktarları, ısıtma safhası sırasında en büyük ve pişirme safhası sırasında en küçük seviyededir. Isıtma buharı bölmesi büyüklüğüne bağlı olarak ilk çalışma sırasında büyük miktarda havanın dışarı atılması gerekir. Küçük pişirme kazanlarında bir kondensstopla yapılan hava atma yeterlidir. Büyük kazanlarda termostatik bir kondensstop yardımıyla hava atılması faydalıdır. Belirli bir imalat kazanındaki kondensstop , gerek işin başlangıcında, gerekse pişirme esnasında, değişen boşaltma yüklerine cevap verebilmeli, kondensi ve havayı çabuk tahliye etmelidir.

Şekil 5.2.6.1.'de kondens çıkışına çok yakın bağlanmış bir şamandıralı kondensstop görülmektedir.

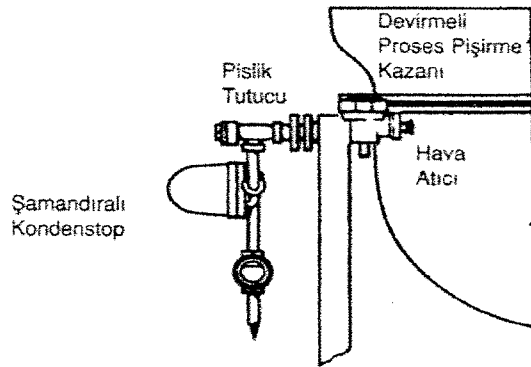
* ÜNLÜ Cafer, age, s.35



Şekil 5.2.6.1 Buhar ceketli pişirme kazanlarından kondens tahliyesi*

5.2.6.2. Devirmeli Pişirme Kazanları

Bu tür kazanlarda kondensstop, çıkışa yakın takılsa bile buhar kitlenmesi olayı olabilir. Bunun nedeni kondens tahliyesinin, ısıtma buharı bölmesinin en derin noktasından yükselen bir sifon borusu yardımıyla yapılmasıdır. Kondens, kazanın içi boş olan dönme eksenine kadar buharla dolarak kondensstopu kapatır ve oluşan kondensin dönme eksenine kadar yükselmeli ve buradan kondensstopa akmalıdır. Bu işlem duruma göre yapay olarak sağlanan sürekli, yeterli derecede büyük bir basınç düşüşü sağlayan bir kondensstop gerektirir. (Örneğin: By-pass'lı şamandıralı kondensstop)

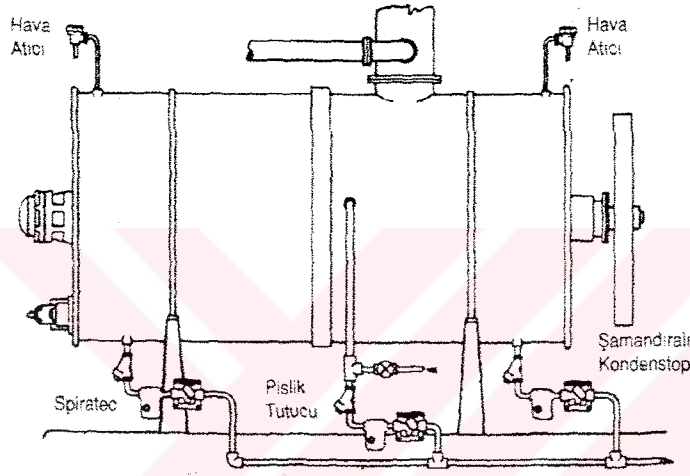


Şekil 5.2.6.2 Devirmeli pişirme kazanından kondens tahliyesi*

* ÜNLÜ Cafer, age, s.35

5.2.6.3. Öğütücüler

Öğütücülerde ısıtma, buhar ceketii ile yapılmaktadır ve işletmeye alma anında ceket, hava ile doludur. Buhar girişleri üstten, ortadan ve alttan olabilir. İlk iki durumda hava atıcılar üst kısımlara konur. Buhar girişinin üstten olduğu durumlarda hava atıcı üst kısma çok yakın olmalıdır. Bütün giriş türlerinde buhar ceketii Şekil 5.2.6.3.'te görüldüğü gibi şamandıralı kondensstop ile tahliye edilir.

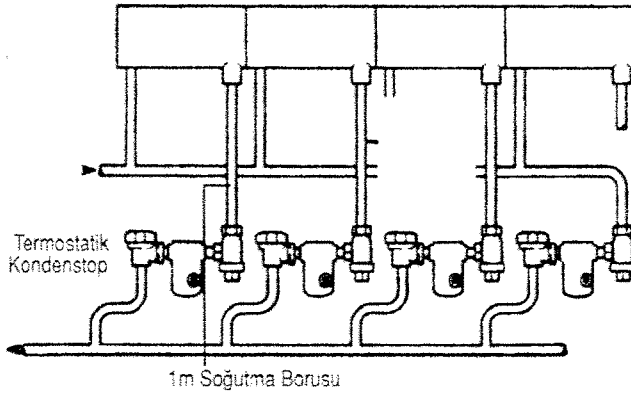


Şekil 5.2.6.3 Öğütücüden kondens tahliyesi*

5.2.6.4. Sıcak Tablalar

Bu tür cihazlarda buhar girişi tablanın başından, kondens çıkışı da her bölümün sonundan alınmalıdır. Aksi takdirde kondensin her bölümünden geçerek kondensstopa varması güçleşecektir. Sonuçta düşük ısıtma zamanı ve her bölümde giderek düşen bir sıcaklık elde edilecektir. Kullanılır yöntem ile her bölüm ayrı ayrı tahliye edilmektedir. Şekil 5.2.6.4.'te bu tablalara uygun olan Filtreli Denge Basıncılı kondensstoplar görülmektedir. Termodinamik kondensstop alternatif seçimdir.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.36



Şekil 5.2.6.4 Sıcak tablolardan kondens tahliyesi*

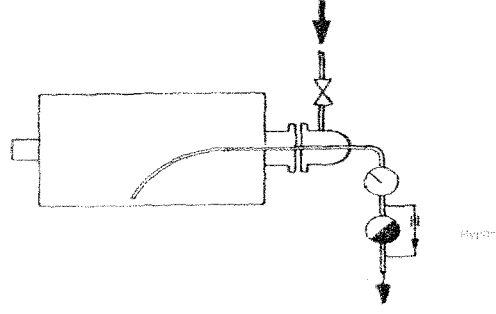
5.2.6.5. Kurutma Silindirleri

Kusursuz, bir kurutma ve parlatma işlemi için temel unsur tüm silindir üst yüzeyinde önceden belirlenmiş eşit sıcaklığın sağlanmasıdır. Bunu için gerekli şart, silindirlerden kondens suyunun kusursuzca atılmasıdır.

Silindir içinde hiçbir yerde, ısıtma sıcaklığında ve ısı geçişinde bölgesel bir düşmeye yol açacak ve böylece düşük bir üst yüzey sıcaklığı oluşturacak bir hava sıkışmasına izin verilmez. Kondens suyu silindirin içinden bir kepçe veya sifon yardımıyla alınır.

Bir kepçenin kullanılması durumunda kusursuz bir su alma işlemi için, kepçenin içindekinin her seferinde kondensstop ve bunun önünde yer alan kondens suyu tesisatı tarafından tamamen alınması gerekir. Özellikle ilk çalışma işlemi sırasında silindirlerden yeterli derecede hava atılmış olmalıdır. Bir sifon kullanılması durumunda kondens suyunun silindir içinden alınması için alınması için kondensstopa kadar yeterli büyüklükte bir basınç farkı oluşturulmalıdır. Yavaş çalışan silindirlerde genel olarak termik kondensstopların çalışma tarzı yeterlidir. Hızlı çalışan makinalarda kondens filminin oluşumunu önlemek için dönme hızına bağlı olarak belirli miktarda buhar kaçağı gerekir. Bu da by-pass'lı bir şamandıralı kondensstop ile gerçekleştirilebilir.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.37

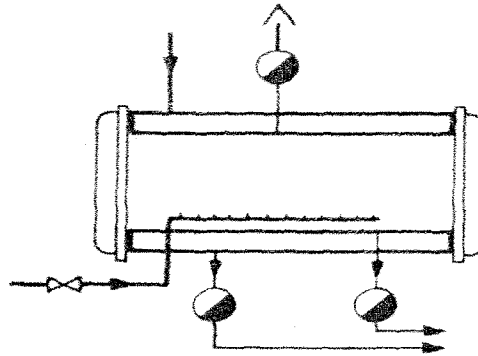


Şekil 5.2.6.5 Kurutma silindirlerinden kondens tahliyesi*

5.2.6.6. Vulkanizasyon Tamburları

Buhar ceketini ve direkt ısıtılan vulkanizasyon odasının birbirinden ayrı olarak kondensi alınmalıdır. Buhar ceketinin kondensinin alınması özel bir problem teşkil etmemektedir. Yeterli hava atma gücüne sahip bir kondensstop üzerinden su alma işlemi genelde yeterlidir.

Vulkanizasyon odasının suyunun alınması, kondens suyu kalmaksızın tam olarak yapılmalıdır. Kondensstop seçiminde ilave olarak, kondens suyunun asit içerebileceği düşünülmelidir. Büyük hacimli odada havanın termostatik bir kondensstopla özel olarak atılması sıcaklık kademelerinin oluşmasının önlenmesi açısından faydalıdır. Bu özellikler göz önüne alınarak, şamandıralı kondensstop ilk alternatiftir.



Şekil 5.2.6.6 Vulkanizasyon tamburundan kondens tahliyesi**

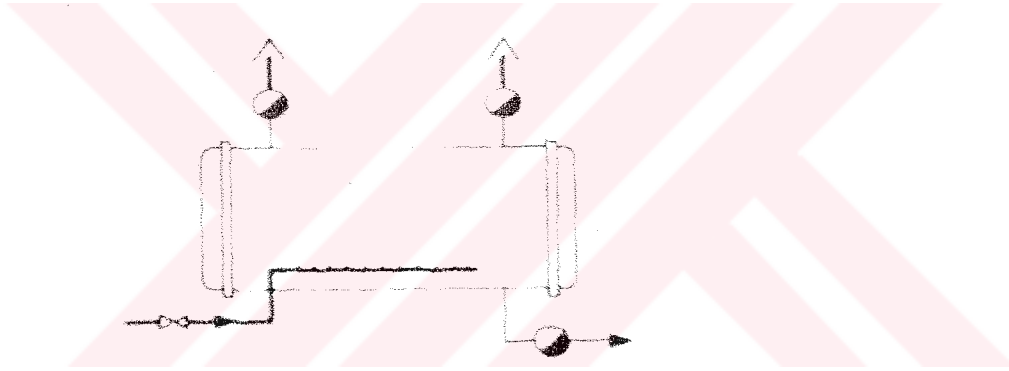
* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.57

** "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.65

5.2.6.7. Otoklavlar

Isıtılacak olan mal direkt olarak buhar ile ısıtılır. Otoklavlarda kondens istenmez. Buharlaşan kondens ısıtılan mala sıçramalarla zarar verebilir. Otoklavın tabanında kondens birikimi istenmeyen yüksek ısı gerilmeleri beraberinde getirebilir.

Sıcaklık kademelerine sebep olan hava birikimleri, oldukça büyük olan bölmeden tek başına kondensstop üzerinden tahliye edilemezler. Kural olarak kondens az veya çok kirlidir. Düşük ilk çalışma basınçlarında büyük miktarda kondens oluşumu ile bağlantılı olarak kesintisiz, kirlilikten etkilenmeden su tahliyesi, ilk çalışmada mümkün olduğu kadar yüksek hava atma gücü kondensstopa aranan şartlardır. Bu şartları da sağlayan kondensstop şamandıralı kondensstopdur.

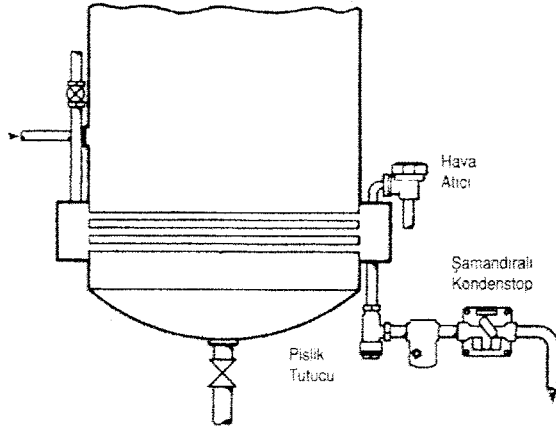


Şekil 5.2.6.7 Otoklavdan kondens tahliyesi*

5.2.6.8. Buharlaştırıcılar

Prosesin türüne göre çok çeşitlidirler. Ancak esas olarak bir ısı eşanjörü şeklinde değerlendirilebilirler. Başlangıçtaki kondens yükü, kaynatma ve buharlaştırmadaki yükten genellikle fazladır. Kondensstop fazla boşaltma yüklerinde olduğu kadar düşük boşaltma yüklerinde de iyi çalışması ve havayı da iyi tahliye etmesi gerekmektedir. Bu nedenle şamandıralı kondensstop iyi bir seçimdir ve çıkışa yakın bağlanmalıdır.

* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.65



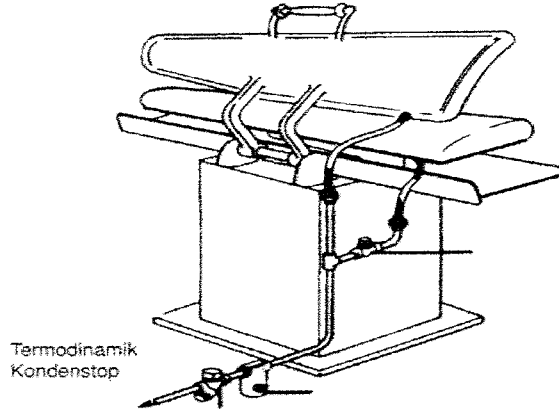
Şekil 5.2.6.8 Buharlaştırıcıdan kondens tahliyesi*

5.2.7. Çamaşırhane Ve Konfeksiyon Cihazları

5.2.7.1. Konfeksiyon Presleri

Temel kural olarak her presin ayrı kondensstopu olmalıdır. Sabit ve hareketli elemanların ısıldığı preslerde her birinin ayrı ayrı kondens tahliyesi verim yönünden önemlidir. Buhar verme işlemi için mümkün olduğu kadar kuru buhar kullanılmalıdır. Buhar verme vanasının ani açılması ile kondens suyu zerrecikleri buhar ile beraber çıkmamalıdır. Bu durum konuyla ilgili uygun bir sistem kurulmasını gerektirir. Kötü bir sistemde meydana gelen zorluklar, buhar kaçağı ile çalışan bir kondensstop ile giderilmeye çalışılır. Bu da doğal olarak buhar kayıplarına yol açar.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.37

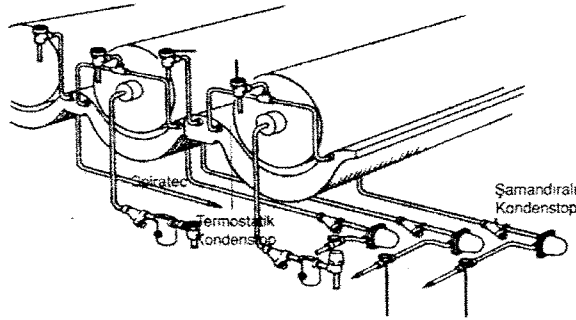


Şekil 5.2.7.1 Konfeksiyon preslerinden kondens tahliyesi*

Kondenstopların, buhar kaybı olmadan kondens suyunun mümkün olduğu kadar birikmeden tahliyesi, dolayısıyla sistemin ilk çalışma sırasında ısıtma işlemini kısaltması ve yüksek hava atma gücüne sahip olması beklenir. Bu nedenle H kapsüllü bir denge basınçlı kondenstop veya şamandıralı kondenstop ilk alternatiftir.

5.2.7.2. Tamburlu Kurutucular

Tüm ısıtma yüzeyi boyunca yüksek ısı ve eşit sıcaklıklar ile mümkün olduğu kadar büyük kurutma gücü istenmektedir. Bu sayede tamburdan geçirecek malın hızının mümkün olduğu kadar büyük olması sağlanır.



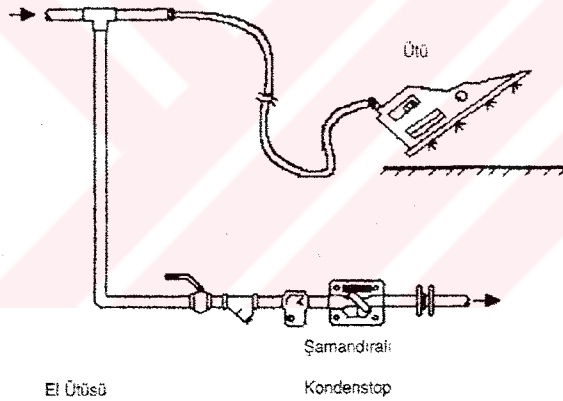
Şekil 5.2.7.2 Tamburlu kurutuculardan kondens tahliyesi*

* ÜNLÜ Cafer, age, s.38

Burada gerekli olan, kondens suyu birikimi olmadan çalışan kondensstoplar ile yeterli hava atılmasıdır. Haznenin çok geniş olması halinde, duruma bağlı olarak aslında iyi hava atabilen bir kondensstop bile hazneden yeteri kadar hava atamayabilir. Sonuç olarak üst yüzey sıcaklığı çoğunlukla haznenin uçlarında, bölgesel olarak düşer. Bu durumda her ceketin uç tarafından ayrı bir termostatik kondensstop ile hava atılmalıdır.

5.2.7.3. El Ütüleri

El ütülerini için kuru buhar çok önemlidir. Bu nedenle bekletme yapmayan kondensstoplar kullanılmalı ve her ütüye bir kondensstop takılmalıdır. Bu sistemler için şamandıralı kondensstoplar idealdir. Termodinamik ve termostatik kondensstoplar diğer alternatiflerdir.



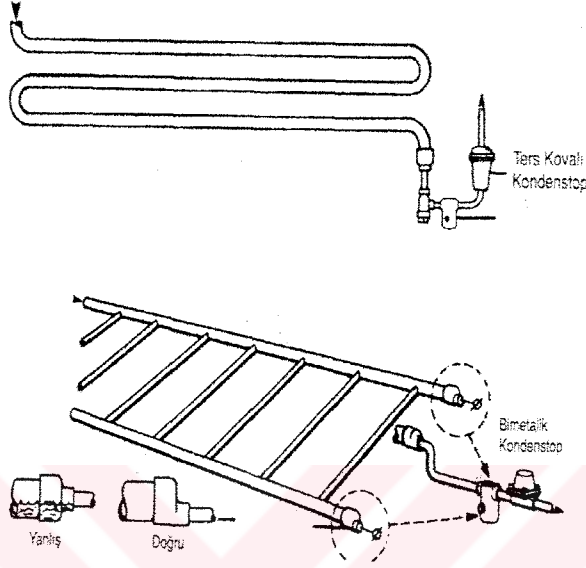
Şekil 5.2.7.3 El ütülerinden kondens tahliyesi*

5.2.7.4. Kuru Temizleme Makinaları

Bu makinalarda, hava ısıtma cihazı ve ısıtma serpantinlerinden kondensinin tahliyesi şarttır. İlk yüklemde içeri giren havanın hızla atılması gerekir. Bu ısıtma zamanının kısalmasını sağlar. Yeni makinalarda, makine imalatı sırasında meydana gelen pislik birikimi (Örneğin; kaynak sıçramaları, cürufur, döküm artıkları) hesaba katılmalıdır.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.38

Izgara serpantinlerde koç darbesi ihtimali mevcuttur ve hava tahliyesi önemlidir. Alternatif en iyi seçim bimetalik kondensstoplar kullanılabilir. Izgaranın eğimi çıkışa doğru verilmelidir. Çıkışlar eksantrik bir redüksiyonla yapılmalıdır.

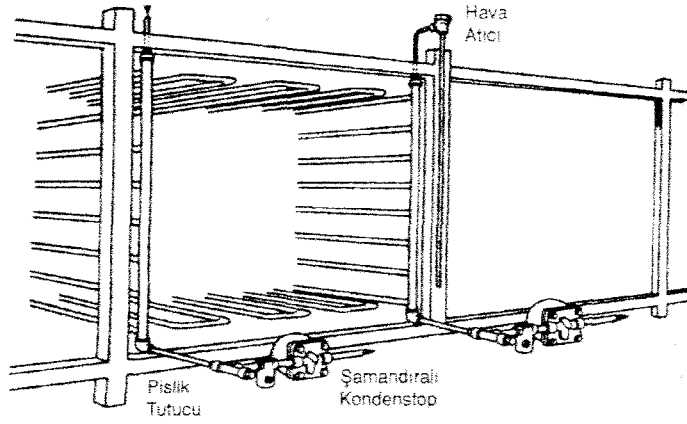


Şekil 5.2.7.5 Kurutma serpantinlerinden kondens tahliyesi*

5.2.7.6. Çok Odalı Serpantinli Kurutucular

Eskiden tekstil sanayinde kullanılan bu kurutucular yerine günümüzde sıcak hava kurutucuları kullanılmaktadır. Isıtıcı boruları devamlı ve çok uzun olduklarından ayrıca çıkışa doğru bir eğim verilememesi ve kıvrımlar nedeniyle koç darbesi ve su tıkanması sık görülür. Bu sistemlerde hava atıcı ve ters kovalı kondensstop beraber veya termostatik kapsüllü kondensstop kullanılabilir. Koç darbesi ihtimali olmayan yerlerde şamandıralı kondensstop kullanımı mümkündür.

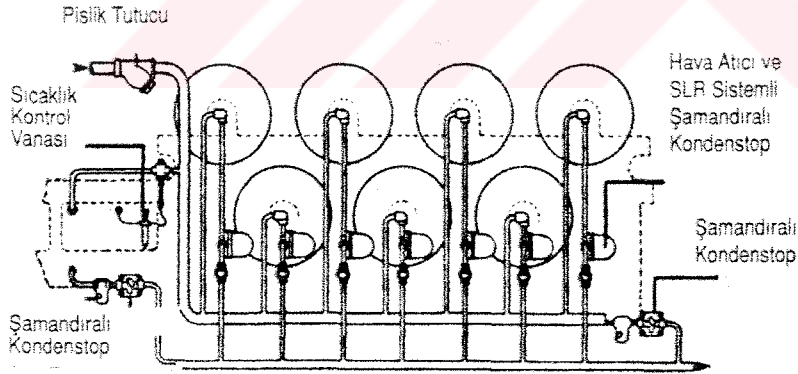
* ÜNLÜ Cafer, age, s.40



Şekil 5.2.6.7 Çok odalı serpantin kurutuculardan kondens tahliyesi*

5.2.7.7. Çok Silindirli Apre Makinaları

Silindirleri besleyen buhar hattının kondensi, şamandıralı veya bir termodinamik kondenstop ile tahliye edilir. Sistem hızının artması ve buhar kitlemesi olayı olmaması için her silindirden şamandıralı kondenstop ile hava ve kondens tahliyesi yapılır.



Şekil 5.2.7.7 Çok silindirli apre makinalarından kondens tahliyesi**

* ÜNLÜ Cafer, age, s.40

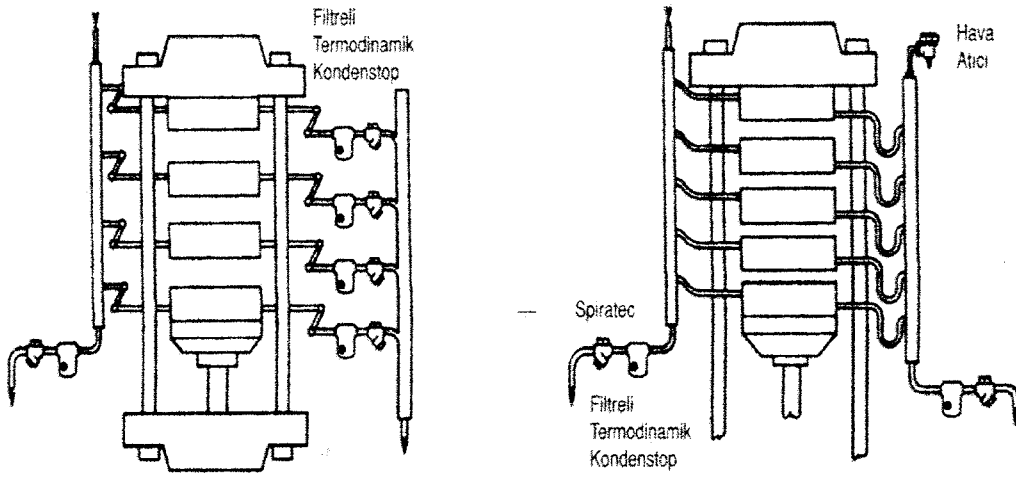
** ÜNLÜ Cafer, age, s.41

5.2.8. Presler

5.2.8.1. Çok Tablalı Presler (Paralel Bağlanmış)

Kondens tahliyesinin iyi yapılabilmesi için buhar girişi tablanın üst kısmından kondens çıkışı da tablanın alt kısmından yapılmalıdır. Her bir ısıtma plakasının tüm yüzeylerine eşit sıcaklık istenmesi, tüm ısıtma yüzeylerinin eşit ısı iletimli buhar ile temasını gerektirir. Bu da şu şekilde sağlanabilir: Mümkün olduğu kadar kuru buhar (buhar kollektöründe su alma), herbir ısıtma plakasında eşit buhar basıncı (buharın basıncını düşürecek hiçbir hava girişi olmaması), buhar bölmesinde kondens suyu birikimi olmaması (kötü ısı geçişi, buhardakine oranla düşük ortalama ısıtma sıcaklığı) ve kondenstopa kadar sürekli bir kot farkı gerekir. Herbir ısıtma plakasında basınç düşüşünün birim olarak yüksek olması garanti edilemeyeceğinden paralel bağlı ısıtma yüzeylerinde kondens suyu birikiminin önlenmesi için herbirinin kondensinin alınması ayrı kondenstoplar üzerinden yapılmalıdır.

Kondens birikimi görülmeden tahliyesi için kondens suyunun pratik olarak kaynama sıcaklığında boşaltan bir kondenstopa ihtiyaç vardır. Bu aynı zamanda sistemden kusursuz olarak hava atmalıdır. Bu işlem ilk çalışma sırasında ne kadar çabuk yapılırsa, gerekli olan ısıtma süresi de o kadar kısa olur. Bu nedenle kullanılması gereken tipler termostatik ve şamandıralı kondenstoplardır.

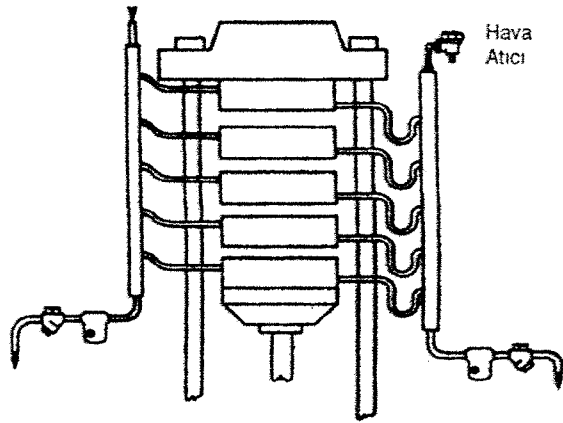


Şekil 5.2.8.1 Çok tabanlı (paralel) preslerden kondens tahliyesi*

5.2.8.2. Çok Tabanlı Presler (Seri Bağlanmış)

Küçük ısıtma plakalarında bir çok plakanın arka arkaya bağlanması duruma göre yeterli olabilir. Herşeyden önce kondensstopa kadar yeterli kot farkı temin edilmelidir.

Kondenstop kondens suyunu, ısıtma yüzeyine kadar hiçbir şekilde birikim meydana gelmeyecek şekilde zamanında güvenle tahliye etmelidir. Termostatik kondensstoplar ilk alternatiftir.



Şekil 5.2.8.2 Çok tabanlı (seri) preslerden kondens tahliyesi*

* ÜNLÜ Cafer, age, s.39

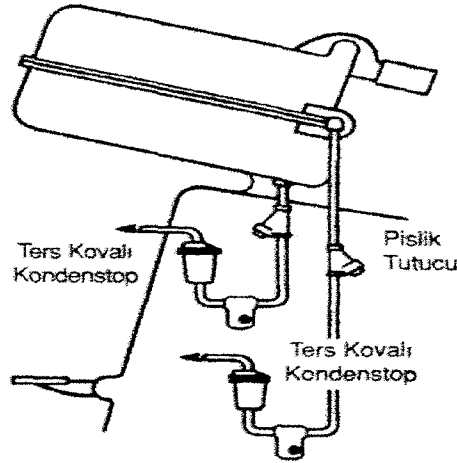
5.2.8.3. Vulkanizasyon Presleri

Burada kesin eşit yüzey sıcaklıklarına ihtiyaç vardır. Bunun için gerekli koşullar ısıtma yüzeyinin sadece buhar ile teması (ısıtma buharı bölmesinde kondens birikimi olmamalıdır), herbir ısıtma elemanının içindeki buhar basıncının eşit olması (eşit sıcaklık düşüşü) ve hava birikmesi kesinlikle oluşmamalıdır.

Prensip olarak konstrüksiyon, yani buhar tesisatı ve kondensstopa kadarki kondens tesisatı, sürekli kot farkı oluşturacak şekilde yapılmalıdır.

Eşit ısıtma basınçlarının elde edilebilmesi için buhar dağılımı, herbir ısıtma elemanının sadece paralel bağlanması durumunda optimumdur. Kondens suyu birikiminin önlenmesi için her ısıtma elemanının teker teker kendi kondensstopu üzerinden suyu alınmalıdır.

Kısa ısıtma zamanı için yüksek hava atma kapasitesi ve birikim olmadan kondens tahliyesi burada kullanılacak kondensstopa aranan şartlardır. Ters kovalı kondensstop, şamandıralı kondensstop ve termostatik kondensstop kullanılabilir.



Şekil 5.2.8.3 Vulkanizasyon preslerinden kondens tahliyesi *

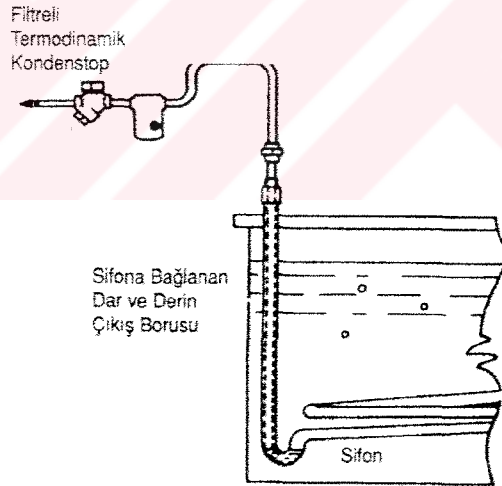
* ÜNLÜ Cafer, age, s.39

5.2.9. Tank ve Depolar

5.2.9.1. Serpantinli Proses Tankları

Her pişirme işleminde olduğu gibi dikkat edilmesi gereken, ısıtma safhası sırasındaki kondens oluşumu pişirme safhasındakinin birkaç katıdır. Bu, kondensstopun seçimi ve ölçülendirilmesinde gözönünde bulundurulmalıdır, düşük tahliye sonucu kondens birikimi su çekici darbelerine neden olabilir. Bunun dışında kondensstop kendi kendine hava atabilmelidir. Buna dikkat edilmediği takdirde ısınma süresi uzar.

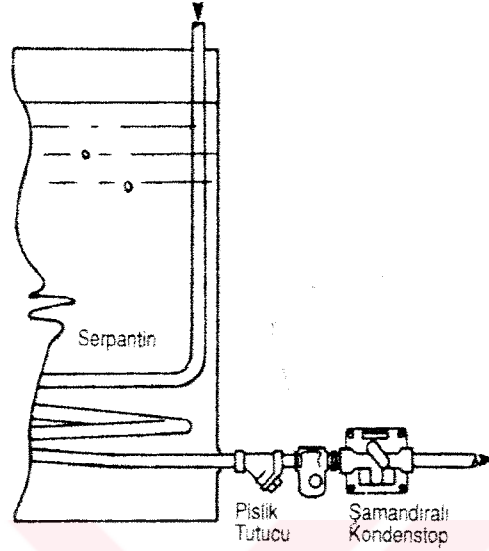
Üstten kondens çıkışlı serpantinli proses tanklarında, proses seviyesi altındaki serpantine bir eğim verilir ve çıkış borusuna U şeklinde bağlantı yapılır. Yukarı çıkan kondens boru çapı küçük olmalıdır. Termodinamik, şamandıralı veya termostatik kondensstop kullanılabilir.



Şekil 5.2.9.1.a Serpantinli proses tankından üstten kondens tahliyesi*

* ÜNLÜ Cafer, age, s.42

Alttan kondens çıkışı olan bir proses tankında şamandıralı kondensstop kullanılmalıdır. Ters kovalı ve termostatik kondensstoplar diğer alternatiflerdir.

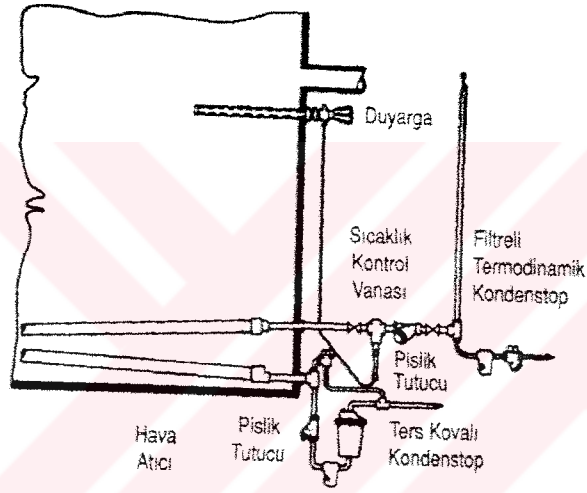
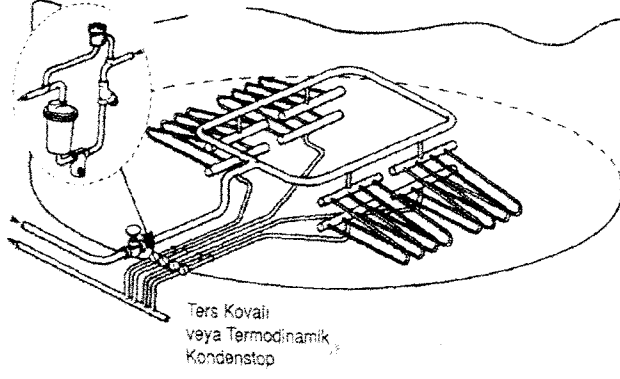


Şekil 5.2.9.1.b Serpantinli proses tankından alttan kondens tahliyesi*

5.2.9.2. Depolama Tankları

Depolama tanklarını ısıtmak için kullanılan yöntemlerden biri tank tabanında yer alan serpantinlerdir. Buhar, boru ile ısıtıcının en uzak noktasına verilir. Kondens, tam ters yönden tahliye edilir. En çok kullanılan sistem, dikdörtgen şeklindeki bir iç buhar dağıtım borularından meydana gelmiş serpantin sistemidir. Her boru gurubunun kondensi ayrı bir kondensstop ile tahliye edilmelidir. En iyi seçim ters kovalı kondensstopdur.

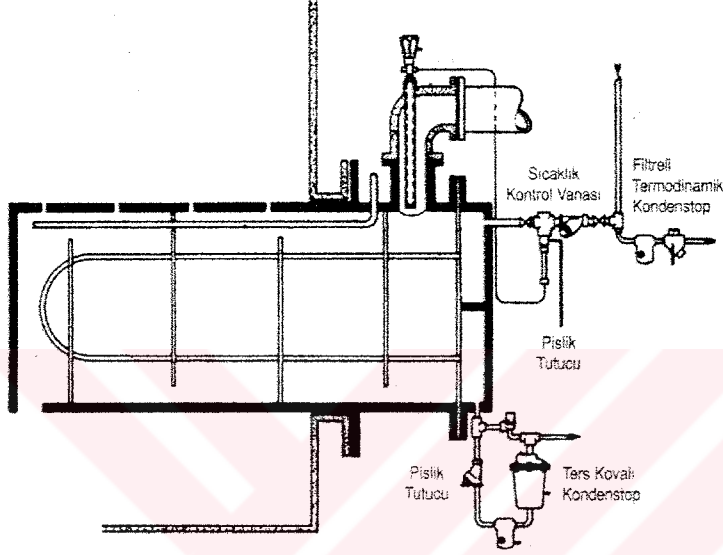
* ÜNLÜ Cafer, age, s.42



Şekil 5.2.9.2 Depolama tanklarından kondens tahliyesi

5.2.9.3. Yakıt Tankı Isıtıcıları

Yakıt tankı ısıtıcıları boru şeklinde bir akış olan bir çeşit eşanjör tipinde ısıtıcıdır. En iyi seçim, havayı ve kondensi iyi tahliye eden şamandıralı kondensstop veya hava atıcı monte edilmiş ters kovalı kondensstopdur.



Şekil 5.2.9.3. Yakıt tankı ısıtıcısından kondens tahliyesi *

* ÜNLÜ Cafer, age, s.43

5.3. Kondens Miktarı Hesabı

Kondenstop seçimi için gerekli temel kriterlerden biri olan oluşan kondens miktarlarının hesabı buhar tüketen cihazların türüne göre farklılık göstermektedir. Ancak hesaplamalardaki temel husus, sistemdeki ilk ısınma ve radyasyon ile oluşan kayıplar neticesinde oluşan kondens miktarlarını ayrı ayrı hesaplayıp toplamaktır.

5.3.1. Ana Buhar Hatları

Isınma süresinde kondens miktarı en yüksek değere ulaşır. Bu değer kondenstop seçimini tayin eder. Ana buhar hatlarında oluşan toplam kondens miktarı, başlangıçtaki ısınma kayıpları ile rejim halindeki radyasyon kayıplarının toplamıdır.

5.3.1.1. Isınma Kayıpları İle Oluşan Kondens Miktarı

$$M_k = \frac{G \times (T_b - T_0) \times c_{\phi} \times 60}{L \times t} \quad (5.3.1.1.)$$

M_k = Isınma kaybı ile oluşan kondens miktarı [kg/h]

G = Flanş, vana ve boruların toplam ağırlığı [kg]

T_b = Buhar sıcaklığı [°C]

T_0 = Ortam sıcaklığı [°C]

c_{ϕ} = Çelik özgül ısı [kJ/kg°C]

L = Buharlaştırma entalpisi [kJ/kg]

t = Isınma süresi [dakika]

Örnek: 150 mm çapında 90 m uzunluğunda, 15 adet flanş çifti ve bir buhar vanası ihtiva eden bir ana buhar hattının ısınması esnasındaki kondens miktarı nedir? Başlangıç ortam sıcaklığı 10 °C, buhar basıncı 10 bar ve ısınma süresi 30 dakikadır.

G değeri Tablo 5.3.1.1.1'den bulunur.

150 mm çelik boru $G_1 = 24 \text{ kg/m}$

150 mm flanş $G_2 = 31.3 \text{ kg/çift}$

150 mm stop vana $G_3 = 159 \text{ kg/adet}$

$$G = (90 \times 24.5) + 159 + (15 \times 31.3) = 2833.5 \text{ kg}$$

$$c_v = 0.49 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$L = 2000 \text{ kJ/kg}$$

$$t = 30 \text{ dakika}$$

$$M_k = \frac{2833,5 \times 174 \times 0,49 \times 60}{2000 \times 30}$$

$$M_k = 241.6 \text{ kg/h}$$

Hesaplanan kondens miktarı, emniyet katsayısı ile çarpılarak kondenstop kapasitesi tayin edilir. Ana buhar hatları için emniyet katsayısı 3'tür.

Tablo 5.3.1.1 G değeri hesabı için kullanılacak değerler

Boru Çapı		Boru Ağırlığı	Bir flanş çiftinin, saplama ve somunlarla birlikte ağırlığı	Flanşlı Vana Ağırlığı
Inch	DN	kg/m	kg	kg
1/2"	15	1,5	2,84	4,08
3/4"	20	2,2	2,95	6,8
1"	25	3	3,06	9,53
1 1/4"	32	4,5	4,54	12,2
1 1/2"	40	5,2	4,99	18,1
2"	50	6,7	7,03	27,2
2 1/2"	65	8,9	9,3	40,9
3"	80	11,2	12	54,4
4"	100	14,9	16,1	90,7
6"	150	24,5	31,3	159

5.3.1.2. Radyasyon İle Oluşan Kondens Miktarı*

İzole edilmiş bir buhar hattında;

$$M_r = \frac{E \times l \times 3,6}{L \times 4} \quad (5.3.1.2)$$

M_r = Radyasyon ile oluşan kondens miktarı [kg/h]

E = Isı emiş miktarı (Tablo 5.3.1.2) [W/m]

l = Efektif boru uzunluğu [m]

L = Buharlaştırma entalpisi [kJ/kg]

Örnek: 90 m uzunluğunda ve 150 mm çapındaki buhar hattı, 15 adet DN 150 flanş, 150 mm çapında bir buhar vanası bulunmaktadır. Radyasyon ile oluşan kondens miktarı ne kadardır. Buhar gösterge basıncı 10 bar, başlama sıcaklığı 10 °C'dir.

$E = 1580$ W/m (Tablo 5.3.1.2'den 174 °C sıcaklık farkına göre)

$l = 90 + (15 \times 0.3) + (1 \times 1.2) = 95.7$ m

Bir vana aynı çaptaki 1.2 m boru uzunluğuna, bir flanş çifti de aynı çaptaki 0.3 m boru uzunluğuna eşit kabul edilir.

$$M_r = \frac{1580 \times 95,7 \times 3,6}{2000 \times 4}$$

$M_r = 68$ kg/h

Toplam Kondens Miktarı:

$$M = M_k + M_r = 241.6 + 68 = \underline{\underline{309.6}} \text{ kg/h}$$

* ÜNLÜ Cafer, age, s.49

Tablo 5.3.1.2 Düz Çelik Boruların Isı Emiş Miktarı (W/m)

Buhar-Hava Sıcaklık Farkı °C	Boru Çapları (mm)									
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150
56	54	65	79	103	108	132	155	188	233	324
67	68	82	100	122	136	168	198	236	296	410
78	83	100	122	149	166	203	241	298	360	500
89	99	120	146	179	205	246	289	346	434	601
100	116	140	169	208	234	285	337	400	501	696
111	134	164	198	241	271	334	392	469	598	816
125	159	191	233	285	321	394	464	555	698	969
139	184	224	272	333	373	458	540	622	815	1133
153	210	255	312	382	429	528	623	747	939	1305
167	241	292	357	437	489	602	713	838	1093	1492
180	274	329	408	494	556	676	808	959	1190	1660

5.3.2. Hava Isıtma Boruları

$$M = \frac{E \times l \times 3,6}{L} \quad (5.3.2)$$

M = Kondens miktarı [kg/h]

E = Isı emiş miktarı (Tablo 5.3.1.2) [W/m]

l = Efektif boru uzunluğu [m]

L = Buharlaşma entalpisi [kJ/kg]

Yatay ve arasından hava üflemeden ısıtma yapılan sistemlerdir. Birden fazla boru grubunun ısı emiş değerinin hesap edilmesinde Tablo 5.3.1.2'deki değerler Tablo 5.3.2.a'daki verim katsayıları ile çarpılır.

Düşey şeklindeki boruların verimi de yatay olanınkilerden daha düşüktür. Bu durumda ısı emiş miktarının hesap edilmesi için Tablo 5.3.1.2'deki değerler Tablo 5.3.2.b'deki verim katsayıları ile çarpılır.

Sistemde, borular arasında hava üfleyen bir fan mevcut ise ısı emiş miktarı artar. Bu durumda, eğer üflenen havanın hızı biliniyor ise Tablo 5.3.1.2'deki değerler Tablo 5.3.2.c'deki katsayılar ile çarpılır.

Hesap edilen buhar yükü kontrol vanasının çap tayininde de kullanılır. Eğer kısa ısınma süresi isteniyorsa buhar yükü 1.2 katsayısı ile çarpılır. Tesisatı işletmeye alma esnasında olduğu gibi, kondensstop giriş basıncının düşmesi anında kondensstopun kapasitesi de düşer. Bu nedenle kondensstopun kapasitesi, tesisatın kapasitesinin iki misli alınarak değerlendirilir.

Tablo 5.3.2.a Isıtma gruplarındaki yaklaşık verim düşümü

Boru Grup Adedi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Verim Katsayısı	1	0,96	0,91	0,86	0,82	0,78	0,74	0,7	0,67	0,63

Tablo 5.3.2.b Düşey borulardaki yaklaşık verim düşümü

Boru Çapı	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
Verim Katsayısı	0,76	0,8	0,82	0,84	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	1

Tablo 5.3.2.c Hava hareketinin ısı emişine yaklaşık tesiri

Hava Hızı m/dak.	Isı Emiş Faktörü
Durgun Hava	1
91,4	1,4
182,9	2,2
365,8	3,2
548,6	4
914,4	5,2

5.3.3. Hava Isıtma Cihazları

Üreticilerin bir kısmı cihazların çıkış değerlerini W, BTU/h veya kcal olarak vermektedirler. Bu değerlerden hareket ederek kondens miktarı, cihazın ısıl değerinin işletme basıncındaki buharlaşma entalpisine bölünmesi ile hesap edilir.

$$M = \frac{Q \times 3,6}{h_b} \quad (5.3.3.1)$$

M = Kondens miktarı [kg/h]

Q = Cihazın ısıtma gücü [W]

h_b = Doymuş buharın entalpisi [kJ/kg]

Örneğin; 44000 W değerindeki ısıtma ünitesinin 3.5 bar çalışma basıncındaki buharla çalışması durumunda meydana gelecek kondens;

$$M = \frac{44000 \times 3,6}{2120} = 74.7 \text{ kg/h}$$

Eğer üretici cihazın ısıl değerini vermemiş ise, ısıtıcı tarafından ısıtılacak havanın sıcaklığının buhar ile yükseleceği düşünülerek, kondens miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$M = \frac{V \times 60 \times \Delta T \times c_h}{L} \quad (5.3.1.2)$$

M = Kondens miktarı [kg/h]

V = Isıtılacak hava hacmi [m³/dakika]

ΔT = Hava ile buhar arasındaki sıcaklık farkı [°C]

c_h = Havanın özgül ısısı [kJ/m³°C]

L = Buharlaşma entalpisi [kJ/kg]

110 m³/dakika kapasiteli bir ısıtma cihazı sıcaklığını 18°C'den 82°C'ye kadar, 7 bar gösterge basıncındaki buhar ile yükseltilmelidir. Oluşan kondens miktarını bulmak için formül 5.3.1.2 yardımı ile; ($c_h = 1.34 \text{ kJ/m}^3\text{°C}$)

$$M = \frac{110 \times 60 \times 64 \times 1.34}{2048} = 276 \text{ kg/h}$$

olarak kondens miktarı hesaplanır.

5.3.4. Isı Eşanjörleri

Kondens miktarı hava ısıtma cihazlarında olduğu gibi hesap edilebilir. Eşanjörlerin kullanım yerleri çok çeşitli olması nedeni ile başlangıç ısı yükü bir emniyet katsayısı ile hesap edilir ve kapasiteleri dizayn kapasitesinden daha büyüktür.

$$M = \frac{V \times 60 \times (T_g - T_s) \times c_s}{L} \quad (5.3.4)$$

M = Kondens miktarı [kg/h]

V = Isıtılan suyun miktarı [lt/dakika]

T_ç = Su çıkış sıcaklığı [°C]

T_g = Su giriş sıcaklığı [°C]

c_s = Suyun özgül ısı [kJ/kg°C]

L = Buharlaşma entalpisi [kJ/kg]

Örnek: 20 °C sıcaklığındaki su, eşanjörde 90 °C'ye kadar ısıtılmaktadır. Buhar basıncı 8 bar, eşanjörde dolaşan su miktarı 50 lt/dakika olduğuna göre kondens miktarı:

$$M = \frac{50 \times 60 \times 70 \times 4,18}{2030,9}$$

$$M = 432.2 \text{ kg/h}$$

Herhangi bir andaki ısı yükü bazen çıkış ve giriş sıcaklıkları ile pompalanan miktarın bilinmesi ile hesap edilebilir. Dikkat edilmesi gereken husus, pompa üzerinde belirtilen değerin pratikte gerçekleşen pompalama miktarına eşit olmasıdır.

Hesaplanan kondens miktarı emniyet katsayısı ile çarpılarak kondenstop kapasitesi belirlenir. Isı eşanjörü için emniyet katsayısı 2'dir.

5.3.5. Sıcak Su Depolama Tankları

Sıcak su depolama tankları, içindeki suyun tamamını belli bir sıcaklığa, belli bir sürede yükseltilecek tanklardır. Isıtma süresince yoğunlaşan buharın ortalama miktarı aşağıdaki formül ile hesap edilir.

$$M = \frac{m_s \times c_s \times \Delta T}{L \times t} \quad (5.3.5)$$

- M = Kondens miktarı [kg/h]
 m_s = Isıtılan su miktarı [kg]
 c_s = Suyun özgül ısısı [kJ/kg°C]
 ΔT = Suyun sıcaklık farkı [°C]
L = Buharlaştırma entalpisi [kJ/kg]
t = Isınma süresi [saat]

Bir depodaki 2272 kg su, 7 bar gösterge basıncındaki buhar ile sıcaklığı 10 °C'den 60 °C'ye 2 saatte çıkartılmaktadır. Oluşan kondens miktarını bulmak için; ($c_s = 4.186 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$)

$$M = \frac{2272 \times 4,186 \times 50}{2048 \times 2}$$

$$M = 116 \text{ kg/h}$$

Hesap edilen buhar miktarı kontrol vanası ve kondenstop çap tayininde kullanılır. Ancak başlangıçtaki yüksek basınç düşüşü nedeni ile kondenstop çap tayininde emniyet katsayısı 2 alınır.

5.3.6. Tanklarda Buhar Serpantinleri

Sıvıların ısıtılmasında buhar serpantinlerinin kullanılması çok yaygındır. Serpantinlerin ısı ihtiyacı, aşağıda belirtilen temel ısı transfer formülünden ve kondens miktarı da ısı ihtiyacının kullanılan buharın buharlaşma entalpisine bölünmesi ile bulunur. Kondens miktarının kg/h olarak istenmesi durumunda elde edilen değer 3.6 ile çarpılır.

$$Q = K \times A \times (T_y - T_s) \quad (5.3.6)$$

Q = Serpantin yüzeyinden transfer olan ısı miktarı ..[W]

K = Toplam ısı transfer katsayısı [W/m² °C]

A = Serpantin yüzey alanı [m²]

T_y = Isıtma yüzeyinin ortalama sıcaklığı [°C]

T_s = Isıtılan sıvının ortalama sıcaklığı [°C]

Farklı malzemelerden üretilen serpantinlerin ısı iletim katsayıları farklı değerlere sahiptir. Buna rağmen ısı iletimini etkileyen en önemli faktör serpantin her iki tarafında

oluşan filmlerdir. Sıvının hareketli olması konveksiyon ile olan ısı transferini arttırır ve toplan ısı transfer miktarı artar.

Çeşitli şartlar için toplam ısı transfer miktarları Tablo 5.3.6.1'de verilmiştir. Bu tablo ısıtılan maddenin su olduğu durumlar için geçerlidir. Belli başlı diğer akışkanlar için toplam ısı transfer katsayıları ise Tablo 5.6.3.2'de verilmiştir.

Tablo 5.3.6.a Birim yüzeyden transfer olan toplam ısı miktarları*

	[W/m ²]
Tank Serpantini, Buhar/Su (Sıcaklık Farkı 28 °C)	568 - 1277
Tank Serpantini, Buhar/Su (Sıcaklık Farkı 58 °C)	993 - 1703
Tank Serpantini, Buhar/Su (Sıcaklık Farkı 110 °C)	1277 - 2697
Tank Serpantini, düşük basınç tabii sirkülasyon	568
Tank Serpantini, yüksek basınç tabii sirkülasyon	1136
Tank Serpantini, düşük basınç cebri sirkülasyon	1136
Tank Serpantini, yüksek basınç cebri sirkülasyon	1703

Tablo 5.3.6.b Farklı sıvılar ve koşullar için toplam ısı transfer katsayısı*

	K [W/m ² °C]
Orta basınç, tabii sirkülasyon	
Hafif Yağlar,	170
Ağır Yağlar,	85 - 113
Yağlı Sıvılar	28 - 57
Orta basınç, cebri sirkülasyon	
Hafif Yağlar (200 sn Redwood 38 °C' de)	568
Orta Yağlar (1000 sn Redwood 38 °C' de)	341
Ağır Yağlar (3500 sn Redwood 38 °C' de)	170
Melaslar (10000 sn Redwood 38 °C' de)	85
Yağlı Sıvılar (50000 sn Redwood 38 °C' de)	57

* ÜNLÜ Cafer, age, s.54

5.3.7. Flaş Tankları

Sistemden tahliye edilen sıcak kondensin düşük basınçta serbest bırakılması ile oluşan flaş buhar aynı basınçtaki taze buharın enerjisine sahiptir ve bu yüzden değerlendirilmelidir. Düşük basınca geçen kondensin, flaş buharından ayrıldıktan sonra tahliye edilmesi gereken miktarını bulmak için şu formüller kullanılır.

$$M = m - \frac{m \times FBY}{100} \quad (5.3.7)$$

M = Kondens miktarı [kg/h]

m = Flaş tankına giren kondens debisi [kg/h]

FBY = Flaş buhar yüzdesi [%]

$$FBY = \frac{q_1 - q_2}{L} \times 100$$

q₁ = Tahliye öncesi yüksek basınçtaki kondensin

Doymuş sıvı ısısı [kJ/kg]

q₂ = Tahliyenin yapıldığı düşük basınçtaki

kondensin doymuş sıvı ısısı [kJ/kg]

L = Kondensin tahliye edilmiş olduğu düşük

basınçtaki buharlaşma (gizli) ısısı [kJ/kg]

İşletmeye almadaki kondens miktarı ve çalışma esnasındaki düşük basınç farkı ile değişken yükler, flaş tanklarında emniyet faktörünün 3 olmasını gerektirir. Kondensstop seçimi için bulunan kondens miktarını bu katsayıyla çarpmak gerekir.

5.3.8. Buhar Ceketli Pişirme Kazanları

Piştiriciler için gerekli kondensstop kapasitesi aşağıdaki formüller hesaplanabilir.

$$M = \frac{3,6 \times K \times A \times \Delta T}{L} \quad (5.3.8.a)$$

- M = Kondens miktarı [kg/h]
 K = Isı transfer katsayısı [W/m²°C]
 A = Isı transfer alanı [m²]
 ΔT = Sıvının sıcaklık artışı [°C]
 L = Buharın gizli ısısı [kJ/kg]

Kondens yükünün hesaplanmasında alternatif bir metod için aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$M = \frac{V \times s.g. \times c_s \times \Delta T}{L \times t} \quad (5.3.8.b)$$

- M = Kondens miktarı [kg/h]
 V = Isıtılan sıvının hacmi [litre]
 s.g. = Sıvının özgül ağırlığı [kg/m³]
 c_s = Sıvının özgül ısısı [kJ/kg °C]
 ΔT = Sıvının sıcaklık artışı [°C]
 L = Buharın gizli ısısı [kJ/kg]
 t = Ürünün ısıtılması için geçen süre [saat]

Bulunan kondens miktarı 3 olan emniyet faktörü ile çarpılır, uygun tip ve kapasitede kondensstop seçilir.

5.4. Kondenstopların Montajı Ve Testi

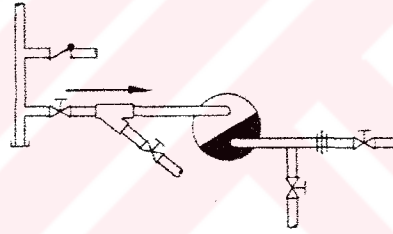
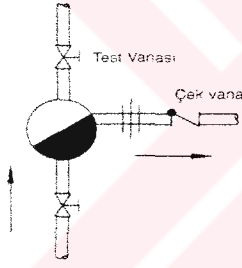
Montaj öncesi:

Boru hattı, kondensop montajı yapılmadan önce buhar veya basınçlı hava ile blöf yapılarak temizlenmeli bilahare pislik tutucu filtre elemanları kontrol edilerek varsa pisliklerden arındırılmalıdır

Kondenstop montajının temel esasları:

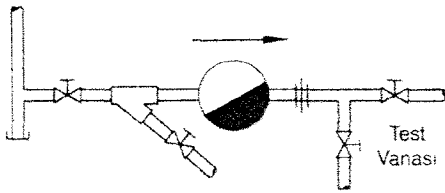
- Muayene ve onarım için erişilebilir olmalı.
- Mümkünse tahliye noktasının altında olmalı.
- Tahliye noktasına yakın olmalı.

Örnek bağlantılar aşağıda gösterilmiştir.

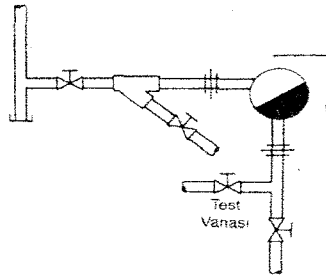


Şekil 5.4.a Tipik ters kovalı kondensop bağlantısı

Şekil 5.4.b Tipik şamandıralı kondensop bağlantısı



Şekil 5.4.c Tipik termodinamik kondensop bağlantısı



Şekil 5.4.d Tipik termostatik kondensop bağlantısı

Giriş kesme vanası:

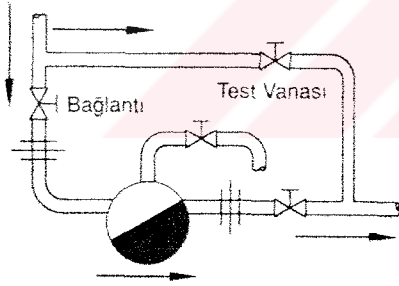
Sistemin durdurulamayacağı ana buhar hatlarında büyük su ısıtıcılarında ve benzeri cihazların tahliyesinde kondenstop bakımı için kesme vanalarına ihtiyaç duyulabilir.

Çıkış kesme vanası:

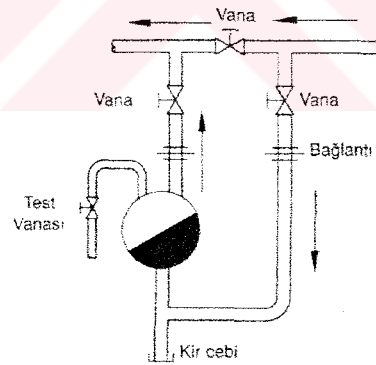
Kondenstop bağlantı sisteminde by pass bulunduğu ve tahliye kollektöründe yüksek basınç bulunduğu çıkış kesme vanasına ihtiyaç vardır. Ayrıca bununla ilgili olarak çekvalf kullanımı gündeme gelebilir.

By pass bağlantısı:

Şekil 5.4.e ve 5.4.f'de görülen by pass'lar, kesme vanaları açık bırakıldıkları zaman doğal olarak kondenstopların fonksiyonlarını bozabilirler. Bu gibi durumlarda ve mümkün olduğu takdirde en uygun şekil, sistemin kesintisiz çalışması gereken yerlerde biri ana diğeri yedek olmak üzere iki paralel iki kondenstop kullanılmalıdır.



Şekil 5.4.e Ters kovalı kondenstopa by-pass bağlantısı



Şekil 5.4.f Ters kovalı kondenstopa by-pass bağlantısı (alttan giriş, üstten çıkış)

Bağlantı elemanları (Rakorlar):

Sadece bir rakor kullanımı durumunda kondensstopun çıkışına, iki rakor kullanılması durumunda ise Şekil 5.4.a ve 5.4.e'deki şekilde 90°'lik açı ile veya şekil 5.4.f'de olduğu gibi birbirleri ile paralel montaj yapılmalıdır. Aynı düz hat üzerinde iki rakor kullanılması uygun değildir.

Standart bağlantı (Paket tip):

Belirli boyut ve tipteki kondensstoplar giriş ve çıkış boru boyları ve nipelleri aynı tutulmak suretiyle serviste kolaylık sağlanabilir. Bu şekilde önceden hazırlanmış bağlantı parçaları ile komple bir kondensstop stokta bulundurulabilir. Onarım ihtiyacında iki rakor sökülerek yedekte bulunan kondensstoplar takılabilir.

Test vanaları:

Kondensstopun çalışmasını kontrol etmek için Şekil 5.4.a da görüldüğü gibi test vanaları kullanılabilir. Test anında tahliye hattının akışkanla irtibatını kesmek için kesme vanası veya çekvalf kullanılmalıdır.

Pislik tutucular:

Önceden belirtilmiş veya sistem koşullarının gerektirdiği durumlarda kondensstopların önüne pislik tutucu konmalıdır. Bazı kondensstoplar kir koşullarına karşı diğerlerinden daha duyarlıdır. Bazı kondensstoplar ise kendi bünyesinde pislik tutucu üzerinde blöf vanası bulunabilir. Bu blöf vanası kullanılırken vana açılmadan önce buhar giriş vanası kapatılmalı ve kondensstop içinde bulunan kondensin flaş buhara dönüşeceği dikkate alınarak vana yavaş açılmalıdır.

Kir cepleri:

Sistemde oluşabilecek kazan taşları, döküm malzemelerin maça kumlarını tesisat içinde dolaşımını ve dirseklerde olabilecek aşınmayı ortadan kaldırmak için bu cepler kullanılmalı ve belirli aralıklarla temizlenmelidir.

Sifon uygulamaları:

Bu uygulamalarda bir su sızdırmazlığı, çekvalfli bir kondensstop veya kondensstop öncesi bir çekvalf ihtiyacı ortaya çıkar. Sifon borusu çapı, kullanılan kondensstop nominal çapının DN 15 (1/2") den az olmamak koşulu ile bir alt çapı olmalıdır.

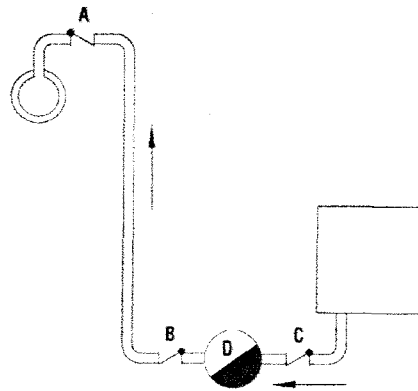
Kondens yükseltilmesi:

Kondensin yükseltilmesi durumunda düşey hat büyük seçilmemelidir. Uygulamalarda normalden bir düşük çap iyi sonuçlar vermektedir.

Çekvalfler:

Genelde ihtiyaç duyulan armatürlerdir. Kondens tahliye hatlarında vana kullanılmadığı durumlarda zorunlu olarak kullanılmalıdırlar. Şekil 5.4.e'de bir çekvalfin üç ayrı konumda yerleşimi gösterilmektedir. Termodinamik kondensstoplar aynı zamanda çekvalf görevi de yaparlar. Çekvalfler in konulacağı yerler aşağıda belirtilmiştir.

- Tahliye hattı çekvalfleri: Geri akışı önledikleri gibi test vanası açıldığında kondensstopu hattan ayırırlar. Normal şartlarda (B) ile belirtilen yere monte edilirler. Dönüş hattının yükselmesi veya kondensstop donma şartlarına maruz kaldığında (A) ile belirtilen yere monte edilmelidirler. (Şekil 5.4.e)

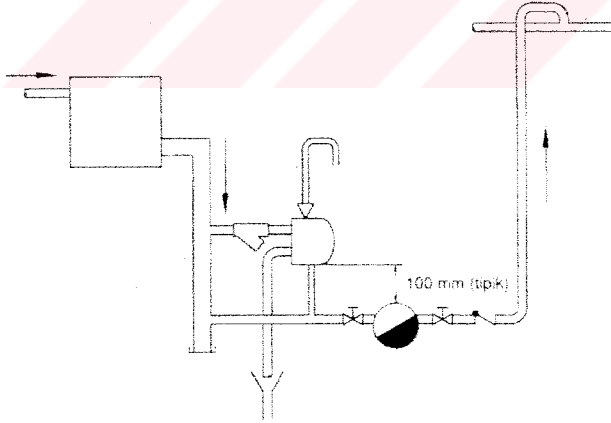


Şekil 5.4.g Uygun çekvalf konumları

- Giriş hattı çekvalfleri: Giriş hattında kullanılan çekvalfler;
 - Basıncın aniden düştüğü durumlarda,
 - Ters kovalı kondensstoplarda, kondensstopun tahliye noktası seviyesinin üstünde olması durumunda kondensstoptaki su sızdırmazlığı kaybunu önlerler. Bunun dışında (D) ile belirtilen yer için kendinden çekvalfli bir kondensstop kullanılabilir.

Emniyet tahliyesi kondensstopu:

Bu ihtiyaç, giriş basıncının ana kondensstopun çıkış basıncının altına düşmesi olasılığı mevcut olduğunda ve donma olasılığı bulunduğu kullanılmaktadır. Böyle bir uygulama yükseltilmiş dönüş hattı ile tahliyesi gereken ve değişken basınçlı ısı serpantinlerinde olabilir. Ana kondensstopun olası bir yetersiz tahliyede, kondens emniyet tahliyesine doğru yükselerek, ısı eşanjörüne girmeden önce tahliye edilir. Şamandıralı kondensstop ise büyük hacimlerdeki havayı atabilme kabiliyeti ve çalışmasının basit olmasından ötürü iyi bir emniyet tahliyesi yapar. Ancak emniyet tahliye kondensstopu ile ana kondensstop aynı kapasitede (Boyut) olmalıdır. Emniyet tahliyesi ile ilgili uygulama Şekil 5.4.h'de görülmektedir.



Şekil 5.4.h Tipik emniyet tahliye kondensstopu bağlantı şekli

Emniyet tahliyesine giriş, ısı eşanjörü tahliye bağlantısına ve ana kondensstopa girişin üzerinde olacak şekilde yerleştirilmelidir. Açık kanalla tahliye yapılmalıdır.

Emniyet tahliyesinin boşaltma tapası ana kondensstopun girişine bağlanmalıdır. Bu bağlantı ana kondensstop çalışırken gövdede oluşacak radyasyonla emniyet tahliye kondensstopunda oluşan kondens kaybını önleyecektir.

Isı eşanjöründeki basınç atmosfer basıncının altına düştüğünde çalışmanın sürekliliğini sağlamak için emniyet tahliyesinde bir vakum kırıcı bulunmalıdır. Vakum kırıcının çalışma esnasında kir emmesini önleme tedbirleri alınmalıdır.

5.4.1. Donmaya Karşı Koruma

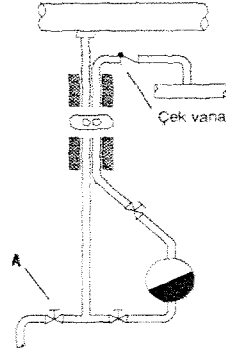
Buhar geldiği sürece, uygun seçilmiş ve monte edilmiş bir kondensstopta donma olmayacaktır. Buhar gelişi kesildiğinde ise yoğunlaşma olur ve ısı eşanjörü veya tracer hatlarında vakum meydana gelir. Bu durumda donma meydana gelmeden önce kondensin sistemden serbest olarak tahliyesini önler. Bu durumu önlemek için tahliye edilen cihazla kondensstop arasına bir vakum kırıcı monte edilmesi gerekir.

Eğer kondensstop dönüş hattına yerçekimi ile tahliye yoksa, kondensstop ve tahliye hattı dışarıdan müdahale ile veya donma koruma kondensstopu ile otomatik olarak tahliye edilmelidir. Bunun dışında kondens tahliye bölümüne birden fazla kondensstop monte edildiğinde, kondensstopların yalıtılması donmaya karşı korumayı sağlayabilecektir.

Donma Önlemleri:

- 1- Kondensstop büyük seçilmemelidir.
- 2- Kondensstop tahliye hatları çok kısa tutulmalıdır.
- 3- Hızlı yerçekimi ile tahliye için tahliye hatlarına eğim verilmelidir.
- 4- Kondensstop tahliye hatları ve kondens dönüş hatları yalıtılmalıdır.
- 5- Kondens dönüş hatlarının ortam hava koşullarına maruz kaldığında, tracer hatlarındaki uygulamalar göz önüne alınmalıdır.

6- Dönüş hattı yukarı konumda olduğunda, tahliye hattına bitişik olan düşey boşaltma hattı, dönüş kollektörünün üstüne bağlanmalı ve tahliye hattı ve kondenstop boşaltma hattı birlikte izole edilmelidir.



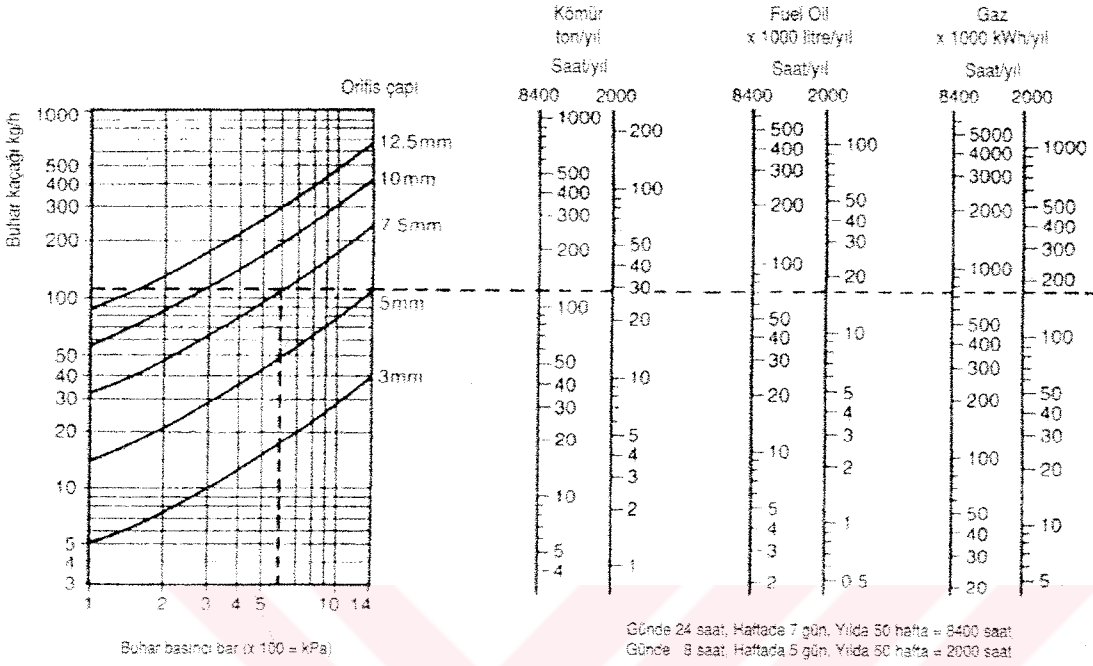
Şekil 5.4.1 Donmaya karşı koruma

5.4.2. Kondenstop Kontrol Metotları

Çeşitli nedenlerden dolayı kondenstoplarda problemler olabilir. Kondenstop kapalı durumda kalırsa buhar çekişi aniden azalacaktır. Kondenstop, tam açık veya kısmen açık durumda arızalı ise buhar sarfiyatı devam edecek ve bu durum gereksiz buhar kaybına dolayısıyla enerji kaybına neden olacaktır.

Aşağıdaki Şekil 5.4.2'den de görülebileceği üzere, arızalı , buhar kaçıran bir kondenstopun işletmeye getirdiği zarar küçümsenmeyecek boyutlardadır. Örneğin; 7.5 mm orifis çapına sahip bir kondenstopun 6 bar işletme basıncında buhar kaçırması durumunda kaçak miktarı saatte 110 kg'dır. Bu şekildeki buhar kaçağı yılda 8400 saat çalışan bir tesiste 70 ton fuel oil sarfiyatına neden olur.

5.4.2.1. Test Vanası Metodu



Şekil 5.4.2 Yıllık buhar kaçaqları maliyeti*

Kondenstopu, dönüş kollektöründen ayırmak için kullanılan dönüş hattı kesme vanası ile birlikte bağlantı Şekil 5.4.a'da gösterilmiştir. Bu metotta test vanası açık durumda iken bakılması gereken hususlar şunlardır:

- 1- Kondens Tahliyesi, ters kovalı ve termodinamik kondensstoplarda kesintili olmalıdır. Şamandıralı kondensstoplar sürekli kondens tahliyesi yaparken, termostatik kondensstoplar yüke bağlı olarak devamlı veya kesintili tahliye yapabilirler.
- 2- Flaş Buharı, görüldüğünde kondensstopta buhar kaçağı oluyor anlamı çıkmamalıdır. Eğer buhar mavi bir akıntı şeklinde sürekli olarak dışarıya kaçıyor ise bu buhar kaçağıdır. Eğer sızan buhar beyazımsı bir bulut şeklinde kesintili olarak dışarı yükseliyorsa bu flaş buhardır.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.27

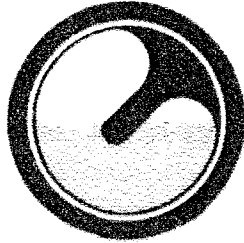
5.4.2.2. Gözetleme Camı Veya Kontrol Düzeni*

Fiziksel olarak doğru konumda kondensstop önüne yerleştirilmiş bir gözetleme camı kondensstopun pratik olarak tam bir kontrolün yapılmasını sağlar. Genleşme buharı nedeniyle bir yanılğı olmaz. Vaposkoplar, optik kondensstop kontrolü için kullanılabilirler (Şekil 5.4.2.2.a). Vaposkoplar, kondensstop önüne monte edildiği takdirde, kondensstopların optimum denetimleri yapılabilir. Böylece sadece en küçük taze buhar kaçakları değil, en küçük kondens suyu birikimleri bile görülebilir.



Şekil 5.4.2.2.a Vaposkop sisteminin şematik gösterilişi

Akış kanalındaki kondens suyu veya buhar (gazlar) dik bir deflektörün içine daldığı suya etkiler. Yoğunluk olarak hafif madde olan buhar burada kondens suyu yüzeyini aşağıya doğru iter. Şekil 5.4.2.2.b'de vaposkopun normal çalışması görülmektedir. Deflektör görüş ekseninin altındadır.



Şekil 5.4.2.2.b Normal çalışma durumunda vaposkop

* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.81

Vaposkopun su ile tam olarak örtülmesi durumunda kondens suyu tesisat içinde toplanmıştır. Vaposkop ısıtma elemanının tam çıkışına monte edilmiş ise ısıtma yüzeyinin içinde de kondens suyu birikimi olduğu anlaşılır.



Şekil 5.4.2.2.c Kondens suyu birikimi durumunda vaposkop

Geçen buhar su yüzeyini belirgin olarak bastırır. Kendisi görülmeyen buhar deflektör ile su yüzeyi arasındaki bölümü doldurur.



Şekil 5.4.2.2.d Buhar kaçağı durumunda vaposkop

5.4.2.3. Sıcaklık Karşılaştırması Yoluyla Kontrol

Kondens suyu birikimi olmaksızın çalıştırılması gereken eşanjörlerde, kondenstop öncesi kondens suyu tesisatındaki sıcaklığın ölçülmesi çoğunlukla kullanılan bir metottur. Kondenstop önünde, eşanjör çıkışında veya buhar girişinde çeşitli noktalarda boru üst yüzey sıcaklıklarının ölçülmesi, duruma göre kondenstopun çalışma tarzı ile ilgili olarak bazı bilgiler verir.

Sıcaklıkların, ölçüm yerlerindeki basınç, buhar içindeki muhtemel gaz oluşumları ve yüzey ölçümünde boru üst yüzeyinin uygun olarak hazırlanmış olup, olmaması ile bağlantılı olduğu unutulmamalıdır. Bunun dışında ölçüm noktasının tespitinde, kondens suyu sıcaklığının, kondens suyu birikimi olmasa bile, doymuş buhar sıcaklığının altında olabileceğine dikkat etmek gerekir.

Kondenstop çıkışındaki sıcaklık, kondens tesisatındaki basınca bağlıdır. Kondenstopun bu noktada sıcaklık ölçümü ile kontrolü mümkün değildir.

5.4.2.4. Ses Karşılaştırması Yoluyla Kontrol

En çok başvurulan metot olan, kondenstopun fonksiyonunun steteskop yardımıyla test edilmesi, sadece termodinamik kondenstoplarda pratik bir yoldur. Bu metotta çalışma tarzı açıkça belli olmalıdır. Açma frekansından taze buhar kaçağı olup olmadığı hariç, çalışma tarzına yönelik tespitler yapılabilir.

Kondenstop tarafından çıkarılan yüksek frekans bölgesindeki seslerin ölçülmesi yoluyla kondenstop kontrolü çok büyük önem taşımaktadır. Bu metodun çıkış noktası ise bir kısmı armatürün içinden geçen buharın, geçen suya oranla daha güçlü ses çıkarmasıdır.

Bu cihazların ses alıcısı mekanik yüksek frekans titreşimlerini, özellikle 40- 60kHz bölgesindekileri, ölçme cihazında güçlendirilen ve gösterilen elektrik sinyallerine dönüştürür.

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken, ses şiddetinin kısmen akan buhar miktarının fazlalığına bağlı olduğudur. Bunun yanısıra, ölçüm sonuçları, kondens suyu miktarından, basınç farkından ve ses kaynağının cinsinden yani kondenstop tipinden etkilenir.

6. ENERJİ GERİ KAZANIMI

6.1. Flaş Buharla Enerjinin Geri Kazanılması

6.1.1. Flaş Buhar

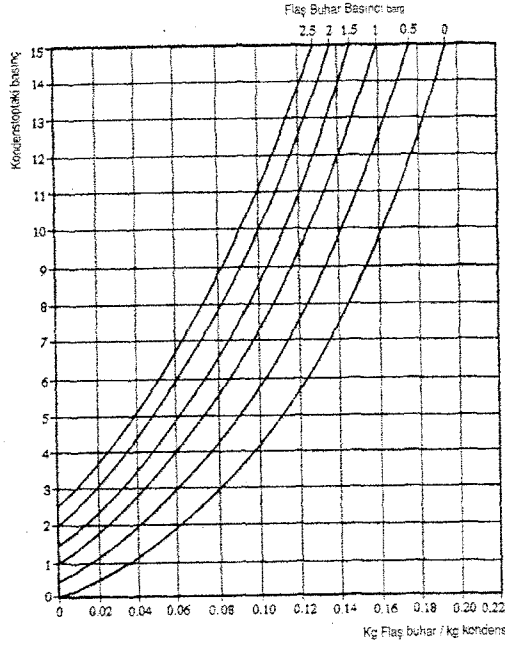
Belirli bir basınç altında suya ısı verilmeye başlanıldığında suyun sıcaklığı ve buna bağlı olarak ısı tutumu yani entalpisini yükselir. Bu artım o basınçta suyun kaynama noktası sıcaklığına erişinceye kadar devam eder. Bu sıcaklığa eriştikten sonra suyun tamamı buharlaşmaya kadar sıcaklığı sabit kalır. Suyun tamamı buhar fazına eriştiği anda sıcaklık sabit kaldığı halde ısı tutumu farklı bir değerde olduğu görülür.

Buhar ile temasta olan kondens buhar ile aynı sıcaklıktadır. Kondens stop ile sistemden uzaklaştırılan kondens, daha düşük bir basınçtaki ortama geçtiğinden kondens o basınçtaki doyma sıcaklığına kadar soğumak isteyecek ve aradaki sıcaklık farkı nedeniyle kondensin bir bölümü buharlaşacaktır. Oluşan bu buhara flaş buhar adı verilir.

Isı transfer yüzeylerinden buharlaşma gizli ısıyı veren doymuş buhar, aynı basınçta kondens haline dönüşür ve doymuş su entalpisini içerir. Örneğin; 7 bar basınçtaki kondensin entalpisini $h_s = 721,4$ kJ/kg'dır. 0 bar basınçta doymuş suyun entalpisini $h_s = 419$ kJ/kg'dır. Eğer 7 bar basınçtaki kondens 0 bar basınçta serbest bırakılırsa $h_s = 721,4 - 419 = 302,4$ kJ/kg değerinde bir enerji açığa çıkar bu enerji flaş buharı oluşturur.

0 bar buharın buharlaşma entalpisini $h_g = 2257$ kJ/kg'dır. Yukarıdaki örnekteki Flaş Buhar Oranı $= 302,4 / 2257 = 0,134$ 'dür. netice olarak 7 bar'dan, 0 bar basınca boşaltılan kondensin %13,4'lük kısmı buharlaşmaktadır. Şekil 6.1.1'de farklı basınçlara boşaltılan kondensin flaş buhar oranı verilmektedir.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.76



Şekil 6.1.1 Farklı basınçlara boşaltılan kondensin flaş buhar oranı

6.1.2. Flaş Buharı Kullanma Nedeni

Bir buhar sisteminin verimliliğini arttırmanın yöntemlerinden biri flaş buhar kullanılması, yani flaş buharı kondens suyundan ayırarak daha düşük basınçta kullanarak değerlendirmektir. 9 bar basınçtan 2 bar basınca boşalan bir kondensin flaş buhar oranı 0.99 dur. Sistemde 500 kg/h buhar veya kondens yükü olduğunu varsayarsak elde edilecek flaş buhar miktarı; $500 \times 9/100 = 45$ kg/h'dir.

Flaş buharın kondensden ayrıştırılarak kullanılması demek aynı miktarda buharın kazanda daha eksik üretilmesi yani enerji tasarrufu demektir.

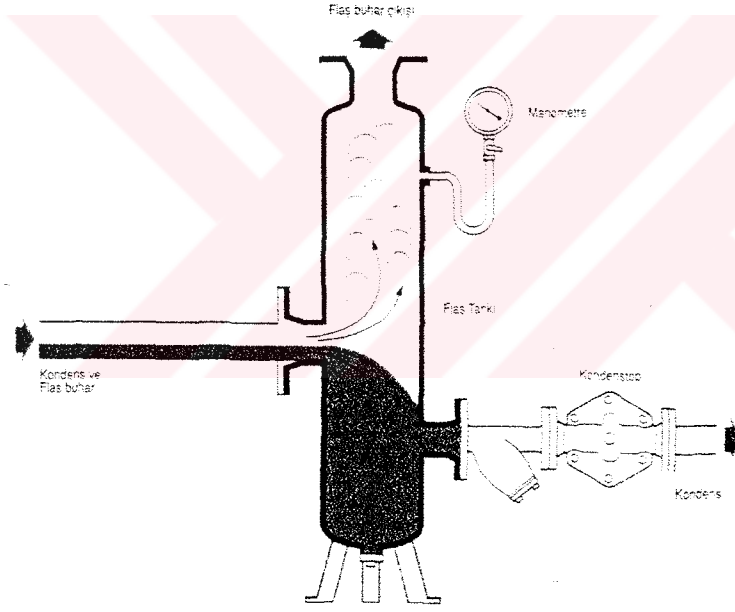
6.1.3. Flaş Buharın Elde Edilmesi

Flaş buharı kondens suyundan ayrıştırmak için "flaş buhar tankları" kullanılır. Bu tank Şekil 6.1.3'te görüldüğü gibi düşey bir tanktır. Tankın çapı o şekilde seçilmelidir ki, buharın üst çıkışa doğru 3 m/s'lik bir hızla akması sağlanmalıdır. Bu hız su damlalarına

ters bir yönde, yani tankın altına doğru akabileceği bir hızdır. Bu ayrışma için girişten yeterli bir yükseklik gerekmektedir. Bu nedenle kondens suyunun girişi alttan, tank boyunun 1/3 oranında olmalıdır. Flaş buhar tankının çapı, türbülans meydana gelmeden kondensin geçmesini sağlayacak çapta olmalıdır.

Yüksek basınç ile düşük basınç arasındaki fark küçük olduğu takdirde flaş buhar miktarı az, kondens miktarı fazladır. Bu durumda flaş boru çapının hıza göre seçilmesi, tankın küçük kalmasına neden olacaktır. Bu takdirde tank iki çap büyük seçilmelidir.*

Gerek giriş gerekse flaş buhar çıkış çapları, hızın 15 m/s yi aşmayacak bir şekilde seçilmelidir. Flaş buhar tankları için tavsiye edilen boyutlar Tablo 6.1.3'te verilmektedir.



Şekil 6.1.3 Flaş tankı*

* ÜNLÜ Cafer, age, s.78

Tablo 6.1.3. Flaş Tankı Boyutları*

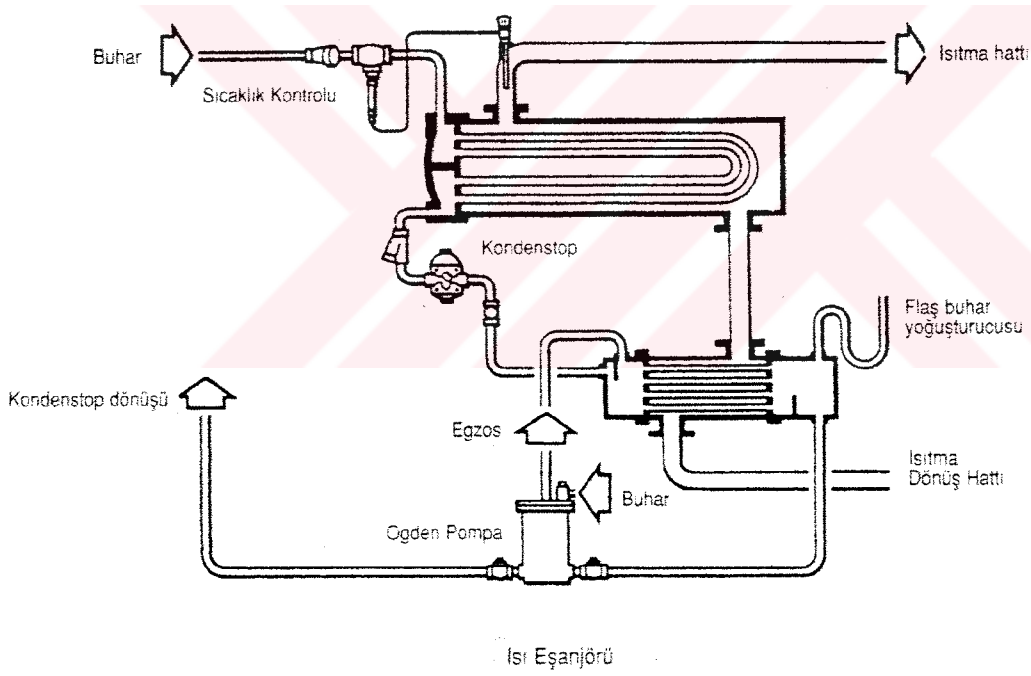
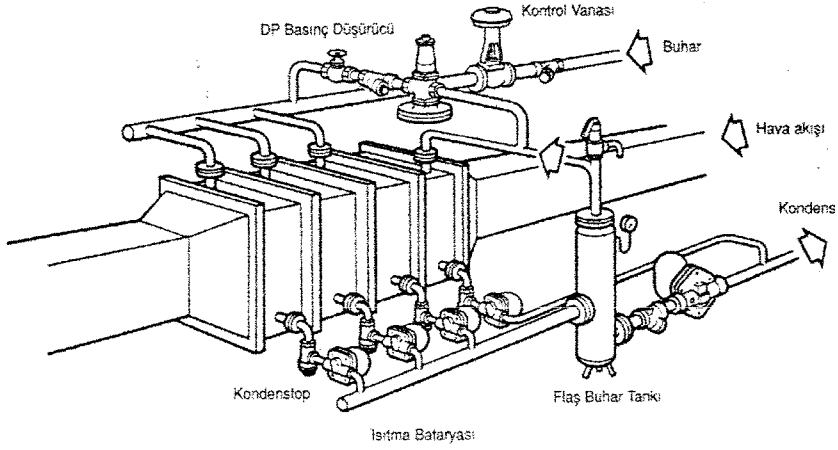
Çap	Yükseklik	Kondens Çıkış Çap	Giriş Yüksekliği	Giriş ve Flaş Buhar Çıkış Çap	Maks. Kondens kg/h	Maks. Buhar kg/h
150	1100	40	282	65	900	225
200	1100	40	290	100	2250	450
300	1150	50	307	125	4500	900
380	1200	50	330	150	9000	1400
460	1260	50	400	175	12700	2050
500	1400	65	450	200	15900	2400
600	1400	65	450	225	20400	3500
760	1400	80	450	300	34000	5600
920	1500	80	500	350	50000	8200

6.1.4. Flaş Buhar Elde Edilmesinde Dikkat Edilecek Hususlar

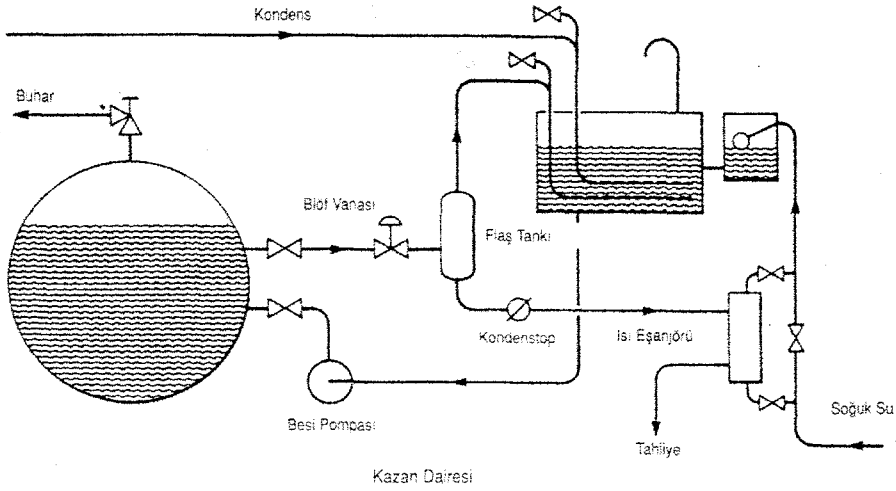
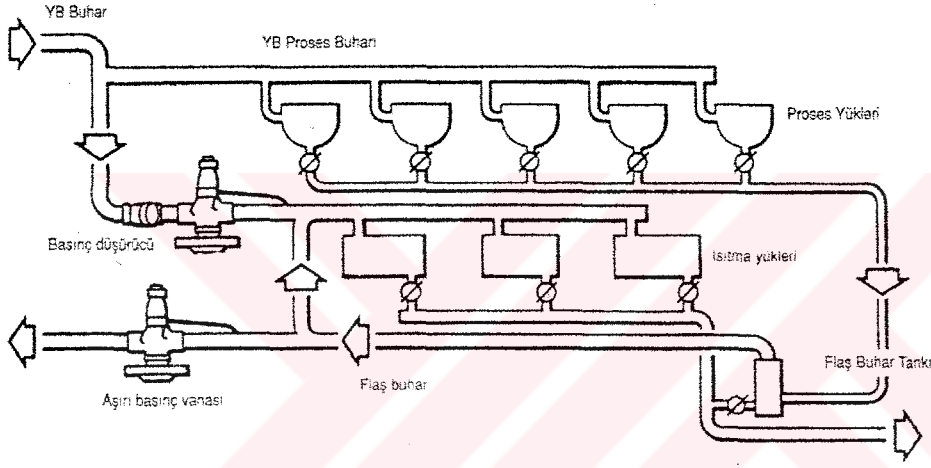
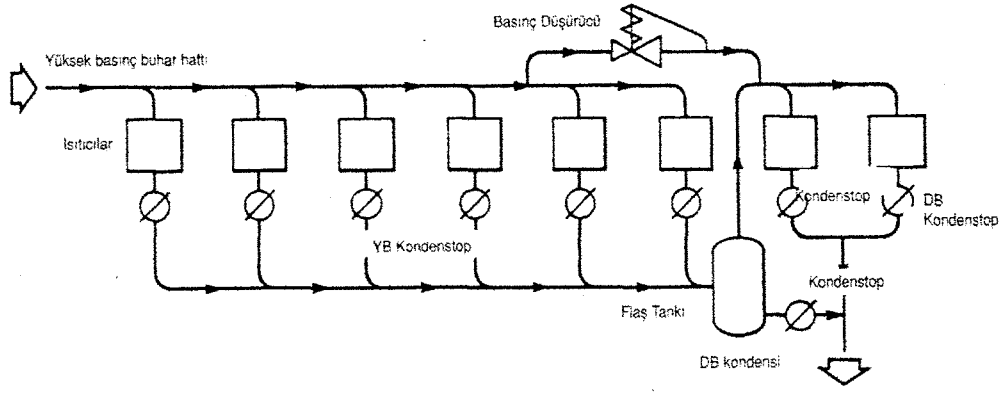
- 1) Azami flaş buhar elde etmek için azami kondens miktarı gereklidir. Bu nedenle kondenstoplar karşı basınç ve kapasite dikkate alınarak özenle seçilmelidir. Ayrıca sıcaklık kontrol vanaları olan sistemlerde, vananın kapandığı anda basıncın düşeceğine dikkat edilmelidir.
- 2) Flaş buharın kullanılacağı uygun bir kullanım alanı bulunmalıdır. Kullanım alanları flaş buhar miktarına eşit veya üzerindeki kapasitede olmalıdır. Flaş buhar eksik kaldığı takdirde daha yüksek bir buhar hattından basıncı düşürme yöntemi ile buhar sağlanabilir. Flaş buhar ihtiyaçtan fazla ise, flaş buharın bir kısmı dışarı atılmalıdır veya ısıtmada kullanılan flaş buhara yazın gerek olmadığı zaman geri kazanım sistemi etkisiz olacaktır. Netice olarak flaş buhar miktarı ihtiyaç kadar olmalıdır.
- 3) Flaş buharın kullanılması, yüksek basınçtaki kondensin çıkışına yakın olmalıdır. Düşük basınçtaki flaş buharın taşınması da büyük çaplar gerektirir ve yatırım maliyetlerini artırır. Ayrıca daha büyük çaplarda oluşacak ısı kayıpları flaş buharın kazanılmasından elde edilecek yararları da azaltacaktır.

* ÜNLÜ Cafer, age, s.79

6.1.5. Flaş Buharla Enerji Geri Kazanımı Sistem Örnekleri *



* ÜNLÜ Cafer, age, s.79-81



Şekil 6.1.5 Flaş buharla enerji geri kazanımı sistemleri

6.2. Kondens Isısının Kullanımı

Buhar sistemlerinde, sistemde dolaşan buhar normalde gizli ısısını (buharlaşma ısısını) ısıtılmakta olan ürüne verir. Optimum ısıtma gücüne ulaşmak için kondens, oluşumundan hemen sonra tahliye edilir. Bu şekilde kondensin içerdiği ısı (duyulur ısı) kondensle beraber tahliye edilmiş olur. Bu ısı toplam ısı muhteviyatının dikkate değer bir yüzdesini oluşturur. Örneğin; 1 bar'lık işletme basıncında, duyulur ısı, toplam ısının %19'unu, 10 bar basınçta %18'ini ve 18 bar basınçta %32'sini oluşturur.

Eğer kondens atmosfere deşarj edilir ve yeniden kullanılmazsa, buhar oluşumu için gerekli ısı enerjisinin büyük bir kısmı kaybedilmiş olur. Ayrıca besi suyunun yüzde yüz yeniden şartlandırılması vasıtası ile de ek bir maliyet gerektirir. Bu sebepten dolayı uygulanması gerekli yöntem, mümkün olduğunca kondensin toplanması ve bu kondensi buhar oluşumu için yeniden kullanılması şeklindedir. Bu kondens, şartlar yeniden buhara dönüştürmeye elvermiyorsa, en azından, başka tesisatların sıcak su ihtiyacını karşılamak için yararlanılabilir.

Kondensin atmosfere boşaltılması (açık kondens sistemi), ile oluşan flaş buhar çevre açısından güzel olmayan görüntüye neden olur. Bunun yanında, bu kondensin yeniden kullanılması durumunda bile büyük ısı kayıpları meydana gelir. Kondensin atmosfere verilmesi ile oluşan ısı kayıpları toplam üretilen ısı enerjisinin 1 bar'lık işletme basıncında %3.2'sini, 10 bar'da %13'ünü, 18 bar'da %17'sini oluşturur.

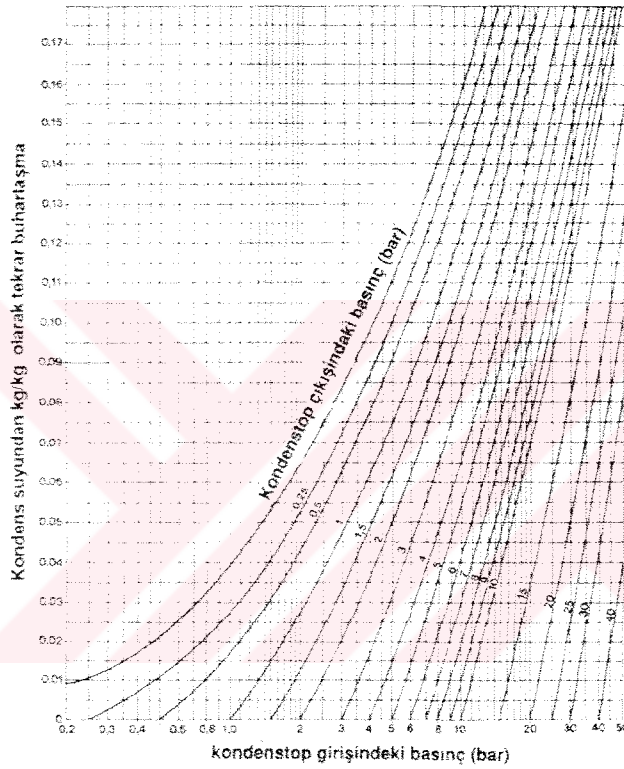
6.2.1. Kondensin Duyulur Isısının Kullanımının Mümkün Olduğu Durumlar*

6.2.1.1. Eşanjörde Kondens Suyu Birikimi

Kondens suyu biriktirilmesi ile kondens suyu içinde bulunan ısının bir kısmı ilave olarak direkt ısıtma işlemi için kullanılır. En uç durumda kondens suyundan, tahliye

* "Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul, s.87

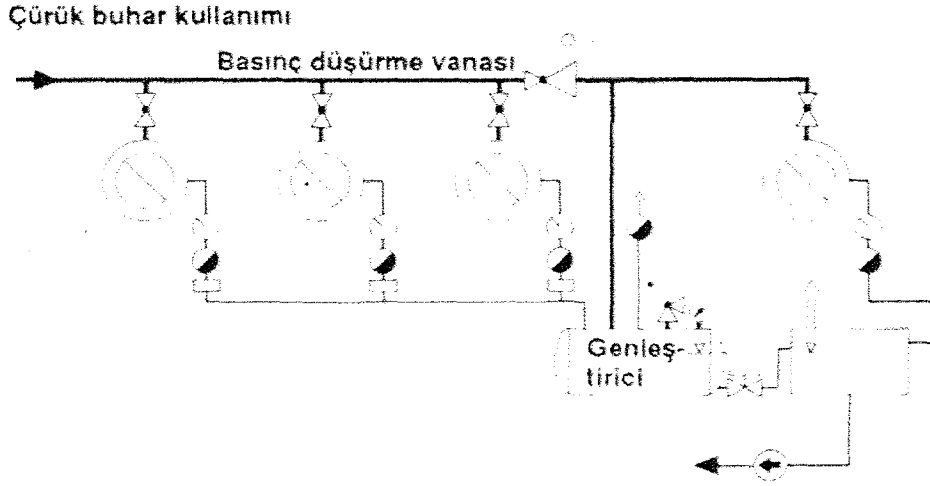
edilmesini takiben çürük buhar meydana gelmeyecek miktarda ısı çekilir. Bu işletme tarzı her şeyden önce gerekli koşul, kondens suyu birikimine rağmen arzu edilen güç ve ısıtma sıcaklığının elde edilmesi ve ayrıca eşanjörün su çekici darbesi oluşmaksızın çalışmasıdır. Kontrolsüz eşanjörler için, kondensi önceden belirlenmiş soğutma ile tahliye eden termostatik kondensstoplar yeterlidir. Kontrollü eşanjörlerde ayar elemanı buhar tarafında değil kondens suyu tarafına yerleştirilmelidir.



Şekil 6.2.1.1 Flaş buhar miktarı, kondens suyu genişmesi sırasında tekrar buharlaşma

6.2.1.2. Kapalı Kondens Devresi

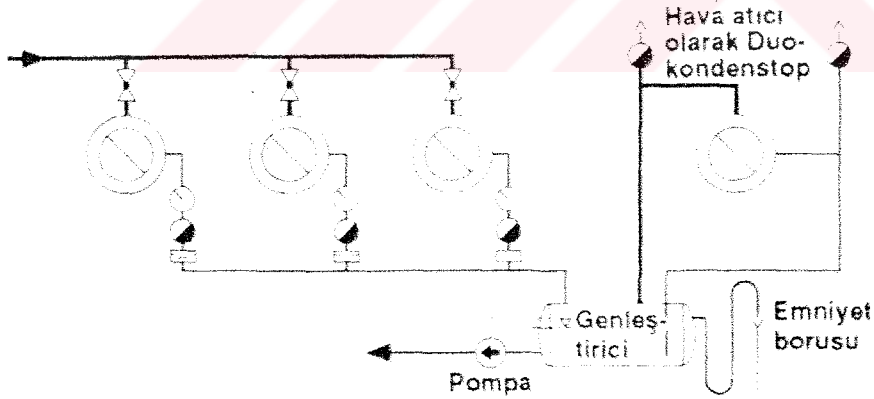
Flaş buhar, arka arkaya ilave edilmiş olan eşanjörün ısıtılması için kullanılır ve kazan besleme devresine kondens ilave edilir. Bu işlem en az iki basınç kademeli bir buhar şebekesi gerektirir.



Şekil 6.2.1.2.a Kapalı kondens devresi

Arkaya ilave edilmiş olan ısıtma yüzeyinde büyük buhar ihtiyacı durumunda buraya vana üzerinden taze buhar gönderilir.

Küçük işletmelerde duruma göre, oluşan flaş buharın tamamı tek bir ısı değiştiricide kullanılır. Sıcak su boyleri, ılık su oluşturan ısı değiştiriciler gibi.



Şekil 6.2.1.2.b Termosifon çevrimli basit genişletme devresi

Flaş buhar miktarı kondens miktarına bağlıdır ve değişken ihtiyaçlara göre ayarlanamaz.

1. Kondens toplama deposu donanımı

- 1.1 Toplama deposu
- 1.2 Manometre grubu
- 1.3 Su seviyesi göstergesi
- 1.4 Emniyet vanası
- 1.5 Boşaltma vanası

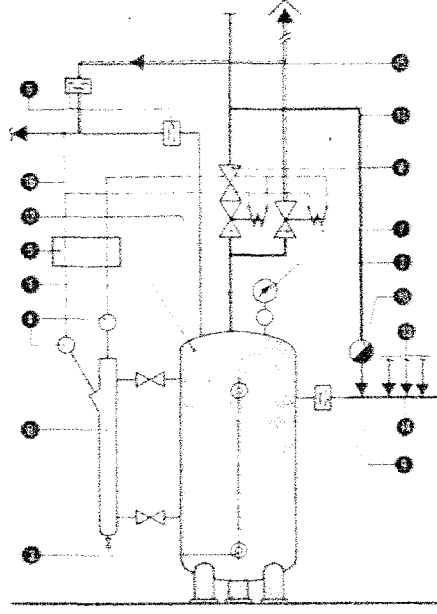
2. Seviye kumandası

- 2.1 Sıvı seviye elektrotları
- 2.3 Kapatma sürgüsü
- 2.4 Kumanda panosu

3. Pompa grubu

- 3.1 Kondens suyu pompası
- 3.2 Çekvalf
- 3.3 Kapatma vanası
- 3.4 Kapatma vanası, ayar klapeli
- 3.5 Basınç tesisatı için manometre grubu

İşletmenin değişik ünitelerinden gelen küçük ile orta miktarlardaki kondensin nakledilmesi için pompasız kondens suyu geri kazanım sistemlerinin kullanımı ekonomik bir çözümdür. Nakil aracı olarak buhar kullanılır. Kondens basınçsız toplama deposuna akar. Belirlenmiş maksimum kondens seviyesine ulaşıldığı zaman bir su seviyesi elektrodu, hava atma tesisatı içine yerleştirilmiş olan selenoid valfin açılması için gerekli impulsları verir. Depo içinde belirlenmiş bulunan minimum kondens suyu seviyesine ulaşıldığı zaman ikinci bir elektrot, buhar valfinin kapanması ve havalandırma valfinin açılması için gerekli impulsları verir.



Şekil 6.3.b Pompasız kondens geri taşıma sistemi

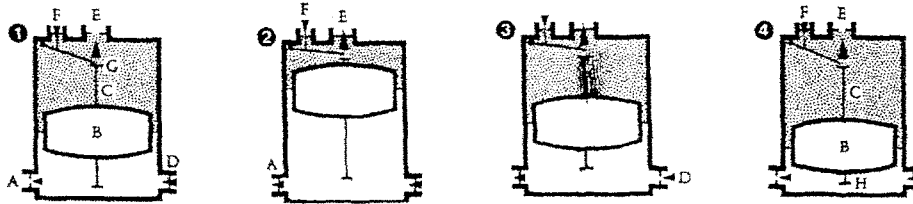
1. Kondens suyu toplama deposu
2. Manometre
3. Su seviyesi göstergesi
4. Sıvı seviye elektrotları
5. Sinyal güçlendirici
6. Ölçme tüpü
7. Selenoid valfler
8. Kapatma vanası
9. Çekvalf
10. Kondenstop
11. İtme buharı tesisatından su alma
12. İtme buharı tesisatı
13. Tüketim yerlerinden gelen kondens suyu
14. Kondens suyu toplama hatları
15. Hava atma tesisatı
16. Toplama deposuna giden kondens suyu hattı

6.3.1. Kondens Pompaları*

Kondensin daha üst noktalara boşaltılması için gereken eleman, otomatik kondens pompasıdır. Aşağıda çalışma prensibi anlatılan “Ögden Pompası” devreye girmek için ek bir enerjiye ihtiyaç duymamaktadır. Kondensin yerçekimi ile aşağıya hareketi sonucunda bir şamandırayı kaldırarak mekanik enerji elde edilmesi esasına göre çalışır.

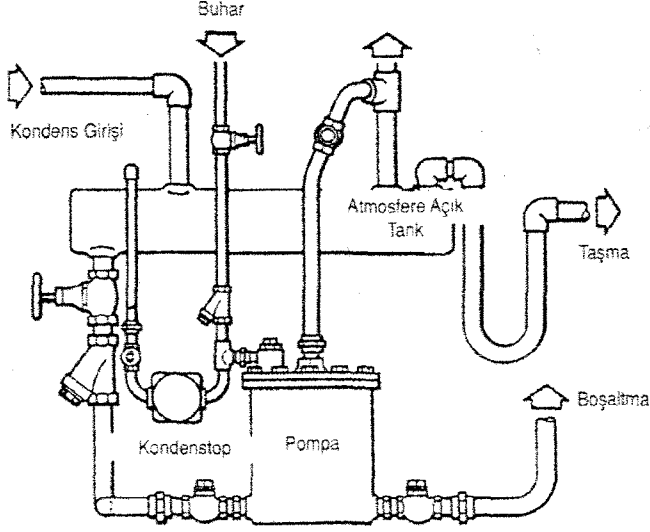
Çalışma Prensibi:

- 1- Yer çekimi ile pompanın içersine dolan kondens, pompa şamandırasını (B) yukarı doğru hareket ettirir. Egzost vanası (E) açık ve buhar giriş vanası kapalıdır (F). Kondens pompayı doldurmaya yakın E vanası kapanmaya F vanası açılmaya başlar.
- 2- Kondens tamamen dolduğu zaman E vanası tamamen kapanır ve açılan F vanasından buhar girer. Buhar basıncı ile kondensin boşaltma basıncı yaratılır.
- 3- Basıncılı sıvı D çekvalfini açar ve kondens boşalmaya başlar.
- 4- Pompa içerisindeki kondens seviyesinin düşmesi ile şamandıra aşağıya iner F vanası kapanır ve E vanası açılır.



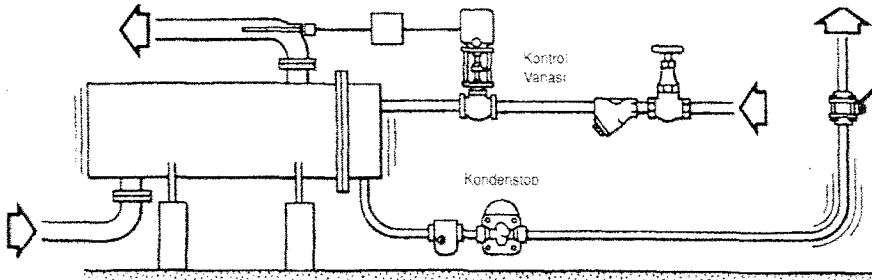
Şekil 6.3.1.a Kondens pompasının çalışması

* ÜNLÜ Cafer, age, s.61

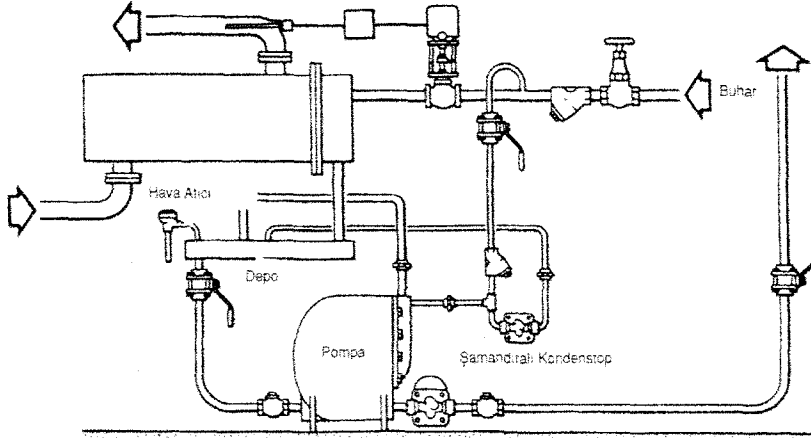


Şekil 6.3.1.b Kondens pompasının devreye bağlanması

Sıcaklık kontrol vanasının bulunduğu ve kondensin, kondenstop çıkışında yükseldiği sistemlerde kondens boşaltma kritik bir durum oluşturur. Örneğin ısı eşanjöründe, sıcaklık istenilen değere geldiği anda sıcaklık kontrol vanası kapanır ve buhar hacmindeki basınç düşer, hatta vakum oluşur. Bu esnada kondensin boşaltılması için gerekli basınç yoktur. Borularda su birikerek ısı verimini düşürür, aynı zamanda biriken kondens korozyona neden olur. Bu sebeple kondensin bir kaba alınması ve bir kondens pompası ile boşaltılması idealdir.



Şekil 6.3.1.c Isı eşanjöründen kondensin kondens pompasız tahliyesi



Şekil 6.3.1.d Isı eşanjöründen kondensin kondens pompası ile tahliyesi

Kondenstop pompa çıkışıdır. Kondens basıncı boşaltma için gerekli değerde ise pompa çalışmamaktadır. Sıcaklık kontrol vanası kapandığında basınç kondensi boşaltmaya yeterli olmayacak ve pompa devreye girecektir.

6.4. Kazan Otomatik Blöf Sistemleri İle Enerji Geri Kazanımı

Otomatik olarak devamlı blöf gerçekleştirilmesi ile, blöf oranı, kazan suyu iletkenliğinin fonksiyonu olarak kontrol edilir. İletkenlik değişikliklerine cevap vermeyen el ayarlı blöf vanalara oranla, blöf minimum seviyeye azaltılabilir ve böylece blöf kayıplarından kaçınılmış olur.

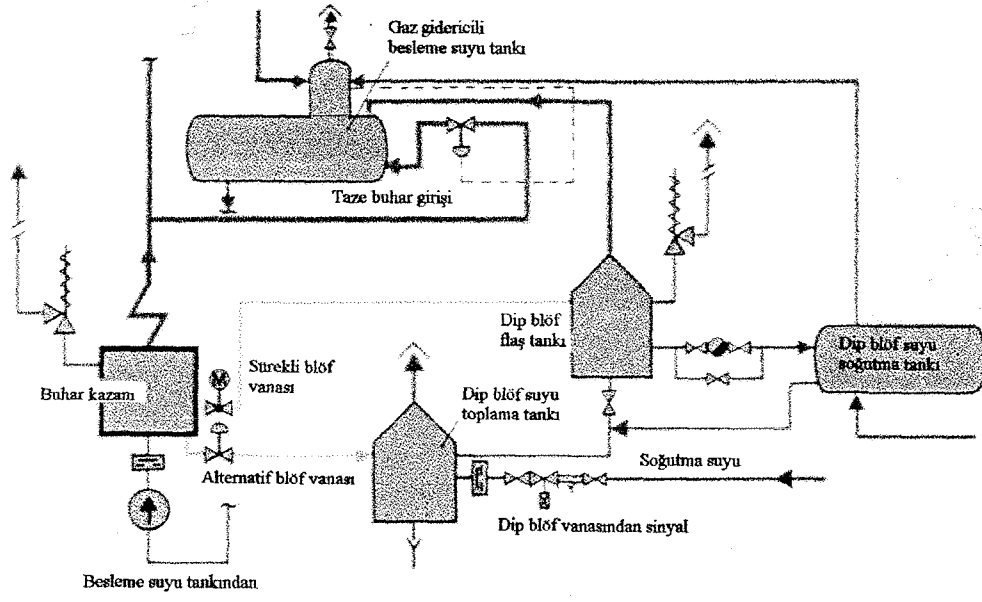
* "Boiler-Water Monitoring TDS Control", 1988, Gestra Yayını, İstanbul

Tablo 6.4 Otomatik blöf ile yapılan tasarruf

Kazan Basıncı	bar		8	16	32
Saat Başına Isı Kazanımı (Eğer Blöf Miktarı 20,50 veya 100 kg/h'e düşürülürse.)	20 kg/h	W kcal/h	3893 3328	4610 3942	5508 4710
	50 kg/h	W kcal/h	9773 8320	11525 9855	13770 11775
	100 kg/h	W kcal/h	19466 16640	23055 19710	27552 23550
Yıllık Fuel Oil Kazancı (Eğer Blöf Miktarı 20,50 veya 100 kg/h'e düşürülürse) Kazan Çalışması 24 Saatx250 Gün=6000 Saat	20 kg/h	kg	2498	2958	3534
	50 kg/h	kg	6245	7395	8836
	100 kg/h	kg	12491	14794	17680
Donanım Maliyeti		DM	3450	3450	3850
Eğer Blöf Miktarı 20,50 veya 100 kg/h'e düşürülürse otomatik blöf donanımının ortalama kendini amorti etme süresi	20 kg/h	ay	32	27	25
	50 kg/h	ay	12,7	10,7	10
	100 kg/h	ay	6,4	5,4	5

Tablo 6.4. otomatik blöf yöntemi ile kazanılan ısı enerjisini göstermektedir. Ayrıca devamlı blöf sisteminin ilk yatırım harcamalarını amorti edebilmesi için gerekli olan süre de yaklaşık olarak gösterilmektedir.

Otomatik blöf sistemi ile besi suyu ve besi suyu iyileştirme masraflarından da tasarruf edilir. Blöf edilen kazan suyunun içerdiği ısı, aşağıda bir örneği görülen ısı geri kazanım sistemleri ile geri kazanılır.



Şekil 6.4 Otomatik blöf ile enerji geri kazanımı

SONUÇLAR

Bu çalışma ile enerjinin günden güne önem kazanması sonucu üzerine eğilimesi gereken bir konu olan enerji tasarrufu çalışmalarının buhar dalındaki uygulamalarına değinilmiştir. Buhar sistemlerinde uygulanan her türlü enerji tasarrufu çalışmalarının hemen hepsinde kondensstoplar en önemli ekipmanlar olarak göze çarpmaktadır.

Yapılan çalışmada ilk olarak buhar termodinamiğine değinilmiş ve buharın devrelerden akışı esnasındaki yoğuşma olayı ve bu yoğuşmanın sistem üzerindeki olumsuz etkilerinin önemi belirtilmiştir. Aynı şekilde sistem içindeki hava ve diğer yoğuşmayan gazların olumsuz etkileri belirlenmiştir. Gerek ısıtma yüzeylerinden gerekse diğer ısı transferinin gerçekleştiği yüzeylerden oluşan ısı kaybı ve sistem içindeki hava ve diğer yoğuşmayan gazların olumsuz etkileri ile karşılaşmamak için gereken dizayn hesapları ve şekilleri açıklanmıştır.

Buhar sistemlerinde birçok zararlı etkileri açıklanan kondens ile hava ve yoğuşmayan gazların tahliyesinin ana elemanları kondensstoplardır. Kondensstoplardan beklenen özellikler, kullanım yerlerine göre farklılık gösterir. Dolayısıyla seçim kriterleri kullanım yerine göre değişebilir. Uygun seçilmeyen kondensstoplar sisteme kondensstopsuz olmasından bile daha çok zarar verebilir. Buradan da anlaşılacağı üzere kondensstop seçim kriterleri incelenip, sisteme göre uygun bir kondensstop seçilmesi çok önemli bir husustur. Buna göre tezde açıklanan bilgiler ışığında kondensstopların çalışma şartlarına göre seçim ve mukayese bilgileri Tablo S.1’de açıklanmıştır.

Buhar tesisatları için vazgeçilemeyen bir eleman olduğu belirlenen kondensstopların tesisat içindeki kullanım kuralları detayları ile belirtilmiş, sanayinin değişik dallarındaki kondensstop uygulamaları şekiller ile açıklanmış ve Tablo S.2 ‘deki sonuçlara varılmıştır.

Tablo S.1 Kondensatörlerin Özel Çalışma Şartlarına Göre Seçim ve Mukayese Tablosu

Özellik	Ters Kovalı	Şamandıralı (Hava Tahliyesi)	Termodinamik	Termostatik	Bimetalik
Çalışma Şekli	Kesintili	Sürekli	Kesintili	Sürekli	Sürekli
Enerji Tasarrufu (Hizmet süresi açısından)	İyi	Çok iyi	Zayıf	İyi	Orta
Aşınmaya karşı dayanıklılığı	İyi	Çok iyi	Zayıf	İyi	Çok iyi
Korozyan Dayanıklılığı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Su Koçu Darbelerine Dayanıklılığı	Orta	Zayıf	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Çok Düşük Basınçlarda Hava Atma Kabiliyeti	Zayıf	Çok iyi	Zayıf	Çok iyi	Orta
İlk Devreye Almada Hava Atma Kabiliyeti	Zayıf	Çok iyi	Zayıf	Çok iyi	Çok iyi
Karşı Basınç Altında Çalışma	Çok iyi	Çok iyi	Zayıf	Çok iyi	Çok iyi
Donmaya Karşı Mukavemet	Zayıf	Zayıf	Çok İyi	Çok iyi	İyi
Boşaltarak Sistemi Temizleme Kabiliyeti	İyi	Çok iyi	Çok iyi	İyi	İyi
Çok Düşük Yüklerde Çalışma Kabiliyeti	Çok iyi	Çok iyi	Zayıf	Çok iyi	İyi
Biriken Kondensi Tahliye Hızı	Derhal	Derhal	Gecikmeli	Gecikmeli	Gecikmeli
Pislikten Etkilenme Kabiliyeti	Çok iyi	Zayıf	Orta	İyi	Orta
Boyut Bakımından Karşılaştırma	Büyük	Büyük	Küçük	Küçük	Orta
Flaş Buharı Kontrol Kabiliyeti	Zayıf	Zayıf	Zayıf	Çok iyi	Zayıf
Arıza Durumunda Orifisin Son Durumu	Açık	Kapalı	Açık	Açık	Açık

Tablo S.2 Kullanım Alanlarına Göre Kondensop Mukayesesi

	Şamandıralı (Hava Tahliyesi)	Ters Kovalı	Termodinamik	Termostatik	Bimetalik
ANA BUHAR HATLARI					
Yatay Hatlar	B	B	A	B	
Separatör	A	B	B	B	
Hat Sonları	B	B	A	B	
Hat Boşaltma				B	
Kollektör	B	B	A		
HACİM İSITMA CİHAZLARI					
Isı Eşanjörleri	A	B			
Isıtma Bataryaları	A	B			
Panel ve Levha Isıtıcıları	A	B	B		
Radyatör ve Konvektörler	B			A	B
Tavan Isıtma Serpantinleri	B	B		A	
MUTFAK CİHAZLARI					
Pişirme Kazanları (Sabit)	A		B	B	
Pişirme Kazanları (Devirmeli)	A			B	
Pişirme Kazanları (Ayaklı)	B			A	
Buhar Fırını				A	
Sıcak Tablalar	B			A	
HASTANE CİHAZLARI					
Otoklav ve Sterilizatörler	B	B		A	
PROSES CİHAZLARI					
Sabit Kazanlar	A		B	B	
Devirmeli Kazanlar	A				
Bira Kazanları	A	B			
Öğütücüler	A	B	B		
Buharlaştırıcılar	A	B			
Sıcak Tablalar		B	B	A	
Damıtma Cihazları	A	B			
Depolama Tankları	A	B			
Vulkanizasyon Cihazları	B	A			
SANAYİ KURUTUCULARI					
Kurutma Serpantinleri (Devamlı)	A	B		B	B
Kurutma Serpantinleri (Izgaralı)		B		B	A
Kurutma Silindri	A	B			
Çok Odalı Kurutma Serpantinleri	A	B		B	
Çok Silindri Kurutucular	A	B			
ÇAMAŞIRHANE CİHAZLARI					
Konfeksiyon Cihazları	B	B	A		
Ütü ve Kalenderler	A	B	B	B	
Solvent Toplama Ünitesi	A	B	B		
Tamburlu Kurutucular	A	B			
TANK VE DEPOLAR					
Proses Tankları (Üstten Çıkışlı)	B	B	A		
Proses Tankları (Alttan Çıkışlı)	A	B	B	B	
Kısa Serpantinli Isıtma Tankı	A	B	B		
PRESLER					
Çok Tablalı Presler- Paralel	B	B	A		
Çok Tablalı Presler- Seri		B	A		
Lastik Presler	B	A	B		
YAKIT İSITMA					
Ana Yakıt Tankı Isıtıcıları		A	B		
Hat Isıtıcıları	A	B			
Düz Hat Isıtıcıları ve Buhar Çekmeli Borular			B	A	B

A : En iyi seçim

B : Alternatif Seçim

Bu çalışmada ayrıca kondensör seçimi ve sistem tasarımı için önemi büyük olan kondens miktarı hesapları izah edilmiş ve kondensörlerin kusursuz çalışmasının çok büyük kazanç olduğu belirtilmiştir. Kondensörlerin testlerinin önemi üzerinde durulmuş ve test yöntemlerine değinilmiştir.

Buhar tesisatlarında uygulanan enerji geri kazanım çalışmalarından örnekler tezin son bölümünde yer almıştır. Bu bölümden de anlaşılacağı gibi ne tür bir enerji geri kazanım çalışması gibi ne tür bir enerji geri kazanım çalışması uygulanırsa uygulansın kondensörler her zaman bu çalışmaların içinde çok önemli rol üstlenmektedirler.

Bugün üretim alanlarımızda kullanılan buhar hatlarının birçoğunda, ilk yatırım masraflarından kaçma uğruna, büyük enerji kayıplarına farkında olunmadan izin verilmektedir. “Çevre Bilinci”nin yerleşmesi ve ülke enerji kaynaklarının en optimum seviyede kullanılması gerekliliği arttıkça, buharın da daha verimli kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Bu düşünce tarzı da modern sanayi anlayışının gelişmesi ile daha fazla önem kazanmaktadır .

KAYNAKLAR

EYİCE Suavi, 1971, "Isı Ekonomisi, Cilt II, İTÜ Yayınları", Birinci Basım, İstanbul

EYİCE Suavi, 1973, "Endüstride Isı Ekonomisi, Cilt I, İTÜ Yayınları, Birinci Basım, İstanbul

EYİCE Suavi, 1974, "Endüstride Isı Ekonomisi, Cilt II, İTÜ Yayınları, Birinci Basım, İstanbul

EYİCE Suavi, 1982, Buhar ve Gaz türbinli Gemi Tesisleri, Kocaeli D.M.M. Akademisi Geliştirme Vakfı Yayını, Birinci Basım, İstanbul

ÜNLÜ Cafer, 1996, Buhar Tesisatları ve Buhar Cihazları El Kitabı, Spirax Sarco, Intervalf Yayını, İstanbul

TEKE İsmail, 1995-1996, "İleri Isı Transfer Ders Notları", Fen Bilimleri Enstitüsü Isı Proses Programı

Ayvaz A.Ş, Handbook, 1995, Ayvaz A.Ş Yayını, İstanbul

Boiler-Water Monitoring TDS Control, 1988 Gestra Yayını, İstanbul

"Buharın Verimli Kullanılması ve Kondens Tahliyesi", 1996, Yakacık, Armstrong Yayını, İstanbul

Gestra Digital 4-97 CD, 1997 Gestra Tanıtım CD Rom'u, Bremen

"Kondens El Kitabı", 1992 Gestra, STS Yayını, İstanbul

İnternet

<http://www.gestra.de>

<http://www.tlv.com>

<http://www.ayvaz.com.tr>

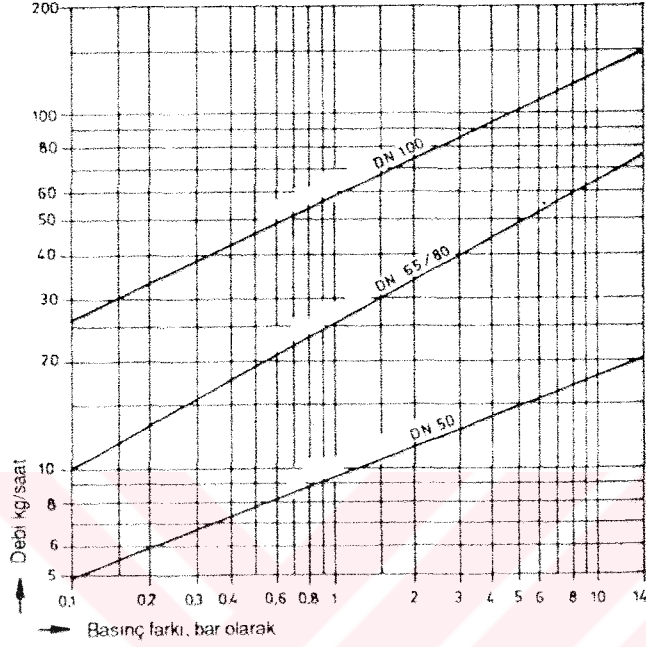
<http://www.steamrecovery.com>



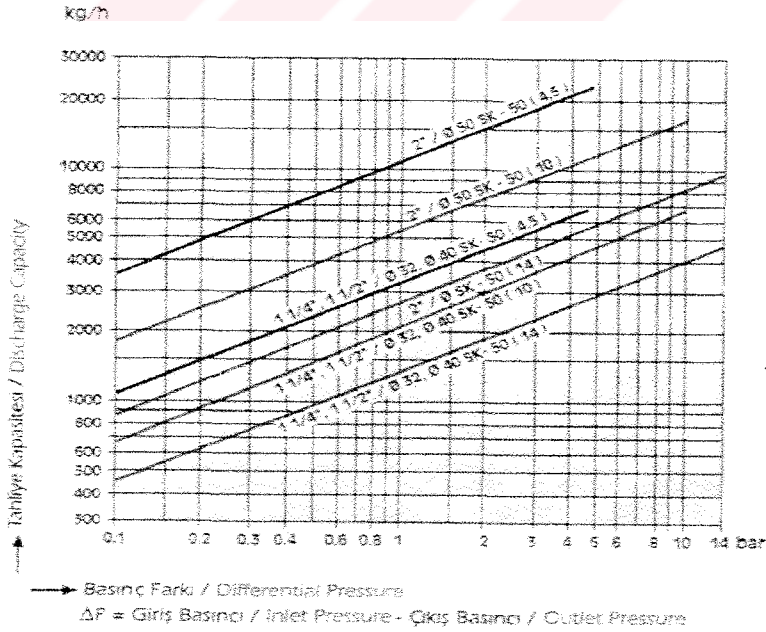
EKLER

EK 1: Kondenstop Kapasite Diyagramları

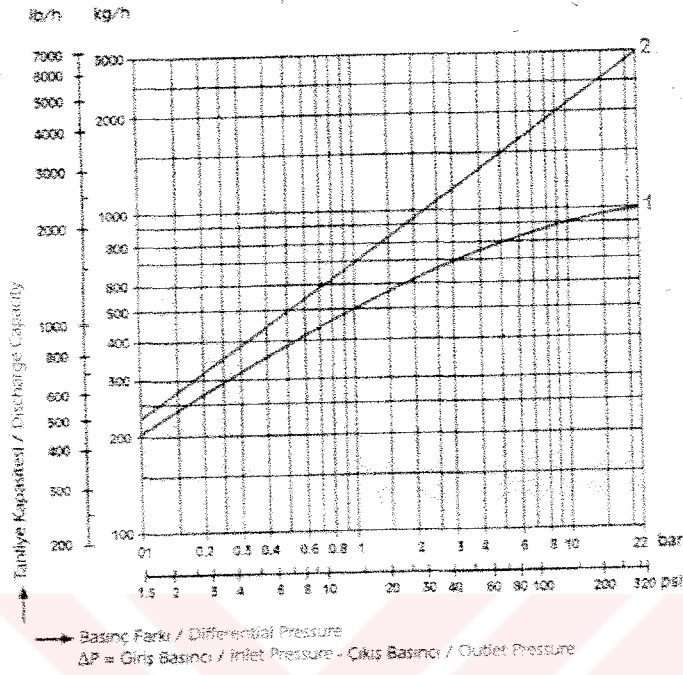
1) Ters Kovalı Kondenstop



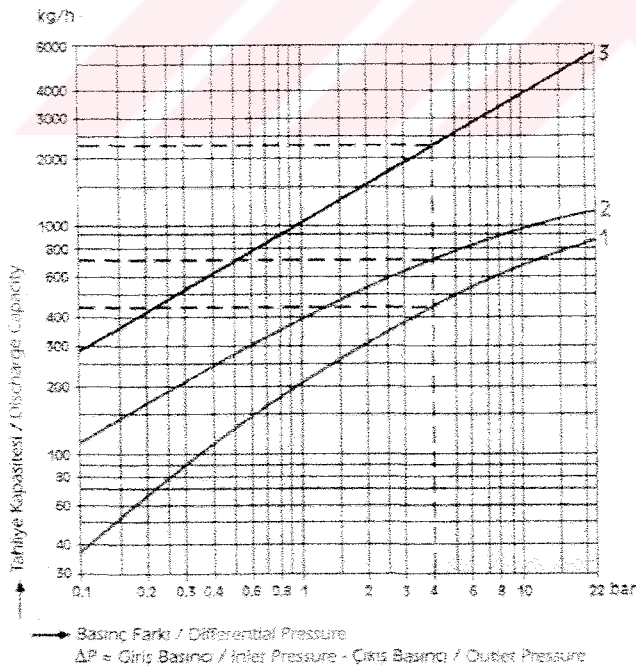
2) Şamandıralı Kondenstop



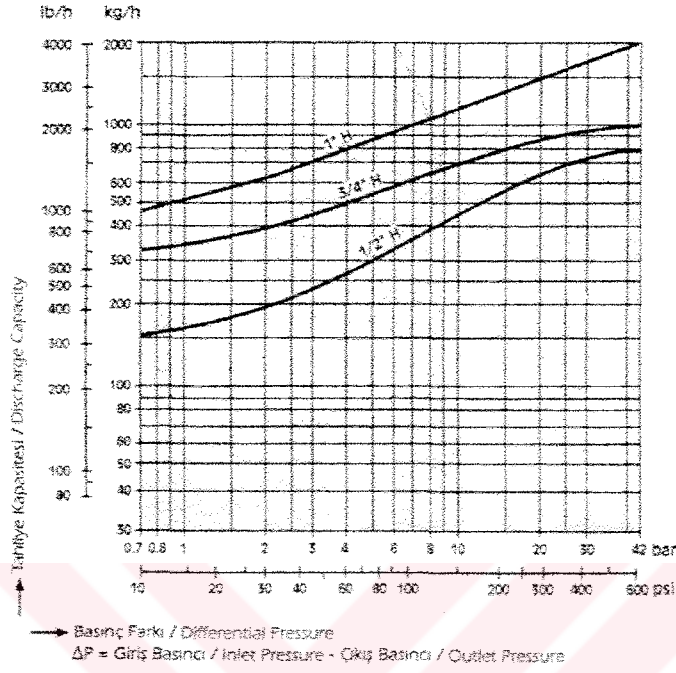
3) Termostatik Kondenstop



4) Bimetalik Kondenstop















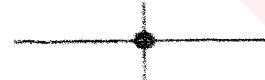

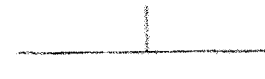





5) Termodinamik Kondenstop



Tahliye Kapasitesi → Kondens Miktarı × Emniyet Faktörü

	Emniyet Faktörü
Buhar Dağıtım Hatları	
Kollektörler	1,5
Ana Hatlar	2
Tali Hatlar	3
Tracer Hatları	2
Hacim Isıtma Cihazları	2
Proses Hava Isıtıcıları	
Sabit Buhar Basınçları İçin	2
Değişken Buhar Basınçları İçin	3
Isı Eşanjörleri ve Daldırma Serpantinler	2
Evaporatörler	
25000 kg/h'i aşan yüklerde	2
25000 kg/h'in altındaki yüklerde	3
Ceketli Pişirme Kazanları	3
Kapalı Sabit Buhar Odalı Cihazlar	3
Kurutma Silindirleri	
Sabit Buhar Basınçları İçin	4
Değişken Buhar Basınçları İçin	5
Flaş Tankları	3
Absorbsiyon Cihazları	3

EK 2 : Buhar Hatlarında Kullanılan Uluslararası Şekiller

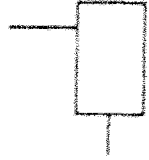
	Buhar (çizgi kalınlığı 1,4 mm)		Buhar Üretici
	Kondens. Besî Suyu		Kızdırıcı Buhar Üretici
	İkaz Hattı		Su Püskürtmeli Buhar Soğutucu
	Hava		Buhar Jenaratörü
	Hareketli Hat		Isı Eşanjörü
	Isıtma veya Soğutmalı Boru Hattı		Ayrıcı
	Bağlantı Noktalı Hat Kesişmesi		Genleştirici
	Ayrılma Noktası		Isıtma Yüzeysiz Buhar Tüketicisi
	Bağlantı Noktasız Hat Kesişmesi		Isıtma Yüzeyle Buhar Tüketicisi
	Toplama Hunisi		
	Atmosfer Çıkışı		



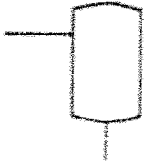
Egzost



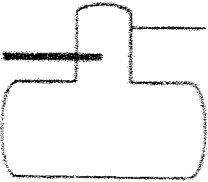
Havuz
(Açık Kap)



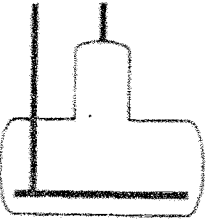
Kaplar
(Genel)



Bombe Tabanlı
Kaplar



Gaz Tahliyeli
Kaplar



Serbest Düşülü
Toplama Deposu



Kondenstop



Vaposkop



Elektrik Motoru
(Genel)



Sıvı Pompası
(Genel)



Kompresörler
(Genel)
Vaxum Pompası

Vanalar



Kapatma
Armatürleri (Genel)



El Kumandalı
Kapatma Armatürü



Elektrik Motoru
Kumandalı
Kapatma Armatürü



Elektromanyetik
Kumandalı
Kapatma Armatürü



Piston Kumandalı
Kapatma Armatürü



Membran Kumandalı
Kapatma Armatörü



Şamandıra Kumandalı
Kapatma Armatörü



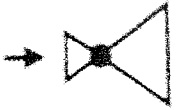
Vana



Köşe Vana



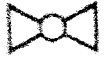
Yaylı
Emniyet Vanası



Basınç Düşürme
Vanası



Sürgülü Vana



Musluk



Üç Yollu
Vana



Çek Valf



Klapeleli
Çek Valf



DISCO
Çek Valf



Kelebek Vana



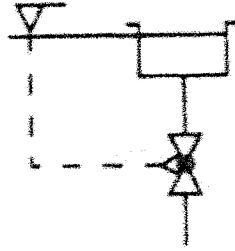
Basınç Ölçme



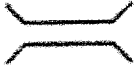
Kontrol Elemanı



Sıcaklık Ölçme



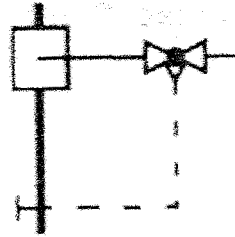
Akış Kontrolü



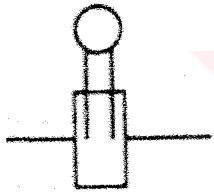
Debi Ölçme



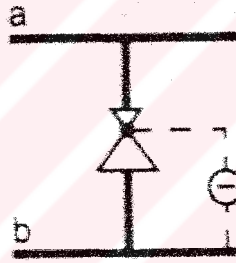
Seviye Ölçme



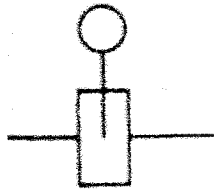
Su Püskürtmeli ve Sıcaklık Kontrollü Buhar Soğutması



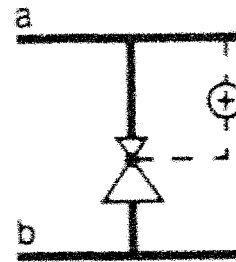
İletkenlik Ölçme



Basınç düşürme vanası, b tesisatında basıncın düşmesi ile birlikte açılıyor.



pH - Değeri Ölçme



Basınç düşürme vanası, a tesisatında basıncın yükselmesi ile birlikte açılıyor.

EK 3: Çeşitli Maddelerin Fiziksel Özellikleri

	Sıvı (S) veya Katı (K)	Özgül Ağırlık @ 18-20°C	Öz. ısı @ 20°C kcal/kg°C		Sıvı (S) veya Katı (K)	Özgül Ağırlık @ 18-20°C	Öz. ısı @ 20°C kcal/kg°C
28 API Gaz yağı	S	0.88	0.42	SAE-20 (#20 makina yağı)	S	0.89	
34 API Orta rafine	S	0.85	0.44	SAE-30 (#30 makina yağı)	S	0.89	
Ağaç	K	0.35-0.9	0.90	SAE-SIW (#8 makina yağı)	S	0.88	
Akç ağaç şurubu	S		0.48	Sebze, ortalama tazelik	K		0.73-0.91
Alüminyum	K	2.64	0.23	Sodyum hidroksit, 30%	S	1.33	0.84
Amonyak, 100%	S	0.61	1.10	Sodyum hidroksit, 50%	S	1.53	0.78
Amonyak, 26%	S	0.90	1.00	(Kostik asit)			
Arcolor	S	1.44	0.28	Soya yağı	S	0.92	0.24-0.31
Asbest levha	K	0.88	0.19	Su	S	1.00	1.00
Asetik Asit, 10%	S	1.01	0.96	Sülfürik asit, 110%	S		0.27
Asetik Asit, 100%	S	1.05	0.48	Sülfürik asit, 20%	S	1.14	0.84
Aseton, 100%	S	0.78	0.514	Sülfürik asit, 60%	S	1.50	0.52
Asfalt	S	1.00	0.42	Sülfürik asit, 98%	S	1.84	0.35
Asfalt katı	K	1.1-1.5	0.22-0.4	Süt	S	1.03	0.90-0.91
Bakır	K	8.82	0.10	Sarıp	S	1.03	0.90
Bal	S		0.94	Şeker şurubu, 40% (sakaroz)	S	1.18	0.66
Benzin	S	0.73	0.53	Şeker şurubu, 60% (sakaroz)	S	1.29	0.74
Benzol	S	0.84	0.41	Şeker, kamışı ve pancarı	K	1.66	0.30
Buz	S	0.90	0.50	Taze balık (ortalama tazelik)	K		0.75-0.81
Buz	S	0.90	0.50	Taze meyve (ortalama tazelik)	K		0.80-0.87
Cam pyrex	K	2.25	0.20	Terebentin (Nefit yağı)	S	0.86	0.42
Cam yünü	K	0.072	0.157	Titanium (Titan)	K	4.50	0.13
Çelik paslanmaz 300 serisi	K	8.04	0.12	Toluol	S	0.86	0.42
Çelik, hatif @ 70°F	K	7.90	0.11	Triklor etilen	S	1.62	0.215
Çinko	K	7.05	0.095	Tuğla & duvar	K	1.6-2.0	0.22
Deniz suyu	S	1.03	0.94	Tuzlu su Kalisy. klorid, 25%	S	1.23	0.689
Deri	K	0.86-1.02	0.38	Tuzlu su sody. klorid, 25%	S	1.19	0.786
Domuz yağı	K	0.92	0.64	Yağ asiti palmelik	S	0.85	0.653
Dondurma	K		0.70	Yağ asiti stearik	S	0.84	0.550
Dowtherm A	S	0.99	0.63	Yün	K	1.32	0.325
Dowtherm C	S	1.10	0.35-0.65	Zamk 2 ölçü su	S	1.09	0.89
Etil, ortalama tazelikte	K		0.70	1 ölçü kuru zamk			
Etil Alkol, 95%	S	0.81	0.60				
Etilen glikol	S	1.11	0.58				
Fanolin (Asitlenik Karbon asiti)	S	1.07	0.56				
Fosforik asit, 10%	S	1.06	0.93				
Fosforik asit, 20%	S	1.11	0.85				
Ftalik anhidrit	S	1.33	0.232				
Fuel Oil No 1 (Kerosene)	S	0.81	0.47				
Fuel Oil No 2	S	0.86	0.44				
Fuel Oil No 3	S	0.88	0.43				
Fuel Oil No 4	S	0.90	0.42				
Fuel Oil No 5	S	0.93	0.41				
Fuel Oil No 6	S	0.95	0.40				
Gliserin, 100%	S	1.26	0.58				
Hidroklorik asit, 31.5 (Tuz ruhu)	S	1.15	0.60				
Hidroklorik asit, 10% (Tuz ruhu)	S	1.05	0.75				
İpek	K	1.25-1.35	0.33				
Kağıt	K	1.7-1.15	0.45				
Karbonetraklorid	S	1.58	0.21				
Kaupuk (volkanize)	K	1.10	0.415				
Keten yağı (Bezir yağı)	K	0.93	0.44				
Kil, kuru	K	1.9-2.4	0.224				
Kök kömürü katı	K	1.0-1.4	0.285				
Kömür	K	1.2-1.6	0.26-0.37				
Kömür Katranları	K	1.20	0.35 @ 40°C				
Kükür	K	2.60	0.203				
Kum	K	1.4-1.76	0.19				
Kurşun	K	11.34	0.021				
Magnezyum, 85%	S	0.208	0.27				
Manlar	K	0.25	0.48				
Metil Alkol 90%	S	0.82	0.65				
Nikel	K	8.90	0.11				
Nitrik Asit, 10%	S	1.05	0.90				
Nitrik Asit, 50%	S	1.37	0.64				
Nitrik Asit, 95%	S	1.50	0.50				
Pamuk kozası yağı	S	0.95	0.47				
Pamuk kuması	K	1.30	0.32				
Parafin	K	0.86-0.91	0.62				
Parafin (erimis)	S	0.90	0.69				

Özgül Ağırlık @ 18-20°C	Öz. ısı @ 20°C kcal/kg°C	
Amonyak	0.60	0.54
Benzen		0.325
Bütan	2.00	0.455
Etan	1.10	0.50
Etilen	0.97	0.45
Frenn-12		0.16
Hava	1.30	0.24
Hidrojen	0.069	3.42
Hidrojen sülfid	1.20	0.25
Karbon dioksit	1.50	0.21
Karbonmonoksit	0.97	0.255
Klor	2.50	0.118
Metan	0.55	0.60
Nitrojen	0.97	0.253
Oksijen	1.10	0.225
Propan	1.50	0.46
Su Buharı (Buhar)	2.30	0.453
Sülfürik asit		0.182

EK 4 : Doymuş Buhar Tablosu

t °C	p bar	v' dm³/kg	v'' m³/kg	h'		r kJ/kg	s'		s''
				kJ/kg			kJ/(kg K)		
0	0.006108	1.0002	208.3	-0.04	2501.6	2501.6	-0.0002	9.1577	
2	0.007055	1.0001	179.8	8.39	2506.2	2496.8	-0.0306	9.1047	
4	0.008129	1.0000	157.3	16.80	2508.9	2492.1	0.0811	9.0526	
6	0.009345	1.0000	137.8	25.21	2512.8	2487.4	0.0913	9.0016	
8	0.010720	1.0001	121.0	33.60	2516.2	2482.6	0.1213	8.9513	
10	0.012270	1.0003	106.4	41.99	2519.9	2477.9	0.1510	8.9020	
12	0.014014	1.0004	93.84	50.38	2523.8	2473.2	0.1806	8.8536	
14	0.015973	1.0007	82.80	58.75	2527.2	2468.5	0.2098	8.8060	
16	0.018166	1.0010	73.35	67.13	2530.9	2463.8	0.2388	8.7593	
18	0.020602	1.0013	65.09	75.50	2534.5	2459.0	0.2677	8.7135	
20	0.02337	1.0017	57.84	83.86	2538.2	2454.3	0.2963	8.6684	
22	0.02642	1.0022	51.49	92.23	2541.8	2449.6	0.3247	8.6241	
24	0.02982	1.0026	45.93	100.59	2545.5	2444.9	0.3530	8.5806	
26	0.03360	1.0032	41.03	108.95	2549.1	2440.2	0.3810	8.5379	
28	0.03778	1.0037	36.73	117.31	2552.7	2435.4	0.4088	8.4959	
30	0.04241	1.0043	32.93	125.66	2556.4	2430.7	0.4365	8.4546	
32	0.04753	1.0049	29.57	134.02	2560.0	2425.9	0.4640	8.4140	
34	0.05318	1.0056	26.60	142.38	2563.6	2421.2	0.4913	8.3740	
36	0.05940	1.0063	23.97	150.74	2567.2	2416.4	0.5184	8.3348	
38	0.06624	1.0070	21.63	159.09	2570.8	2411.7	0.5453	8.2962	
40	0.07375	1.0078	19.55	167.45	2574.4	2406.9	0.5721	8.2583	
42	0.08198	1.0086	17.69	175.81	2577.9	2402.1	0.5987	8.2209	
44	0.09100	1.0094	16.04	184.17	2581.5	2397.3	0.6252	8.1842	
46	0.10086	1.0103	14.56	192.53	2585.1	2392.5	0.6514	8.1481	
48	0.11162	1.0112	13.23	200.89	2588.6	2387.7	0.6775	8.1126	
50	0.12335	1.0121	12.05	209.26	2592.2	2382.9	0.7035	8.0776	
52	0.13613	1.0131	10.98	217.62	2595.7	2378.1	0.7293	8.0432	
54	0.15002	1.0140	10.02	225.98	2599.2	2373.2	0.7550	8.0093	
56	0.16511	1.0150	9.159	234.35	2602.7	2368.4	0.7804	7.9759	
58	0.18147	1.0161	8.381	242.72	2606.2	2363.5	0.8058	7.9431	
60	0.19920	1.0171	7.679	251.09	2609.7	2358.6	0.8310	7.9108	
62	0.2184	1.0182	7.044	259.46	2613.2	2353.7	0.8560	7.8790	
64	0.2391	1.0193	6.468	267.84	2616.6	2348.8	0.8809	7.8477	
66	0.2615	1.0205	5.948	276.21	2620.1	2343.9	0.9057	7.8168	
68	0.2856	1.0217	5.476	284.59	2623.5	2338.9	0.9303	7.7864	
70	0.3116	1.0228	5.048	292.97	2626.9	2334.0	0.9548	7.7565	
72	0.3396	1.0241	4.656	301.35	2630.3	2329.0	0.9792	7.7270	
74	0.3696	1.0253	4.300	309.74	2633.7	2324.0	1.0034	7.6979	
76	0.4019	1.0266	3.976	318.13	2637.1	2318.9	1.0275	7.6693	
78	0.4365	1.0279	3.680	326.52	2640.4	2313.9	1.0514	7.6410	
80	0.4736	1.0292	3.409	334.92	2643.8	2308.8	1.0753	7.6132	
82	0.5133	1.0305	3.162	343.31	2647.1	2303.8	1.0990	7.5858	
84	0.5557	1.0319	2.935	351.71	2650.4	2298.7	1.1225	7.5588	
86	0.6011	1.0333	2.727	360.12	2653.6	2293.5	1.1460	7.5321	
88	0.6495	1.0347	2.536	368.53	2656.9	2288.4	1.1693	7.5058	
90	0.7011	1.0361	2.361	376.94	2660.1	2283.2	1.1925	7.4799	
92	0.7561	1.0376	2.200	385.36	2663.4	2278.0	1.2156	7.4543	
94	0.8146	1.0391	2.052	393.78	2666.6	2272.8	1.2386	7.4291	
96	0.8769	1.0406	1.915	402.20	2669.7	2267.6	1.2615	7.4042	
98	0.9430	1.0421	1.789	410.63	2672.9	2262.2	1.2842	7.3796	

t °C	p bar	v' dm ³ /kg	v'' m ³ /kg	h'	h''	r	s'	s''
				kJ/kg			kJ/(kg K)	
100	1.0133	1.0437	1.673	419.06	2676.0	2256.9	1.3069	7.3554
105	1.2080	1.0477	1.419	440.17	2683.7	2243.6	1.3630	7.2962
110	1.4327	1.0519	1.210	461.32	2691.3	2230.0	1.4185	7.2368
115	1.6906	1.0662	1.036	482.50	2698.7	2216.2	1.4733	7.1832
120	1.9854	1.0606	0.8915	503.72	2706.0	2202.2	1.5276	7.1293
125	2.3210	1.0652	0.7702	524.99	2713.0	2188.0	1.5813	7.0769
130	2.7013	1.0700	0.6681	546.31	2719.9	2173.6	1.6344	7.0251
135	3.131	1.0750	0.5818	567.68	2726.6	2158.9	1.6869	6.9706
140	3.614	1.0801	0.5085	589.10	2733.1	2144.0	1.7390	6.9284
145	4.155	1.0853	0.4460	610.60	2739.3	2128.7	1.7906	6.8815
150	4.760	1.0908	0.3924	632.15	2745.4	2113.2	1.8416	6.8358
155	5.433	1.0964	0.3464	653.78	2751.2	2097.4	1.8923	6.7911
160	6.181	1.1022	0.3068	675.47	2756.7	2081.3	1.9425	6.7475
165	7.008	1.1082	0.2724	697.25	2762.0	2064.8	1.9923	6.7048
170	7.920	1.1145	0.2428	719.12	2767.1	2047.9	2.0418	6.6630
175	8.924	1.1209	0.2165	741.07	2771.8	2030.7	2.0906	6.6221
180	10.027	1.1275	0.1938	763.12	2776.3	2013.1	2.1393	6.5819
185	11.233	1.1344	0.1739	785.26	2780.4	1995.2	2.1876	6.5424
190	12.551	1.1415	0.1563	807.52	2784.3	1976.7	2.2356	6.5036
195	13.987	1.1489	0.1408	829.88	2787.8	1957.9	2.2833	6.4664
200	15.549	1.1565	0.1272	852.37	2790.9	1938.6	2.3307	6.4278
205	17.243	1.1644	0.1150	874.99	2793.8	1918.8	2.3778	6.3906
210	19.077	1.1726	0.1042	897.74	2796.2	1898.5	2.4247	6.3539
215	21.060	1.1811	0.0946	920.63	2798.3	1877.6	2.4713	6.3176
220	23.198	1.1900	0.0860	943.67	2799.9	1856.2	2.5178	6.2817
225	25.501	1.1992	0.0784	966.89	2801.2	1834.3	2.5641	6.2461
230	27.978	1.2087	0.0715	990.26	2802.0	1811.7	2.6102	6.2107
235	30.632	1.2187	0.0653	1013.8	2802.3	1788.5	2.6562	6.1756
240	33.478	1.2291	0.0597	1037.6	2802.2	1764.6	2.7020	6.1406
245	36.523	1.2399	0.0546	1061.6	2801.6	1740.0	2.7478	6.1057
250	39.775	1.2513	0.0500	1085.8	2800.4	1714.6	2.7935	6.0708
255	43.246	1.2632	0.0459	1110.2	2798.7	1688.5	2.8392	6.0359
260	46.943	1.2756	0.0421	1134.9	2796.4	1661.5	2.8848	6.0010
265	50.877	1.2887	0.0387	1159.9	2793.5	1633.6	2.9306	5.9658
270	55.058	1.3025	0.0356	1185.2	2789.9	1604.6	2.9763	5.9304
275	59.496	1.3170	0.0327	1210.9	2785.5	1574.7	3.0223	5.8947
280	64.202	1.3324	0.0301	1236.8	2780.4	1543.6	3.0683	5.8586
285	69.186	1.3487	0.0277	1263.2	2774.5	1511.3	3.1146	5.8220
290	74.461	1.3659	0.0255	1290.0	2767.6	1477.6	3.1611	5.7848
295	80.037	1.3844	0.0235	1317.3	2759.8	1442.6	3.2079	5.7469
300	85.927	1.4041	0.0217	1345.0	2751.0	1406.0	3.2552	5.7081
310	98.700	1.4480	0.0183	1402.4	2730.0	1327.6	3.3512	5.6278
320	112.89	1.4995	0.0155	1462.6	2705.7	1241.1	3.4500	5.5423
330	128.63	1.5615	0.0130	1526.5	2670.2	1143.6	3.5528	5.4490
340	146.05	1.6387	0.0108	1595.5	2626.2	1030.7	3.6616	5.3427
350	165.35	1.7411	0.0088	1671.9	2567.7	895.7	3.7800	5.2177
360	186.75	1.8959	0.0069	1764.2	2485.4	721.3	3.9210	5.0600
370	210.54	2.2136	0.0050	1890.2	2342.8	452.6	4.1108	4.8144
374.15	221.20	3.17	0.0032	2107.4	2107.4	0.0	4.4428	4.4429

t = sıcaklık
p = basınç

v' = özgül sıvı hacmi
v'' = özgül buhar hacmi

h' = sıvı entalpisi
h'' = gaz entalpisi

r = buharlaşma ısısı

s' = sıvı entropisi
s'' = gaz entropisi

EK 4: Örnek Uygulama

Bu tez çalışması sonucunda önemi ortaya konan kondensstop seçimi konusuna açıklık getirmek, ayrıca verilen kondensstop seçim tablosu ve diyagramlarının kullanılmasına örnek sağlaması açısından bir uygulama çalışmasında yarar vardır.

Ekte yer alan Altınyıldız A.Ş firmasına ait apre-boyahane buhar dağılımı üzerinde belirlenen makinalara uygun kondensstop seçimi şu şekilde yapılır.

A) KADE : Kumaşın, boyut açısından sabitlenmesi işlemine fikse denir. Bu işlem kade makinalarında gerçekleştirilir. Serpantinli bir kurutma odası olarak dikkate alınabilecek olan Kade'nin kondens tahliyesi için Şamandıralı Kondensstop seçilebileceği Sayfa 127'deki Tablo S.2'de görülebilmektedir. Belirlenmesi gereken ikinci husus da kondensstopun kapasitesi ve çapı olmaktadır. A noktasından görülebileceği üzere cihaza gelen buhar yükü 500 kg/h'tir. Serpantinli kurutma odaları için 2 olan emniyet faktörü ile bu buhar yükünü çarparak kondensstopun tahliye edebilecek kondens miktarı; $M = 500 \times 2 = 1000$ kg/h olarak bulunur. Sistemin buhar basıncının 7 bar olduğu bilindiğine göre, bu kapasite dikkate alınarak EK 2'de verilen Şamandıralı Kondensstop Kapasite Diyagramı'ndan DN 32'lik bir çapın yeterli olduğu görülür. Kondensstopun giriş ile çıkışı arasındaki basınç farkı, sistemin kondens tarafının atmosfere açık olduğu bilindiğine göre, $\Delta p = 7-1 = 6$ bar olarak hesaplanır. Buna göre; PN 10 basınç sınıfında bir kondensstop yeterli olacaktır. Özetle;

Tip : Şamandıralı Kondensstop

Çap : DN 32

Basınç Sınıfı : PN 10

B) DİNK : Kumaşın üzerinde, uygulanan çeşitli işlemler sırasında oluşabilecek olan yağ ve benzeri kirleri temizlemek için kumaşı yıkamaya yarayan tanklardır. Bu tankın içine direkt olarak daldırılan serpantinler ısınmayı sağlamaktadır. Alttan kondens tahliyesi bulunan bu tanklardan kondens deşarjı için Sayfa 127'deki Tablo S.2'de görülebileceği

üzere Şamandıralı Kondenstop kullanılabilir. Kapasite tayini için hattın buhar yükü olan 1000 kg/h'i emniyet faktörü 2 ile çarpmak gerekir. $M = 1000 \times 2 = 2000 \text{ kg/h}$. Bu kapasite dikkate alınarak EK 2'de verilen Şamandıralı Kondenstop Kapasite Diyagramı'ndan DN 32'lik bir çapın yeterli olduğu görülür. Basınç sınıfı ise Kade'nin kondenstopunun basınç sınıfı ile aynıdır. Özetle;

Tip : Şamandıralı Kondenstop

Çap : DN 32

Basınç Sınıfı : PN 10

C) ÜTÜ : Buharlı el ütülerinde oluşabilecek çok düşük miktarda kondens bile kumaşa leke bırakabileceğinden, kondens tahliyesi çok önemli bir husustur. Bu cihazların buhar yükü ve dolayısıyla oluşan kondens miktarı çok düşük olmasına rağmen açıklanan sebeple kondens tahliyesinin büyük önemi vardır. Ütü'de kondens tahliyesi için Termodinamik Kondenstop'un ilk alternatif olduğu Sayfa 127'deki Tablo S.2'de görülebilmektedir. EK 2'de verilen Termodinamik Kondenstop Kapasite Diyagramı'ndan DN 15'lik bir çapın buradaki 60kg/h'lik buhar yükünün oluşturabileceği kondens miktarını tahliye etmek için yeterli olduğu görülür. Özetle;

Tip : Termodinamik Kondenstop

Çap : DN 15

D) LİZOZ : Kumaşların boyama işleminin gerçekleştiği serpantinli boyama tanklarıdır. Kondens tahliyesi için Termostatik Kapsüllü Kondenstop seçilebileceği Sayfa 127'deki Tablo S.2'de görülebilmektedir. Kapasite tayini için hattın buhar yükü olan 400 kg/h'i emniyet faktörü olan 2 ile çarpmak gerekir. $M = 400 \times 2 = 800 \text{ kg/h}$. Bu kapasite dikkate alınarak EK 2'de verilen Termostatik Kapsüllü Kondenstop Kapasite Diyagramı'ndan bu tip bir kondenstopun kapasitesinin yeterli olduğu görülür. Termostatik kondenstoplarda, kondens çapı ile tahliye miktarı değişmez, tahliye miktarını artırmak için kapsül sayısını artırmak gerekir. Özetle;

Tip : Termostatik Kapsüllü Kondenstop

Çap : Kondens Hattı İçin Seçilen Çap

E) CRAP : Bu makina kumaşın düzgünleştirilmesi için kullanılan tamburlu ütüdür. Tamburlu ütülerde en iyi seçim hem yüksek kondens tahliye miktarı hem de hava atabilme yeteneği dolayısı ile Şamandıralı Kondenstop'tur. Kapasite ve çap seçimi için buradaki buhar yükünü emniyet faktörü olan 4 ile çarpmak gerekir. $M = 400 \times 4 = 1600$ kg/h olarak hesaplanabilen kondens yükü için EK 2'de verilen Şamandıralı Kondenstop Kapasite Diyagramı'ndan DN 32'lik bir çapın yeterli olduğu görülür. Basınç sınıfı ise Giriş ve çıkış basınç değerleri Kade ve Dink ile aynı olduğundan PN 10'dur. Özetle;

Tip : Şamandıralı Kondenstop

Çap : DN 32

Basınç Sınıfı : PN 10



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 16/01/1975

Doğum Yeri : İstanbul

İlkokul : Büyük Esmâ Sultan İlkokulu, İstanbul, 1980-1985

Ortaokul : Sakıp Sabancı Ortaokulu, İstanbul, 1985-1988

Lise : Kartal End. Meslek Lisesi, İstanbul, 1988-1989

Haydarpaşa Teknik Lisesi, İstanbul, 1989-1991

Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi

Makina Fakültesi, Makina Müh. Bölümü, 1991-1995

