

46942

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ GERİ KAZANIM  
SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ ve UYGULANMASI

Mak. Müh. Yüksel ÜSTÜNDAĞ  
F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında  
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Dürriye BİLGE

İSTANBUL, 1995

## TEŞEKKÜR

Bu çalıőmamda yardımlarını esirgemeyen hocalarım Doç. Dr. Dürriye BİLGE, Doç.Dr. Hasan HEPERKAN ile öğrenim hayatımda maddi, manevi destek gördüğüm aileme teşekkür ederim.

Eylül, 1995  
İstanbul

Yüksel ÜSTÜNDAĞ



## İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. ENDÜSTRİDE ENERJİNİN ÖNEMİ	1
2. GIDA ENDÜSTRİSİNİN SEKTÖREL SINIFLANDIRILMASI	4
2.1 SÜT VE SÜT MAMULLERİNİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ	6
Süte Uygulanan Isıl İşlemler	8
1. Yüksek Sıcaklıkta Yapılan Isıl İşlemler	8
2. Düşük Sıcaklıkta Yapılan Isıl İşlemler	8
1.1 Sterilizasyon	8
1.2 Pasterizasyon	8
1.2.1 Halk Tipi Pasterizasyon	8
1.2.2 Düşük Sıcaklıkta Uzun Süre Pasterizasyon DSUSP	8
1.2.3 Yüksek Sıcaklıkta Kısa Süreli Pasterizasyon YSKSP	9
1.2.4 Ultra Yüksek Sıcaklıkta Pasterizasyon UYSP	9
1.3 Ağartma / blanşlama	9
2.1 Soğutma	9
2.2 Dondurma	9
2.1.1 Sulu Depolama Kabinleri	9
2.1.2 Kuru Depolama Kabinleri veya Odaları	9
2.1.1 SIVI SÜT ÜRETİM PROSESİ	11
2.1.2 KONDANSE (ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ) SÜT PROSESİ	12
2.1.3 PEYNİR YAPIMI PROSESİ	13
2.2 ET VE BALIK TESİSLERİNDE KULLANILAN PROSESLER	15
2.2.1 Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Üreten ve İşleyen Et Tesisleri	20
2.2.2. Kümes Hayvanları Üreten ve İşleyen Et Tesisleri	24
2.2.3 Balık ve Çeşitli Deniz Ürünleri İşleyen Tesisler	24
2.3 YAĞ ELDE EDİLMESİ PROSESİ	24
a. Isı İle Yağ Çıkartma (Ekstraksiyon )	25
b. Presle Yağ Elde Edilmesi	26
c. Çözücü (Solvent) İle Ekstraksiyon	26
2.3.1 SOYA YAĞI RAFİNERİSİNDE OLUŞAN PROSESLER	27
2.3.2 BİTKİSEL YAĞ ÜRETEN RAFİNERİDE OLUŞAN PROSESLER	28
2.3.3 YEMEKLİK YAĞ RAFİNERİSİNDE OLUŞAN PROSESLER	31
2.4 ALKOLLÜ VE ALKOLSÜZ İÇECEKLERİN İMALİ	31
2.4.1 BİRA SEKTÖRÜ	31
2.5 DONDURULMUŞ GIDA İŞLEME PROSESLERİ	38
Sebze ve Meyvaların Ön Soğutulması	38
2.5.1 DONDURULMUŞ SEBZE VE MEYVA ENDÜSTRİSİ	42
2.5.2 DONDURMA VE DONDURULMUŞ TATLILAR	43
2.5.3 BUZ ÜRETİM ENDÜSTRİSİ	45
2.6 KONSERVEÇİLİK	47
Haşlama / Blanşlama	47
2.6.1 KONSERVEÇİLİK	49
2.6.1.1 KONSERVELENMİŞ SEBZE VE MAYVALAR	52
2.7 TAHİL VE UNLU MAMULLER SEKTÖRÜ	54
2.7.1 MISIR DEĞİRMENİ	54
2.7.2 FIRIN PROSESLERİ ( EKMEK, KEK VB.)	57
2.7.3 KRAKER VE KURABIYE ÜRETİMİ	57

2.8 ŞEKER VE ŞEKERLEME SEKTÖRÜ	57
2.8.1 HAM ŞEKER ÜRETİMİ	57
2.8.2 ŞEKER KAMIŞINI RAFİNE EDEREK ŞEKER İMALİ	60
2.8.3 ŞEKER PANCARINDAN ŞEKER ÜRETİMİ	60
2.8.4 ÇİKOLATA VE ŞEKERLEME ÜRETİM ENDÜSTRİSİ	64
2.8.5 ÇIKLET ÜRETİM SEKTÖRÜ	64
3. GIDA ENDÜSTRİSİNDE SEKTÖREL ENERJİ ANALİZLERİ	65
3.1 SÜT VE SÜT MAMULLERİ İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	66
3.1.1 SIVI SÜT İMALİ	66
3.1.2 KONDANSE SÜT İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	67
3.1.3 PEYNİR İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	67
3.2 ET VE ET MAMULLERİNİN İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	68
3.2.1 BÜYÜKBAŞ HAYVAN KESEN VE İŞLEYEN TESİSLER	68
3.2.1.1 ET KONSERVECİLİĞİ ENDÜSTRİSİ	68
3.2.1.2 SOSİS VE HAZIRLANMIŞ ET ENDÜSTRİSİ	69
3.2.2 KÜMES HAYVANLARI KESEN VE İŞLEYEN TESİSLER	69
3.2.2.1 KÜMES HAYVANLARI KESİM VE İŞLEME ENDÜSTRİSİ	69
3.2.2.2 KÜMES HAYVANLARI İŞLEYEN ENDÜSTRİSİ	70
3.2.3 TAZE YA DA DONDURULMUŞ BALIK VE ÇEŞİTLİ DENİZ ÜRÜNLERİ İŞLEYEN ENDÜSTRİSİ	71
3.3 YAĞ RAFİNERİLERİNDEKİ ENERJİ ANALİZİ	71
3.3.1 SOYA YAĞI RAFİNERİSİNDE ENERJİ ANALİZİ	71
3.3.2 BİTKİSEL YAĞ RAFİNERİSİNDE ENERJİ ANALİZİ	72
3.3.3 YEMEKLİK YAĞ ÜRETİMİNDE ENERJİ ANALİZİ	72
3.4 ALKOLLÜ VE ALKOLSÜZ İÇECEK SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ	73
3.4.1 ALKOLSÜZ İÇECEK SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ	73
3.4.2 MALT ÜRETİMİNDE ENERJİ ANALİZİ	73
3.4.3 ŞARAP, BRENDİ VE İSPİRTO ÜRETİMİNDEKİ ENERJİ ANALİZİ	74
3.4.4 DİSTİLE EDİLMİŞ İÇKİ SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ	75
3.5 DONDURULMUŞ GIDA ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ ANALİZİ	75
3.5.1 DONDURULMUŞ MEYVA VE SEBZE ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ ANALİZİ	75
3.5.2 DONDURMA VE DONDURULMUŞ TATLI İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	76
3.5.3 BUZ ÜRETİMİNDE ENERJİ ANALİZİ	77
3.6 KONSERVELENMİŞ MEYVA VE SEBZE ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ ANALİZİ	77
3.7 TAHİL VE UNLU GIDALARIN İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	78
3.7.1 MISIRDAN NIŞASTA, YAĞ, DEKSTROZ, ŞURUP ÜRETİMİ SİRASINDA ENERJİ ANALİZİ	78
3.7.2 EKMEK, KEK VE BENZERİ GIDALARIN İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	78
3.7.3 KRAKER VE KURABIYE İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	79
3.8 ŞEKERLEME VE ÇİKOLATA SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ	79
3.8.1 ŞEKER SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ	79
3.8.2 ŞEKER KAMIŞI RAFİNERİSİNDE ENERJİ ANALİZİ	80
3.8.3 ŞEKER PANCARINDAN ŞEKER İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ	80
3.8.4 ŞEKERLEME VE ÇİKOLATA SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ	81
3.8.5 ÇIKLET ÜRETİM SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ	81

<b>3.9 TÜRKİYE İÇİN YILLIK GIDA ÜRETİM DEĞERLERİ VE GERİ KAZANILABİLECEK ENERJİ MİKTARLARI</b>	<b>82</b>
1. Süt ve Süt Mamulleri Sektöründe Enerji Geri Kazanımı	83
2. Et ve Et Mamulleri Sektöründe Enerji Geri Kazanımı	83
3. Yağ İmalinde Enerji Geri Kazanımı	84
4. Alkollü ve Alkolsüz İçeceklerin İmalinde Enerji Geri Kazanımı	85
5. Dondurulmuş Gıda Üretiminde Enerji Geri Kazanımı	85
6. Konservecilikte Enerji Geri Kazanımı	85
7. Tahıl ve Unlu Gıdaların İmalinde Enerji Geri Kazanımı	86
8. Şeker ve Şekerleme Sektöründe Enerji Geri Kazanımı	86
<b>4. GIDA SEKTÖRÜNDE ENERJİ GERİ KAZANIMINDA KULLANILAN ELEMANLAR</b>	<b>87</b>
4.1 ISI BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ	87
4.2 YARDIMCI SIVI AKIŞKANLI ENDİREKT ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ	89
4.3 GAZ ÇİFTLİ ENDİREKT ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ	90
4.4 DÖNER REJENERATÖRLER	91
4.5 PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ	92
4.5.1 PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNİN KAZAN BESLEME SUYU TEMİNİNDE KULLANILMASI	94
4.6 EKONOMİZERLER	95
4.7 KAZANLARDA ISI GERİ KAZANIMI	97
4.7.1 KAZAN HAVASINI ISITAN ÖN ISITICI KULLANIMI	97
4.7.2 KAZAN KONDENS DÖNÜŞÜNDEN ISI GERİ KAZANIMI	98
4.7.3 KAZAN BLÖFLERİNDEN ENERJİ GERİ KAZANIMI	99
4.8 REKÜPERATÖRLER	100
4.9 ISI POMPALARI	100
4.9.1 SIVI SIVI ISI GERİ KAZANIMLI ISI POMPALARI	100
4.9.2 HAVA HAVA ISI GERİ KAZANIMLI ISI POMPALARI	102
4.9.3 ABSORPSİYONLU ISI POMPASI	103
<b>5. GIDA ENDÜSTRİSİNDE YAPILMIŞ ÇEŞİTLİ UYGULAMALAR</b>	<b>104</b>
5.1 SÜT ENDÜSTRİSİNDE YAPILMIŞ ÇEŞİTLİ UYGULAMALAR	104
5.1.1 Pasterizasyonda Isı Geri Kazanımı	104
5.1.2 Kurutuculardan Isı Geri Kazanımı	107
5.1.3 Sütün Soğutulması İle Isı Geri Kazanımı	109
5.1.3.1 Soğutulmuş Süt Tankı Sistemi	109
5.1.3.2 Soğutulmuş Süt Tankı ve Ön Soğutucu Sistemi	110
5.1.3.3 Soğutulmuş Süt Tankı ve Isı Pompası Sistemi	111
5.1.3.4 Ön Soğutucu ve Soğutulmuş Süt Tankı Kombinasyonu	112
5.2 ET KESİM TESİSLERİNDE ISI GERİ KAZANIM UYGULAMALARI	112
5.2.1 TAVUK KESİM TESİSİNDE YAPILMIŞ BİR UYGULAMA	112
5.2.2 BİR MEZBAHADA ISI POMPALI GERİ KAZANIM UYGULAMASI	113
5.3 YAĞ RAFİNASYONUNDA GERİ KAZANIM UYGULAMASI	115
5.3.1 Bitkisel ve Hayvansal Yağların Egzotermik Hidrojenleme Reaksiyonu Sonucunda Isısının Geri Kazanımı	115
5.3.2 Soya Yağı Üreten Bir Tesisin Atık Isısının Geri Kazanımı	118
5.3.3 Olin Yağ Sanayi A.Ş. Fabrikasında Enerji Geri Kazanım Uygulaması	119
5.4 BİRA TESİSLERİNDE ENERJİ GERİ KAZANIM UYGULAMALARI	120
5.5 SOĞUTMA SİSTEMİNDEN ISI GERİ KAZANIMI	122

5.6 KONSERVE İMALİNDE YAPILMIŞ BİR UYGULAMA	123
5.7 TAHİL KURUTULMASI İLE İLGİLİ UYGULAMALAR	124
5.8 ŞEKER İMALİNDE ENERJİ GERİ KAZANIM UYGULAMASI	127
6. PERFETTİ GIDA SAN VE TİC. A.Ş 'DE YAPILAN UYGULAMA	134
6.1 SAKIZ İMALİ ESNASINDAKİ PROSESLER	134
6.2 ŞEKER İMALİ ESNASINDAKİ PROSESLER	134
6.3 UYGULAMA	135
7. SONUÇ	146
EKLER	147
KAYNAKLAR	



<b>RESİMLER</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 4.1 Isı Borusunun Çalışma Prensibi	86
Resim 4.2 Isı Borulu Kurutma Fırınında Isı Geri Kazanım Uygulaması	88
Resim 4.3 Yardımcı Sıvı Akışkanlı Endirekt Isı Değiştiricisi Prensip Şeması	89
Resim 4.4 Sosis Fabrikasında Yardımcı Sıvı Akışkanlı Endirekt Isı Değiştiricisi İle Isı Geri Kazanım Uygulaması	90
Resim 4.5 Gaz Çiftli Endirekt Isı Değiştiricisi	91
Resim 4.6 Döner Rejeneratör Uygulama Şeması	91
Resim 4.7 Plakalı Isı Değiştiricisinin Sütün Pasterizasyonunda Uygulaması Şeması	93
Resim 4.8 Plakalı Isı Değiştiricisinin Kazan Besleme Suyu Isıtması Şeması	94
Resim 4.9 Max. Besleme Suyu Sıcaklığını Kontrol Eden Ekonomizer Uygulaması	96
Resim 4.10 Çalışma Sıcaklığının Artması İle Yoğuşmayı Önleyen Ekonomizer Uygulaması	96
Resim 4.11 Gaz Türbünlerinde Püskürtme Suyunun Ön Isıtılmasında Ekonomizer Kullanan Sistem Şeması	97
Resim 4.12 Yoğuşma Basıncı ve İç Buhar Şartlarının Fonksiyonu Olarak Yoğuşmuş Buharda Kalan Isı	98
Resim 4.13 Kazan Blöf Isısının Geri Kazanımı	99
Resim 4.14 Atık Sulardan Isı Pompası İle Isı Geri Kazanım Şeması	101
Resim 4.15 Bir Kurutucudaki Proses Şeması	102
Resim 4.16 Absorpsiyonlu Isı Pompası Şeması	103
Resim 6.1 Sakız Kısmı Klima Planı	142
Resim 6.1 Şeker Kısmı Klima Planı	143
Resim 6.1 Sakız Kısmı İmal Planı	144
Resim 6.1 Şeker Kısmı İmal Planı	145

## TABLOLAR

Tablo 2.1 Çeşitli Sıcaklıklarda Zaman Bağlı Olarak Süt İçindeki Bakteri Sayıları	6
Tablo 2.2 Çiğ Sütün Üreticiden Toplama Süresi ve Sıcaklığı	7
Tablo 2.3 Sütte Bulunan Zararlı Bakterileri Öldürmek İçin Gereken Zaman ve Sıcaklık İlişkisi	7
Tablo 5.1 Sprey Kurutucusunun Deney Sonuçları	108
Tablo 5.2 Ortalama Reaksiyon Isısından Geri Kazanılan Enerji Miktarı	116
Tablo 5.3 Yıllık Üretimi 800 000 hlitre Olan Bira Tesisinin Atık Isılarının Analizi	120
Tablo 5.4 Çeşitli Enerji Kullanan Kurutucuların Karşılaştırılması	127
Tablo 6.1 Radyatör Teknik Özellikleri	135
Tablo 6.2 İdari Bina Radyatör Miktarları	135
Tablo 6.3 Döküm Radyatörlerin su hacimleri	135
Tablo 6.4 Tesiste Sıcak Su Kullanım Yerleri	136

**ŞEKİLLER**

Sayfa

Şekil 2.1 Süt İçin Madde ve Enerji Şeması	10
Şekil 2.2 Zenginleştirilmiş Süt Endüstrisinde Madde ve Enerji Akış Şeması	12
Şekil 2.3 Peynir İmalinde Madde ve Enerji Akış Şeması	14
Şekil 2.4 Canlı Hayvan Kesim Tesisinde Madde ve Enerji Akış Şeması	16
Şekil 2.5 Konserve Et Üreten Tesisinin Madde ve Enerji Akış Şeması	17
Şekil 2.6 Jambon ve Domuz Eti İşleyen Tesisteki Madde ve Enerji Akış Şeması	18
Şekil 2.7 Sosis Tesisindeki Madde ve Enerji Akış Şeması	19
Şekil 2.8 Kümes Hayvanları Kesim Tesisindeki Madde ve Enerji Akış Şeması	21
Şekil 2.9 Tavuk Eti İşleyen Tesisteki Madde ve Enerji Akış Şeması	22
Şekil 2.10 Taze veya Dondurulmuş Balık / Deniz Ürünleri İşleyen Tesisin Madde ve Enerji Akış Şeması	23
Şekil 2.11 Soya Yağı Rafinerisindeki Madde ve Enerji Akış Şeması	28
Şekil 2.12 Ham Yağ Rafinerisinde Madde ve Enerji Akış Şeması	29
Şekil 2.13 Yemeklik Yağ Rafinerisinde Madde ve Enerji Akış Şeması	30
Şekil 2.14 Alkolstüz İçecek İmal Eden Tesisin Proses ve Enerji Akış Şeması	32
Şekil 2.15 Malt Tesisin Madde ve Enerji Akış Şeması	33
Şekil 2.16 Şarap İmalathanesinde Proses ve Enerji Akış Şeması	35
Şekil 2.17 Distilasyon Tesisin Proses ve Enerji Akış Şeması	36
Şekil 2.18 Dondurulmuş Meyva, Sebze ve Meyva Sularının Üretimindeki Madde ve Enerji Akış Şeması	41
Şekil 2.19 Dondurma ve Dondurulmuş Tatlıların Üretimi Esnasındaki Madde ve Enerji Akış Şeması	44
Şekil 2.20 Buz Üretiminde Madde ve Enerji Akış Şeması	46
Şekil 2.21 Konservelenmiş Sebze ve Meyva Üretiminde Madde ve Enerji Akış Şeması	50
Şekil 2.22 Konservelenmiş Meyva Suyu Üretiminde Madde ve Enerji Akış Şeması	51
Şekil 2.23 Mısır Değirmeninde Madde ve Enerji Akış Şeması	53
Şekil 2.24 Fırınlardaki Madde ve Enerji Akış Şeması	55
Şekil 2.25 Kraker ve Kurabiye İmalinde Madde ve Enerji Akış Şeması	56
Şekil 2.26 Ham Şeker İmalinde Madde ve Enerji Akış Şeması	58
Şekil 2.27 Şeker Kamışı Rafinerisinde Madde ve Enerji Akış Şeması	59
Şekil 2.28 Şeker Pancarı Rafinerisinde Madde ve Enerji Akış Şeması	61
Şekil 2.29 Şekerleme ve Çikolata Endüstrisinde Madde ve Enerji Akış Şeması	62
Şekil 2.30 Sakız Fabrikasındaki Madde ve Enerji Akış Şeması	63



## ÖZET

1973 yılında yaşanan petrol şoku ve günümüzde enerji fiyatlarındaki artışlar enerjisinin verimli kullanılmasını zorunlu kılmıştır.

Bu çalışmada enerjiye olan talebin gittikçe arttığı ülkemizde enerjinin öneminden bahsedilmiş ve atık enerjilerin geri kazanılarak verimli bir şekilde proseslerde kullanılması amaçlanmıştır.

Gıda endüstrisi sekiz sektörde incelenmiştir. Her sektör içinde üretim proses şemaları verilerek, prosesler ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Üretim proseslerinde gereken enerji miktarları verilmiş ve atık enerjinin olduğu yerler tespit edilmiştir.

Enerjinin verimli kullanılmasında kullanılan geri kazanım elemanları şekiller ile açıklanmıştır. Bu elemanların kullanılması ile her sektörde birim kg başına geri kazanılacak enerji miktarları verilmiştir.

Gıda endüstrisinde her sektörde yapılmış yerli ve yabancı uygulamalarından örnekler verilmiş ve bu uygulamaların ilk yatırım maliyeti ile geri ödeme miktarları verilmiştir.

Türkiye’de yapılabilecek enerji geri kazanım çalışmalarıyla, her sektör için yılda geri kazanılabilecek enerji miktarları hesaplanmıştır.

Çiklet ve şekerleme tesisinde yapılan bir uygulama ile geri kazanılabilecek enerji miktarları hesaplanmıştır. Kazanılan bu enerjinin tekrar kullanılabileceği yerler tespit edilmiştir.

Yapılmış uygulamalarda ilk tesis maliyetlerinin , 1-3 yıl içinde geri kazanıldığı gözlenmiştir.

## SUMMARY

The oil crisis encountered in 1973 and the increasing energy prices have made the efficient utilization of energy very important.

The increasing energy demand and its importance in our country has been emphasized, the waste energy which can be recovered during the processes has been investigated.

The food industry has been analyzed in eight sectors. The production processes in each sectors has been studied in detail and their corresponding process diagrams have been given. The energy balances related to the processes have been developed and the points at which waste energy becomes available have been determined. The components used in the waste heat recovery systems have been investigated and their utilization explained through detailed diagrams. The energy saved for unit production using these components has been given for each sector.

Different application examples from domestic and foreign production plants have been introduced for each sector studied, investment costs and payback periods have been calculated for each case.

The annual recoverable waste energy using the above techniques in the food industry in Turkey has also been calculated for each sector.

A case study has been selected from the production of gums and candies. The recoverable waste energy has been determined. The possible utilization methods and places have been investigated.

It has been deduced from the studied applications that the payback periods lie between one to three years for the waste energy recovery investments in the food industry.

## 1 ENDÜSTRİDE ENERJİNİN ÖNEMİ

1973-1974 yıllarında OPEC-Petrol Üreten Ülkelerin petrol fiyatlarına yaptıkları zamlar birçok gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerin dış ödemeler dengesinin bozmuştur. Bunun sonucu olarak enerjinin daha verimli bir şekilde kullanılması için, bu ülkeler değişik kaynak arayışına girişmişlerdir.

Dünya enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilemeyen enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu kaynakların sınırlı olduğu bilindiğine göre, bunların tasarruflu bir şekilde kullanılmasını teşvik etmek ve diğer enerji kaynakları araştırmalarına parasal destek vermek gerekmektedir.

Genel anlamda tasarruf, enerjinin daha verimli bir şekilde kullanımı demektir. Bu ise, yapılacak bazı basit ve teknolojik yöntemlerle olacaktır.

Enerji kullanan yerleri ulaşım, endüstri, konut ve ticari / kamu / sanayi binaları olarak dört ana grupta toplayabiliriz. Bu gibi yerlerde yapılabilecek bazı tasarruf yöntemleri ile enerji tüketimi azaltılabilecektir.

### 1 Ulaşım

- 1.1 Daha küçük otomobiller ve geliştirilmiş motorların kullanılması
- 1.2 Hız sınırının konulması
- 1.3 Toplu taşımacılığın teşvik edilmesi (Tren, Tramvay, Metro vs.)
- 1.4 Demiryolu, denizyolu ve havayollarının ıslah edilmesi ve/veya kullanımının teşvik edilmesi

### 2 Konutlar

- 2.1 Yeni konutların ısı yalıtım yönetmeliğine göre yapılması teşvik edilmeli
- 2.2 Kazan ıslahı (yalıtım, elektrikli ateşleme vs.)
- 2.3 Kontrolün artırılması (oda termostatları )
- 2.4 Isı pompası kullanılması
- 2.5 Enerjiyi verimli kullanan cihazların seçilmesi
- 2.6 Yenilenebilir enerji kullanımının (güneş vs.) teşvik edilmesi
- 2.7 Bölgesel ıstmanın kullanılması
- 2.8 Işıkların ve kullanılmayan elektrikli cihazların kapatılması
- 2.9 Yalıtım malzemelerinden vergi alınmaması

### 3. Ticari / Kamu / Sanayi Binaları

- 3.1 Kontrol edilen havalandırma
- 3.2 Isı değiştiricisi kullanımının teşvik edilmesi
- 3.3 Isı pompası kullanımının teşvik edilmesi
- 3.4 Kazan hava / yakıt monitörü kullanılması
- 3.5 Yalıtım yapılması
- 3.6 Verimli aydınlatma yapılması

### 4. Endüstri

- 4.1 Entegre modeller ve yeni yöntemlerin doğru seçilmesi
- 4.1 Yalıtım yapılması
- 4.3 Atık ısıların ısı pompaları ya da diğer geri kazanım yöntemleri kullanılarak geri kazanılıp ön ısıtma / merkezi ısıtma devreleri ve/veya prosete kullanılması
- 4.4 Yanma verimi iyi olan kazanların seçilmesi

4.5 Mevcut kazanların ıslah edilmesi (Yalıtım iyileştirilmeli, Ateşleme sistemi iyileştirilmeli)

4.6 Gereğinden büyük hacimlerin havalandırılmasından kaçınılmalıdır. Zira boşu buşuna daha fazla hacmin havalandırılması enerji sarfiyatını arttıracaktır

4.7 Bileşik ısı-elektrik santrallerinin kullanımının teşvik edilmesi

4.8 Basınçlı hava kullanımında enerji tasarrufu yapılması

4.9 Reaktif elektrik kullanımının önlenmesi

4.10 Sistemde kullanılacak enerji türünün doğru seçilmesi

Yukarıda açıklanan yöntemlerle enerji tasarrufu yapılabilir. Ancak sıralanan bu yöntemlerin bazılarının ilk yatırım maliyeti olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak ilk başta yapılan bu yatırımların belirli bir süre sonra kendisini amorti edeceği ve işletme giderleri ile ısı ihtiyacını düşüreceği de göz ardı edilmemelidir.

Artan enerji talebini karşılamak için diğer enerji kaynaklarına bir yönelme olacaktır. Bunlar güneş, hidrolik, rüzgar, jeotermal ve gel-git enerjileri olup, gerekli araştırmaların yapılması için ödenekler ayrılmalıdır.

Enerji tasarrufunun dolaylı sonucu olarak, ithal enerjiye ödenecek olan paralarla yeni yatırımlar yapılabilecektir. Bu da yeni iş imkanları yaratacaktır. Türkiye enerji ihtiyacının büyük bir kısmını dışarıdan ithal ettiği için petrol krizinden en çok etkilenen ülkelerin başında yer almaktadır. Türkiye’de enerji üretimi 1829 yılında taşkömürü ile başlamıştır. 1957 yılından sonra T.K.İ. kurumunca gerçekleştirilen modernizasyon, sonraları ihtiyacın gerisinde kalmıştır.

II. Dünya Savaşından sonra artan karayolu taşımacılığı ve sanayileşmenin başlaması petrol tüketimini arttırmıştır.

1991 yılı enerji istatistiklerine göre Türkiye ticari enerji üretimi sıralamasında dünya 40.ıncısı, enerji tüketimi sıralamasında da dünya 25.ıncisidir.

1961 yılı değerlerine göre enerji üretiminde 42.nci, enerji tüketiminde 38.inci sırada yer almıştır. Görülüyorki 30 yıl sonra Türkiye üretimde herhangi bir gelişme göstermezken, tüketimde 13 ülkeyi geride bırakmıştır.

Kişi başına enerji tüketiminde 1961 yılında 102.nci sırada olan Türkiye, 1991 yılında 82.nci sıraya yükselmiştir. Ancak bu sonuç diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında hala geri sıralarda olduğumuz görülecektir. Zira kişi başına enerji tüketimi dünya ortalamasının yarısı civarında olup Pakistan, Hindistan, Mısır gibi ülkelerin üstünde olmasına rağmen Yunanistan, Bulgaristan, İspanya ve İtalya’nın gerisindedir.

Kişi başına elektrik tüketimi kalkınmışlık göstergesi olarak kabul edilmektedir. Türkiye, kişi başı elektrik tüketiminde dünyada 92.nci sıradadır. Komşumuz Irak’a göre daha yüksek, Suriye ve İran’a nazaran düşük, Avrupa ülkelerine göre ise çok düşük bir değerdedir.

1993 yılı istatistik değerlerine göre Türkiye’de enerji tüketimi 61 Milyon TEP olmuştur. Bunun % 4’ü Tarım, % 8’i Enerji dışı sektörlerde, % 18’i çevrim sektöründe, %26’sı Konut, %27’si Sanayi ve %17’si Ulaşım sektöründe tüketilmiştir. Aynı yıl istatistiklerine göre kişi başına enerji tüketimi 1010 KEP olmuştur. (6. Enerji Kong. 1994)

Benzer şekilde 1993 yılında 76 TWh elektrik enerjisi tüketilmiş olup, %57.2'si sanayide, %0.8'i ulaşımda, %1.6'sı tarım ve %40.3'ü konutlarda tüketmiştir.

Görüldüğü gibi enerjiye olan talebin gittikçe arttığı ülkemizde enerji verimliliğinden bahsetmenin zamanı gelmiştir. Zira bu kavramı, daha az enerji ile aynı faydayı sağlama faaliyeti olarak ifade edebiliriz. Bu ise kayıpların en aza indirilmesi ve enerji tüketiminin daha verimli şekilde yapılması ile mümkündür.

Enerji geri kazanımında hükümetlerce uygulana tasarruf tedbirlerini üç ana grupta incelemek mümkündür.

1. Uygulanması hukuki mevzuatla zorunlu kılınmış normlar(Bina izolasyonunda min. standartların tespiti)
  2. Teşvik olanaklarının yaratılması
  3. Tasarruf konusunda kamuoyu bilincinin yaratılmasına yönelik tedbirler
- Türkiye tasarruf programı iki kademeli olarak düşünülmektedir.
1. Kısa vadeli tasarruf programı
    - 1.1 Halkın davranış biçimi ve alışkanlıklarının değiştirilmesi
    - 1.2 Mevzuata konulacak ek yasalar ile zorunlu olarak uygulanması istenen tedbirler
    - 1.3 Teşvik olanaklarının sağlanmasına yönelik tedbirler
  2. Orta ve uzun vadeli tasarruf programı

1993 yılında yapılan bir çalışmada Metal(ana), Metal eşya, Gıda, Tekstil, Kağıt, Kimya, Toprak sektörlerinde yılda kazanılabilecek enerji miktarının parasal değeri Milyon \$ olarak aşağıda verilmiştir.

SEKTÖR	MİN. TASARRUF M\$	MAX. TASARRUF M\$
Metal(ana)	17.76	29.69
Metal eşya	122.62	237.88
Gıda	66.16	96.67
Tekstil	70.62	87.28
Kağıt	104.12	186.86
Kimya	79.60	141.46
Toprak	168.90	362.33

Sadece sanayide yılda min. 620 M\$ (2.7 Milyon TEP) veya max. 1Milyar\$ (4.8 Milyon TEP) enerji tasarrufu potansiyeli olduğu belirlenmiştir.

Petrol tüketiminin % 37'si ulaştırma sektöründe kullanılmakta olup, bunun % 92'si karayolu ulaşımında tüketilmektedir. Bu sektörde % 27 oranında verim artışının , petrol ithalatında % 8.6 oranında bir azalma sağlayacağı hesaplanmıştır. Bunun parasal değeri ise 206 Milyon \$'dır.

Bina ısıtmasında % 30'luk iyileştirme ile % 10 oranında tasarruf sağlandığı tespit edilmiştir.

## 2.GIDA ENDÜSTİSİNİN SEKTÖREL SINIFLANDIRILMASI

### Gıda sektöründe Enerji Kazanımı

Gıda sektöründe var olan işlem ve prosesler şunlardır. Çeşitli ham maddelerin yıkanması, hazırlanması, pişirme, fırınlama, buharlaştırma, kurutma, pastörizasyon, sterilizasyon, soğutma, rafinasyon, damıtma, mayalandırma bunlardan bazılarıdır.

Proses ısısı genelde 200 °C'nin altında olması sebebiyle ısı merkezi buhar veya sıcak su sistemleriyle karşılanmaktadır.

Ancak konserve ve bisküvi üretim sektöründe, üretim sırasında pişirme işlemlerinde ve malt üretiminde doğrudan ısı enerjisi besleyen sistemler (fırın vs.) kullanılmaktadır.

Proses ısısı sağlamada pek kullanılmamakla beraber elektrik enerjisi hava kompresörlerinde, soğutma kompresörlerinde, pompalar, değirmenler, öğütücüler gibi çeşitli cihazlarda kullanılmaktadır. Şeker üretimi sektöründe, tesisler kendi elektrik ihtiyacını önemli ölçüde üretmektedirler.

Gıda sektöründe orta sıcaklıkta proses ısısı değerleri ve kullanılan akışkanlar aşağıda verilmiştir.

PROSES	AKIŞKAN	SICAKLIK °C
Pişirme	hava	120-185
Kurutma	hava/buhar	120-230
Kutulama	su/buhar	80-130

(Arıkol ve ark.1983)

Gıda sektöründe kullanılan proses ısıları ve % gereksinim miktarları şöyledir. 80 °C ve altındaki ısılar % 34.3, 100-120 °C'deki ısılar % 16.6, 120-150 °C'deki ısılar % 19, 150-200 °C'deki ısılar % 4.2 ve 200-400 °C'deki ısılar %1.8 oranında kullanılmaktadır.

Görülüyorki gereksinimin %60'ı 100-120 °C ve altındaki sıcaklık değerlerinde olmaktadır.(İzmir ve ark.1983)

Bir kuruluşta enerji tüketimini minimuma indireyecek çalışmalar aşağıdaki gibidir.

1. Enerji tasarrufu çalışmaları
2. Enerjinin verimli kullanımına dönük çalışmalar
  - Atık enerjiden yararlanma
  - Bilgisayar destekli proses kontrolüne geçiş
- 3.Petrole dayalı enerji tüketiminin ikamesi çalışmaları
  - Akışkan yatak, gazlaştırma gibi teknolojiler
  - Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı teknolojiler

Endüstride ısı geri kazanım çalışması yapılırken şu hususlara dikkat edilmelidir.

#### Mahal Isıtması ve/veya Soğutması

- Yetersiz yalıtım
- Gereğinden büyük hacimlerin ısıtılması / soğutulması

- Hava sızıntısı
- Gereğinden fazla ısıtma / soğutma yükü

#### **Şebeke ve Sistem Kayıpları**

- Bakımsız sistem, cihaz ve ölçü aletleri
- Yalıtımsız ve kötü yalıtımlı sıcak su şebekeleri
- Gereğinden fazla ısıtılan sıcak su
- Yanmanın iyi ve doğru kontrol edilmediği kazan ve fırınlar
- Isı enerjisinin çok uzak yerlere nakli

#### **Kullanma Sıcak Suyu**

- Sıcak su israfı
- Aşırı sıcak su ısıtması yapılması
- İyi yalıtılmamış sıcak su depoları
- Sıcak su gereksinim programları yapılması
- Bozuk sıcak su tesisatları

#### **Proses Isılarında Enerji Geri Kazanma**

- Baca gazlarının ve eksoz hava ısılarının geri kazanılması
- Kullanılan sıcak suyun doğrudan pis su kanalına atılmaması
- Kazan ve fırınlardan çıkan yüksek sıcaklıktaki ürünler
- Çöpe atılan mamullerin değerlendirilmesi ve çöp miktarının azaltılması

(Özil,1983)

Bunlar baz alınarak tesiste enerji israf edilen yerler tespit edilerek, enerji tasarrufuna gidilebilir.

Gıda sektöründe ısı pompası kullanımı teşvik edilmelidir. Zira sadece Avrupa'da bu sektörde ısı pompası kullanımı % 66.7'dir. Bunların kapasitesi açık çevrimli sistem 300 MW, kapalı çevrimli sistem 250 MW'tır. (Lave et al,1990)

Kuzey Amerika'da tesis edilen ısı pompaları et işleme tesislerinde, mısır değirmenlerinde, bira tesislerinde, çikolata fabrikalarında başarı ile uygulanmaktadır. Bunlar soğutma sistemleri, eksoz havası, soğutma kulesi ve klima 1 santrallerinden dışarı atılan ısı ile çalışmaktadırlar.

## 2.1 SÜT VE MAMULLERİNİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Bilindiği gibi süt memelilerin yaşama başladığı tek besin kaynağıdır. İçerdiği bileşim canlılarda büyümeyi sağlaması ve enerji vermesinin yanında içindeki bazı maddelerden dolayı da hastalıklara karşı korumayı sağlar. Bileşimi oldukça karmaşık bir ürün olsa da genel olarak su, yağ, proteinler, laktoz (şeker türü) ve mineral tuzlardan oluşmaktadır. Bunlara ek olarak içeriğinde az miktarda enzimler, boya maddeleri, vitaminler, fosfoidler, gazlar ve akyuvarlar bulunmaktadır.(Esin,1985)

Süt kısa zamanda ısı işleme tabi tutulmazsa çabuk bozulmaya meyilli bir gıdadır. Süt sağıldığı anda 37 °C sıcaklıkta olup, bakteri içermez. Ancak ineğin memesinden çıktığı andan başlayarak enfeksiyonlara karşı korunmalıdır. Zira sütün bozulmasını sağlayan bakteriler ortam havasından, ineğin tüyünden, sağımı yapan kişilerin ellerinden ve süt ekipmanlarının yeterince temiz olmamasından dolayı bulaşmaktadır. Sütün bu patojenik ve salgın hastalık yapan bakterilerden (tifo, tüberküloz, koli, ısıya dirençli bakteriler) tamamen arındırmak mümkün olmamaktadır. Ancak bu bakterilerin pastörizasyon işlemi ile aktiviteleri durdurulabilir.(Esin, 1985)

Ticari amaçla üretilen sütün kalitesinin ve saflığının kontrolü için bir çok devlet minimum süt yağı içeriğini ve max. bakteri sayısını veren standartlar yayınlamıştır.

Tablo 2.1 Çeşitli Sıcaklıklarda Zamana Bağlı Olarak Süt İçindeki Bakteri Sayıları

Sıcaklık °C	24 saat	48 saat	76 saat	168 saat
0	2 400	2 100	1 850	1400
4	2 500	3 600	218 000	4 200 000
8	3 100	12 000	1 480 000	
10	11 600	540 000		
15	180 000	28 000 000		
30	1 400 000			

Tablo 2.1 'de görüldüğü gibi süt içinde oluşan bakterilerin yüksek sıcaklık değerlerinde daha aktif olduğu görülmektedir.(Chrysler Air Temp.1957)

Çiftliklerde en yaygın çiğ süt toplama işlemi günaşırı toplama değildir. Ancak burada kullanılan süt kaplarının son derece steril olmasına özen gösterilmelidir. Sütün işlenmeden önceki süre içinde soğuk zincirde bir kopukluk olursa istenmeyen bakteri ve enzimler hemen tekrar çoğalmaya başlayacaktır. Bu durumda süt tekrar soğutulsa bile, bakteriler o aşamaya kadar çoğaldığı için, sütün niteliğindeki düşüşün önüne geçilemeyecektir.



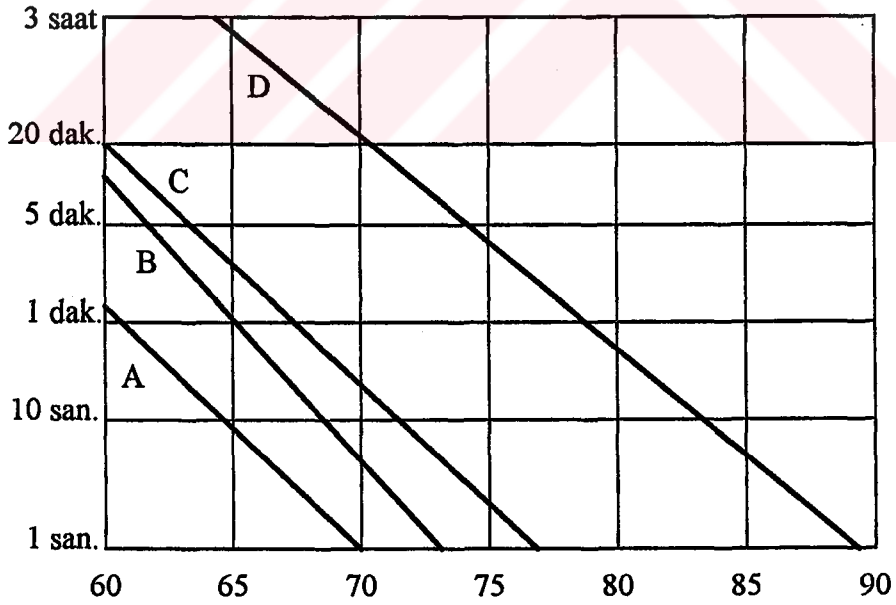
Tablo 2.2 Çiğ Sütün Üreticiden Toplama Süresi ve Sıcaklığı

çiflikten işletmeye aktarım

4 günde bir	2 C	2 C	2 C	2 C
günde bir	3 C	3 C	3 C	6 C
gün aşırı	4 C	4 C	4 C	6 C
her gün	12 C	4 C	4 C	6 C
	1	2	3	4 (gün)

————— Çiflikte  
 ————— İşletmede pasterizasyon öncesi  
 ————— İşletmede pasterizasyon sonrası

Tablo 2.3 Sütte Bulunan Zararlı Bakterileri Öldürmek İçin Gereken Zaman ve Sıcaklık İlişkisi



A Koli basili  
 B Tifus basili  
 C Tüberkuloz basili  
 D Isiya karşı dirençli bakteri

Buna göre Tablo 2.3 ' ten de görüldüğü gibi 70 °C sıcaklıkta 20 saniyede ölen tüberkuloz basili 65 °C sıcaklıkta 2 dakika yaşayabilmektedir. Ülkemizde tüberkuloz hastalığının artmasının nedeni iyi pastörize edilmemiş süttür. (Esin,1985)

### **Süte Uygulanan Isıl İşlemler :**

Isıl işlemlerin birinci amacı hastalık yapıcı bakterileri öldürmektir. İkinci amacı ise kaliteli bir ürün elde etmek için ürünün tadını, yapısının ve dayanma süresini etkileyen diğer mikroorganizmaları yok etmektir. (Esin,1985)

Isıl işlemler ikiye ayrılmaktadır.

#### **1 Yüksek Sıcaklıkta Yapılan Isıl İşlemler**

#### **2 Düşük Sıcaklıkta Yapılan Isıl İşlemler**

#### **1 Yüksek Sıcaklıkta Yapılan Isıl İşlemler**

##### **1.1 Sterilizasyon**

Sterilizasyon bir ortamda bulunan tüm canlı organizmaların yok edilmesi işlemidir. 110 °C sıcaklıkta yapılmaktadır. Gıda sektöründe ise gerçek anlamda tam sterilizasyona ulaşılamamaktadır. Bu sektörde uygulanan işlem besinlerin belirli bir raf ömrü süresince bozulmasını önleyecek seviyede olup , buna ticari sterilizasyon denir.(Esin,1984) Bu işlem en çok süt endüstrisi ve konservecilikte uygulanmaktadır.

##### **1.2 Pasterizasyon**

Pasterizasyon işleminde amaç patojenik bakterileri öldürmektir. Birçok pasterizasyon yöntemleri vardır.

##### **1.2.1 Halk tipi Pasterizasyon**

Bu yöntemde sokak satıcılarından alınan 20 °C sıcaklıktaki ve steril olmayan koşullar altında saatlerce beklemiş süt bir kaba konularak kaynama sıcaklığına kadar ateş üzerinde ısıtılmaktadır. Bir süre kaynama sıcaklığında tutulan süt sonra doğal taşınım yolu ile kendi kendine soğutulmaya bırakılmaktadır. Isıtma süresince süt ile ateş üzerinde bulunan kabın sıcakları arasındaki fark çok büyük olduğundan proteinler, albümin ve süt şekeri gibi besin maddeleri sıcak yüzeye yapışıp bozunmakta ve yararlanılamamaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklık sebebiyle önemli vitaminler yok olmakta , doğal koku veren maddeler uçmaktadır.(Esin,1985 )

##### **1.2.2 Düşük Sıcaklıkta Uzun Süre Pasterizasyon ( DSUSP )**

Bu yöntemde süt 62 °C sıcaklıkta 30 dakika ısıtılma tabii tutulup hemen 4 °C sıcaklığa soğutulmaktadır.

### 1.2.3 Yüksek Sıcaklıkta Kısa Süreli Pasterizasyon ( YSKSP )

Bu yöntemde süt 72 - 75 °C sıcaklıkta 15 saniye ısı işleme tabi tutulup hemen soğutulur.

### 1.2.4 Ultra Yüksek Sıcaklıkta Pasterizasyon ( UYSP )

Bu yöntemde süt 140 °C gibi çok yüksek sıcaklıkta 4 saniye tutulup hemen soğutulmalıdır. Bu yöntem ile üretilen sütlerin dayanma süresi oda sıcaklığında 8 haftayı bulmaktadır. (Esin,1985)

Bu son üç yöntemle üretilen sütler sağıldığı andaki gibi taze ve sağlıklı olup, tekrar kaynatılması gereksizdir. Çünkü tekrar kaynatma sütün besin değerini düşürecektir.

## 1.3 Ağartma (Blanşlama) Bknz. Konservecilik

## 2 Düşük Sıcaklıkta Yapılan Isıl İşlemler

### 2.1 Soğutma

### 2.2 Dondurma

Çiftliklerde iki tür soğutma işlemi uygulanır.

#### 2.1.1 Sulu Depolama Kabinleri

Soğutulacak süt önce güğümlere konulup sonra soğutulmuş su banyosuna daldırılarak ya da önce soğutma ortamı olarak soğutulmuş su kullanan bir havalandırıcı tarafından bir ön soğutma işleminden geçirildikten sonra güğümlere konulduktan sonra soğuk su banyosunda depolanır.

Birçok süt soğutma çiftliğinde bulunan soğutma sistemi bu şekilde olup, kabin boyutu şu parametrelere bağlıdır.

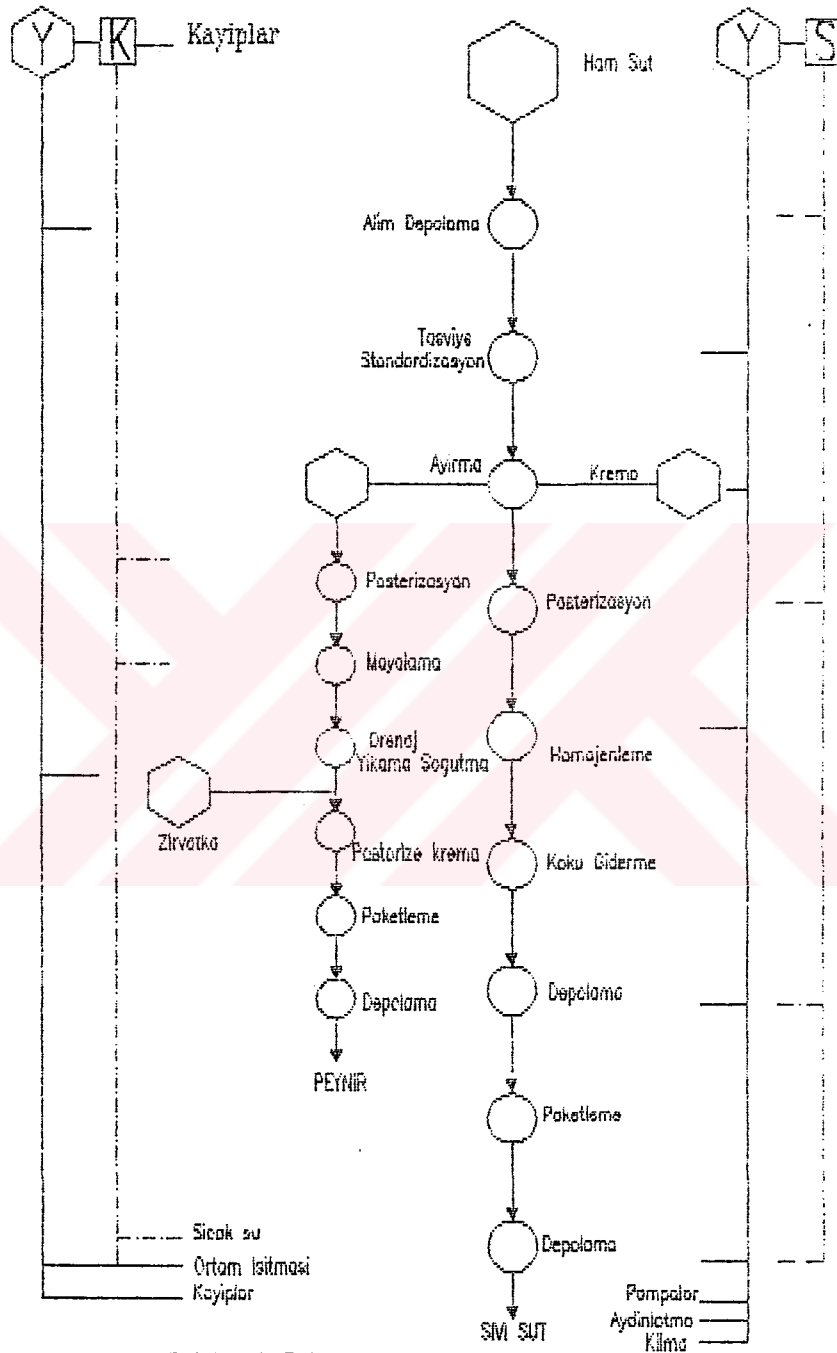
- Günlük üretin miktarı ( güğüm )
- Soğutulacak güğüm miktarı
- Depolanacak güğüm miktarı

#### 2.1.2 Kuru Depolama Kabinleri ya da Odaları

Sıcak süt bir havalandırıcı vasıtası ile soğutulmakta ve şişe ya da güğümlere konulup soğutulmuş ortamda kabin ya da odada depolanmaktadır.

Süt çiftliklerinde sütleri perakende satış için şişeleyen çiftçiler güğümlere depoladıkları sütleri veya kasalardaki şişelenmiş sütleri soğutmak için soğutulmuş salamuralı havalandırıcı vasıtası ile sirküle edilerek soğutma işlemi yapılmaktadır.

Bu kabinler aynı zamanda sınırlı miktarda buz yapımında da kullanılmaktadır. Üretilen buzlar daha sonra sütün nakli esnasında kasaların arasına konulmaktadır.(Chrysler Air Temp. 1957)



Sekil 2.1 Süt için madde ve enerji seması

### 2.1.1 SIVI SÜT ÜRETİM PROSESİ

Sıvı süt endüstrisi, gıda sektöründe en çok enerji tüketen sektörlerden birisidir. Dağıtım kamyonlarına harcanan enerji elimine edilirse sterilizasyon, pasterizasyon, homojenleme, kurutma ve soğutma prosesleri en çok enerji tüketen proseslerdir. Bunun yanında temizlik işlemlerinde de büyük miktarlarda ısı enerjisi tüketilir.

Tipik bir Sıvı Süt Endüstrisindeki madde ve enerji akış şeması Şekil 2.1'de görülmektedir. (Casper, 1977)

Çiğ süt tankerlerle mandıraya geldikten sonra bir tankta depolanır. Depolanan süt proseste işlenebilir diye berraklaştırma / standardizasyon işlemlerinden geçirilerek ayırma işlemine tabi tutulur. Bundan sonraki prosesler ürünün peynir, sıvı süt ya da krema olmasına göre farklı işlemlerden geçirilir.

Eğer ürün krema olarak isteniyorsa ayırma işleminde süütün yağı alınarak krema elde edilir.

Eğer ürünün sıvı süt olması isteniyorsa ayırma işlemini takiben süt pasterizasyon işleminden geçirilir. Pastörize edilen süt homojen hale getirildikten sonra koku giderme prosesinden geçirilmektedir. Bu prosesin tamamlanmasından sonra sıvı süt paketleme için depolanmaktadır. Sütlere istenen paket tiplerine göre (kutu, şişe) paketlenildikten sonra 4 °C sıcaklıkta bir depoda depolanır ve satışa hazır hale getirilmiş olur.

Eğer peynir üretilmek isteniyorsa yağı alınmış süt pasterizasyondan geçirilir. Pastörize edilmiş süt peynirin mayalanma ısısı olan 30 °C 'ye kadar soğutulur, bu sıcaklıkta içine peynir mayası ile diğer katkı maddeleri atılır. (Stoecker et al, 1982)

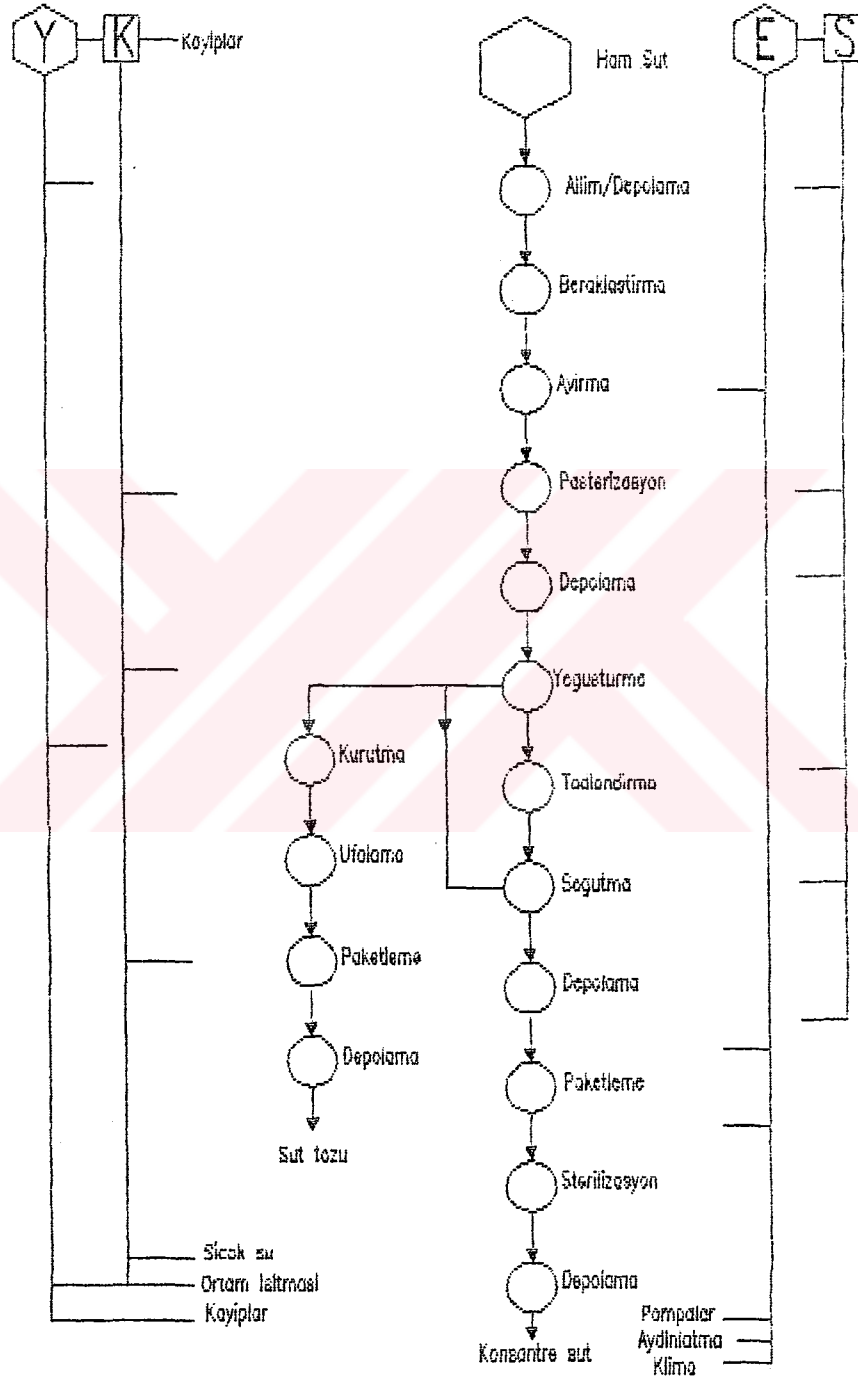
Aslında değişik peynir üretim tekniklerine göre değişik sıcaklık ve süreler belirlenmiştir. Örneğin mayalanma süresi bazı peynirlerde 1 ile 2 gün olmasına rağmen bazılarında bu süre 3 yıla kadar uzamaktadır.

Aynı şekilde mayalanma sıcaklığı bazı tür peynirlerde - 1.6 °C ile 0 °C olmasına rağmen, bazılarında 22 °C olmaktadır. Peynirin kültürlenmesi esnasındaki bağıl nem yaklaşık % 70-90 arasında olmaktadır. Peynirin kültürlenmesinden sonra taze peynirin oluşumu beklenir. Bunu takiben drenaj / yıkama / soğutma prosesi gelmektedir.

İşte bu ürün bu prostesten sonra içindeki zırvatka alınmakta, kalan ürün ise pastörize edilmiş krema olmaktadır. Bu son ürün paketlenerek satış için depoda muhafaza edilmektedir.

### 2.1.2 ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ve KONSANTRE SÜT PROSESLERİ

Tam süütün 110 °C 'nin üstüne ısıtılarak yarısına veya üçte birine kadar uçurulması ile kondanse sütlere elde edilir. Süt yarısına kadar uçurulursa, zenginleştirilmiş süt, üçte biri ile beşte birine kadar yoğunlaştırılan sütlere de konsantre denilir. Dolayısı ile uçurma 45 - 50 °C 'de vakum altında sürekli prosesle yapılmaktadır. (Şatiroğlu, 1990)



Sekil 2.2 Zenginleştirilmiş Süt Endüstrisinde Madde ve Enerji Akış Şeması

Bu tip bir tesisin madde ve enerji akış şeması Şekil 2.2'de gösterilmektedir. Enerji akış şemasından görüleceği gibi enerji girdisinin çoğu pasterizasyon, yoğuşturma, kurutma ve toz haline getirme proseslerinde kullanılmaktadır. Bunların yanında soğutma sisteminde, temizleme suyunun ısıtılmasında ve ortam ısıtılmasında çok miktarda enerji harcanmaktadır.

Çiftçilerden toplanan çiğ süt önce depolanır. Depolanan bu ürün berraklaştırma işleminden geçirilip, ayırma işlemine tabi tutulur. İşte bu aşamada süt pasterizasyondan geçirilerek depolanır. Depolanan süt zenginleştirme işlemine tabi tutulur. Bu aşamada konsantre süt veya süt tozu üretimine göre bu ürün farklı işlemlerden geçer.

Eğer süt tozu üretilecekse, yoğuşmuş süt bir sprey kurutucuda kurutulur. Sonra kurutulan süt ufalanarak paketleme işlemine gönderilir. Satışa hazır hale gelen ürün depoda saklanır.

Eğer konsantre süt yapılması isteniyorsa yoğuşturulmuş olan süt bir tatlandırıcıda tatlandırılarak soğutulur. Bu durumda süt depolanır ve sonraki aşamada uygun ambalajlara konularak paketlenir. Sonra bu ürünler sterilizasyon işleminden geçirilerek stok deposuna konularak konsantre süt üretimi tamamlanır.(Casper,1977)

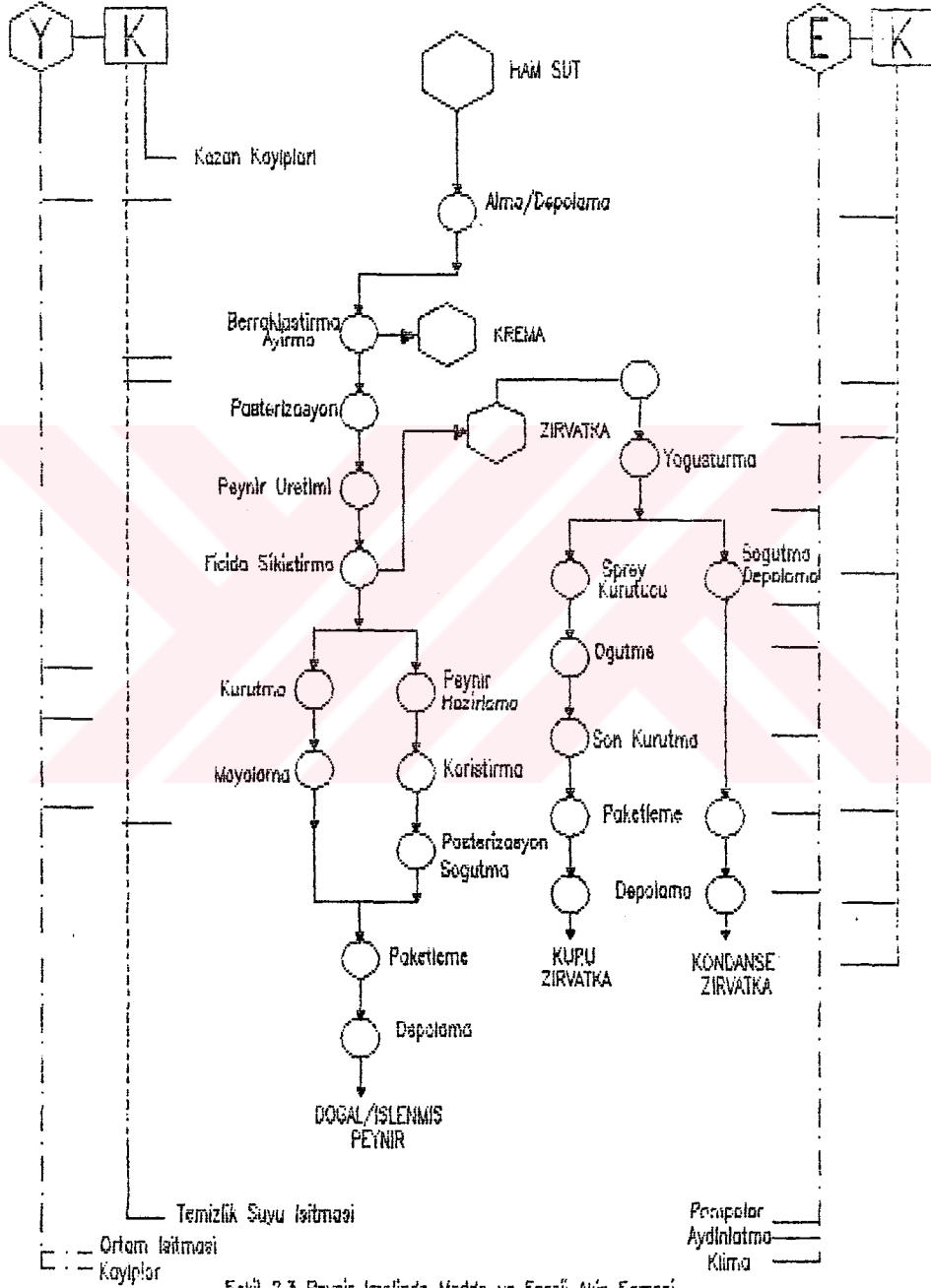
### 2.1.3 PEYNİR YAPIMI PROSESİ

Doğal ve işlenmiş peynir imalatının madde ve enerji akış şeması Şekil 2.3'te görülmektedir. (Casper,1977) Bu tip tesislerde en çok enerji tüketen prosesler pasterizasyon , yoğuşturma ve zırvatka kurutulmasıdır. Bunlara ek olarak soğutma sisteminde, sıcak su hazırlanmasında, ortam ısıtılmasında ve havalandırma sistemlerinde de önemli miktarlarda enerji tüketilmektedir.

Çiğ süt toplandıktan sonra tesislerde depolanır. Berraklaştırma / ayırma işlemlerinde, sütün kaymak tabakası alınarak krema elde edilir. Kalan süt pasterizasyondan geçirilerek peynir üretiminde kullanılır. Daha sonra bu ürün fiçıda presleme işleminden geçirilir. İşte bu aşamada kuru zırvatka, konsantre zırvatka ya da doğal ve işlenmiş peynir yapım şekline göre farklı aşamalardan geçer.

Eğer kuru zırvatka tozu ya da konsantre zırvatka yapılacaksa şu prosesler gerçekleşir. Fiçıda sıkıştırılan ürünün zırvatkası alınarak, pastörize edildikten sonra yoğuşturulur. Yoğuşan zırvatka soğutma / depolanma işlemlerinden sonra paketlenerek konsantre zırvatka olarak satışa sunulur. Ancak yukarıda sözü edilen yoğuşmuş zırvatka sprey kurutucuda kurutulup, daha sonra öğütülüp son kurutma işleminden geçirilerek zırvatka tozu elde edilir. ( bu toz mama imalinde kullanılır )

Peynir imali de şu şekilde olur. Fiçıda sıkıştırılarak zırvatkası alınmış ürün kurutma prosesinden sonra kültürlenip paketlenirse doğal peynir elde edilir. İşlenmiş peynir imal etmek için gelen ürün, peynir yapımı için hazırlandıktan sonra karıştırılıp pasterizasyon / soğutma işlemlerini takiben paketlenerek satışa hazır hale getirilir. Bu ürünler soğuk depoda muhafaza edilir.



Sakal 2.3 Peynir imalinde Madde ve Enerji Akis Seması



## 2.2 ET VE BALIK TESİSLERİNDE KULLANILAN PROSESLER

Et üretme çiftlikleri ile işleme tesislerinde büyükbaş, küçükbaş, kümes hayvanları ile deniz ürünleri üretilmek istenen mamule göre değişik işlemlere tabi tutulur.

Burada asıl amaç doğal ya da yabancı etkilere karşı besinlerin korunup işlendikten sonra tüketiciye besin değerini kaybetmeden sıhhi şartlar altında sunmaktır.

Besinleri bozan doğal ya da yabancı etkiler aşağıda sıralanmıştır :

1. Mikroorganizmalar : Bunlar bakteriler, mayalar ve küflerdir. Sağlıklı besin maddesine çevre koşullarından geçerek üreyip çoğalırlar. Mikroplar, mikrobik bozunmalar ve hastalıklar ile toksinleri meydana getirdikleri için uygun yöntemlerle yok edilmektedirler.

2. Enzimler : Bu maddeler yaşayan bitki ve hayvanların metabolizma faaliyetlerini sağlarlar. Hayvan kesildikten sonra, enzimler yok edilmezse işlevlerini sürdürerek besinin bozulmasına sebep olurlar. Onları yok etmenin en etkili yolu ısı işlemlerdir.

3. Kimyasal Tepkimeler : Besinler hasat edildikten sonra ya da hayvanların kesim işlemlerinden sonra metabolizmalarında oluşan bozucu kimyasal tepkimelere karşı dirençlerini yitirirler. Besinler , oluşan bu zararı onarma yeteneklerini kaybederler. Bu tip tepkimelere örnek olarak oksidasyon , şekerler ve proteinler arasındaki kimyasal tepkimeler ile esterlerin (tat ve koku bileşikleri) hidrolizi örnek gösterilebilir. Yüksek sıcaklıkta bu tepkimeler arttığı için ısı işlemlerinin çok dikkatli yapılması gerekmektedir.

4. Fiziki Zararlar : Besin doku ve hücrelerin taşınmasından ya da hasatından kaynaklanan çarpma , sıkışma veya ezilme gibi zararlar akla gelir . Bunun yanında besinin işlenmesi , donma ve çözünmesi sırasında da fiziki zararlar olmaktadır. Bu zararlar besinde görünüş açısından sakınca yaratmaktadır.(Esin,1984)

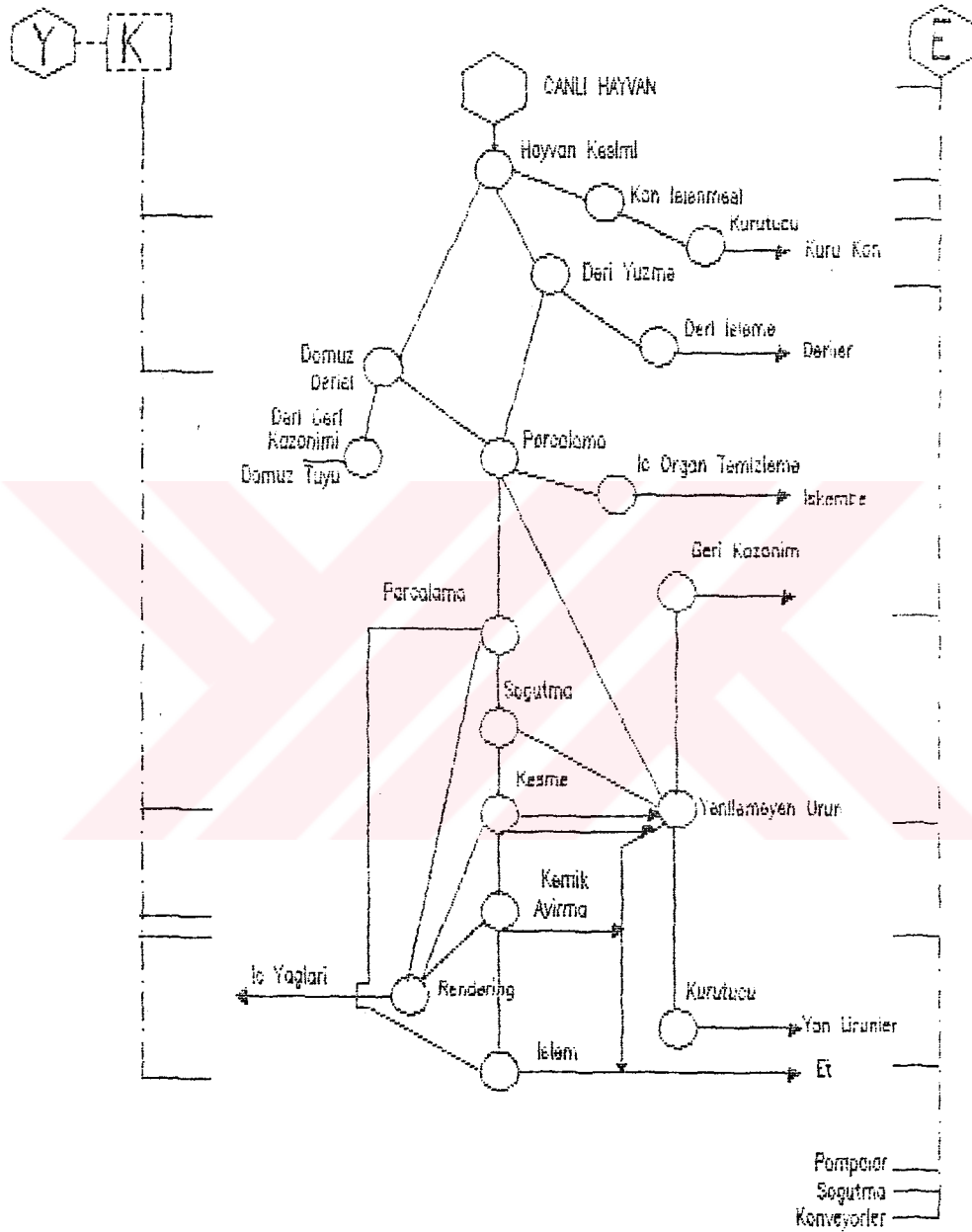
Et ve balık üretim sektöründe prosesler canlı hayvanların kesim için beslenip büyütüldüğü çiftliklerde başlayıp , bunların işlenip çeşitli mamul haline getirildiği et işleme tesislerinde son bulmaktadır. İşte sözünü ettiğimiz bu zincirin her halkasında önemli miktarlarda enerji tüketilmektedir.

Et üretimini üç ana grupta toplamak mümkündür.

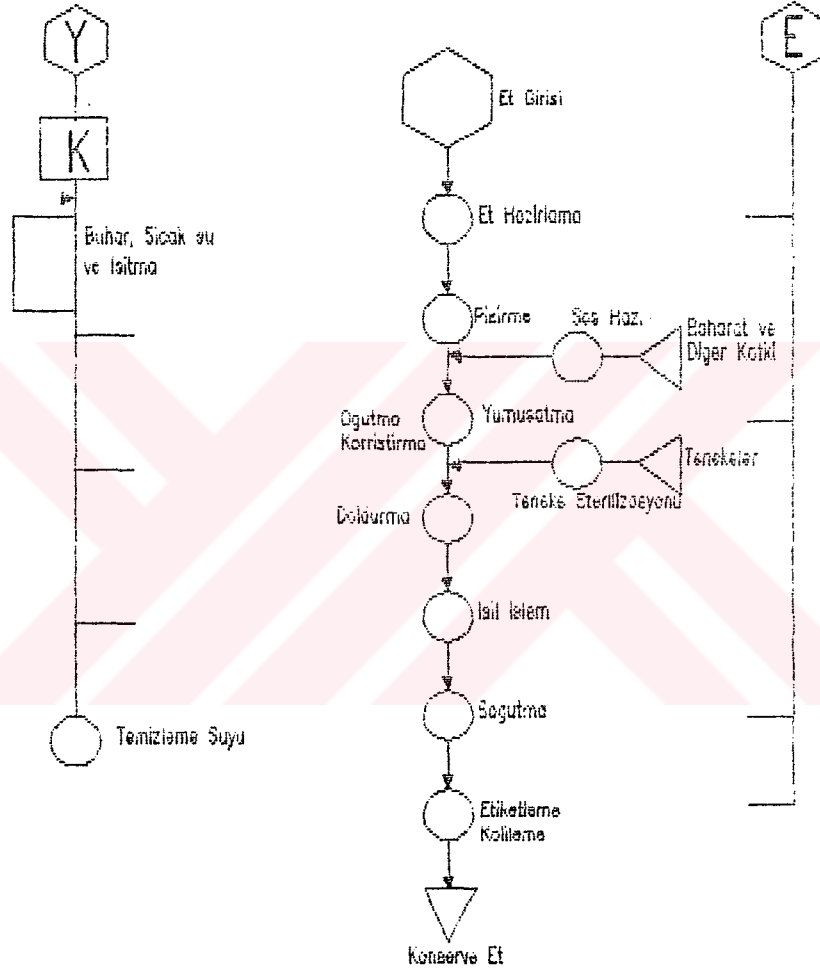
**2.2.1 Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Üreten ve İşleyen Et Tesisleri ( sığır, inek, manda , koyun , keçi vs )**

**2.2.2. Kümes Hayvanları Üreten ve İşleyen Et Tesisleri ( tavuk, kaz, hindi,ördek vs)**

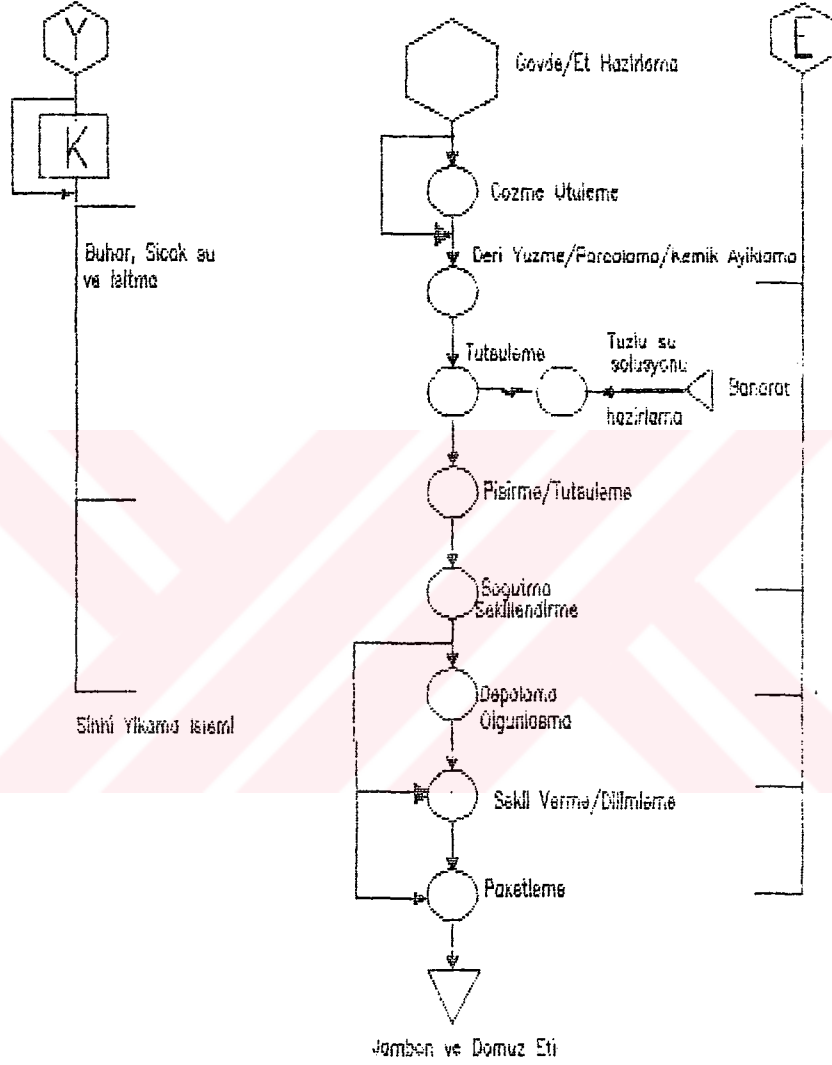
**2.2.3 Balık ve Çeşitli Deniz Ürünleri İşleyen Tesisler ( her çeşit balık ve kabuklu deniz ürünleri )**



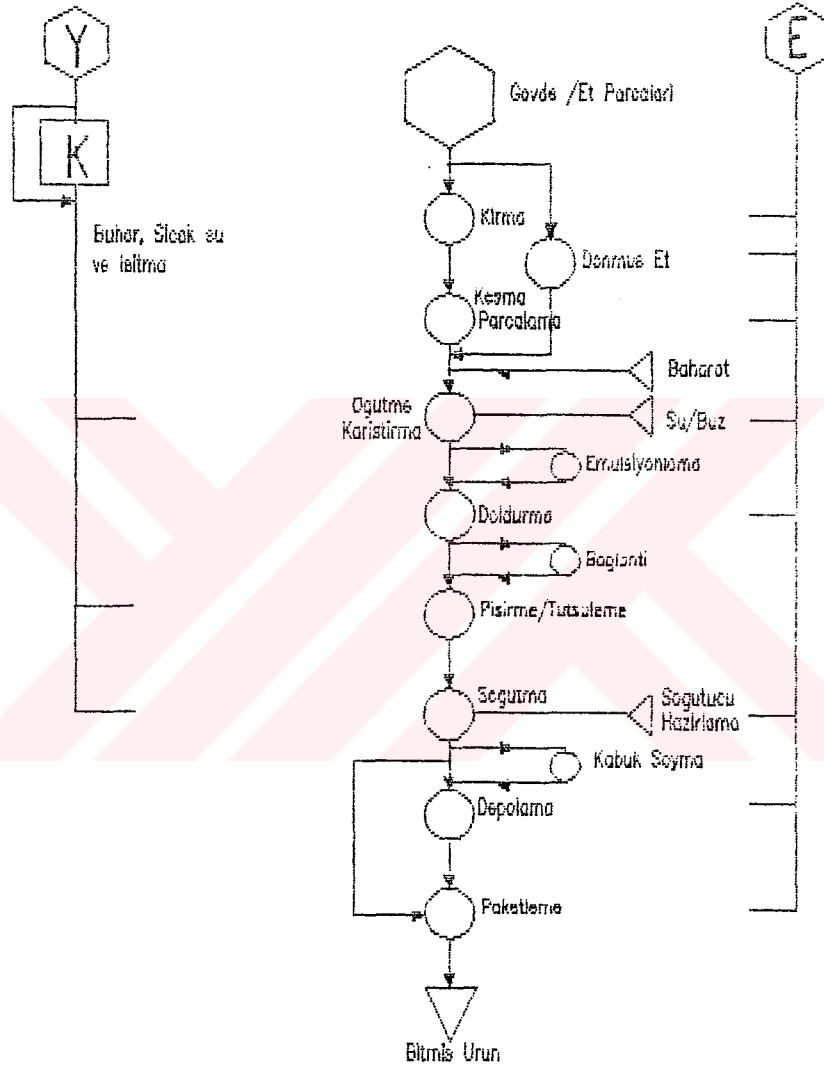
Şekil 2.4 Canlı Hayvan Kesim Tesiğinde Madde ve Enerji Akış Semaası



Şekil 2.5 Konserve Et Üreten Tesisin Maddesi ve Enerji Akış Şeması



Şekil 2.6 Jambon ve Domuz Eti İşleyen Tesisteki Madde ve Enerji Akış Seması



Şekil 2.7 Soeie Tesisindeki Madde ve Enerji Akış Şeması

Genel olarak bu tesislerde etin işlenmesi esnasında enerji, tütüsüleme, kurutma ya da yarı kurutma, pişirme, haşlama ve kavurma proseslerinde harcanmaktadır.

Bunlara ek olarak mamüllerin ön soğutulması ya da soğukta depolanması esnasında, buz üretiminde, sterilizasyonda, sıcak yıkama suyu temininde ve prosesin değişik aşamalarında gerekli olan buhar ve sıcak suyun hazırlanmasında da büyük miktarlarda enerji tüketilmektedir.

### 2.2.1. Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Üreten ve İşleyen Et Tesisleri

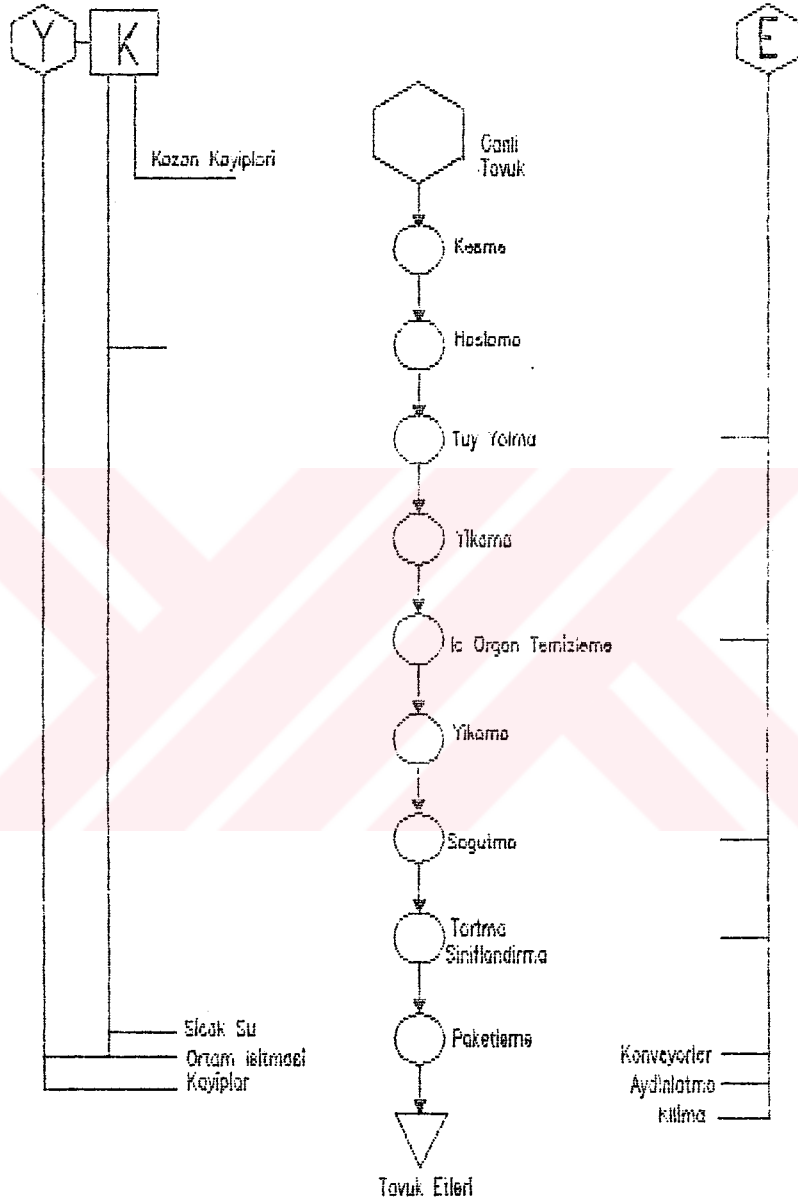
Şekil 2.4 'te bir mezbahada canlı hayvanların kesimi esnasındaki madde ve enerji akışı görülmektedir. Ağullardan getirilen canlı hayvanlar mezbahada kesildikten sonra değişik proseslerden geçirilir. Kesilen hayvanın kanı işlenerek kan tozu elde edilir. Kesilen hayvanın kanı akıtıldıktan sonra hayvanın cinsine göre, örneğin hayvan domuz ise tüyleri kesilir. Eğer hayvan sığır ya da koyun ise derisi yüzülür ve yüzülen deri işlenerek deri elde edilir.

Derisi alınmış gövde parçalama prosesinde yararlı sakatat ayrılıp , işkembe temizlenir. Kalan kısımlardan elverişsiz yağlar ile diğer sakatatlar işlenir. Kalan gövde ve kısımlar parçalama, soğutma, kesme, kemiklerden ayırma işlemlerinden geçirilerek yararlı yağlar alınır ve kalan saf et işlenerek et elde edilir.

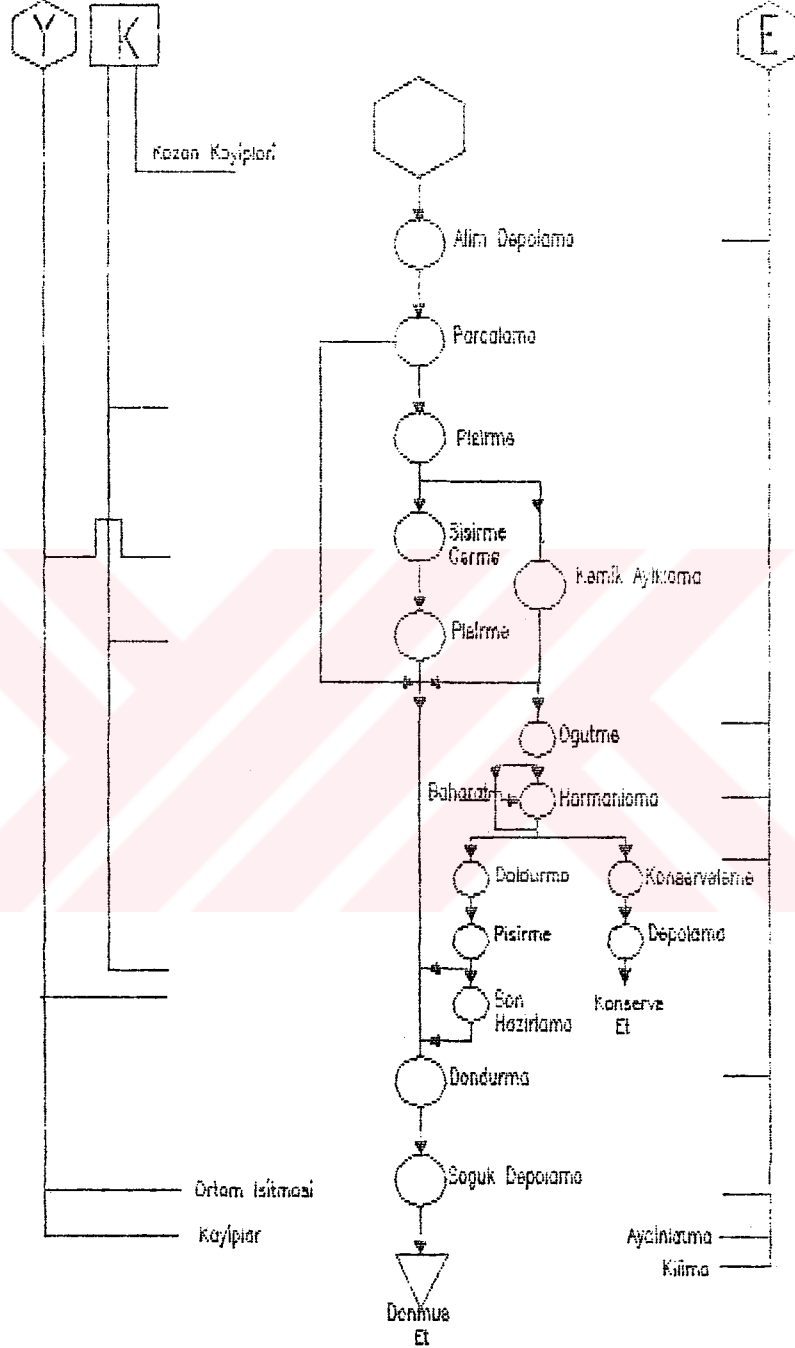
Şekil 2.5 'te konservelenmiş et üreten tesisin madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Proses giren et, bir et hazırlama ünitesinden geçtikten sonra pişirme işleminden geçirilir. Bu esnada ayrı yerde hazırlanmış olan baharat ve diğer katkı maddeleri içeren sos pişirilmiş ete karıştırılarak yumuşatma işlemine tabi tutulur. Daha önce sterilize edilmiş konserve kutularına doldurulan et bir pot fırınında ısı işleminden geçirildikten sonra soğutulur. Konserve kutularının etiketlenmesi / kolilenmesi işleminden sonra ürün satışa sunulur.

Şekil 2.6 'da jambon ve işlenmiş domuz eti üreten bir tesisin madde ve enerji akış şeması görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi jambon ve domuz etleri çözme ya da ütüleme prosesinden sonra deri yüzme, bölme, kemik ayıklama proseslerinden geçirilir. Kemiklerden ayrılmış ve temizlenmiş etler daha önce hazırlanmış bazı baharatlar ve kimyasallar tuzlu su solüsyonu ile beraber etlere verilip etler olgunlaşmaya tabi tutulur. Bunu takiben pişirilen / tütülenen etler soğutma ve şekillendirme işleminden geçirilip depolanır. Daha sonra işlenmiş etler dilimlenip uygun şekil verilerek satışa sunulabilir.

Şekil 2.7'de sosis ve ezilmiş et üreten tesisin madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Proses çiğ gelen gövde ve et parçaları kesilerek / parçalamaya tabi tutulur. Eğer işlenmemiş et donmuş halde ise bu et küçük parçalara ayrılarak öğütme / karıştırma işlemine gönderilir. Bu proses esnasında baharatlar ile su ya da buzlar karıştırılarak ekstrüzyon / doldurma işlemine gönderilir. Buradan çıkan ürün pişirme / tütüleme işlemini takiben hazırlanan soğutucu vasıtası ile soğutulmaktadır. Sonra depolanan ürün uygun şekilde paketlenir.

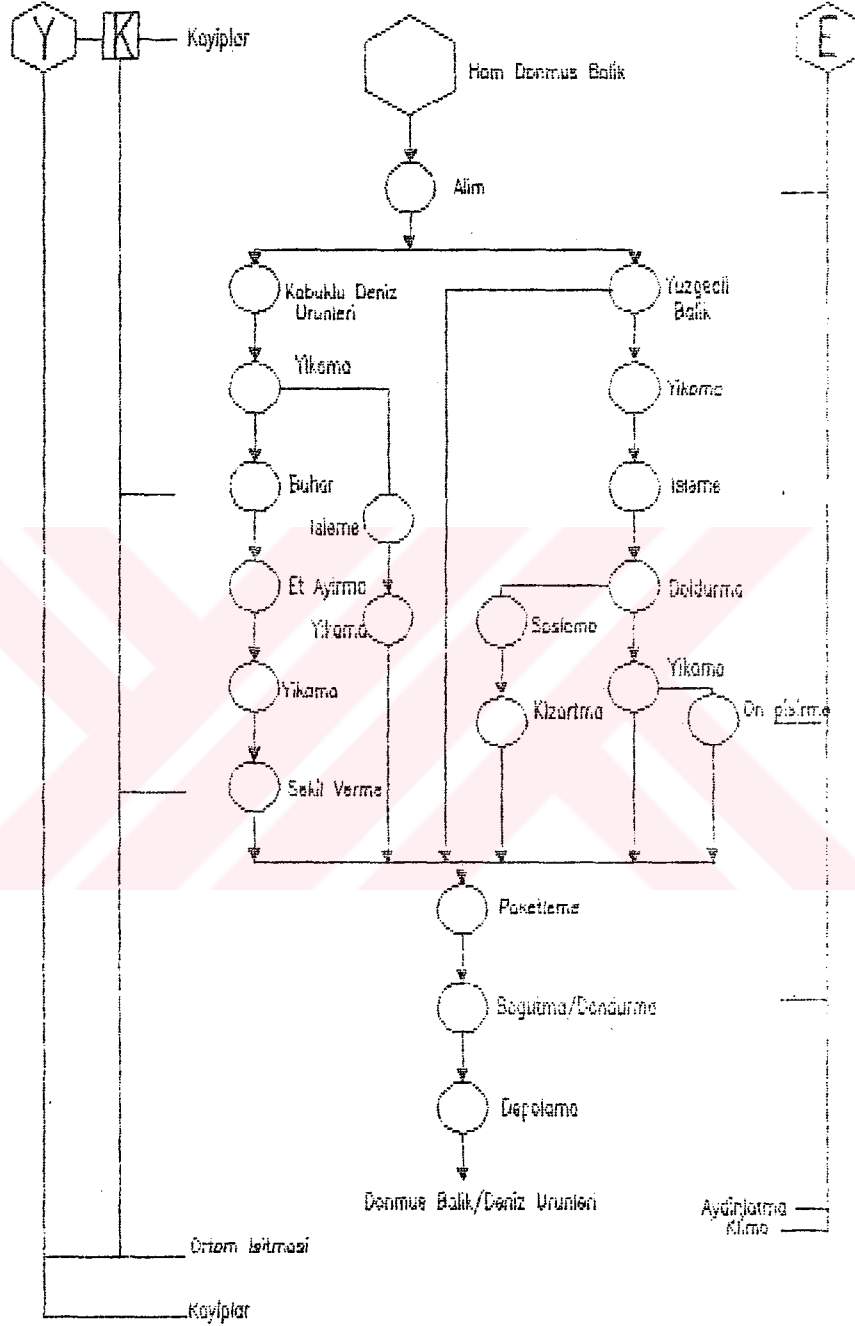


Sekil 2.8 Kurum Hayvanları Kesim Teslindeki Madde ve Enerji Akış Şeması



Şekil 2.9 Tavuk Eti İsteyen Tesişteki Madde ve Enerji Akış Şeması





Sekil 2.10 Taze veya Dondurulmuş Balık / Deniz Ürünleri  
İsteyen Teşahüs Maddesi ve Enerji Akış Şemasini

### 2.2.2 Kümes Hayvanları Kesim ve İşleme Tesisleri

Şekil 2.8'de tipik bir mezbahanın madde ve enerji akış şeması görülmektedir. Proses kümeslerden alınan tavuklar kesilip kanının akıtılmasından sonra haşlanarak tüylerinden arındırılır. Tüylerinden arındırılmış tavuk yıkanır. Sonra parçalanarak yararlı ve yararsız kısımlar ayrılarak tekrar yıkanır ve soğutulur. Bu şekilde tasnif edilen etler tartılarak, paketlenerek satışa sunulur.

Şekil 2.9'da tavuk eti işleyen tesislerin madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Mezbahadan kesilmiş halde gelen etler kesme işlemi ile uygun parçalara ayrılarak pişirmeye tabi tutulur. İşlem sonunda dondurulmuş et veya konserve et üretilmek isteniyorsa ürün farklı aşamalardan geçer.

Konserve et için pişmiş et kemiklerden ayrılarak parçalanır. Sonra bu etler hazırlanmış baharatlar ile karıştırılıp, harmanlandıktan sonra konserve kutularına doldurularak depolanır.

Eğer et dondurulmuş et olarak işlenecekse pişirme işleminden sonra şişirme / germe işlemini takiben tekrar pişirilir. Sonra soğutulan ürün soğuk depoda saklanarak tüketime hazır hale getirilmiş olur.

### 2.2.3 Taze ya da Dondurulmuş Balık ve Çeşitli Deniz Ürünleri İşleyen Tesisler

Şekil 2.10 'da böyle bir tesisteki madde ve enerji akış şeması görülmektedir. Çiğ olarak dondurulmuş balıklar tesise alındıktan sonra balık ya da kabuklu deniz ürünlerine göre sınıflandırılıp farklı işlemlerden geçirilir.

Balıklara şu işlemler uygulanır. Yıkanan ve içleri temizlenen balıklar manuel doldurularak tekrar yıkanır. Bu aşamada balıklar sosa daldırılıp kızartılabileceği gibi ayrılıp ön pişirmeden geçirilerek paketlenip satışa sunulur.

Kabuklu deniz ürünleri işlemek için şu aşamalar geçerlidir. Yıkanan ürünler ayırma işleminden geçirilir. Bu aşamada ürünü karides veya istakoz ise işleme / parçalamadan sonra ürün yıkanarak paketlenir. Diğer deniz ürünleri ayrıldıktan sonra buhar ile ısıl işleminden geçirilerek etli kısımlar kabuklardan ayrılarak yıkanır. Bu ürünler paketlenerek depolanır.

## 2.3 YAĞ ELDE EDİLMESİ PROSESİ

Yağ rafinerilerine gelen ayçiçek çekirdekleri veya diğer yağlı çekirdekler pres dairesinde yağı alınır. Bu esnada üründe % 42 - 44 oranında yağ kalır. Bu yağın yarısı yine presleme ile diğer yarısı da ekstraksiyon ile alınır. Ekstraksiyon sonucu kalan posa yem fabrikasına hammadde olarak gönderilir.

Bu ham yağ plakalı ısı değiştiricisinden geçirilerek ısıtılır ve fosforik asit katma mikserinde karıştırılır. Fosforik asit yağ içindeki asitleri parçalar. Bu karışım ikinci bir karıştırıcıda kostik ilave edilerek karıştırılır ve yağın asitinin düşmesi sağlanır. İlave edilen kostik yağda sabunlaşmaya sebep olur. Bu sabunu yağdan ayırmak için santifüj ayırıcıda prosese tabi tutulur. Yağ santrifüj ayırıcıda yoğunluğu ağır olduğu için çeperele sivrulur, yoğunluğu az olan

sabun ise konik şekilli ortası delik taşların arasından yukarı doğru hareket ederek yağ ve sabun birbirilerinden ayrılır.

Bu seperatöre belirli aralıklarda buhar gönderilerek çeperlere yapışmış sabunların temizlenmesi sağlanır.

Her ne kadar sabun ve yağ ayrılmış olsa da içinde az miktarda sabun kaldığı için sıcak su ile yıkanan yağ sonra, ikinci seperatörde suyu ve yağı ayrıştırılır. Her iki seperatörden çıkan sular dışarı atılmaktadır.

Sonra yağ vakum altında 650 - 700 mmHg basıncında nötralize edilir ve rengi açılır.(berraklaştırmaya tabi tutulur)

Renk açma işlemi ya da ağartma, kazana ilave edilen ve iki adet vinterize filtreden geçen ağartma toprağı ile olur. Sonra yağ eşanjör dizilerinde 65 °C'den 4 °C'ye kademeli olarak soğutulur. Soğutulmuş yağ bir tankta perlit ile karıştırılır. Burada yağın soğumasından dolayı vaks denilen mumsu yapıyı tutmak için perlit katılmaktadır.

Daha sonra tanklarda depolanan yağ vinterizasyon filtrelerine pompalanır. Bu filtrelerde yağ vakstan arındırılarak başka bir tankta depolanır. Filtrelerde kalan vaksler daha sonra toplanarak sabun, şampuan yapımında kullanılmak üzere hammadde olarak sabun fabrikalarına satılır.

Ya, distile kazanlara pompalanarak koku giderme işleminden geçirilir. Bu proses 755 mmHg vakum altında olmaktadır.

Bu kazanlar paslanmaz çelikten imal edilmiş olup, izolasyonludur. Kazanların içinde buhar serpantini vardır. Bu serpantin ile yağın sıcaklığı 10°C'den 100 °C'ye 30 dakikada çıkartılır. Buhar basıncı bu esnada 13 bardır. (mutlak) Yağ sıcaklığı 100 °C'ye ulaştığında yağ içine 1.5 bar (mutlak) basıncında buhar verilir ve serpantinden geçen buhar debisi yarı yarıya azaltılır. Bu işlem neticesinde sıcaklık 30 dakikada 150 °C'ye ulaşır. Isı 150 °C olunca direkt gönderilen buhar basıncı 3 bara (mutlak) çıkartılır ve serpantin vanası tekrar yarı yarıya kısılarak 30 dakika içinde sıcaklığın 210 °C'ye çıkması sağlanır. Sıcaklık 210 °C'ye ulaştığında bu sıcaklıkta 4 saat kaynatma işlemine devam edilir. Bu esnada serpantin vanası tamamen kapatılmış, ısıtma 3 bar (mutlak) basıncındaki direkt verilen buhar ile yapılmaktadır. Bu sürede sıcaklık sabit kalmaktadır. (Hürtürk,1995)

Bu işlemden sonra yağ mamül haline gelmiş olur. Uygun şişelere veya tenekelere dodurulan yağ satışa sunulur.

## YEMEKLİK YAĞLARIN TEKNOLOJİSİ

### a) Isı İle Yağ Çıkartma ( Ekstraksiyon )

Hayvansal yağların eldesinde ısı yağın hücrelerinden dışarıya akmasını sağlar. Fazla ısı ise hücreleri parçalar ve pişmişlik tadı verir . Bu yöntemde su ile "yağ ekstraksiyon" veya susuz "kuru ekstraksiyon" olarak yağ çıkartılır.

Yağ ekstraksiyonda kıyılmış dokular bir kazanda su ilave edilerek 50°C'ye kadar kaynatılıp suyun üstüne çıkan yağ dokusu alınır. Burada dokudan yağ tamamen ayrılmadığı için biraz daha yüksek sıcaklıkta ve 2.5 ile 4 bar basınç

altında buharla yağı çıkartılan dokularda fazla yağ kalmaz.( Hürtürk,1995) Bu usulle çıkartılan yağlarda, koku giderme işlemine gerek duyulmaz.

Kuru ekstraksiyonda dokular gömlekleli ve karıştırıcıly yatay kazanda vakum altında ısıtılıp yağı dışarı atılır. Dokularda kalan yağlar ya presle ya da çözücü ekstraksiyon usulu ile alınır. Bu usulde maliyet yağ ekstraksiyona göre düşük olup, kalitede kısmen düşüktür.

### **b) Presle Yağ Elde Edilmesi**

Bu yöntemde yağlı dokulardan basınç altında yağ elde edilir. Presleme işlemi bazen birkaç defa yapılır. Birinci preslemede alınan yağın kalitesi en iyidir. Bazen sıcak presleme ile de yağ alınması mümkündür . Fakat bu esnada istenmeyen renk, koku ve tad verici maddeler ile yağ asitleri yağa karışır. Dolayısı ile presle yağı, yağ asitlerinden arındırmak zordur. Yabancı madde kütlesi ne kadar büyükse pres o kadar az etkili olur. Bu işlem bitkisel yağlarda kullanılır.

Bu usulde önce mamül yabancı maddelerden yani pislik, kum, yaprak ve saplardan elenerek ve / veya hava seperatörleri ile temizlenir. Sonra ürünler kabuklarında soyularak çekirdekleri elek veya hava seperatörleri ile kabuklarından ayrılır. Embriyonlar özel makinalar ile ayrıldıktan sonra çekirdek içleri ezilerek, öğütülerek veya silindirlerden geçirilerek preslemeye uygun lapa haline getirilir.

Yağın max. ekstraksiyonu için yağlı ham maddenin nemini ayarlamak gerekir. Bu genelde % 3 - 5 arasında olup, proses özel kurutucularda buhar ile nemlendirme yapılır.

Soğuk ya da sıcak preslemeye gönderilen mamul küspede % 7 oranında yağ kalana kadar yağı alınır. Kalan küспенin besleyici değeri çok yüksek olduğu için yem olarak kullanılır.

Bu işlem yerine çözücü ile ekstraksiyon yapılırsa yağ oranı % 1'e kadar düşürülebilir. Soğuk preste yağ kalitesi çok iyidir. Sıcak pres usulünde presler ya açık sandık ya da kapalı kafes şeklindedir. Bunlar silindirik gövde içinde sonsuz vida şeklinde dönen milden ibaret olup, kıyma makinası gibidir. Kurutulmuş yağlı madde baş taraftan gövdeye sokulur ve gittikçe artan basınçla sıkıştırılarak yağ gövdenin yanından akarak tavalarda toplanır. Makinada çıkan mamul ise küspedir.

### **c) Çözücü İle Ekstraksiyon**

Bu usul Marsilya 'da zeytinlerin karbon sülfürlenerek yağ çıkartılması ile başlamıştır. Amerika'da bu usul başlıca petrol eterleri ile soya yağı çıkartılmasında kullanılmakta olup, Avrupa'da sürekli ters akım cihazları ile bu usul diğer yağlara da uygulanmıştır.

Bu yöntemde , yağlı doku yapışık pullardan levha haline getirilmiş olup, kısım kısım uygulanan yöntemde, çözücü içerisinde karıştırılarak, çözelti aktarılır. Çözelti yerine yeni çözücü eklenir. Ters akım yönteminde ise levhanın ve çözücünün hareket yönleri birbirine terstir. Genelde çözücü olarak petrol

eteri, benzen, trikloretilen gibi klorlandırılmış hidrokarbonlar ile etil metil keton, siklohegzan, karbonsülfür ve alkoller kullanılır.

Klorlandırılmış hidrokarbonların istenmeyen maddeleri çözündürmesi gibi sakıncaları vardır. Yağdan ve küspeden çözücüler arındırılır. Çünkü küspe proteince çok zengin olduğundan yem olarak kullanılmaktadır.

Buharlaştırma ile çözücü(solvent) sarfiyatı arttığından pahalı bir yöntemdir. Ancak en önemli avantajı düşük yağ yüzdelerine kadar yağı çıkartabilmesidir.

Çözücü usulu ile yağ % 0.5 - 2 oranında, hidrolik preste yağ % 6 - 12 ve ekspelle(bir tür pres) % 4 - 8 oranında kalmaktadır.(Hürtürk,1995)

Yağ rafinerilerinde prosesin her aşamasında enerji tüketimi olmaktadır. Yakıt girdisinin çoğu buhar kazanlarında proste kullanılacak 10-11 bar'lık doymuş buhar elde etmek için tüketilmektedir. Yakıtın kalan kısmı ise proste direkt olarak kurutucularda, şartlandırıcılarda, yağın hegzanlanması işlemlerinde kullanılmaktadır. Bu tesislerde elektrik enerjisi tüketimi de çoktur.

Dolayısı ile yoğun enerji tüketimi sonucunda oluşan atık ısıları geri kazanmak mümkündür.

### 2.3.1 Soya Yağı Rafinerisinde Oluşan Prosesler

Bir soya yağı rafinerisindeki madde ve enerji akış şeması Şekil 2.11'de görülmektedir. Soya fasulyesi depodan alınarak temizleme işleminden sonra bir kurutucuda kurutularak depolanır. Daha sonra bu mamul kabuklarından soyularak temizlenir. Fasulyeler kırma makinasında kırıldıktan sonra ayırma işleminden geçirilir. Sonra şartlandırma işlemi takiben, ürünler bir makinada ince parçalara ayrıldıktan sonra ekstraktörde buhar ya da sıvı hegzan ile işleme tabi tutulur. Burada yağ ve solventi ayrıldıktan sonra ürün solventsizleştirme / kızartma prosesinde buhar hegzan ile hegzanlandıktan sonra, hegzan ayırıcıda hegzanı ayrılan ürün bir kurutucuya gönderilir. Bu esnada ürün ya yoğunlaştırularak ya da soğutucuda soğutulularak soya yağı elde edilir.

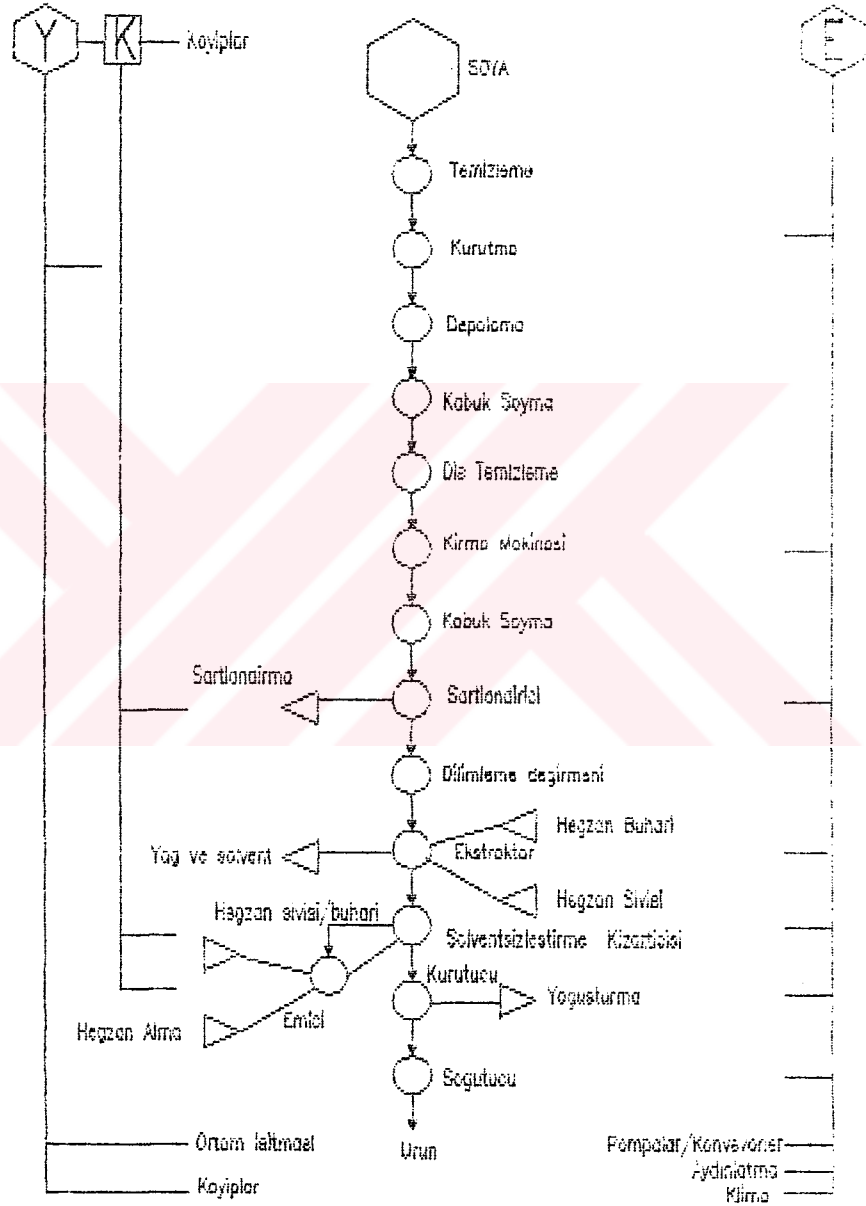
### 2.3.2 Bitkisel Yağ Üreten Rafineride Oluşan Prosesler

Bu sektörde enerjinin çoğu yağın ekstraksiyonu esnasında şartlandırma / solvent geri kazanımı ile solventsizleştirme / kızartma proseslerinde tüketilmektedir. Ayrıca prosesin her aşamasında elektrik enerjisi kullanılmaktadır.

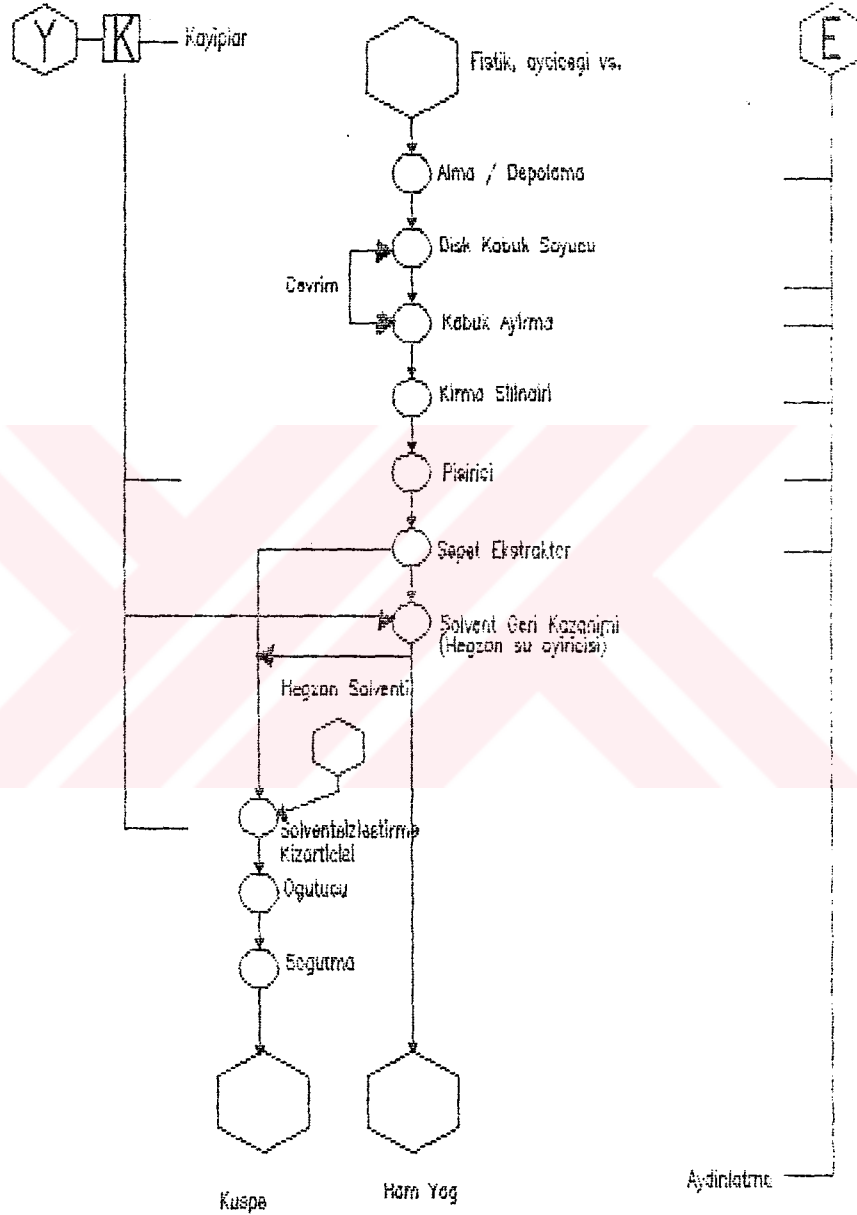
Genelde bu tip tesislerde yağ, solvent ekstraksiyonu, direkt solvent ekstraksiyonu, mekanik sıkıştırma ve hidrolik sıkıştırma operasyonları ile üretilir.

Şekil 2.12'de solvent ekstraksiyonu yöntemi ile yağ üreten bir tesisin madde ve enerji akış şeması görülmektedir. Bu tip tesislerde yağ fıstık, keten tohumu, ayçiçeği, susam ve diğer tohumlardan üretilmektedir.

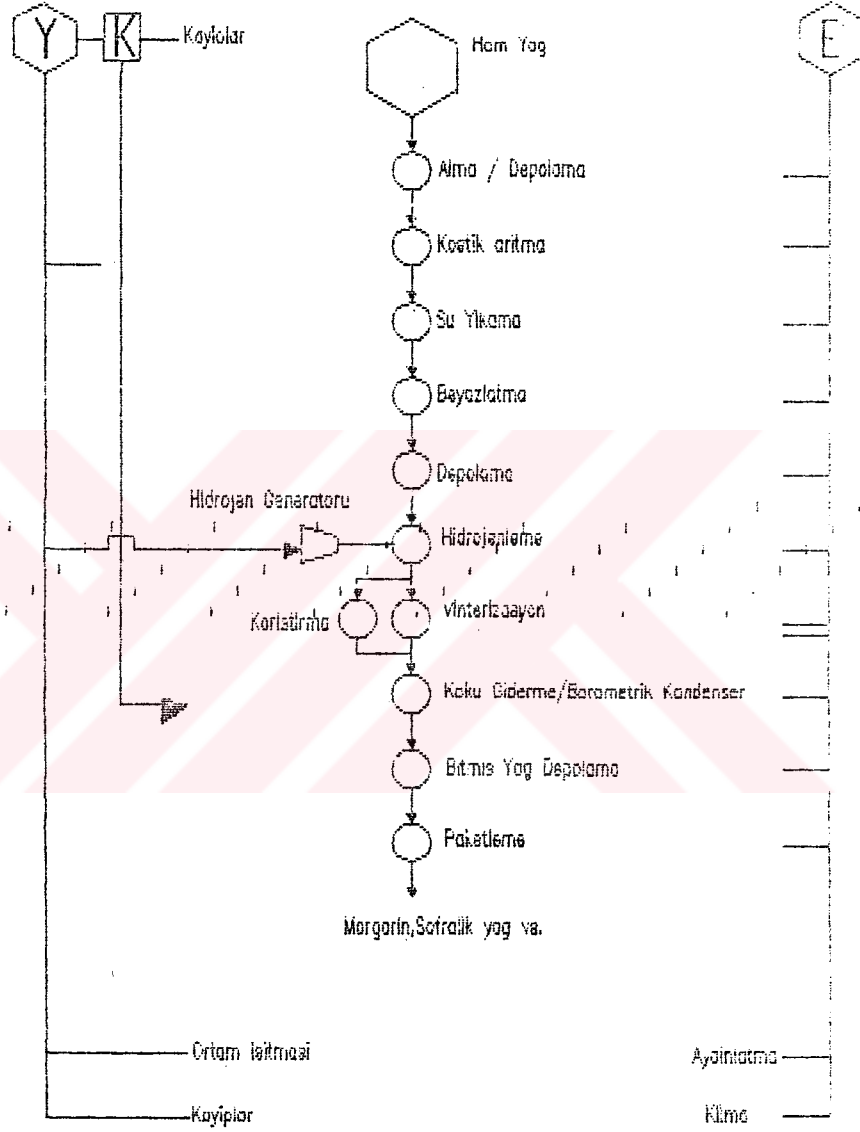
Tesise gelen hammadde alınıp, depolandıktan sonra bir disk soyucuda kabuklarından ayrılır. Daha sonra bu ürün bir kırma silindirinde kırıldıktan sonra pişiricide pişirilerek sepet ekstraktörde ekstrakte edilir. Bu işlemde ürün



Şekil 2.11 Soya Yağı Rafinerisindeki Madde ve Enerji Akış Şeması



Şekil 2.12 Ham Yağ Rafinerisinde Madde ve Enerji Akış Şeması



Şekil 2.13 Yemelik Yag Rafinisinde Madde ve Enerji Akış Seması



ham yağ olacaksa solvent geri kazanımlı hegzanlı su ayırıcısından geçtikten sonra ham yağ elde edilir.

Eğer yemeklik yağ yapılacaksa sepet ekstraktör ya da solvent geri kazanımından sonra ürün bir solventsizleştirme / kızartıcı da işlendikten sonra öğütücüde öğütülüp soğutulularak proses tamamlanmış olur.

### 2.3.3 Yemeklik Yağ Rafinerisinde Oluşan Prosesler

Bu sektörde ham bitkisel yağ ve rafine yağ birçok proseslerden geçirilerek margarin, kızartma yağı, salatalık yağ ve mayonez üretilir.

Şekil 2.13'te yemeklik yağ üretimi yapan tesisin madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Tesise gelen ham bitkisel yağ önce alınarak depolanır. Bu yağ kostik arıtma prosesinden sonra su yıkama işleminden geçirilir. Ürün daha sonra ağartma işleminden sonra depolanarak hidrojenleme prosesine gönderilir. Hidrojenlenen yağ vinterize edilerek barometrik kondenserde koku giderme prosesine tabi tutulur. Bu işlem neticesinde prosesini tamamlamış olan yağ paketlenerek satışa sunulur.

## 2.4 ALKOLLÜ VE ALKOLSÜZ İÇECEKLERİN İMALİ

### 2.4.1 BİRA SEKTÖRÜ

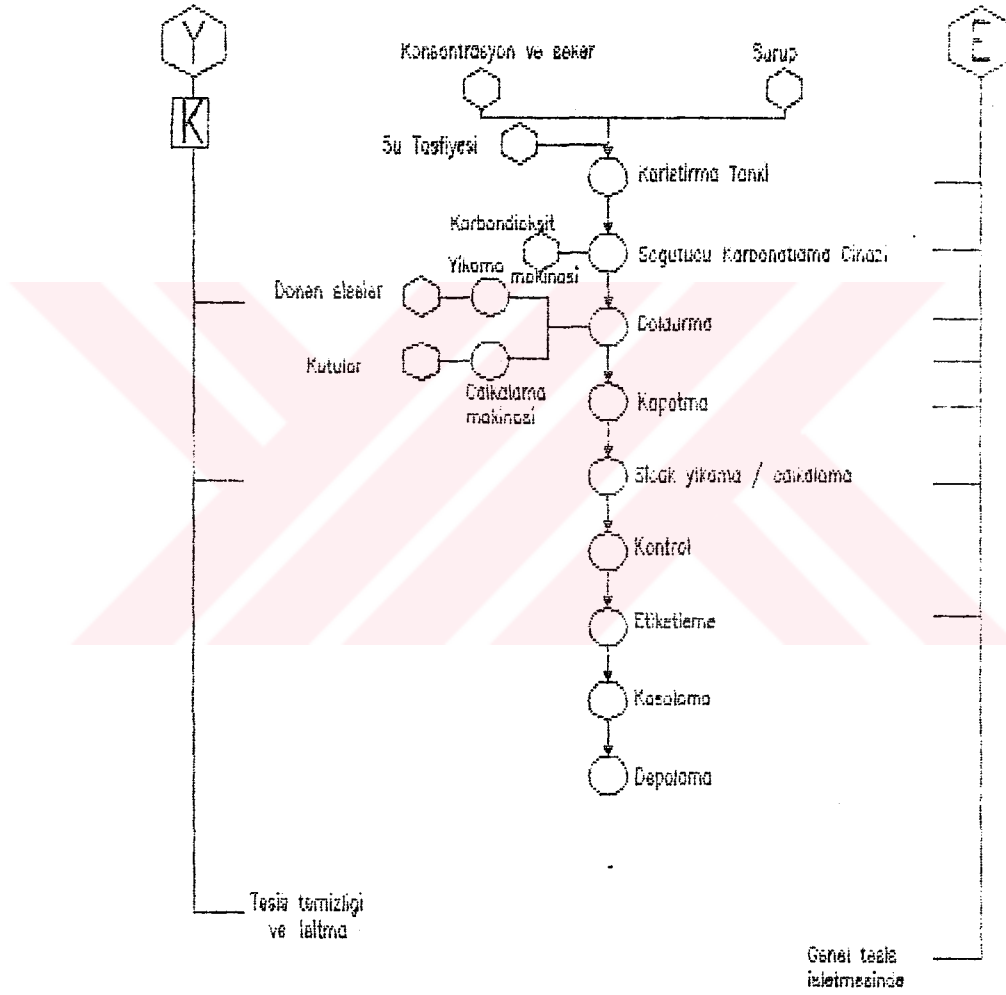
Bira tesislerinde en çok dikkat edilmesi gereken proses, sağlık açısından tüm ekipmaların temiz olmasıdır.

Proses arpa tanelerinin temizlenip elekten geçirilmesi ile başlar. Tüm yabancı otlar alınır ve tozlar bir vakum temizleme cihazı ile temizlenir. Temizlemeden sonra maltlama işleminde çimlendirmenin üniform olması için arparlar üç gruba ayrılmıştır.

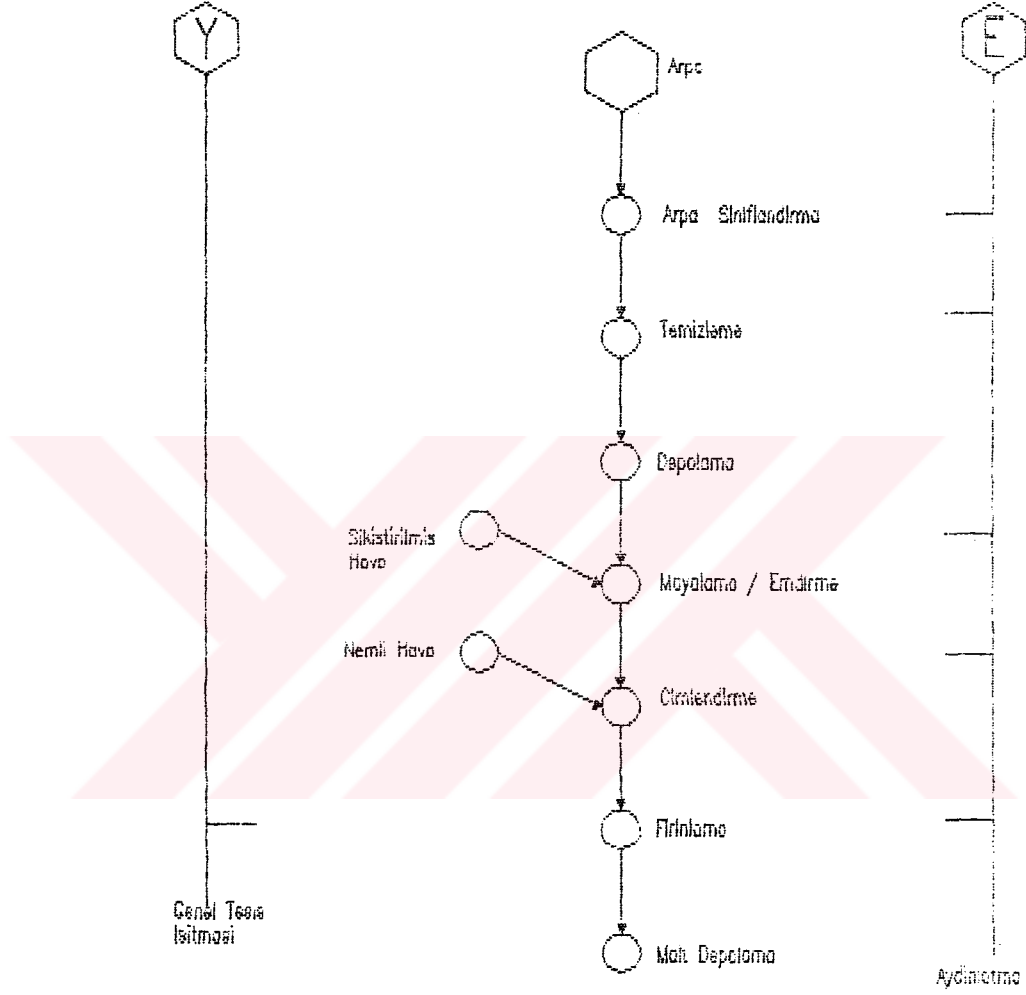
Bu seçilmiş taneler daha sonra suya daldırılır ve büyük bir dairesel silindir içinde tanelerin yığın olmasını önlemek için döndürülerek prosese devam edilip çimlendirme prosesi için bu esnada ısı üretilir. Maltlama işlemine yardımcı olsun diye bu silindirin içinde soğuk, nemli hava sirküle ettirilir. Belirli bir süre sonra, taneler çimlenir ve belirli kimyasal değişikliğe uğrar. Bu noktada taneler yeşil malt olarak adlandırılır. İşte bu malt kurutulularak hiçbir bozunuma uğramadan depolanabilir.

Maltlama işlemi olarak adlandırılan proste arpa tanelerinde belirli kimyasal bileşikler üretilmesi anlaşılmalıdır. Bu bileşiklerin en önemlileri çözülebilir nişasta, malt şekeri ve diyastazdır. Son madde en önemli katkı maddesi olup nişastayı şekere dönüştürme görevi görür. Maltlamadan sonra, malt bira evine gönderilmekte ve burada malt belirli boyutlarda öğütülerek mayalanma tankında 38 °C su ile karıştırılır.

Bu solüsyon bira ustasının kararına göre belirli sıcaklığa kadar ısıtılır. Daha sonra bu solüsyon bir süzme tankına akıtılıp diyastazın çözülebilir nişastayı malt şekerine dönüştürmesi sağlanır. Sonra bu solüsyon çözülecek arkada kalan tanelelerden ayrılır. Bu solüsyon bira mayası olarak adlandırılır.



Sekil 2.14 Alkolüzlü İçecek İmal Eden Tesisin Proses ve Enerji Akış Şeması



Şekil 2.15 Malt Tesisinin Madde ve Enerji Akış Şeması

Bira mayası bira kazanı olarak adlandırılan bir büyük buhar kazanına konulur ve iki ya da üç saat kaynatılır. Kaynamanın son aşamalarında şerbetçi otu katılarak biraya aroma ve baharat özelliği vermesi sağlanır. Şerbetçi otu aynı zamanda içinde birayı koruyucu maddede içerir. Daha sonra bu maya filtreden geçirilir ve bir plakalı soğutucu vasıtası ile 7 °C 'ye soğutularak fermantasyon işlemine hazır hale getirilmiş olur . Bu aşamada içine bira mayası eklenip fermantasyon odasında açık bir tank içinde 14 °C sıcaklıkta üç veya dört hafta tutulur . Bu tanklar mayalama kazanı hararet ayarlama cihazı olarak adlandırılan cihazın içinde soğutulmuş su taşıyan serpantin ile sıcaklığı aynı seviyede tutulur.

Biranın aktif fermantasyonundan sonra tekrar plakalı soğutucu ile yaklaşık 1 °C 'ye soğutulan bira yaşlandırmaya bırakılır. Yaşlandırma odası 2 °C sabit ısıda tutulur. Bira burada kapalı bir kaptaki basınç altında üç ay tutulur ve ikinci fermantasyon ile içine karbonat atılarak karbondioksit oluşumu sağlanır. Basınçlı tank bu gazın kaçmasını engeller ve gazın solüsyon tarafından emilmesini sağlar.

Yaşlandırma periyodundan sonra , fermantasyon sona erdiğinde bira tekrar içindeki karbondioksit içeriğini tutmak için diğer bir plakalı soğutucuda tekrar 0 °C 'ye soğutulur. Sonra filtre edilerek fiçılanır veya şişelenip satışa sunulur. Fiçi biralar 1 °C'lik ortamda tutulmalıdır. Şişe biralar ise şişelenmeden sonra 63 °C 'de 20 dakikalık pasterizasyona tabi tutulur. Burada amaç , mayalanmanın yok edilmesidir. Sonra bu şişe biralar oda sıcaklığında depolanır.

Alkolü ve alkolsüz içecek imal eden işletmelerde proses sonucu büyük miktarlarda atık enerji açığa çıkmaktadır. Atık enerjiler genellikle ısıtma, soğutma, pişirme, kurutma, distilasyon proseslerinde ve şişe yıkama ünitelerinde olmaktadır.

Şekil 2.14'te alkolsüz içecek tesisindeki madde ve enerji akış şeması görülmektedir. Buradaki ana prosesler karıştırma, şişeleme ve şişe yıkama, soğutma ve doldurmadır.

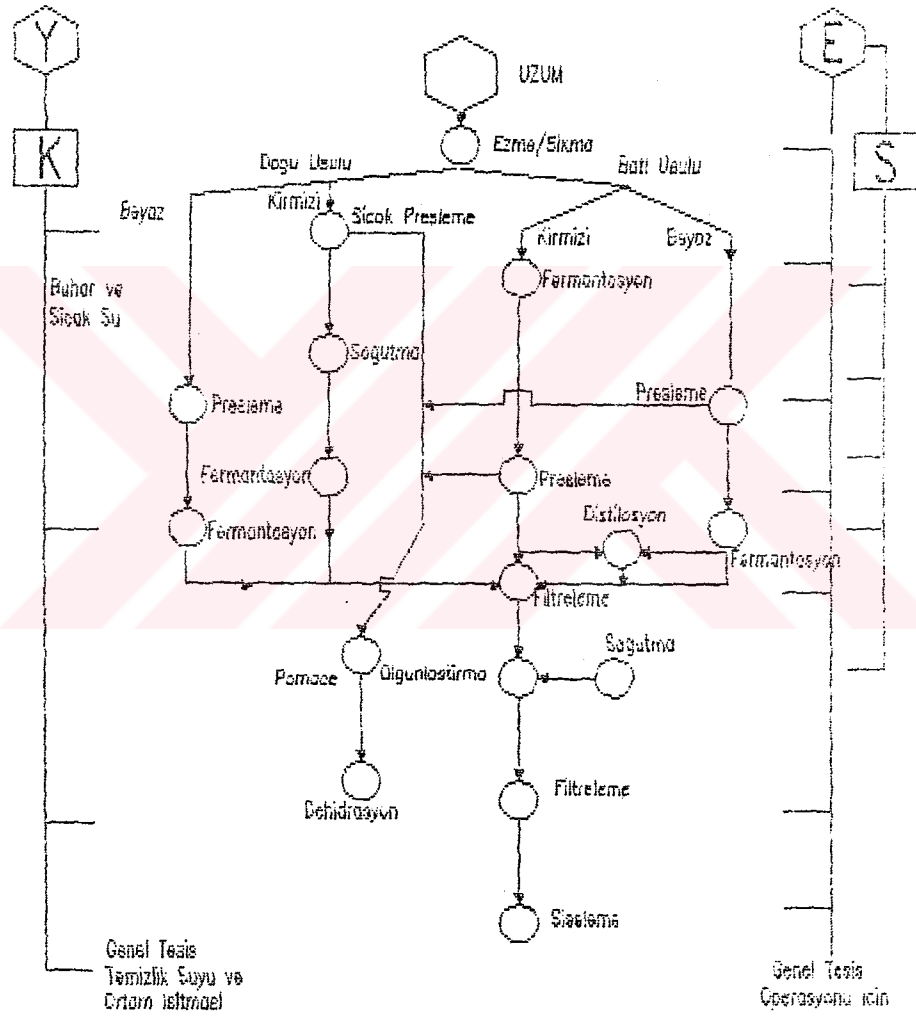
Bir tarafta konsantrasyon ve şeker hazırlanarak, şurup ve tasfiye edilmiş su ile karıştırma tankında karıştırılarak soğutucu cihazında karbondioksit verme işlemine tutulur.

Ayrı yerlerde geri dönen ve dönmeyen şişe ya da teneke kutular yıkanıp çalkalandıktan sonra bir doldurucuda doldurulup kapakları kapatılarak sıcak su ile yıkanan şişeler ve kutular daha sonra kontrol edilir. Proses şişeler etiketlenip kasalara konularak tamamlanmış olur.

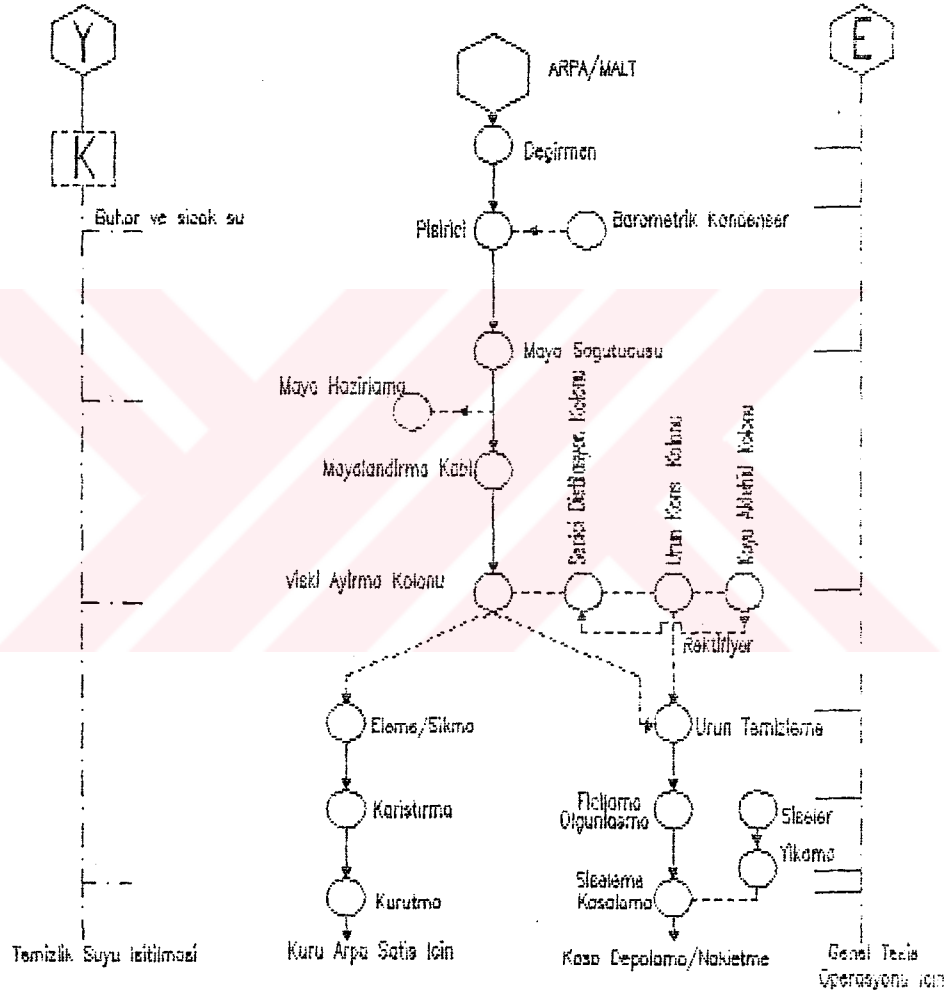
Şekil 2.15'te bir malt tesisinin madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Burada enerji soğutma, ısıtma, şişe yıkama işlemlerinde tüketilmektedir.

Tesiste ana prosesler arpanın işlenmesi, emdirme, çimlendirme ve fırınlama işlemleri olup proseslerin her aşamasında elektrik enerjisi kullanılır.

Proses arpanın alınıp işlenmesinden sonra yıkanarak temizlenir. Daha sonra sınıflanarak depolanır. Başka yerde hazırlanan sıkıştırılmış hava bir emdirme kabında arpaya emdirilir. Bunu takiben çimlendirme kabında nemli hava ile çimlendirilir.



Şekil 2.16 Sarap İmalathanesinde Proses vs Enerji Akisi Semasi



Şekil 2.17 Distilasyon Tesisinin Proses ve Enerji Akış Şeması

Çimlendirme işleminden sonra fırınlanan ürün bu işlem sonucunda malt olarak fırını terk eder ve malt deposunda depolanır.

Şekil 2.16 'da verilen bir şarap imalathanesinin madde ve enerji akış şemasında görüldüğü gibi enerji fırınlama işlemi ile genel tesis ısıtılmasında, elektrik enerjisi de prosesin her aşamasında kullanılmaktadır.

Kullanılan yakıt kurutucularda, distilasyon işleminde, fermantasyon prosesinde, soğutma sisteminde, sıcak temizleme suyu temininde ve şişeleme makinalarında kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi ise prosesin her aşamasında kullanılır.

İmalathaneye gelen üzümler ezilip kabukları ayrıldıktan sonra şarap türüne göre farklı işlemlerden geçirilir.

Eğer doğu tip şarap yapılacaksa, üzüm suyu sıkma işleminden sonra fermantasyona tabi tutulup işlem sonunda beyaz şarap filtreleme ünitesine gönderilir

Eğer kırmızı şarap yapılacaksa üzüm suyu sıcak sıkma işleminden sonra soğutulur fermantasyon işleminden geçirilir. Sonra da filtreleme ünitesine gönderilir.

Batı usulu beyaz şarap doğu usulu gibi olup, fermantasyondan sonra şarap distilasyon kazanlarında distile edilip filtreleme ünitesine gönderilir.

Batı usulu kırmızı şarap yapmak için fermantasyondan sonra üzüm suyu sıkılarak ya distile edilir ya da distile edilmeden filtreleme ünitesine gönderilir.

Yukarıda bahsedilen bütün ürünler filtreden geçirildikten sonra süzülüp tortusu alınır ve sonra da yaşlandırmaya tabi tutulur. Son filtrasyondan geçirilen şarap, şişelenerek prosesini tamamlmış olur.

Şekil 2.17'de bir distilasyon tesisinin madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Böyle bir tesiste muhtemel enerji kullanan prosesler pişiriciler, maya soğutucuları, distilasyon üniteleri, kurutma ve temizlik işleri ile proste kullanılan buhar ve sıcak su temininde olmaktadır. Elektrik enerjisi prosesin her aşamasında kullanılır.

Proses akışı: Distilasyon tesisine gelen arpa veya maltın öğütülerek bir pişiricide pişirilip maya soğutucusunda soğutulur ya da maya hazırlama işleminden geçirilir. Fermantasyon kabından çıkan mamul seçici distilasyona tabi tutulur. Viski ayırma kolanundan ayrılan viski ürün temizleme işlemi takiben fiçilanıp olgunlaşmaya bırakılır. Aynı yerde yıkanan şişelere doldurularak kasalanan içkiler depolanır. Viski ayırma kolonunda kalan ürün elenip sıkıldıktan sonra karıştırılarak kurutma işleminden geçirilir. Kurutulan mamul kuru arpa olarak satışa sunulur.

Distilasyon prosesinden alınan mamul ürün konsantrasyon kolonunda ya da koyu aldehit kolonunda işleme tabi tutulduktan sonra ürün temizleme işlemi takiben olgunlaşmaya bırakılır. Sonra yukarıdaki bütün ürünler şişelenip kasalandıktan sonra depolanır.

## 2.5 DONRURULMUŞ GIDA İŞLEME PROSESLERİ

### Sebze ve Meyvaların Dondurularak İşlenmesi

Dondurma işlemi meyva ve sebzelerin içinde bulunan suyun, buz kristallerine dönüştürülerek su aktivitesinin düşürülmesidir. Sıcaklığın depolama sıcaklığına düşürülmesi ile besindeki biyokimyasal tepkimelerin hızı minimuma indirilir ve mikrobiyolojik etkinlikler durdurularak besinin korunması amaçlanır.

Sebze ve meyvalar genel olarak  $-1$  ile  $-2$  °C 'de donmaya başlamaktadır. Donma sıcaklığının daha da düşürülmesi ile su donmaya devam eder. Örneğin  $-5$  °C 'de çilekteki suyun % 75 'i donar. Ancak besinlerdeki suyun tamamen donması  $-25$  °C 'nin altında gerçekleşir.(Pala,1987)

Genel olarak dondurma işlemleri şöyle sıralanabilir.

- 1) Ön soğutma : Besini başlangıç sıcaklığından donma noktasına kadar soğutmadır.(örneğin  $-15$  °C 'den  $-1$  °C 'ye kadar)
- 2) Besinden besine değişmekle beraber ikinci aşamada ilk buz kristalleri oluşmaya başlamakta ve donma sıcaklığı besindeki suyun önemli kısmının donmasına kadar sabit kalmaktadır.
- 3) İkinci basamaktan sonra besin sıcaklığının düşmesi sonucu kalan su donar .
- 4) Son aşamada serbest suyun tamamen donmasından sonra evre değişikliği meydana gelmeden besinin sıcaklığı düşer .

### 1) Sebze ve Meyvaların Ön Soğutulması

Ön soğutma, sebze ve meyvaların hasat edildikleri andaki sıcaklıkta en kısa sürede depolama ve taşıma sıcaklığına düşürülmesi işlemidir. Dolayısı ile hasattan sonra, doğrudan tüketim yerlerine taşınmadan önce uygulanmaktadır. Özellikle çabuk bozulan çilek, kiraz, şeftali, kayısı, domates, salatalık, kabak gibi sebze ve meyveler ön soğutma işleminden geçirilirler.

Hasattan sonra bekleme besinin ömrünü kısaltacaktır.Örneğin armutların  $20$  °C 'de 4 gün bekletilmesi normal bekleme ömrünü iki ay kısaltır. Armutlar normal depolama yöntemine göre, hasattan sonra 8 saat içinde  $2$  °C 'ye ve 72 saat içinde sıcaklığı  $0$ °C 'ye düşürülmelidir.(Pala ve ark. ,1987)

Ön soğutma ile ilgili yöntemler

- a) Basıncılı hava ile ön soğutma
- b) Su ile ön soğutma
- c) Vakumla ön soğutma



### a) Basıncılı Hava ile Ön Soğutma

Bu yöntemde, sıcaklığı kısa sürede düşürmek için hava hızı artırılır. Ancak hava hızının artması besinde nem kaybına sebep olur.

Burada ön soğutma ve depolama esnasındaki enerji miktarları ayrı tutulmaktadır

Besindeki nem kaybının önüne geçmek için yüksek nemli hava ile soğutma işlemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde düşük sıcaklığa 0 - 1 °C 'ye düşürülen hava nemlendirilerek besinlerin üzerine gönderilmektedir.

### b) Su İle Ön Soğutma

Soğuk su ile yapılan soğutmada nem kaybı olmadığı gibi meyve ve sebzeler yıkanmaktadır. Gerekli durumlarda bakteri ve küflere karşı ilaçlama yapılabilir. Şeftali, kiraz, kavun, havuç, şalgam ve kereviz gibi sebze ve meyvalerin soğutulmasında kullanılmaktadır.

### c) Vakumla Ön Soğutma

Bu yöntemde, özellikle kütlesine oranla geniş yüzeye sahip sebzelerin üzerindeki suyun buharlaştırılması ile olmaktadır. Vakum altında buharlaşan su buharlaşma gizli ısısını besinden alacağı için besin soğuyacaktır. Soğutulacak sebzeler önceden bir konteynirin içine konulup kapağı kapatılarak vakum pompası istenen soğutma sıcaklığına karşılık gelen basınca ayarlanır. Düşen ortam basıncı ile su buharlaşmaya başlar ve buharlaşma gizli ısısını besinden alarak besini soğutur. Diğer yöntemlere göre pahalı olup, özellikle geniş yapraklı marul, ıspanak gibi sebzelerin ön soğutulmasında kullanılmaktadır. Nemlendirilmiş enginar, kuşkonmaz, taze fasulye, lahana, karnıbahar, pırasa ve mantarlarda başarı ile uygulanmaktadır.(Pala ve ark.,1987)

### Sebze ve Meyvaların Dondurularak İşleme Aşamaları

Besinleri işlemeden önce kaliteyi bozucu etkileri ortadan kaldırmak gerekmektedir. Bu zincir şu şekilde olmaktadır.

- Uygun hammadde üretimi
- Ön işleme
- Derin dondurma ve paketleme
- Soğuk zincir halkaları

Hammadde

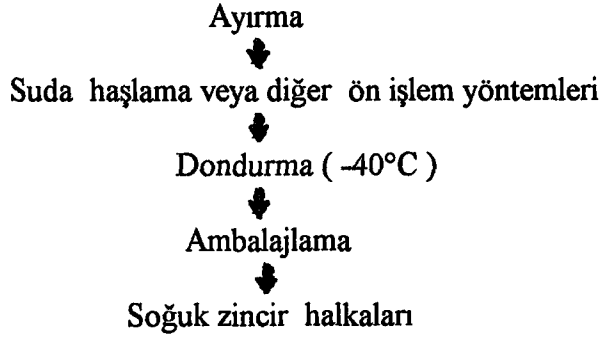


Soyma



Parçalama





### 1) Temizleme, parçalama ve soyma

Sebze ve meyvalar temizleme ve yıkama işlemlerinden geçirilerek yabancı maddeler ile tarımsal ilaç kalıntılarından arındırılırlar. Yıkama suyu içme suyu standardında olmalıdır. Sonra sebze ve meyvaların ayırma işlemi yapılır.

### Soyma yöntemleri

a) Mekanik soyma : Bıçaklar yardımı ile elle ya da zımparalı dönel makineler ile yapılır. Besin kaybı fazladır.

b) Kimyasal yöntem : Bu yöntemde sebze ve meyvalar % 2.5 - 5 NaOH yani kostik bulunan 75 - 95 °C 'deki banyoya daldırılır. Bekleme süresi ürün cinsine göre 30 saniye ile 5 dakikadır. Kostikli banyoda sebze ve meyvalar kabuklarından ayrılıp yüksek devirde dönen bir trommelle esmerleşmeye eğilimli olan duyarlı meyve ve sebzeler sitrik asitli banyoda nötralize edilirler.

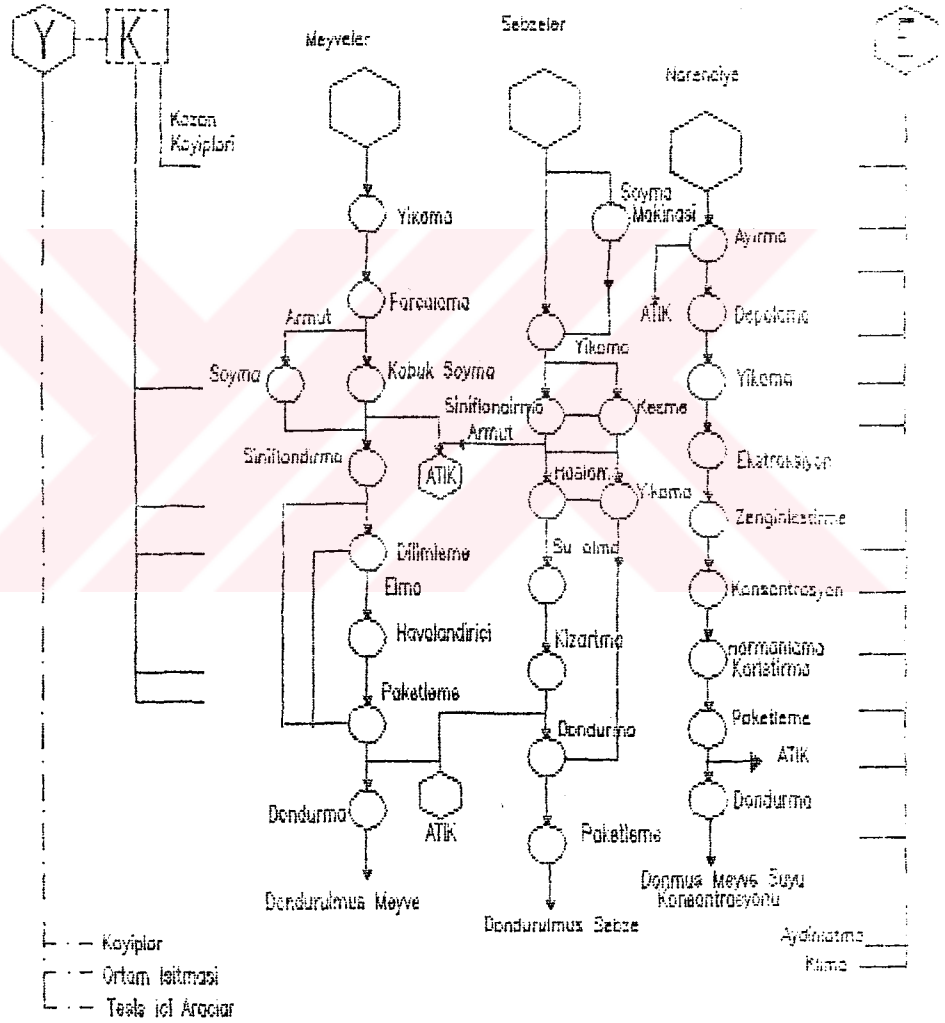
c) Isısal soyma yöntemi : Soyulacak olan havuç, soğan, kereviz, patates gibi sebzeler 7 - 8 bar yüksek basınçtaki buhar kazanına alınır. 25 - 30 saniye tutulduktan sonra ani genişletilerek normal basınca düşürülerek kabukları gevşer ve sonra tamburlu yıkayıcıda basınçlı su ile kabuklar sebzedden ayrılır. Sonra ürünler istenilen şekilde parçalanır.

### Dondurma yöntemleri

Bu yöntem 4 grup altında sıralanabilir ve sıcaklık -18 °C 'ye ulaştığında işlem biter. Fiziksel saklama yöntemleri arasında yer alan ve saklama yöntemleri arasında kalitenin en iyi korunduğu yöntemdir.

a) Hava dolaşımli dondurucular : Isı transferi kompresör sistemindeki buharlaştırıcı ile besin arasında hava ile yapılmaktadır. Meyva ve sebzeler, tepsilerde blok olarak dondurulabildiği gibi akışkanlaştırılmış yatak şeklinde dondurucular da kullanılmaktadır.

b) Plakalı dondurucular : Besin soğutucu yüzeyi ile doğrudan temas ederek sağlanmaktadır.



Sekil 2.18 Dondurulmuş Meyve, Sebze ve Meyve Sularının Üretimindeki Madde ve Enerji Akış Şeması

c) Daldırmalı dondurucular : Glikol gibi soğutulmuş sıvı içerisinde besinlerin daldırılması yolu ile dondurma yapılmaktadır.

d) Soğutucu sıvıların buharlaşmasından yararlanılarak dondurma : Sıvı azot, freon12 ve karbondioksit gibi soğutkan sıvılar dondurulacak besin üzerine püskürtülmekte ve buharlaşmaktadır. Buharlaşma için gereken ısıyı besinden alarak besinin donması sağlanır. Daha sonra besinler - 18 °C ya da altında depolanmaktadır. (Pala,1987)

Soğuk depolama : Dondurulmuş gıdaların üretilmesi kadar depolanması ve dağıtım zincirinin kurulması önem kazanmaktadır. Dondurulmuş gıdaların üretilmesinden tüketilmesine kadar geçirdikleri evrelerin tümü soğuk zincir olarak tanımlanır. Besinlerin sıcaklığının - 18 °C veya altında tutulması kalitenin korunması açısından önemlidir. Dondurma esnasında - 1 ve - 5 °C arasındaki soğutma işlemi çabuk geçilmeli ve besinin ısısal orta noktası sıcaklığı - 18 °C olması ile dondurma işlemi biter.

Özellikle üretim sonrası taşıma esnasında soğuk zincir halkası zayıf olup buna dikkat edilmelidir. ( Pala,1987 )

### 2.5.1 DONDURULMUŞ SEBZE VE MEYVA ENDÜSTRİSİ

Bu endüstride dondurulmuş meyva ve sebzelerle, meyva sularının üretimini içerir . Şekil 2.18 'de dondurulmuş gıdaların üretimindeki madde ve enerji akış şeması yukarıda bahsedilen üç grup için ayrı ayrı verilmiştir. Dondurulmuş meyva işleminde enerji tüketimleri meyvaların kesilip düzeltilmesinde , kabukların soyulmasında, dilimlenmesinde ve dondurulmasında olmaktadır. Dondurulmuş sebze üretimi esnasında enerji sebzelerin soyulmasında, kesilmesinde, ağartılmasında ve dondurulmasında tüketilir. Dondurulmuş meyva suyu konsantrasyonu üretiminde ise enerji meyvelerin ekstraksiyonunda, konsantrasyon ile zenginleştirilmesinde, harmanlanmasında ve dondurulması proseslerinde olmaktadır.

Şekil 2.18 'de görüldüğü gibi meyvalar önce yıkanarak yapraklarından arındırılır. Daha sonra sonra kabuğu soyulan meyvalar sınıflandırıldıktan sonra dilimlenir. Bu işlemi takiben bir havalandırıcıda havalandırılarak sıkıştırıcıya ve sonra da dondurucuya gönderilir. Dondurulan meyvalar depoda saklanır.

Sebzeler de benzer şekilde dondurulmaktadır. Bu şemada sebzeler türlerine göre soyulduktan sonra veya direkt yıkanır. Sınıflama işlemi takiben sebzeler blanşlama işleminden geçirilerek fazla suyu alınır. Bu işlem patates için geçerlidir. Suyu alınan sebzeler kızartılarak dondurucuya gönderilir.

Meyva suyu üretmek için narenciye meyvaları tesise alındıktan sonra ayırma işleminden geçirilir. Kötü durumda olan meyvalar atılır. Ayrılan meyvalar depolandıktan sonra önce yıkama sonra da ekstraksiyon işleminden geçirilerek zenginleştirilir. Burada mamule çeşitli katkı maddeleri katılarak konsantrasyonun besin ve vitamin değeri artırılır. Daha sonra bu karışım harmanlanıp karıştırıldıktan sonra paketlenerek dondurulur.

## 2.5.2 DONDURMA VE DONDURULMUŞ TATLILAR

### DONDURMA YAPIM PROSESİ

Dondurma yapılırken karışımın dondurulması en önemli işlemlerden birisidir. Bu işlem dondurmanın kalitesine ve lezzetine doğrudan etki eder. Dondurma işlemi iki aşamalı yapılır.

1) Karışım dondurucuya atılıp karıştırılırken hızlı bir şekilde buz kristallerinin oluşması sağlanır.

2) Dondurma dondurucudan alınıp paketlenir ve hemen soğuk depoya konularak donma işlemi biter. (Arbuckle, 1986)

Dondurma imalinde karışım 1/3 ve su 2/3 oranında olmaktadır. Dondurma yaparken karışım ( çeşni, meyve aroması ve kabuklu yemişler hariç ) bir karıştırıcıda karıştırılıp bir kaptan olgunlaştırmaya bırakılır. Bu işlemin amacı karışımın viskozitesini artırarak kalitenin iyileşmesi sağlanır. Ancak olgunlaşma süresi uzun tutulursa karışım ekşiyecektir. Eğer süre kısa tutulursa istenen viskoziteye ulaşamayacaktır.

Olgunlaşma sonrası homojen hale gelmiş karışım 2 °C 'de depolama odalarında tutulur. Büyük tesislerde kazanlarda karıştırılan karışımın soğutulması kazanın ceketinde soğuk su dolaştırılarak sağlanır. Daha sonra kazandan alınan karışım meyve aroması , çeşni ve ceviz gibi yiyecekler eklenerek dondurma prosesine gönderilir.

Dondurucular kesikli ve sürekli tip olmak üzere ikiye ayrılırlar.

1) Kesikli çalışan soğutucu : Her seferinde bütün katkı maddeleri ayrı hazırlanıp dondurma imal edilir. Küçük işletmelerde kullanılmaktadır. Eskiden bu işletmelerde salamura ile soğutma sağlanmaktaydı. Günümüzde freon kullanan direkt genleşmeli sistemler kullanılmaktadır.

2) Sürekli çalışan soğutucular : Katkı maddeleri soğutucuya devamlı verilmekte ve üretim sürekli olmaktadır. Büyük işletmelerde kullanılmaktadır. (Arbuckle, 1986)

Bu tesislerde soğutma şu işlemlerde kullanılmaktadır.

a) Karışım ön soğutulmasında 6°C (Stoecker et al, 1982)

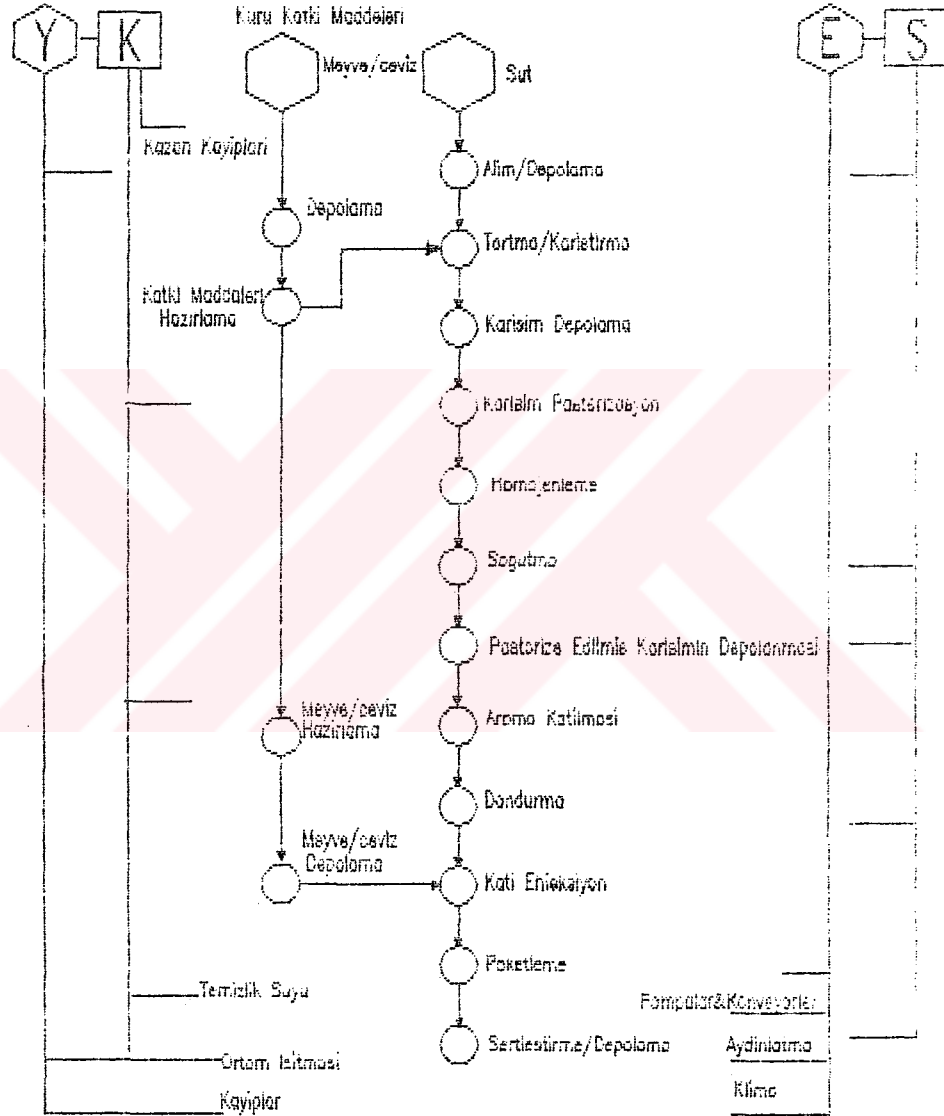
b) Karışımın dondurucuda dondurulması - 5 °C

c) Karışımın depoda sertleştirilmesi - 23 °C ( 12 - 24 saatte )

Dondurma soğutucudan çıktığında koyu şurup gibi olup - 3.5 °C ile - 5.5 °C civarında doldurulur. Bu işlem 10 - 12 dakikada olur. Sonra bu mamuller sertleştirme odasında - 23 °C 'de donma işlemini tamamlar. Sonra dondurmalar - 15 ile - 17 °C 'de depolanır. (Chrysler Air Temp, 1957)

Böyle bir tesisin madde ve enerji akış şeması Şekil 2.19 'da görülmektedir. Dondurmanın ana maddesinin süt olmasından dolayı enerji tüketimi pasterizasyon esnasında ve dondurulması esnasında olur.

Eğer sütün pasterizasyonunda klasik kazanda pasterizasyon yerine yüksek sıcaklıkta kısa süreli pasterizasyon işlemi (YSKSP) uygulanırsa yaklaşık % 80-90 oranında ısı geri kazanılır.



Şekil 2.19 Dondurma ve Dondurmuş Tatlıların Üretimi Esnasındaki Madde ve Enerji Akış Seması

Benzer şekilde sistemin dondurma proseslerinde uygun ısı değiştirme tekniğinin kullanılması ile % 70 oranında geri kazanım söz konusudur.

Proses sütün alınıp depolanması ile başlar. Daha sonra ayrı yerlerde hazırlanan kuru katkı maddeleri belirli oranlarda katılarak karıştırılır. Bu karışım bir depoda tutulduktan sonra karışım tamamı pastörize edilerek homojenleştirilir. tabi tutulur. Bu işlem sonunda soğutulan karışım depolanır, içine aroma katılarak tatlandırılır ve dondurulur.

Bu aşamada istenirse ayrı yerde hazırlanmış meyvalar ve kabuklu yemişler dondurmanın içine enjekte edilebilir. Bu hali ile paketlenen mamul sertleştirme prosesi için soğuk depoya gönderilir. Böylece üretim prosesi biter.

### 2.5.3 BUZ ÜRETİM ENDÜSTRİSİ

#### BUZ İMALİ PROSESİ

Doğal buz eskiden soğutma amacı için kullanılmaktaydı. Ancak günümüzde buzlar hastanelerde, lokantalarda, otellerde, süt çiftliklerinde sebzelerin paketlenmesinde, bira sektöründe ve balıkların nakli esnasında kullanılmaktadır.

Buzlar büyüklüklerine göre üçe ayrılır.

- a) Küçük kütleli buzlar (flake ice)
- b) Küp buzlar (cube ice)
- c) Büyük kütleli buzlar (bulk ice) (Chrysler Air Temp,1957)

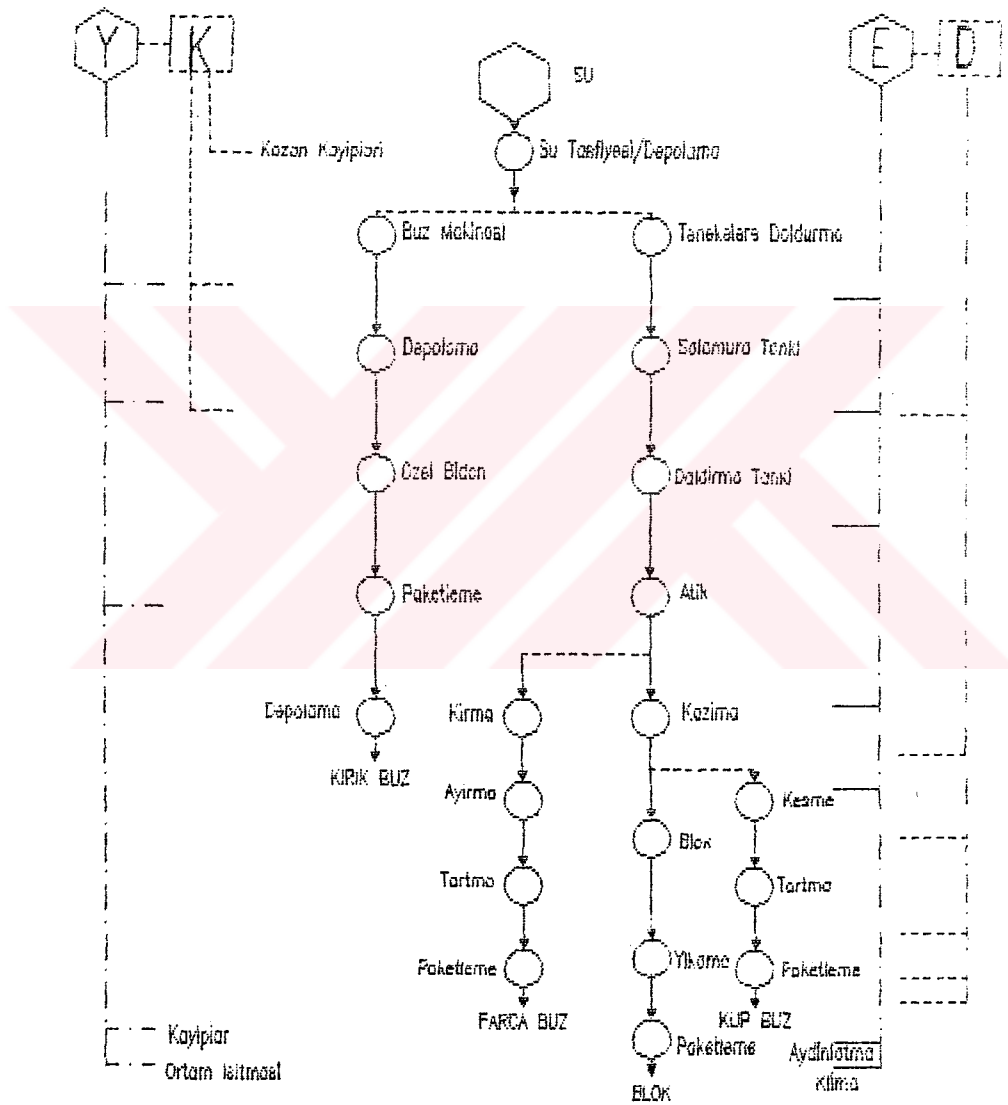
a) Küçük kütleli buzlar : Bir soğutucuda buzlar evaporatörün üzerinde bulunan bir tepside ince tabakalar halinde dondurulup mekanik olarak tavadan çıkartılır.(Trott,1981) Daha sonra bu buzlar kuşbaşı halinde kırılıp direkt olarak dondurulacak veya soğutulacak ürünün üzerine dökülür. Bu buzlar genellikle ıspanak, marul gibi sebzelerin paketlenmesi esnasında kullanılır. (Chrysler Air Temp,1957)

b) Küp buzlar : Bunlar yukarıda açıklanan teknikle aynı şekilde imal edilirler ve bira sektöründe kullanılmaktadır.

c) Büyük kütleli buzlar : Bunlar tenekelere su doldurularak sıcaklığı -11 °C olan salamurada 8 ile 15 saat bekletilerek imal edilirler. Daha sonra bu buzları tenekeden çıkartmak için tenekeler kısmen sıcak suya daldırılır.(Trott,1981) Daha sonra bu buzlar hastane vb. yerlerde kullanılmak üzere satılır veya depolanır. (Chrysler Air Temp,1957)

Bu tip tesilerde hızlı, temiz ve kuru olduğu için mekanik sıkıştırmalı soğutma sistemleri kullanılmaktadır.

Buz üretiminde iki ana ürün üretilir. Blok buz ve kırık buz. Blok buz üretimi 4.5 kg 'dan 90 kg 'a kadar olup, sonraki aşamalarda kırılır. Buz üretimi büyük ya da küçük su dolu tenekelerin bir salamuralı soğutucuya daldırılarak buzun oluşması sağlanır. Daha sonra 21 °C sıcaklıktaki suya daldırılarak buzun tenekeden ayrılması sağlanır. İhtiyaca göre bu buzlar kesildikten ya da kırıldıktan sonra depolanır.



Şekil 2.20 Buz Üretiminde Madde ve Enerji Akış Şeması



Böyle bir tesiste enerji tüketiminin çoğu dondurma ve soğuk muhafaza esnasında olur.

Şekil 2.20 'de bir buz tesisinin madde ve enerji akış şeması görülmektedir. Proses suyun tasfiye edilip depolanması ile başlar . Daha sonra su kırık buz üretim makinasında dondurulur ve paketlenerek depolanır.

Küp veya kırık buz üretilecekse tasfiye edilmiş su tenekelere doldurularak bir salamura tankına daldırılır. Buz oluştuktan sonra ılık su dolu tankta buzun tenekeden ayrılması sağlanır. Elde edilen buz küp halinde isteniyorsa kesilir ve tartıldıktan sonra paketlenir. Kırık buz elde etmek için büyük buz kütleleri uygun ebatta kırılır.

## 2.6 KONSERVECİLİK

Besinlerin korunmasında kullanılan yöntemler.

Yaygın yöntemler :

- 1) Su etkenliğini azaltmak (kurutma, tuzlama, şekerleme, soğutma ve dondurmadır)
- 2) Fermente etmek. ( asitleştirme , alkolleştirme )
- 3) Oksijensiz bırakmak.
- 4) Kimyasal koruyucu kullanmak. ( SO<sub>2</sub> veya SO<sub>3</sub> ile tutma, antioksidantlar )

Mikroorganizmalara yönelik yöntemler :

- 1) Süzme ( membran )
- 2) Bakteri ve mantar ilaçları
- 3) Işınlama ( mor ötesi, iyonize )

Isıl yöntemler

- 1) Sterilizasyon ( Bkz. Bölüm 2.1 )
- 2) Pasterizasyon ( Bkz. Bölüm 2.1 )
- 3) Blanşlama ( Haşlama )

Sterilizasyon ve pasterizasyon Bölüm 2.1 'de açıklandığı için bu bölümde haşlama anlatılacaktır.

### HAŞLAMA (BLANŞLAMA )

Haşlama, bazı sebzelerin daha iyi paketlenebilmesi için diriliğini yok etmeye yarayan ve aynı zamanda bazı enzimlerin etkinliğini durduran bir ısıl işlemdir. Bu yöntemde besin üzerinde bulunan bazı ısıya duyarlı mikroorganizmalar da yok edildiğinden bir dereceye kadar pasterizasyon gibi değerlendirilebilir.(Esin,1984)

Haşlama yönteminde sebzeler 60 - 100 °C 'ye ısıtılmaktadır.

Haşlamanın amaçları :

- 1) Sebzelerin doğal enzimlerinin etkinliğinin yok edilmesi .
- 2) Doku havasının çıkartılması.
- 3) Hücre turgorunun kırılması
- 4) Mikroorganizmanın yükünün azaltılması .( Haşlama ile ortalama 1 gr 'da 1000 mikroorganizmaya kadar indirilir)

Haşlamadan hemen sonra 16 °C 'ye soğutulan sebzelerde bakteri gelişimi önlenir.

Su ve buhar ile yapılan haşlama yöntemine alternatif olarak son yıllarda yeni yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Basamaklı haşlama
- 2) IQB - haşlama
- 3) Hidrostatik haşlama

1) Basamaklı haşlama : Sebze doğal olarak bulunan pektin metil esteroz enzimin aktif duruma getirerek pektin molekülünü karboksil gruplarına bağlı metil gruplarını parçalayarak suda çözünmeyen pektik asite dönüştürür. Pektin metil esteroz enzimi optimum 70 °C sıcaklık ve 15 dakikada aktif duruma geçer . Bu sıcaklıkta aktif duruma gelen enzimler bir süre bu sıcaklıkta tutulur sonra 100 °C 'de 2 dakika haşlanarak etkinliği yok edilir.

2) IQB (Individual quick blanching) : Bu yöntemde sebzeler iki aşamalı ısı işleminden geçirilir . Sebzeler, hızlı hareket eden bir bant üzerine tek katmanlı olarak yayılarak önce hava ile buharlı bölgeden geçirilir. Bu işlem 25 saniyede gerçekleşir, sıcaklık pek yükselmez ve sebzeler yavaş hareket eden diğer banta aktarılır. Bu bantla sebzeler izoleli ikinci buhar bölgesinde ısıtılarak sebze içindeki ısı dengenin oluşması sağlanır. Bu işlem 1 dakika sürer ve enzimler yok edilir. Sonra sebzeler soğuk su veya hava ile soğutulur. Yöntemin tek dezavantajı buharlı ısıtma süresinde oluşan ısı kayıplarıdır.

3) Hidrostatik buharla haşlama : Bu yöntemde yıkama, haşlama ve soğutma kombine edilmiştir. Önce yıkama tankında yıkanan sebzeler bir bant ile haşlama bölgesine alınır. Bu bölgede alt ve üstte bulunan memelerden buhar püskürtülerek haşlama yapılır. Bu bölge izole edilmiş olup, haşlama su ile hidrostatik basınç sağlanarak dış ortamla dengelenmiştir. Bu bölümden çıkan sebzeler soğutulur. Soğutma işlemi çok önemli olup ters akımlı soğutucu kullanımı ile soğuk su ihtiyacı 6 kat azaltılabilir.

Yukarıda bahsedilen yöntemlere alternatif olarak ısı şoklama, vakumla hava çıkarma ve vakum paketleme gösterilebilir .

Isıl şoklama : Sebzelerin 100 °C 'de 20 saniye süre ile kaynar su içinde yapılan işlemdir.

Vakumla hava çıkartma : Meyva ve sebze dokularında, hücre arası boşluklarda hava bulunmakta olup doku havaları gıdaların işlenmesi ve şoklanması sırasında kaliteyi olumsuz etkilemektedir. Bu yöntemde, vakum uygulanarak hücre arası hava dışarı alınır.

Bunun için bir vakum kazanından yararlanılır. Bu kazan şöyle çalışır. Havası çıkartılacak sebzeler bir file içerisine doldurularak delikli plastik kutulara konulup, kazanın içine yerleştirir. Üst kapak kapatılarak kazana bağlı vakum pompası çalıştırılır. Basınç düşmeye başladığı sırada deposuna bağlı borunun vanası açılarak sebzelerin tamamı su içinde kalacak şekilde su doldurulup alt su vanası kapatılır. İstenilen basınç ayarlandıktan sonra pompa çalıştırılır. Kazanın üst bölmesi ile sebzelerin hücreleri arasında bulunan hava, basınç farklılığı sebebiyle dışarı çıkar. İşlem bittiğinde vakum pompasına bağlı vana kapatılarak havalandırma vanası açılır ve kazanın basıncı normale getirilir. Alt vananın açılması ile su depoya boşalır. Daha sonra sebzeler dışarı alınır.

Vakum paketleme : Bu yöntemde dondurulmuş sebze ve meyvalerin kalitesinin iyi korunduğu gözlenmiştir. Burada amaç ortamdaki oksijenin uzaklaştırılıp aerobik mikroorganizmaların çalışmasını önlemektir. Ayrıca enzimlerin çoğunun oksijene gereksinim duyduğu ve oksidasyonun bozunmalara sebep olduğu bilinmektedir. Vakum paketlemede bu enzimlerin etkinliklerinin durdurulması amaçlanmaktadır.

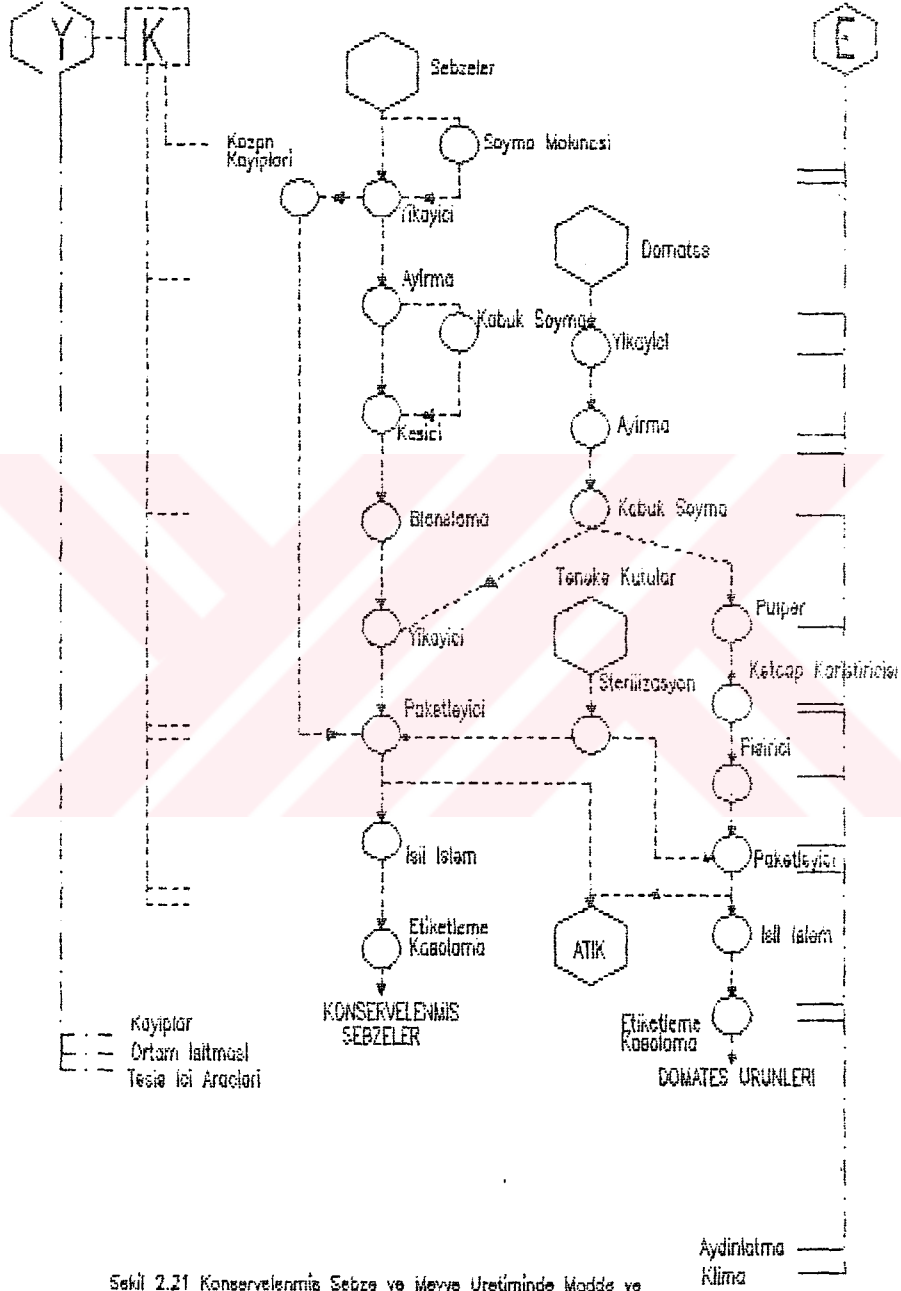
Sebzelerin dondurulmasında haşlama işlemi büyük miktarlarda enerji tüketir. Dolayısıyla kullanılan enerjinin çoğu kaybolur. Örneğin işleme verilen enerjinin buharla haşlamada ancak % 5'i, su ile haşlamada % 35'i sebzelerin ısıtılmasında kullanılmaktadır.(Pala,1987)

Haşlama işlemi aynı zamanda tüm işletme atık sularının % 40 oranında kirlenmesine sebep olmaktadır. Haşlanmadan dondurulacak sebzeler soyulup, parçalandıktan sonra iyice yıkanmalıdır. Çünkü enzimler, hücreler parçalandığı için daha aktif çalışırlar.

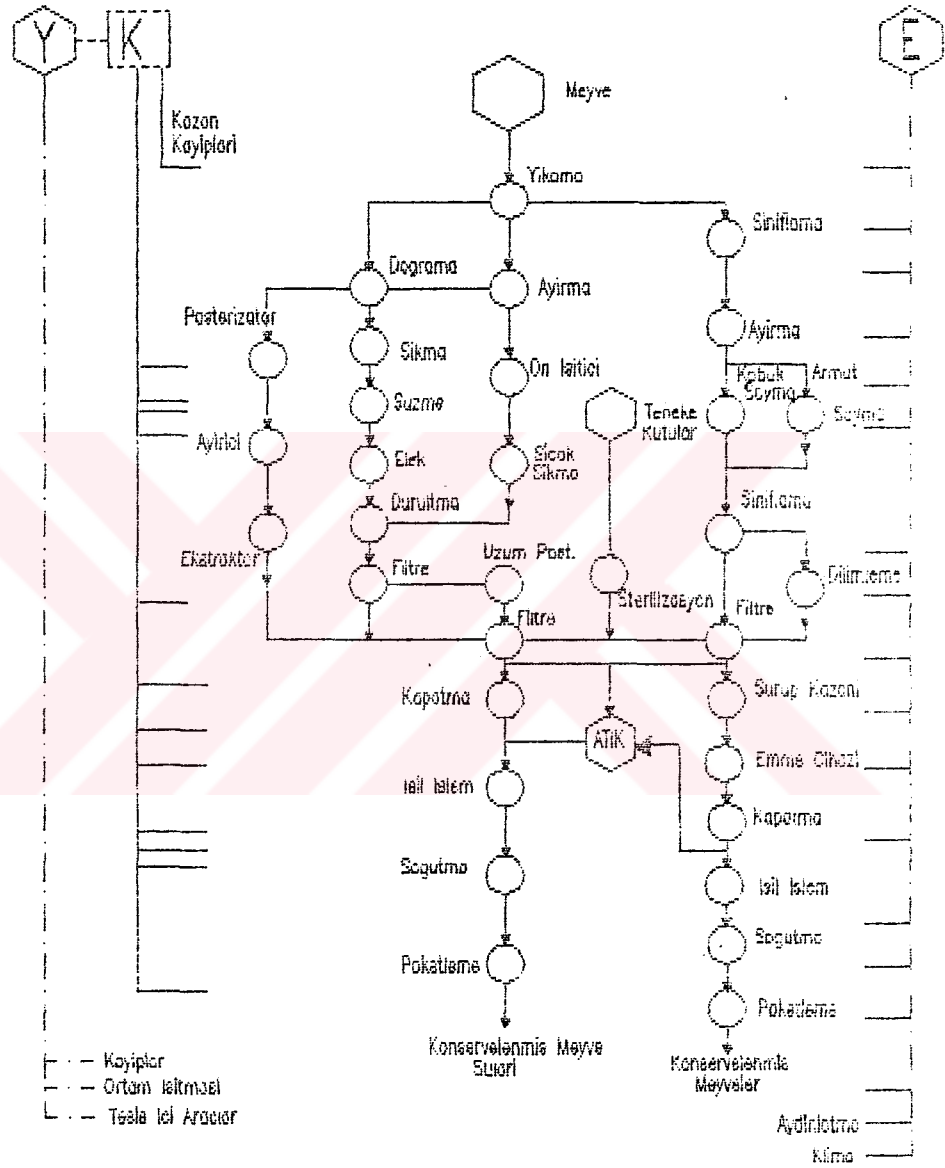
### 2.6.1 KONSERVECİLİK

Mikroorganizmaları tam olarak etkisiz hale getirmek için besin maddesinin her noktasında istenen sıcaklığın sağlanması gerekir. Konserve işlemi sterilizasyon sıcaklığına yükseltilecek besinlerin aynı sıcaklıkta ve şartlarda bulunan teneke kutuların veya kavanozların içine hava geçirmez bir biçimde kapatılmasıdır.

Konservenin bozulmaması için her kutunun içinde kritik nokta diye adlandırılan noktada istenilen sterilizasyon sıcaklığı elde edilmelidir. Eğer bu yapılmazsa kutuda canlı kalan mikroorganizmalar tekrar çoğalıp konserveyi bozacaktır. Bu yüzden retort diye adlandırılan basınçlı kaplarda konserve 300 kPa basıncında doymuş buhar verilerek ısı işleme tabi tutulur. (Esin,1984) Bu ısı işlem süresinin iyi ayarlanması gereklidir. Çünkü sistemin ısınması ve sıcaklık dağılımı zamana bağlı olduğu için, ısı aktarım bakımından en kötü durumdaki kutunun kritik noktasında gereken sıcaklığa ulaşmak için bir süre



Sekil 2.21 Konservelenmiş Sebze ve Meyve Üretiminde Madde ve Enerji Akış Şeması



Sakal 2.22. Konservelenmiş Meyve Suyu Üretiminde Madde ve Enerji Akış Şeması

beklemek zorunludur. Süre kısa tutulursa kutulardan en az biri bozulacak, uzun tutulursa gereksiz enerji harcanacaktır.

### 2.6.1.1 KONSERVELENMİŞ SEBZE VE MEYVALAR

Şekil 2.21 'de konserveleşmiş sebzeler için madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Sebzeler için ana enerji tüketim prosesleri kesme, kabuk soyma, renk açma (ağartma), paketleme ve ısıtma işlemidir.

Domates konserveleşmesi için enerji kullanımı aynı zamanda hamur oluşturma prosesinde, harmanlama ya da karıştırma prosesleri ile pişirme proseslerinde olur.

Sebze konserveleşmesinin proses aşamaları kısaca şöyle olmaktadır. Hasat edilen sebzeler tesise geldikten sonra sebze türlerine göre gerekiyorsa soyma makinasında kabuklarından arındırıldıktan sonra veya direkt olarak yıkayıcıda yıkanır. Sonra sebzelerin ayrılması / sınıflandırılmasını takiben kabukları soyulup kesildikten sonra blanşlama işlemine hazır hale getirilir. Blanşlanan sebzeler tekrar yıkanarak paketlenir. Bu süreçte daha önce sterilize edilmiş konserve kutularına doldurulan sebzeler ısıtma işleminden geçirilerek konserveleşir. Kutular etiketlenerek karton kolilere doldurulur ve satışa sunulur.

Aynı şemada domates için proses şu şekilde olur. Domatesler yıkanıp sınıflandırıldıktan sonra kabukları soyulur. Kalan sıvı kısım ketçap harmanlama tankında karıştırılır. Bu karışım pişirilerek sterilize edilmiş teneke kutulara paketlenip ısıtma işlemine tabi tutulur. Bu işlem sonunda etiketlenen ve kasalanan konserveleşmeler satışa sunulabilir.

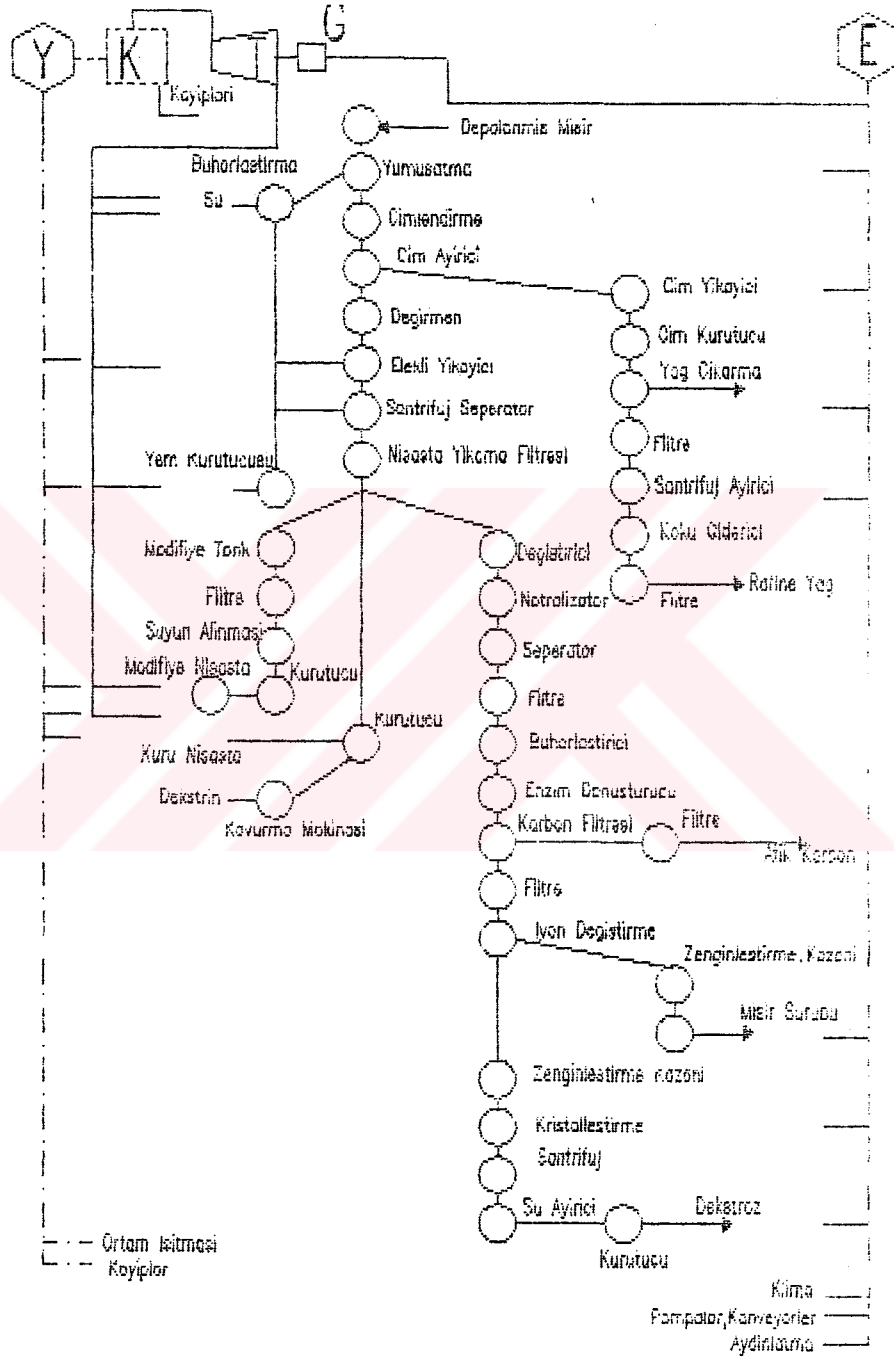
Şekil 2.22 'de konserveleşmiş meyva ve suyunu üreten tesisin madde ve enerji akış şeması görülmektedir. Bu tesise gelen meyvalar yıkanarak temizlenir ve meyvaların türlerine göre farklı proseslerden geçer.

Elma suyu üretmek için mamul doğandıktan sonra sıkılarak suyu bir süzme kabında toplanır. Sonra bu sıvı durultma kazanında bir süre bekletilip filtreden geçirilerek doldurma işlemine gönderilir.

Eğer ürün üzüm ise yıkama işlemi takiben dallarından ayrılan üzümler bir ön ısıtıcıda ısıtılıp sıcak presle üzümün suyu çıkarılır. Belirli süre durultma kazanında bekletilen üzüm suyu filtrelenecek şekilde doldurma prosesine tabi tutulur.

Prosesle domates suyu üretilecekse saplarından ayrılan domatesler doğandıktan sonra pastörize edilerek bir ayırıcıya gönderilir. Daha sonra bir ekstraktörden geçirilen domateslerin suyu filtrelenecek şekilde doldurucuya gönderilir. Daha önce sterilize edilmiş teneke kutulara konan meyve suları kapatılıp ısıtma işlemine tabi tutulur. Isıtma işlemi sonunda soğutulan konserveleşmeler kolilenip satışa sunulur.

Burada meyva konserveleşmesi üretimi yapılacaksa, meyvalar yıkanıp sınıflandırıldıktan sonra ayırma ve parçalama işleminden geçirilir. Burada kabukları soyulan meyvalar sınıflanır. Prosesin gerektirdiği işlemlere göre ya direkt ya da dilimlenip vakumla blanşlandıktan sonra doldurucuya gönderilerek sterilize edilmiş konserve kutularına doldurulurlar. Burada bu tenekeleşmeler şurup kazanında prosesle tutulup bir emme tertibatı ile havası alınan konserve kutuları



Şekil 2.23 Mısır Değirmeninde Madde ve Enerji Akış Seması

kapatılarak ısıtılır. Bu işlemden sonra soğutulan konserve kutuları paketlenerek satışa hazır hale gelir.

## 2.7 TAHIL VE UNLU MAMULLER SEKTÖRÜ

### 2.7.1 MISIR DEĞİRMENİ

Bu proses Şekil 2.23 'te görüldüğü gibi yaş mısır değirmeni olarak adlandırılmakta ve sulu proses ile mısır nişastası, şurup, yağ, şeker ve gluten gibi yan ürünlerin üretimi yapılmaktadır.

Enerji, öğütme proseslerinde, güç ve ısı üretmek için kullanılır. Güç, nakil, öğütme ve büyük miktarlarda mısırın ayrılması işlemlerinde, ısı ise buharlaştırma ve ekstraksiyon işlemlerinde kullanılmaktadır.

Mısırın rafine edilmesinin ana metodu sülfürik asit işlemi ile olup mısır önce fiziksel değişikliklerden geçer. Bunu nişastanın dekstroz ve şuruba dönüştüğü kimyasal işlemler takip eder.

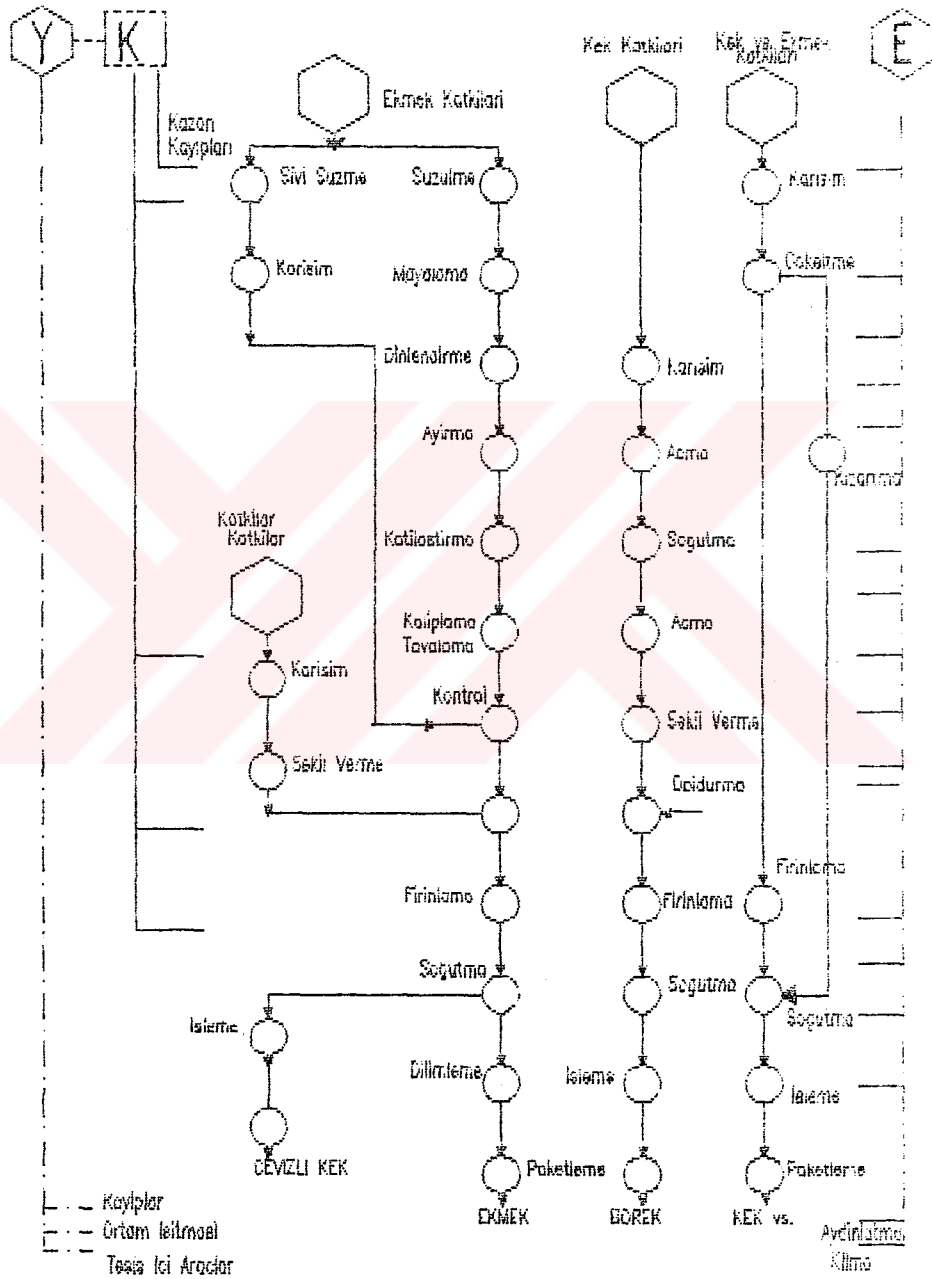
Madde ve enerji akış şeması Şekil 2.23 'te verilmiş bulunan bir yaş mısır değirmeninde proses şöyle olur. Depolanmış mısırlar temizlenerek yumuşatma işleminden geçirilir. Bu aşamada yumuşatılmış mısır bir buharlaştırıcıda ayrılırsa mısır suyu konsantrasyonu, işleme devam edilip kalan besin kurutulursa besin değeri yüksek yem elde edilir. Proses yumuşatma işleminden sonra çimlendirme ile devam edilerek çim ayırma işlemine geçilir. Burada mısır yağı veya rafine yağ üretilecekse proses çim yıkama ve kurutma işlemleri ile devam eder. Burada mısır yağı üretmek için mısır bir yağ çıkarıcıdan geçirilir. Rafine yağ elde etmek için yağ çıkarıcıdan çıkan yağ süzülüp santrifüj seperatörden geçirilir. Sonra koku giderme işlemini takiben tekrar filtrelenen yağ rafine yağ olarak elde edilmiş olur.

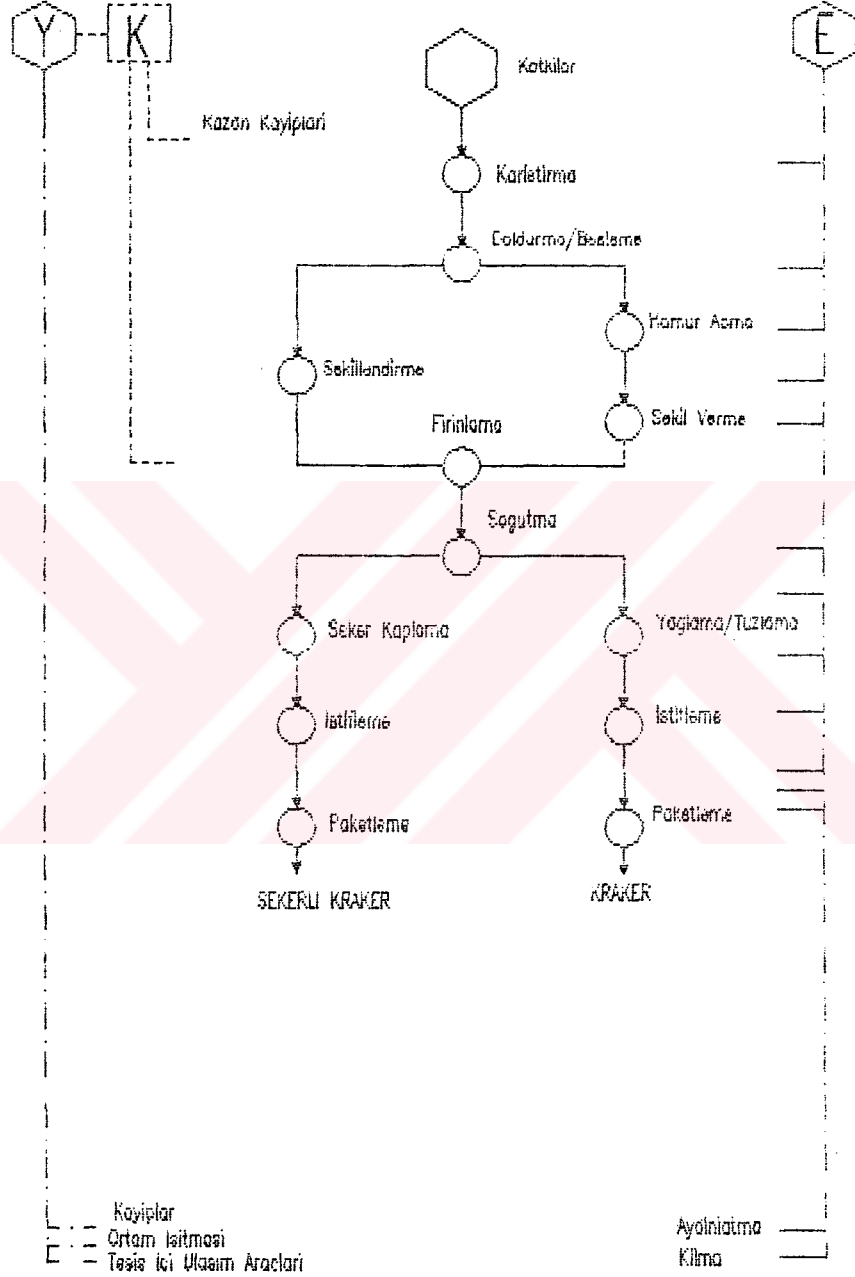
Nişasta üretim prosesi şu şekildedir. Yukarıda bahsedilen çim ayırma işleminden sonra mısırlar bir değirmende öğütülerek ürün elekli yıkayıcıdan geçirilip santrifüj ayırıcıda nişasta ayrılıp nişasta yıkama filtresine gönderilir. Islak ve öğütülmüş halde olan nişasta bir kurutucuda kurutulursa kuru nişasta, eğer kurutucudan çıkarak kavurma makinasında kavrulursa sonuçta dekstrin üretilir.

Nişasta yıkama filtresinde mısırın katı kısmı alınarak nişasta üretilmiştir. Filtreden geçen sıvı kısım bir değiştiriciden geçirilerek nötralize edilip bir ayırıcıya gönderilir. Daha sonra filterelenen ürün bir buharlaştırıcıda buharlaşmış enzim dönüştürücüye gider. Buharlaşma esnasında oluşan karbon partiküller karbon filtresinden geçirilerek atık olarak alınır. Kalan ürün, iyon değiştirme işleminden sonra mısır şurubu üretmek için zenginleştirilerek soğutulur.

Dekstroz üretmek için ise iyon değiştiricisinden çıkan ürün benzer şekilde bir zenginleştirme kazanında prosese girer ve hemen sonra kristalleşme işlemine tabi tutulur. Kristalleşen ürün kurutulduktan sonra dekstroz elde edilir.







Şekil 2.25 Kraker ve Kurabiye İmalatında Madde ve Enerji Akış Şeması

## 2.7.2 FIRIN PROSELERİ ( EKMEK, KEK VB. )

Ekmek, kek ve kurabiye yapımında ana prosesler katkı maddelerinin alınması, pişirmeden önce hazırlama işlemleri, fırınlama, soğutma ve paketleme olarak sıralanabilir.

Enerji tüketimi fırınlarda, kızartıcılarda, sıcak su ısıtılmasında, ortam ısıtılmasında, soğutma tesisleri ile havalandırma gruplarında olmaktadır.

Şekil 2.24 'te böyle bir tesisin madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Hazırlanan ekmek katkıları hamurun kendisini çekmesi için bekletilir. Sonra bu katkıları ekmek mayası ile mayalanarak hamur karıştırılır. Bir süre hamur dinlendirilir. Hamur belirli büyüklükte kesilerek şekillendirilir. Duruma göre kalıba veya ekmek tavaına konulan hamur fırına verilerek pişirilir. Fırından çıktıktan sonra soğutulan ürünler dilimlenerek satışa sunulur.

Börek yapımında katkı maddeleri un ile karıştırılarak hamur açılır. Bu hamur daha sonra fırında pişirildikten sonra soğutulur ve paketlenerek satışa sunulur.

Kek imalinde de benzer işlemler gerçekleşir.

## 2.7.3 KRAKER VE KURABIYE ÜRETİMİ

Madde ve enerji akış şeması Şekil 2.25 'te verilen endüstrinin temel prosesleri şunlardır; katkı maddelerinin alımı, karıştırılması, fırınlama öncesi şekillendirilmesi, soğutulması, zenginleştirilmesi ve paketlenmesi.

Proses katkı maddelerinin uygun oranlarda karıştırılması ile başlar. Bu karışıma istenen şekil verildikten sonra fırına gönderilir. Fırın çıkışı ürün soğutulur.

Kraker yapılacaksa ürün yağlanır veya tuzlanarak istiflenir. Kurabiye yapılacaksa mamul şeker kaplanarak istiflenir. Her iki durumda ürünler paketlenerek satışa sunulur.

## 2.8 ŞEKER VE ŞEKERLEME ENDÜSTRİSİ

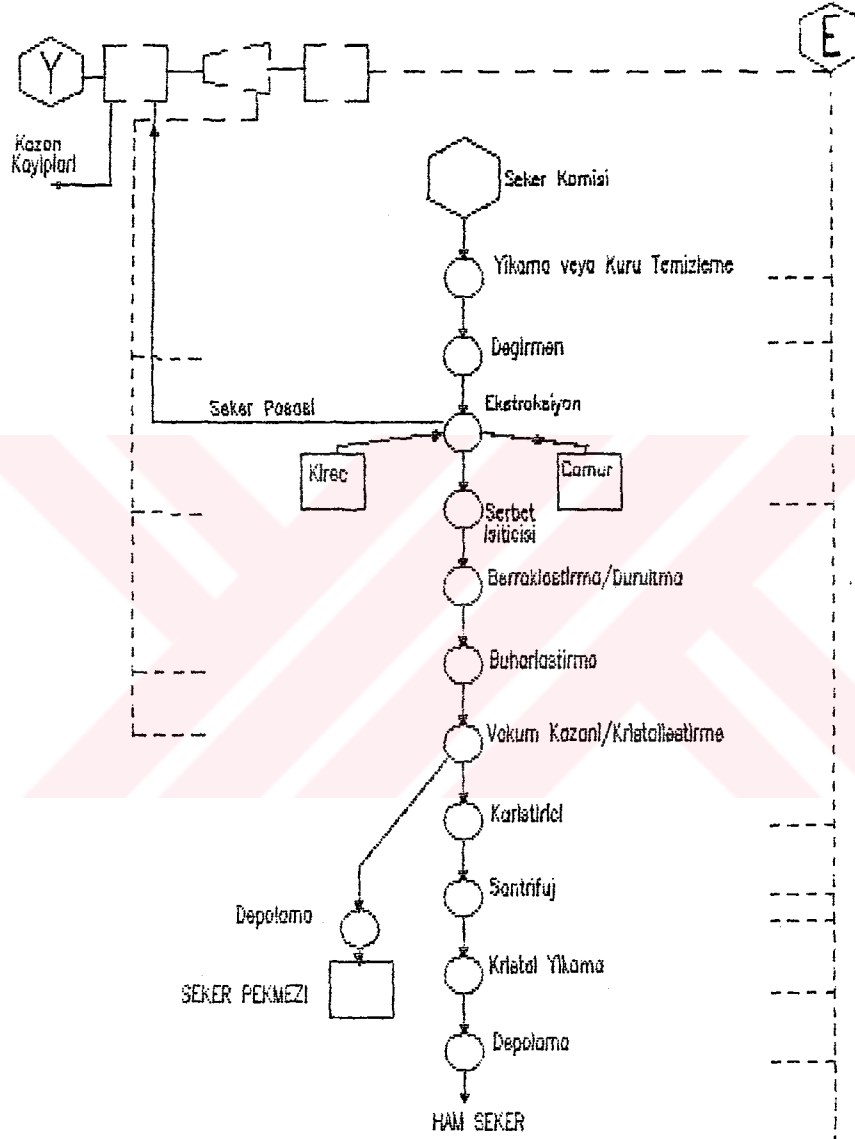
### 2.8.1 HAM ŞEKER ÜRETİMİ

Şekil 2.26 'da bir şeker fabrikasında şeker kamışından ham şeker imalinin madde ve enerji akış şeması görülmektedir.

Bu endüstride enerji öğütme, şerbet ısıtma, buharlaştırma ile kristalleşme işlemlerinde tüketilir. Ayrıca işlem sonucu şerbeti çıkartılan şeker kamışının posası kazanlarda yakılarak yardımcı enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

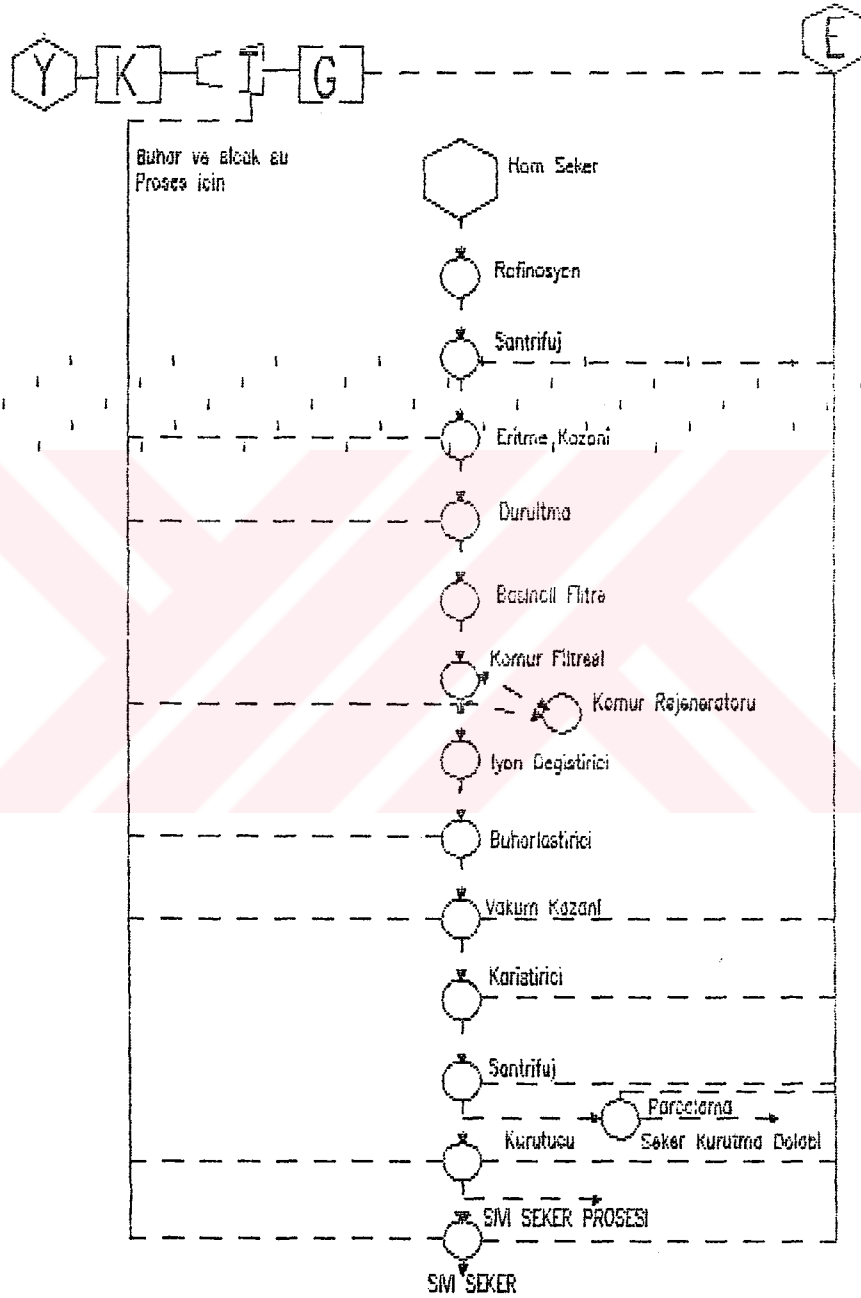
Proses şeması verilen tesisler kendi enerjilerini üretmektedirler. Yüksek basınçta ve sıcaklıkta üretilen buhar bir buhar türbününden geçirilerek tesisin elektrik ihtiyacının büyük kısmı üretilir. Türbin çıkışı basıncı ve sıcaklığı düşen buhar değirmenlerde, şerbet ısıtıcılarında, buharlaştırıcılar ile vakum kazanlarında kullanılır.

Şeker kamışı yıkanıp temizlendikten sonra bir değirmende parçalanarak ekstraktöre gönderilir. Burada şerbeti alınan şeker bir ısıtıcıda ısıtıldıktan sonra



Şekil 2.26 Ham Şeker İmolinde Madde ve Enerji Akış Semaası

Pompalar  
Ayarlanma



Sekil 2.27 Seker Kamışı Rafinerisinde Madde ve Enerji Akış Şeması

berraklaştırma işlemini takiben buharlaştırmaya tabi tutulur. Ürün bir vakum kazanında kristalleşmeye tabi tutulur. Bu esnada oluşan şeker pekmezi başka bir yerde depolanır. Kalan kısım karıştırılıp santrifüjden geçirilerek kristal yıkama işleminden geçerek ham şeker elde edilir.

### 2.8.2 ŞEKER KAMIŞINI RAFİNE EDEREK ŞEKER İMALİ

Şekil 2.27 'de madde ve enerji akış şeması verilen tesiste şekerin her aşamasında mekanik enerji, pompalar ve santrifüjleme proseslerinde gerekir. Isı enerjisi ise solüsyon kurutulmasında ve buharlaştırmasında kullanılır. Şeker üretim tesislerinin çoğu buhar kazanlarında ürettikleri buharı tesisin elektrik ihtiyacını karşılamak için kullanır.

Şeker üretmenin iki yolu vardır. Birincisi sıvı şeker tesisi ile , ikincisi de kristal tesisi ile üretimdir. Birinci tip tesislerin ısı ihtiyacı diğerine göre çok daha azdır. Örneğin birinci tip tesislerde 1 ton şeker üretmek için 504 000-756 000 kcal enerji gerekirken, ikincisinde bu rakam 1 008 000 - 2 268 000 kcal arasında değişir.(Casper,1977)

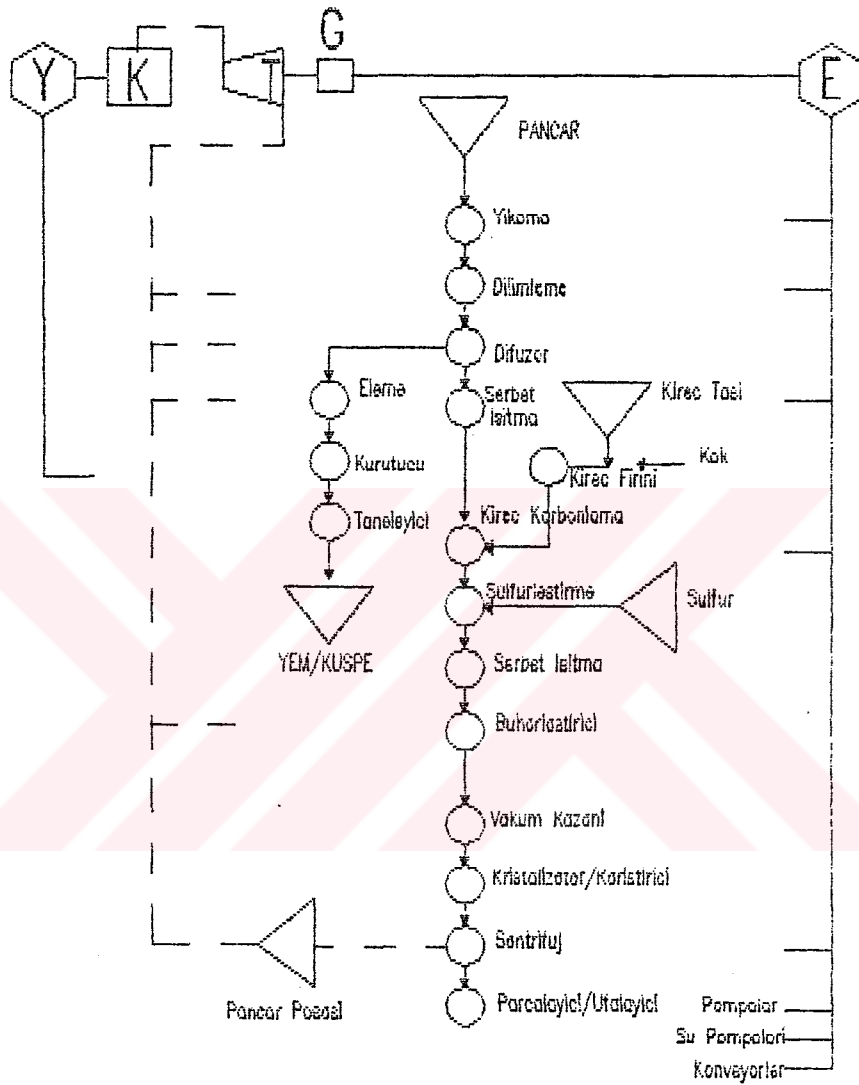
Şekil 2.27 'de kristal şeker rafinerisinin madde ve enerji akış şeması verilmiştir. Proses, ham şekerin rafinasyondan geçip santrifüjlenmesi ile devam eder. Daha sonra ürün eriticide eritildikten sonra berraklaştırmaya tabi tutulur. Ürün basınçlı filtreden geçirilerek kömür filtrelerine gönderilir. Ürün iyon değiştiricisinden geçerek buharlaştırmaya tabi tutulduktan sonra bir vakum kazanına gönderilir. Vakum kazanından çıkan mamul karıştırılarak tekrar santrifüjlenir. Ürün bu hali ile bırakılırsa sıvı şeker, kurutma dolabında kurutulursa kuru şeker olarak elde edilir.

### 2.8.3 ŞEKER PANCARINDAN ŞEKER ÜRETİMİ

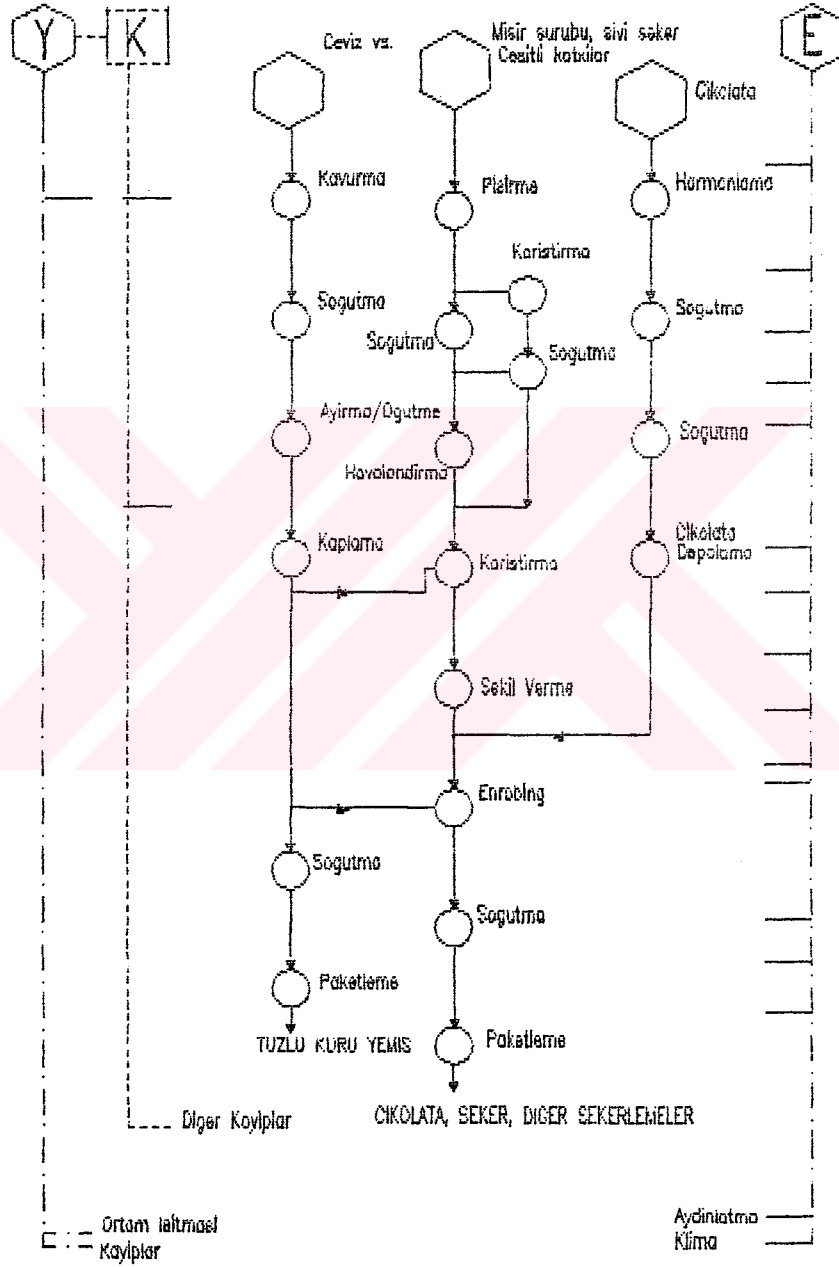
Böyle bir tesisin madde ve enerji akış şeması Şekil 2.28 'de verilmiştir. Sistemin ana proseslerini pancarların dilimlere ayrılması , şerbetin saflaştırılması , buharlaştırma , kristalleştirme ve şekerin geri kazanımı oluşturur. Yoğun enerji kullanımı pancarların nakledilmesi, dilimlenmesi, buharlaştırılması , suyun pompalanması ile artıkların kontrolünde olmaktadır. Ayrıca bunlara ek olarak enerji pancarın kırılması, santrifüjlenmesi ile solüsyon ısıtılmasında kullanılır.

Bu tip tesisler daha önce bahsedildiği yöntemlerle kendi elektrik ihtiyacını karşılamaktadır.

Proses, tesise gelen pancarların bir havuzda yıkanması ile başlar. Temizlenen pancarlar dilimleme veya kesme makinalarında parçalanır. Bu parçalar bir difüzörde işlenerek şerbeti ve posası ayrılır. Ayrılan posa elenip sıkıldıktan sonra kurutulur. Bu küspe daha sonra ufalanarak küspe yem olarak satılır. Diğer yandan şerbet ısıtıcıda ısıtıldıktan sonra ayrı yerde hazırlanmış kireç ile karbonlanır. Bunu sülfürleme işlemi takip eder. Sülfürlenmiş şerbet tekrar ısıtılarak buharlaştırmaya gönderilir. Ürün buharlaştırmadan çıkıp vakum kazanına alınır ve işlem bitiminde kristalleştirme / karıştırma prosesinin ardından santrifüjlenir. Bu esnada kalan pancar posası ayrılır. Kalan ürün parçalanarak / ufalanarak şeker taneleri oluşur.

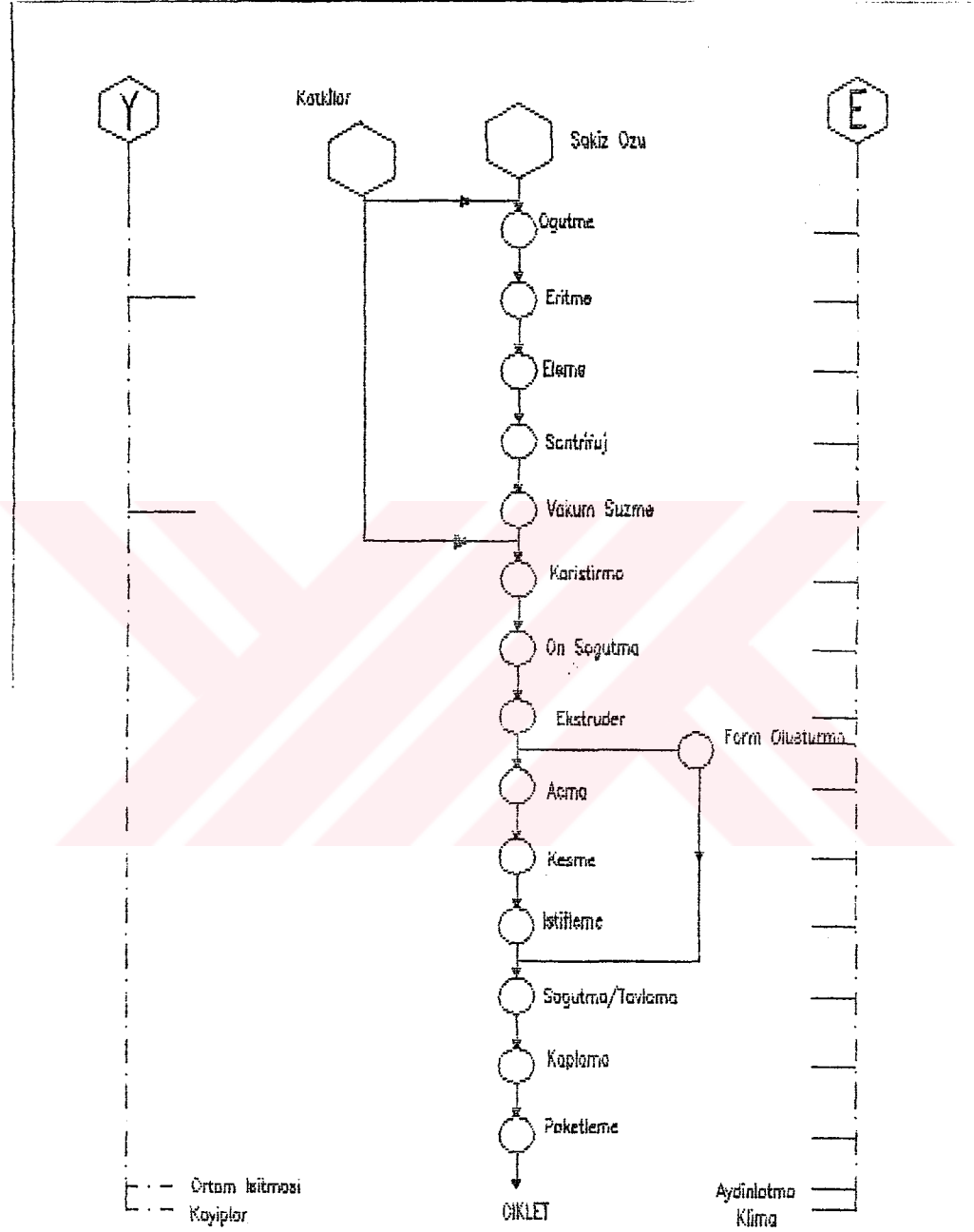


Sekil 2.28 Şeker Pancarı Rafinerisinde Madde ve Enerji Akış Semaesi



Şekil 2.29 Şekerleme ve Çikolata Endüstrisinde Madde ve Enerji Akış Şeması





Şekil 2.30 Sakiz Fabrikasındaki Madde ve Enerji Akış Şeması

#### 2.8.4 ÇİKOLATA VE ŞEKERLEME ÜRETİM ENDÜSTRİSİ

Bu endüstri çeşitli tipte şeker ve çikolata üretimini kapsar. Prosesin madde ve enerji akış şeması Şekil 2.29 'da verilmiştir. Şema çikolata, şeker ve kuruyemiş üretimine göre ayrı ayrı olarak düzenlenmiştir.

Ceviz ve benzeri yemişler kabuklarından ayrıldıktan sonra kavru olarak soğutulur. Sonra bu gıdalar ayırma veya öğütme işlemini takiben kaplanarak soğutulurlar. Ürünler uygun paketleme işleminden sonra kutulanıp kuruyemiş olarak satışa hazırlanmış olurlar.

Çikolata ya da şekerleme üretimi şu şekilde gerçekleşir. Mısır şurubu , sıvı şeker ve çeşitli katkı maddeler hazırlanıp pişirilir. Üretilecek mamule göre pişirilen gıda soğutulup havalandırılabilceği gibi önce karıştırılıp sonra işleme devam edilebilir. Her iki işlem sonunda karıştırılan ürün şekillendirilir ve pişirilir. Sonra soğutulan ürün paketlenerek işlemini tamamlar.

Eğer çikolata yapılacaksa hammadde harmanlanarak pişirilir. Pişirici çıkışında soğutulan çikolata depolanır veya paketlenir.

Bu işlemler diğer çikolata ve şekerlemeler için de geçerlidir.

#### 2.8.5 ÇİKLET ÜRETİM SEKTÖRÜ

Bu sektörde sakız imali ile sakız özü (gum base) üretim proseslerinden bahsedilecektir. Madde ve enerji akış şeması Şekil 2.30'da verilmiş bulunan tesislerde proses sakız özünün öğütülerek eritmesi ile başlar. Daha sonra bu mamul bir santrifüjden geçirilerek sakızın homojen hale gelmesi sağlanır. Değişik aromalar ve katkı maddeleri eklenerek bir karıştırıcıda karıştırılır. Sıcak ve hamur halinde olan sakız istenilen şekle göre ekstrudere gönderilir. Ekstruder çıkışında istenen kesiti almış olan uzun şerit halindeki sakız soğutma tüneline geçerek soğuması sağlanır. Soğumuş sakız paketleme makinalarında paketlenerek satışa sunulur.

Ancak bazen sakızların üzeri kaplanarak satışa sunulurlar. Bu durumda küçük form verilmiş bulunan sakız bir kaplama kazanında kaplanır ve bu son durumda satışa sunulur.

### 3. GIDA ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ ANALİZLERİ VE GERİ KAZANILAN ENERJİ MİKTARLARI

Bu bölümde sektörel sınıflandırma yapılmış ve her sektör için yıllık tüketilen enerji miktarı verilmiştir. Bu konuda ABD'de yapılmış bir çalışmada her sektör için birim kg başına tüketilen enerji miktarları verilmiştir.

Gıda tesislerinde üretim esnasında, enerji geri kazanılabilecek yerler tespit edilmiştir. Atık enerjilerden hangi tip enerji geri kazanım elemanları ve yöntemleri ile faydalanacağı açıklanmıştır. Kullanılan elemanlar ve yöntemler ile geri kazanılabilecek enerji miktarları hesaplanmıştır. Bu sektörlerde geri kazanım oranı %8 ile %22 arasında değişmektedir.

Gıda endüstrisinde fuel-oil ve elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Fuel-oil tesislerde buhar ve/veya sıcak su ısıtılmasında kullanılmaktadır. Bazı sektörlerde fuel-oil direkt proseslerde kullanılmaktadır. Örneğin fırınlarda ve sprey kurutucularda fuel-oil direkt kullanılmaktadır.

Elektrik enerjisi aydınlatma ve makinaların tahrikinde kullanıldığı gibi, ortam havalandırması ve soğutma sistemlerinde de yoğun olarak kullanılmaktadır.

Şeker üretim sektöründe fuel-oil buhar kazanlarında buhar üretmek için kullanılmaktadır. Üretilen buhar elektrik üretiminde kullanılmakta ve türbin çıkışındaki çürük buhar proseslerde kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmalarda bu sektörlerde kazan verimlerinin düşük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca buhar veya soğutma sistemlerinin yalıtımlarının yetersiz olduğu, bakım ve işletmenin iyi yapılmadığı gözlenmiştir.

Her sektör için uygulanabilecek yöntem ve elemanlar ile geri kazanılabilecek enerji oranları hesaplanmıştır.

Bölüm sonunda Türkiye yıllık gıda üretim değerleri baz alınarak (1989) yapılan hesaplamalarda her sektör için yılda geri kazanılabilecek enerji miktarları hesaplanmıştır.

### 3.1 SÜT VE SÜT MAMULLERİ İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ

#### 3.1.1 SIVI SÜT İMALİ

Şekil 2.1'de gösterilen enerji akış şemasında enerjinin çoğu pasterizasyonda ve soğutma proseslerinde tüketilmektedir. Bunlara ek olarak yıkama işlemlerinde de önemli miktarlarda ısı enerjisi tüketilmektedir.

Sıvı süt sektörü için 1972 yılında ABD'de yapılan bir araştırmada yılda  $28.3 \times 10^9$  kg süt üretilmiştir. Bu sütü üretmek için harcanan yıllık enerji miktarı da  $12.72 \times 10^{12}$  kcal'dir. (Casper, 1977) Yani 1 kg süt üretmek için 450 kcal'lik enerji kullanılmıştır.

Yakıt girdisinin % 6'sı proseslerde direkt, % 69'u kazanlarda ve kalan % 25'lik enerji de elektrik enerjisi olarak kullanılmıştır.

Direkt kullanılan yakıtın % 67'si süt kurutma proseslerinde, % 31'i karton kutuların kapatılmasında ve çeşitli yerlerde ve % 12'lik kısımda zırvatka kurutulmasında tüketilmiştir. Sprey kurutucularda % 8'lik enerji geri kazanılabilir.

Kazanlarda kullanılan enerjinin % 47'si kazan besleme suyunun havalandırılması ile kazan kayıplarına gitmektedir. % 24'lük enerji temizlikte kullanılan suyun ısıtılmasında, % 3'lük enerjide ortam ısıtılmasında kullanılmaktadır. Kalan % 26'lık enerji de üretim proseslerinde tüketilmektedir.

Proseslerde kullanılan % 26'lık enerjinin % 6'sı yüksek sıcaklıkta kısa süreli pasterizasyon işleminin ısıtma çevriminde, % 4'lük kısım fiçi tip pasterizasyonda, % 13'ü ise konsantre süt ve zırvatka üretiminde kullanılmaktadır.

Elektrik enerjisinin % 39'u üretim proseslerinde, % 38'i soğutma ve hava kompresörlerinin tahrikinde, % 5'i aydınlatmada, % 6'sı klimada, % 10'u da tesis ve bakım işlerinde kullanılmaktadır. % 2'lik enerji de kaybolmaktadır.

#### TESİSTE GERİ KAZANIM İMKANLARI

Direkt kullanılan yakıtın teknik olarak % 10'u geri kazanılabilir. Ancak ekonomik unsurlar gözönünde bulundurulduğunda bu oran % 8'e düşmektedir.

Kazanlarda teknolojik olarak verimsiz kazanların değiştirilmesi, baca ekonomizerleri ile türbülötörlerin tesisi, iyileştirilmiş bakım ve operasyonlar ile % 30 oranında olan kazan kayıpları geri kazanılabilir. Ancak ekonomik olarak bu oran % 17'ye düşmektedir.

Diğer kazan kayıpları da, blöf zamanının azaltılması ve buraya ısı değiştiricisi konulması ile azaltılabilir. Bunlara ilave olarak buhar hatlarının düzenli kontrol edilmesi, buhar kapanlarının kontrolü, buhar ve kondens hatlarının yalıtımlarının kontrolü kayıpları minimuma indirecektir. Bu şekilde kazandan % 24 oranında geri kazanım elde edilecektir.

Elektrik kullanımının çoğu soğutma sisteminin tahrikinde olmaktadır. Bu sistemin yalıtımının iyileştirilmesi, hatların kontrol edilmesi ve yüksek sıcaklıkta kısa süreli pasterizasyonun kullanılması, soğutma sisteminde otomatik hava tahliye purjörü kullanılması ile % 11 oranında geri kazanım olacaktır.

Tüm bu yukarıdaki değerler tesis için birleştirildiğinde bu tip bir tesiste toplam net enerji geri kazanımı % 15 olacaktır. Bu ise yıllık  $1.9 \times 10^{12}$  kcal enerji demektir. Yani 1 kg süt için 382.5 kcal enerji gerekecektir.

### 3.1.2 KONDANSE SÜT İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ

Şekil 2.2'de enerji akış şeması verilen konsantre süt üretiminde enerji pasterizasyon, yoğuşurma, kurutma, soğutma, sıcak su ısıtılması ile ortam ısıtmasında kullanılmaktadır.

Enerji girdisinin % 24'ü direkt proseste kullanılmaktadır. % 72'si kazanlarda buhar üretiminde ve % 4'ü de elektrik enerjisi olarak kullanılmaktadır.

Direkt kullanılan yakıtın % 99'u süt kurutmasında, % 1'i de çeşitli kurutma prosesleri ile doldurma işlemlerinde tüketilir.

Kazanlarda kullanılan enerjinin % 30'u kayıplara ve kazan besleme suyunun gaz giderilmesi işlemlerinde tüketilir. % 55'lik enerji yoğuşurma prosesinde, %10'luk enerji ekipmanların temizlenmesinde ve kalan % 5'lik enerji de ortam ısıtmasında tüketilir.

Elektrik enerjisinin % 60'ı makinaların tahriki ile temizlenmesinde, % 10'u soğutma sisteminde, % 5'i havalandırma, % 5 aydınlatma, % 3'ü hava kompresörlerinde kalan elektrik enerjisi de değişik yerlerde kullanılır.

Kurutucularda tüketilen enerjinin % 17'si teknik ve ekonomik açıdan uygun yöntemlerle geri kazanılabilir.

Kazanlardaki kayıplar gereksiz blöflerin elimine edilmesi, yalıtımın iyi yapılması ve ısının geri kazanılması ile % 18 oranında enerji geri kazanılabilecektir. Proses ve temizlik amaçlı kullanımda, ısı ve suyun geri kazanımı ile % 11 oranında tasarruf söz konusudur.

Benzer şekilde elektrik kullanımında işletim ve bakımın iyi yapılması ve gereksiz kullanımın önüne geçilerek % 10, soğutma sisteminde otomatik hava purjörü, uygun kapasitede kompresör seçimi ve yalıtım ile % 5, aydınlatmada floresan ve civa buharlı ampul kullanımı ile % 2 oranında tasarruf olacaktır.

1972 yılında ABD'de  $2.2 \times 10^9$  kg konsantre süt üretmek için  $5.8 \times 10^{12}$  kcal enerji kullanılmıştır. (Casper, 1977) Yani 1 kg konsantre süt üretmek için 540 kcal enerji kullanılmıştır.

Yukarıda sözü edilen sistemin net enerji geri kazanımı % 10 olarak hesaplanmıştır. Bu da 1 kg konsantre süt üretmek için enerji ihtiyacının 486 kcal'ye düşeceği anlamına gelir.

### 3.1.3 PEYNİR İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.1.3'te bahsedilen sektörde enerji pasterizasyon, yoğuşurma ve zırvatka kurutmasında kullanılmaktadır.

Yakıtın % 30'u direkt kullanılmakta olup, % 63'ü kazanlarda buhar üretmek için ve kalan % 7 enerji de elektrik enerjisi olarak kullanılır. Direkt kullanılan enerjinin % 96'sı kurutma ve % 4'ü dolum işlemlerinde olmaktadır.

Kazanlar düşük verimle çalışmakta olup % 43 oranında enerji kazan besleme suyunun gaz giderilmesi işlemi ile kazan kayıplarında harcanmaktadır, % 2 enerji pasterizasyonda, % 35 enerji ısıtma ve yoğuşurma proseslerinde, % 15 enerji sıcak su ısıtılmasında ve ortam ısıtılması için % 5 enerji harcanmaktadır.

Kullanılan elektrik enerjisinin yarısı proseslerde makinaların tahriki ile temizleme işlemlerinde, % 20'si soğutma sisteminde, % 7'si havalandırmada, % 5'i aydınlatmada,

% 4'ü hava kompresörlerinde ve kalan % 14'lük enerji değişik uygulamalarda tüketilmektedir.

Kurutucularda direkt kullanılan yakıtın % 10'unu geri kazanmak mümkündür. Doldurma proseslerinde de % 5 oranında geri kazanım mümkündür.

Kazanlarda oluşan % 25'lik kayıplar baca gazlarının ısılarının geri kazanılması ve uygun bakım ve işletim ile % 8'i geri kazanılabilir. % 18 oranındaki diğer kayıplar ise blöf eşanjörü kullanarak % 20 oranında geri kazanılabilir. Pasterizasyon prosesinin yüksek sıcaklıkta kısa süreli pasterizasyon (YSKSP) yöntemi kullanılması ile % 9 oranında geri kazanım olacaktır. Temizlik operasyonlarında gereksiz su kullanımının önlenmesi ve ısısının geri kazanılması ile % 14'ü geri kazanılabilir.

Elektrik kullanımında soğutma sistemlerinde otomatik hava purjörü kullanılması, uygun işletim ve bakım ile % 20 oranında, proste kullanılan enerji, gereksiz kullanımlardan kaçınılarak % 19, aydınlatmada floresan ve civa buharlı ampul kullanarak % 14 oranında enerji geri kazanmak mümkündür.

1972 yılında ABD 'de  $1715 \times 10^6$  kg peynir üretmek için  $5.5 \times 10^{12}$  kcal enerji harcanmıştır. 1 kg peynir imal etmek için 3203 kcal enerji harcanmıştır. Sistemin bütünündeki net enerji geri kazanımı % 10 olup peynir imal etmek için gereken enerji 2883 kcal'ye düşecektir.(Casper,1977)

### 3.2 ET VE ET MAMULLERİNİN İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ

#### 3.2.1 BÜYÜKBAŞ HAYVAN KESEN VE İŞLEYEN TESİSLER

##### 3.2.1.1 ET KONSERVECİLİĞİ ENDÜSTRİSİ

Et konserveciliği endüstrisinde enerji soğutma, yan ürünlerin işlenmesi, etlerin nakli esnasında, etlerin haşlanması ile tüylerinin arındırılması işlemlerinde kullanılmaktadır.

1972 yılında ABD 'de  $14 \times 10^9$  kg et işlemek için  $22 \times 10^{12}$  kcal 'lik enerji kullanılmıştır. Yani 1 kg et işlemek için 1556 kcal enerji tüketilmiştir.(Casper,1977)

Bu endüstride kullanılan enerji dağılımı şöyledir.

% 8 yakıt direkt kullanımda

% 76 yakıt kazanlarda

% 14 elektrik enerjisi

% 2 satın alınan buhardır.

Direkt kullanılan yakıtın % 30'u tütsüleme odalarında ve pişirme fırınlarında, % 20'si etlerin tütsülenmesinde, % 20'si yeniden yakma tertibatlarında, %15'i ortam ısıtmasında, % 10'u diğer prosesler, soğutma ve sıcak su ısıtılmasında ve kalan % 5'te dok araçlarında tüketilmektedir.

Kazanda kullanılan enerjinin % 38 'i besleme suyunun ısıtılması ile kazan kayıplarına, % 25 'i üretim için gerekli sıcak su ile temizleme suyunun ısıtılmasında, % 12'i proste çeşitli yerlere ve kalan % 25'te elverişsiz kısımların ayrılmasında kullanılmıştır.

Kullanılan elektrik enerjisinin % 80'i şu işlemlerde kullanılmaktadır. %14'ü aydınlatma, %12'si renderleme, % 18'i taze ve işlenmiş etlerin hazırlanması, pişirilmesi

ve paketlenmesi işlemlerinde ve kalan kısımda buhar ve su sisteminde, hava kompresörlerinde ve atık su temizleme ünitelerinde kullanılmaktadır.

Kazanda iyi bir yanmanın sağlanması, kazan kayıplarının azaltılması, iyi izolasyon, renderleme işleminde ısı geri kazanarak, iyi bakım ve operasyon ile tüm tesisten net % 8 oranında ısı geri kazanılabilir.

Bu ise 1 kg eti işlemek için 1430 kcal 'lik enerji kullanılmıştır.(Casper,1977)

### 3.2.1.2 SOSİS VE HAZIRLANMIŞ ET ENDÜSTRİSİ

Bu endüstride kullanılan enerjinin büyük bölümü pişirme, soğutma, tütüleme, sosis kurutması proseslerinde kullanılmaktadır.

ABD'de  $2.3 \times 10^{19}$  kg sosis ve hazırlanmış eti imal etmek için  $5.35 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketilmiştir.Yani 1 kg sosis ve hazırlanmış eti imal etmek için 2334 kcal enerji harcanmıştır.

Bu endüstrideki enerji dağılımı şöyledir.

% 12 yakıt direkt kullanımda

% 71 yakıt kazanlarda

% 17 elektrik enerjisi

% 2 satın alınan buhardır.

Direkt kullanılan yakıtın % 75'i proses fırınlarında, tütüleme odalarında ve yardımcı yakma tertibatlarında, % 5'i ortam ısıtmasında, % 5'i pişirme tanklarında ve kalan % 15'i ise diğer prosesler ile soğutmada tüketilmektedir.

Kazanlarda kullanılan enerjinin % 37'i sıcak su ve buhar üretmek için, % 26'sı kazan kayıplarına, % 10'u kazan besleme suyunun ısıtılmasında ve % 12'lik kısımda tütüleme odalarında ve pişirme fırınlarında tüketilir.

Elektrik enerjisinin hemen hemen % 75'i soğutma, pişirme ve et hazırlama proseslerinde (% 30 soğutma, % 25 pişirme, % 19 et hazırlama) ve % 10'luk kısımda aydınlatmada, % 8'lik oran paketleme, sıcak su, buhar ve basınçlı hava üretiminde tüketilmektedir.

Daha önce sözü edilen ısı geri kazanım teknikleri uygulanırsa teknik olarak toplam net geri kazanım % 13 olacaktır. Ancak ekonomik şartlar gözönünde bulundurulursa bu oran % 11'e düşecektir. Bu ise 1 kg et işlemek için 2078 kcal enerji tüketecektir.

### 3.2.2 KÜMES HAYVANLARI KESEN VE İŞLEYEN TESİSLER

#### 3.2.2.1 KÜMES HAYVANLARI KESİM VE İŞLEME ENDÜSTRİSİ

Böyle bir tesiste kazan enerjisinin büyük bir kısmı etlerin haşlanmasında, yıkama ve temizlik işlerinde kullanılacak suların ısıtılmasında tüketilmektedir. Kullanılan elektrik enerjisi ise et ve gövdelerin konveyör ile naklinde, tüylerin temizlenmesinde, soğutma tesislerinde harcanmakta olup, direkt kullanılan yakıt ise ortam ısıtmasında bazı sıcak su ısıtıcıları ile etlerin kavrulmasında kullanılmıştır.

1972 de ABD'de kesilip işlenen 4 245 696 ton piliç, hindi ve diğer kümes hayvanları için toplam  $3.53-3.78 \times 10^{12}$  kcal 'lik enerji gerekmiştir.(Casper,1977)

Endüstride kullanılan enerji dağılımı şöyledir.

- % 5 yakıt direkt kullanımda
- % 73 yakıt kazanlarda
- % 22 elektrik enerjisidir.

Direkt kullanılan yakıtın % 50'si ortam ısıtmasında, % 10'u sıcak su ısıtılmasında ve % 40'lık kısım da diğer kullanımlardır.

Kazanlarda kullanılan yakıtın %38'i kazan kayıpları ile kazan besleme suyunun ısıtılmasında, % 37'si sıcak temizleme suyu ısıtılmasında ve kalan % 20'lik kısım da buhar üretiminde harcanmaktadır.

Elektrik enerjisinin % 80'i soğutma sisteminde, % 15'i etlerin işlenmesi proseslerinde ve % 5'i de aydınlatmada kullanılmaktadır.

Direkt kullanılan enerji sıcak su ısıtıcılarının tamiri, iyi bakım ve sıcak su kullanımının azaltılması ile teknik ve ekonomik olarak % 10 geri kazanım sözkonusudur. Enerji geri kazanımının % 80'i blöf zamanının kısaltılması, sıcak su kullanımının azaltılması, iyileştirilmiş kazan yanma kontrolü ve bakımı ile sağlanabilir ve böylece kazanlarda kullanılan yakıt geri kazanılabilir.

Soğutma sistemi elektriğin % 60'ı ile tüm enerjinin % 13'ünü tüketmektedir. Dolayısı ile soğutma sisteminin iyileştirilmesi ile enerji geri kazanılabilecektir. Teknik ve ekonomik olarak sistemin toplam enerji geri kazanımı % 14'tür. Yani 1 kg eti işlemek için 717 kcal enerji harcanacaktır.

### 3.2.2.2 KÜMES HAYVANLARI İŞLEYEN ENDÜSTRİ

Böyle tesislerde kullanılan enerjinin büyük kısmı pişirme ve soğutma proseslerinde olmaktadır.

1972 yılında ABD'de  $662.256 \times 10^6$  kg çiğ eti işlemek için  $1.33 \times 10^{12}$  kcal 'lik enerji tüketilmiştir. 1 kg eti işlemek için 2000 kcal enerji tüketilmiştir.(Casper,1977)

Endüstride kullanılan enerji dağılımı şöyledir.

- % 3 yakıt direkt kullanımda
- % 67 yakıt kazanlarda
- % 30 elektrik enerjisidir.

Direkt kullanılan yakıtın % 40'ı ortam ısıtmasında, % 25'i gaz fırınlarında ve kalan % 35'i diğer proseslerde kullanılmaktadır.

Kazanlarda kullanılan yakıtın % 38'i kazan besleme suyu ile kazan kayıplarına harcanmaktadır. % 34 'lük kısım proseste kullanılan buhar ve su için, temizleme suyu temininde kullanılmakta olup, kalan % 18 ise buhar üretiminde kullanılmaktadır.

Tüketilen elektrik enerjisinin % 30'u soğutmada, % 15'i pişirmede, % 13'ü mamul hazırlamada ve kalan % 12'lik kısım ise öğütme, konserveleme ve karıştırma işlemlerinde tüketilir.

Ortam ısıtmasında sıcaklığın düşürülmesi, bakım ve işletimin iyileştirilmesi ile tüketim % 10 oranında azaltılabilir.

Kazanlarda ise, yanmanın iyileştirilmesi, iyi izolasyon yapılması ve kondens dönüşlerinden ısının geri kazanılması, bakım ve işletimin iyileştirilmesi ile % 21 oranında enerjiyi geri kazanabiliriz.

Soğutma sistemi % 30 elektrik enerjisi ya da toplam enerjinin % 9'unu kullanmaktadır. Uygun sistemler ve verimli ünitelerle % 13 oranında enerjiyi geri kazanabiliriz.



Toplam enerji geri kazanım oranı ekonomik ve teknik olarak % 12'dir. Bu ise 1 kg eti işlemek için verilmesi gereken enerjinin 1760 kcal olması demektir.(Casper,1977)

### 3.2.3 TAZE YA DA DONDURULMUŞ BALIK VE ÇEŞİTLİ DENİZ ÜRÜNLERİ İŞLEYEN ENDÜSTRİ

Bu endüstride enerji tüketimi soğutma, soğuk muhafaza ve ağartma (blanşlama) ve kızartma proseslerinde olmaktadır.

ABD'de  $560 \times 10^6$  kg taze ya da donmuş balık eti işlemek için  $932.5 \times 10^9$  kcal enerji tüketilmiştir. 1kg balık için 1665 kcal enerji tüketilmiştir. (Casper,1977)

Endüstride kullanılan enerji dağılımı şöyledir.

% 5 yakıt direkt kullanımda

% 72 yakıt kazanlarda buhar üretimi için

% 23 elektrik enerjisidir.

Direkt kullanılan enerjinin tamamı tesis içinde ham ya da işlenmiş ürünleri nakleden araçlarda tüketilir.

Kazanlarda kullanılan enerjinin çoğu baca gazlarından, blöften, buhar kapanları ile yetersiz yalıtım ve bilinçsiz işletmeden dolayı kaybolmaktadır. Geri kazanılan enerjinin % 90'ı buhar olarak mamulun hazırlanması işlemlerinde, kalan % 10'luk kısım ise çeşitli kullanımlar ile depolama tesislerinde kullanılmaktadır.

Elektrik enerjisinin % 30'u soğuk depolamada, % 38'i hazırlama prosesinde ve diğer proseslerde kullanılmakta olup, kalan miktar ise çeşitli alanlarda tüketilmektedir.

Direkt kullanılan enerji araçların bakımı ve iyi işletilmesi ile, gereksiz araç kullanılmasının önüne geçildiği takdirde % 10 enerji geri kazanılabilecektir.

Kazanda kullanılan enerji, kayıpların azaltılması, baca gazlarında ısının geri kazanılması, buhar hatlarının iyi izolasyonu ve bakımının periyodik yapılması, blöf zamanını azaltılması ve buhar kapanlarının bakımının yapılması ile % 12 oranında geri kazanım olacaktır.

Soğutma sisteminin iyileştirilmesi ve prostenen geri kazanılan enerji ile büyük miktarlarda elektrik enerjisi geri kazanılacaktır.

Sistemin toplam enerji geri kazanımı % 11'dir. Bu da 1 kg mamulu işlemek için 1482 kcal'ye ihtiyaç gösterecektir.

## 3.3 YAĞ RAFİNERİLERİNDEKİ ENERJİ ANALİZİ

### 3.3.1 SOYA YAĞI RAFİNERİSİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.3'te bahsedildiği gibi enerjinin çoğu proste gereklili olan 10.5 bar basınçta buhar elde etmek için buhar kazanlarında, kurutucularda ve solvent geri kazanımı/yağ ayırma prosesleri ile solventsizleştirme/kızartma proseslerinde kullanılmaktadır.

Enerji akış şeması Şekil 2.11'de gösterilen bir soya yağı rafinerisindeki enerji girdisinin % 90'ı yakıt ve % 10'u elektrik enerjisi olarak kullanılmıştır. Kullanılan yakıtın % 21'i kurutucularda direkt olarak, % 69'u buhar kazanlarında kullanılır. Ancak

buhar kazanlarında kullanılan yakıtın sadece % 70'i verimli şekilde kullanılmakta olup % 30'u kayıptır.

Üretilen buharın % 28'i solvent geri kazanımı/yağ ayırma ve solventsizleştirme/kızartma proseslerinde, % 20'lik buhar da başka amaçlarda kullanılmıştır.

Sistemde, kurutucularda kullanılan enerjinin % 24'ü geri kazanılabilmektedir. Buhar kazanları ile buhar hatlarında ekonomizer kullanarak, kaçakları azaltıp izole ederek, blöf zamanını azaltarak, solvent geri kazanımı/yağ ayırıcılarda buhar jeti kullanarak, solventsizleştirme/kızartma proseslerinde endirekt buhar kullanımı ve yalıtım ile % 17 oranında enerji geri kazanabiliriz.

Böyle bir tesiste 1972 yılında ABD'de toplam enerji kullanımı  $10.8 \times 10^9$  kcal olup aynı yıl 1 kg soyayı işlemek için 505 kcal'lik bir enerji kullanılmıştır.(Casper,1977)

Sistemin tamamında geri kazanılan net enerji % 17 olup, bu da 1kg soyayı işlemek için 418 kcal'lik bir enerjiye ihtiyaç duyulacağı anlamına gelir.

### 3.3.2 BİTKİSEL YAĞ RAFİNERİSİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.3'te bahsedildiği gibi enerjinin büyük bir bölümü yağın çıkartılması esnasında tüketilir.

Enerji akış şeması Şekil 2.12'de verilen bir tesiste enerjinin % 86'ı yakıt, % 14'ü elektrik enerjisi olarak kullanılmaktadır.

Buhar kazanlarında kullanılan yakıtın % 70'i buhar üretiminde, % 30'u kayıplara harcanmaktadır. Buhar kazanında oluşan kayıp ise % 25'tir. Üretilen buharın %13'ü şartlandırmada, % 22'si solvent geri kazanımında ve % 25'i solventsizleştirme/ kızartıcıda tüketilir.

Kazanda oluşan % 30'luk kayıp uygun ısı geri kazanımı ile % 18 oranında geri kazanılabilir. Benzer şekilde şartlandırma, solvent geri kazanımı prosesleri ile solventsizleştirme proseslerinde iyi izolasyon, buhar kapanlarının kontrolü ve atılan buharı geri kazanarak enerji geri kazanabiliriz.

Ekonomik ve teknik faktörlerde gözönünde bulundurularak tesisin net ısı geri kazanımı % 16 olacaktır.

1972 yılında ABD'de bu endüstri  $1.03 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketmiştir. 1 kg yağ üretmek için 2045 kcal'lik bir ısı gerekecektir.(Casper,1977)

### 3.3.3 YEMEKLİK YAĞ ÜRETİMİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.3'te enerji akış şeması verilen tesiste % 93 yakıt ve % 7 elektrik enerjisi kullanılmaktadır.

Yakıtın tamamı buhar kazanlarında proseste kullanılacak buharı üretmek için kullanılmaktadır. Buhar kazanlarının verimi % 70 olup, kalanı kazann kayıplarına harcanmaktadır

Sistemde kullanılan buharın % 45'i hidrojenleme, kalan % 25'i koku giderme ve diğer yardımcı proseslerde kullanılmaktadır.

Kazan kayıpları ve koku giderme prosesleri neticesindeki kayıplar daha önce bahsedilen ısı geri kazanım teknikleri ile % 19 oranındaki enerjiyi geri kazanabiliriz. Hidrojenleme prosesi sonucunda izolasyon ile % 9 oranında enerji geri kazanılabilir.

Bu endüstri 1972 'de ABD'de  $7.66 \times 10^{12}$  kcal enerji kullanmıştır. 1 kg yağ elde etmek için 1350'lik bir enerji tüketmiştir.(Casper,1977)

Sistemin ekonomik ve teknolojik net enerji geri kazanımı % 14'tür. Yani 1 kg yağ üretmek için 1161 kcal enerji tüketecektir.

### 3.4 ALKOLLÜ VE ALKOLSÜZ İÇECEK SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ

#### 3.4.1 ALKOLSÜZ İÇECEK SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.4'te bahsedildiği gibi enerjinin çoğu soğutma, ısıtma, şişe yıkama, mekanik güç ve aydınlatma proseslerinde kullanılmaktadır.

Direkt kullanılan enerjinin % 50'si ortam ısıtmasında, % 20'si teneke kutu yıkamada, % 30'u da forkliftlerde tüketilmektedir.

Buhar kazanlarındaki enerjinin % 37'si buhar üretiminde, % 31'i şişe yıkama ve doldurucularda, % 7'si çeşitli kayıplara ve % 25'i de kazan kayıplarına harcanmaktadır.

Elektrik enerjisinin %29'u aydınlatmada, %29'u carbo-soğutucuların kompresörlerinde, % 16'sı akü şarjında, % 8'i havalandırma sisteminde ve kalan % 18 enerji de mekanik güç ve çeşitli kayıplara gitmektedir.

Direkt kullanılan enerjinin % 4'ü ısı geri kazanılarak, yeterli yalıtımla yıkama makinasından % 30 oranında enerji geri kazanılabilir. Ayrıca forkliftlerde kullanılan yakıt enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile %33 oranında geri kazanım mümkündür.

Buhar kazanlarında buhar ısıtmasında % 2'lik geri kazanım, şişe yıkama makinalarında iyi dağıtım ve ısı geri kazanımı ile % 26 oranında ve kazan kayıpları buhar kapanları, izolasyon, bakım ve onarım ile % 26 oranında enerji geri kazanılabilir.

1972 yılında ABD'de 3.541 milyon kasa alkolsüz içecek için  $7.64 \times 10^{12}$  kcal enerji harcanmış olup, 1 kasalık üretim için yaklaşık 2155 kcal enerji tüketilmiştir.(Casper,1977)

Bu tip tesislerde teknolojik olarak geri kazanım % 26 olmasına karşın ekonomik engellerden dolayı bu rakam % 15'e düşmektedir. Buna % 1'lik çeşitli kayıplar da eklenirse, sistemin toplam net geri kazanımı % 14 olacaktır. Bu da 1 kasa alkolsüz içecek üretmek için 1853 kcal 'lik enerji kullanılacağı anlamına gelir.

#### 3.4.2 MALT ÜRETİMİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.4'te bahsedildiği gibi enerjinin çoğu malt fırınlarında kullanılmaktadır. Elektrik enerjiside mekanik güç ihtiyacı ile aydınlatmada kullanılmaktadır.

Sistemde kullanılan yakıtın % 90'ı direkt kullanılmakta olup, kalan % 10'luk enerji de elektrik enerjisi olarak tüketilmektedir.

Bu tip tesislerde genellikle buhar kazanına ihtiyaç olmamakta ve giren yakıtın % 95'i malt fırınlarında, kalan % 5'i de ortam ısıtmasında kullanılmaktadır. % 95'lik enerji çimlendirilmiş arpanın kurutulması prosesleri ile malt edilmiş arpanın ısıtılması proseslerinde tüketilir.

Kullanılan elektrik enerjisinin % 95'i proseste kullanılan makinaların tahrikinde ve % 5'lik enerji de aydınlatmada kullanılmaktadır.

Örneğin malt fırınlarının iyi izole edilmesi ile % 10 enerji geri kazanılabilmektedir. Benzer şekilde ortam ısıtmasından da uygun ısı geri kazanım teknikleri ile % 4 oranında enerji geri kazanılabilmektedir.

Elektrik motorlarının uygun yükte seçilmesi ile % 5 oranında enerji, aydınlatmada floresan kullanımı ve gereksiz ışıkların söndürülmesi ile % 14 oranında enerji kazanabiliriz.

1972 yılında ABD'de 5.256 milyar litre malt üretmek için  $2.4 \times 10^{12}$  kcal enerji harcanmış olup, 1 litre malt için 453 kcal enerji gerekmektedir.(Casper,1977)

Yukarıda bahsedilen sistemin teknolojik geri kazanım oranı % 20'dir. Ancak ekonomik etkenler bu rakamı % 8'e indirmektedir. Bu da 1 litre malt üretmek için 416.5 kcal enerji gerekeceği anlamına gelir.

### 3.4.3 ŞARAP, BRENDİ VE İSPİRTO ÜRETİMİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.4'te enerji şeması verilen sistemde yakıtın % 8'i direkt kullanılmakta, % 77'si buhar kazanlarında, kalan enerjinin % 15'i de elektrik enerjisi olarak tüketilmektedir.

Direkt kullanılan yakıtın % 50'si kurutucularda, % 25'i tesis içi taşımada, % 25 'ide ortam ısıtmasında tüketilmiştir.

Buhar kazanlarında kullanılan yakıtın % 65'i distilasyon prosesinde, % 2'si sıcak sıkma işleminde, % 25'i kazan kayıplarına ve kalan % 7'si ise diğer kayıplara gitmektedir.

Elektrik enerjisinin % 49'u prosesteki mekanik güç ihtiyacına, % 46'sı soğutma sistemine ve % 5 'te aydınlatmaya harcanmıştır.

Kurutucularda uygun işleme ve ısı geri kazanımı ile % 3 oranında, taşıma sisteminde taşımanın yükü yakıttan elektriğe dönüştürülerek ve iyi bakım programları ile % 33 oranında, ortam ısıtmasında kullanılan enerji izolasyonun iyi yapılması ve uygun ısı geri kazanımı yöntemi ile % 10 oranındaki enerjii geri kazanabiliriz.

Benzer şekilde kazanlardaki kayıpları ekonomizer kullanımı ve blöflerin azaltılması ile % 18 oranında, distilasyon işlemlerinde ısı geri kazanımı ve termo kompresör kullanımı ile % 17 oranında, sistemdeki diğer kayıplar buhar kapalı kullanımı ve izolasyon ile % 30 oranında, sıcak su temini ve sıcak sıkma işlemlerinde % 5 oranında ısı geri kazanabiliriz.

Mekanik güç temini için kullanılan elektriğin uygun motor seçimi ile, aydınlatmada floresan kullanılması ve gereksiz yerlerde ışıkların söndürülmesi ile % 19, soğutma sisteminde soğutma yükünün geri kazanımı ve optimum şartlarda çalıştırılması ile % 14'lük ısıyı geri kazanabiliriz.

1972 yılında ABD'de  $0.882 \times 10^{12}$  kcal'lik enerji  $825.13 \times 10^6$  litrelik şarap üretiminde kullanılmıştır. Yani 1 litre şarap için yaklaşık 759 kcal enerji gerekmektedir.(Casper,1977)

Sistemde teknolojik olarak enerji geri kazanım oranı % 19'dur. Ancak ekonomik olarak yatırımların pahalı oluşu bu rakamı % 15 oranına düşürmektedir.

Bu da 1 litre şarap üretmek için 645 kcal enerji gerektirecektir.

### 3.4.4 DİSTİLE EDİLMİŞ İÇKİ SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.4'te tipik bir distilasyon tesisinin enerji akış şemasında görüldüğü gibi enerji pişirici, kurutucu, şişe yıkama makinalarında tüketilmektedir.

Tüketilen yakıtın % 8'i direkt kullanımda, % 78'i buhar kazanlarında ve kalan % 14'lük enerji de elektrik enerjisi olarak tüketilmektedir.

Direkt kullanılan enerjinin % 96'si ortam ısıtmasında, % 4'ü yeni fiçların doldurulmasında tüketilmektedir.

Kazanlarda üretilen buharın % 51'i proses buharı olarak kullanılmakta, % 11'i ortam ısıtmasında, % 26'sı kazan kayıplarında ve kalan % 12'si ise diğer kayıplara harcanmaktadır.

Elektrik enerjisinin % 81'i makinaların tahrikinde ve %19'u da aydınlatmada kullanılır.

Ortam ısıtmasında izolasyon yapılarak % 4, fiçların doldurulmasında % 1'lik geri kazanım mümkündür. Kazan kayıpları % 26'dan % 21'e indirilebilir. Diğer kayıplar buhar kapanlarının kullanılması, buhar kaçaklarının önlenmesi, yalıtım ve bakım ile % 28 oranında azaltılabilir. Proseste kullanılan buhar, buhar yeniden sıkıştırılarak, sürekli pişiriciler kullanılarak, yalıtılarak % 11'lik geri kazanım söz konusudur.

Elektrik enerjisi kullanımında güç faktörü, motor boyutunun uygun seçilmesi ile % 2 oranında, aydınlatmada da % 11 oranında geri kazanım olacaktır.

Bu sektör  $696.44 \times 10^6$  litre içki üretmek için  $5.4 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketmektedir. 1 litre içki için  $15.4 \times 10^{12}$  kcal enerji için yaklaşık 7744 kcal enerji gerekmektedir. (Casper, 1977)

Sistem bütün olarak düşünüldüğünde teknolojik geri kazanım % 24 olarak hesaplanmıştır. Ancak ekonomik engelleri bertaraf edersek geri kazanım oranı % 11'lere gelecektir.

Demek ki 1 litre içki üretmek için 6892 kcal enerjiye gerek duyulacaktır.

### 3.5 DONDURULMUŞ GIDA ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ ANALİZİ

#### 3.5.1 DONDURULMUŞ MEYVA VE SEBZE ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.5'te enerji akış şeması verilen tesiste enerji girdisinin % 80'i yakıt ve % 20'si de elektrik enerjisi olarak tüketilmektedir. Yakıtın % 74'ü buhar kazanlarında ve % 6'sı da direkt kullanılmaktadır.

Direkt kullanılan enerjinin tamamı ürünlerin alınması ve forkliftler ile diğer taşıma sistemlerinde tüketilmektedir.

Kazanlarda üretilen buharın % 3'ü ürün alma, hazırlama, depolama ve çeşitli işlemlerde tüketilmiş olup, % 97'si de proseste kullanılmıştır.

Elektrik enerjisi bu endüstrinin tüm proseslerinde kullanılmaktadır. Tüketilen elektrik enerjisinin % 9'u alım, % 11'i hazırlama işlemlerinde, % 37'si proseste, % 35'i ambarlarda, % 3'ü değişik kısımlarda ve % 5'i de atık olarak kullanılmıştır.

Direkt kullanımda geliştirilmiş işletim ile ekonomik ve teknolojik olarak toplam % 1'lik enerji geri kazanılabilir. Ayrıca iyi ayarlanmış, bakımı yapılmış tesis pratik nakliye tedbirleri ile % 10 oranında enerji geri kazanılacaktır.

Kazanlarda % 6 oranındaki geri kazanımı ortam ısısının azaltılması, kazan yanma veriminin artırılması, gereksiz blöflerden kaçınılması, ısı transferinin artırılması, buhar kapalarının bakımı, buhar kaçaklarının azaltılması ile mümkündür. Ayrıca bunlara ek olarak kazanlarda ısı değiştiricisi kullanılması, ağartma prosesinin buhardan sıcak suya çevirerek, sıcak suyu sebze soyucudan ön ısıtıcıya göndererek ısı geri kazanımına yardımcı olacaktır.

Soğutma sisteminin optimum seçimi ve çalıştırılması ile uygun yükte elektrik motorlarının seçimi % 4 oranında elektrik enerjisini geri kazandıracaktır.

Dondurulmuş sebze ve meyva endüstrisi 1972 yılında ABD'de  $6.5 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketmiştir. 1 kg dondurulmuş sebze ve meyva üretmek için 1834 kcal enerji kullanmıştır. (Casper, 1977)

Sistemin bütününde ekonomik ve teknik olarak % 11 oranında enerji geri kazanımı olacağı hesaplanmıştır. Bu ise 1 kg mamul için 1633 kcal'lik enerji harcanacağı anlamına gelir.

### 3.5.2 DONDURMA VE DONDURULMUŞ TATLI İMALİNDE ENERJİ

Bölüm 2.5'te enerji akış şeması verilmiş bulunan tesiste yakıtın % 1'i direkt kullanımda, % 56'sı buhar kazanlarında ve % 43'ü de elektrik enerjisi olarak tüketilmiştir.

Direkt kullanılan enerjinin % 30'u süt karton doldurucularında, % 6'ı zırvatka kurutulmasında ve % 10'u da ortam ısıtmasında tüketilmiştir.

Buhar kazanları % 70 verimle çalışmaktadır. Üretilen buharın % 22'si temizleme amaçlı sıcak su üretiminde, % 14'ü YSKS pasterizasyon ve klasik pasterizasyon kazanlarında, % 14'ü ortam ısıtmasında ve kalan % 20'lik enerji de diğer kayıplara harcanmaktadır.

Elektrik enerjisinin % 54'ü soğutma tesislerinde, % 18'i proses ekipmanlarında tüketilmiştir. Kalan enerji ise hava kompresörlerinde, havalandırma ve aydınlatmada kullanılmıştır.

Direkt kullanıcılarda özellikle sprey kurutucularda % 8 oranında enerji geri kazanılabilir.

Kazan kayıpları ile diğer kayıplarda oluşan % 50'lik enerjinin ekonomizer kullanarak, blöflerin kontrolü ve uygun bakım ve işletim ile % 23 oranında geri kazanım söz konusudur. Ayrıca soğutma yükünün azaltılması, klasik pasterizasyonun elimine edilmesi ile % 12 oranında, ortam ısıtmasında sıcaklığın azaltılarak gerekli kısımların ısıtılması ile % 10, ve gereksiz sıcak su kullanımının önlenmesi ile % 19 oranında enerji geri kazanılabilmektedir.

Daha önce bahsedilen tekniklerle % 10 oranında enerji kazanım olacaktır. Bu endüstri 1972 yılında ABD'de  $1.75 \times 10^9$  kg dondurma ve dondurulmuş tatlı üretmek için  $1.5 \times 10^{12}$  kcal'lik enerji tüketilmiştir. Bu da 1 kg ürün için 884 kcal enerji harcanmıştır. (Casper, 1977)

Sistemin toplam net enerji geri kazanımı % 17'dir. Yani 1 kg ürün için 734 kcal enerji gerekecektir.

### 3.5.3 BUZ ÜRETİMİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.5'te enerji akış şeması verilen tesislerde enerji girdisinin çoğu dondurma ve soğuk depolamada kullanılmaktadır.

Yakıtın % 20'si direkt kullanımda, % 80'ide elektrik enerjisi olarak tüketilmektedir.

Direkt kullanılan enerji ortam ısıtması ( % 70) ile sıcak su üretiminde (% 30) kullanılır. Böyle tesislerde buhar kazanı kullanılmaz.

Tüketilen elektrik enerjisinin % 70'i dondurma proseslerinde, % 25'i soğuk depolamada ve % 5 'ide aydınlatma sisteminde olmaktadır.

Ortam ısıtmasında kullanılan enerji kompresör ısı değiştiricisi ile teknik olarak % 20 geri kazanım söz konusudur. Benzer şekilde sıcak su ile atılan enerjinin % 33'ü geri kazanılabilir. Soğutma işlemlerinde kullanılan enerjinin % 18'i atık sulu soğuk kondenser serpantininin kullanılması ile geri kazanılabilir.

Bu endüstride 1972 yılında ABD'de  $4.93 \times 10^9$  kg buz üretmek için 164 kcal enerji tüketilmiştir.(Casper,1977)

Sistemin toplam net enerji kazanım oranı % 15 olarak hesaplandığına göre 1 kg buz üretmek için gereken enerji miktarı 140 kcal olacaktır.

### 3.6 KONSERVELENMİŞ MEYVA VE SEBZE ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bu endüstride enerji girdisinin % 90'ı yakıt ve % 10'unu elektrik enerjisi oluşturur. Giren yakıtın % 8'i direkt kullanımda, % 82'si buhar kazanlarında tüketilmektedir.

Direkt kullanılan enerji mamulün alınıp forklifle depolanması ile diğer nakil araçlarında olmaktadır.

Kazanlarda kullanılan enerjinin sadece % 4'ü alım ve depolama operasyonlarında kullanılmakta olup, % 96'sı ağartma, şurup yapımı ve şuruplama, sterilizasyon, doldurma, emme tertibatı, ısıl işlem ve kapama proseslerinde kullanılan buharı üretmek için kullanılır.

Elektrik enerjisi dağılımı ise şöyledir. % 23'ü alım, % 19'u mamul hazırlama, % 23'ü proseste, % 19'u depolama, % 6'sı değişik kısımlarda ve % 10'uda atık enerji olarak harcanmaktadır.

Direkt kullanılan enerji, bakımın iyileştirilmesi ve nakil hatlarının azaltılması ile % 10 oranında geri kazanılacaktır.

Kazanlarda kullanılan enerjinin % 11'i kazan işletiminin iyileştirilmesi ve ek yatırımla geri kazanılabilir. Bunun yanında ısıl işlem kazanlarının hidrostatik veya sürekli pişiricilere dönüştürülmesi ile % 3 oranında, ağartma proseslerinde buhar yerine sıcak su kullanarak % 4, sebzelerin pişirilmesi işleminin 115 °C yerine 121 °C 'de kısa sürede tutularak % 2 ve son olarakta ısıl işlem soğutma suyunu geri kazanarak % 2 enerji tasarruf edebiliriz. Bu şekilde tüm kazan sisteminde % 9 enerji geri kazanabiliriz.

1972 yılında ABD'de  $10.5 \times 10^9$  kg konserve üretmek için  $13.25 \times 10^{12}$  kcal enerji harcanmıştır.(Casper,1977) 1 kg konserve üretmek için 1278 kcal enerji tüketilmiştir.

Sistemin toplam enerji geri kazanımı % 11 olup, 1 kg konserve için 1137.5 kcal enerji gerekecektir.

### 3.7 TAHIL VE UNLU GIDALARIN İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ

#### 3.7.1 MISIRDAN NIŞASTA, YAĞ, DEKSTROZ, ŞURUP ÜRETİMİ SIRASINDA ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.7'de bahsedilen endüstride enerji girdisinin % 15'i yakıt olarak direkt kullanımda özellikle kurutucularda, % 80'i buhar kazanlarında proste kullanılacak buharın üretiminde ve % 5'i de elektrik enerjisi olarak makinaların tahrikinde ve aydınlatmada tüketilir.

Direkt kullanılan enerjinin % 95'i kurutucularda ve % 5'i de karbon rejenerasyonunda kullanılmıştır.

Buhar kazanlarında enerjinin % 21'i kayıplarla birlikte yok olmaktadır. % 26'lık enerji evaporatörlerde, % 39'u proses buharı üretiminde ve % 15'i de tesiste kullanılmıştır.

Elektrik enerjisinin % 95'i makinaların tahrikinde ve kalan kısım ise aydınlatmada tüketilmiştir.

Direkt kullanılan enerji özellikle yem kurutucusunda, eksoz gazlarının tekrar kullanımı ile teknik olarak % 10 geri kazanım mümkündür. Ancak ekonomik yatırımlar gözönünde bulundurulursa bu oran % 4'e düşmektedir. Benzer şekilde nişasta kurutucuları ile karbon rejenerasyonunda teknik ve ekonomik olarak % 2 enerji geri kazanılabilir.

Kazan kayıplarının ekonomizer ile geri kazanımından % 16, buharlaştırıcılara eklenecek ekipmanlar ile % 8 ve proses buharının iyi izolasyonu ve bakımı ile % 10 oranında geri kazanım mümkündür.

1972 yılında ABD'de  $16 \times 10^{12}$  kcal'lik enerji tüketmiş olan bu endüstri 1 litre için 1700 kcal enerji kullanmıştır. (Casper,1977)

Böyle bir sistemin toplam net enerji geri kazanımı % 7'dir.

#### 3.7.2 EKMEK, KEK VE BENZERİ GIDALARIN İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.7'de bahsedildiği gibi enerji tüketiminin çoğu fırınlarda, kızartıcılarda, soğutma ve havalandırma tesislerinde, vantilatörler ile sıcak su hazırlama proseslerinde olmaktadır.

Enerji girdisinin % 45'i proste direkt kullanılmaktadır. Kazanlarda buhar üretimi için % 38 ve kalan % 17'lik enerji elektrik enerjisi olarak kullanılmaktadır.

Direkt kullanılan enerjinin % 75'i fırınlarda, % 5'i kızartıcılarda tüketilir. Kalan enerjinin yarısı ortam ısıtmasında ve diğer yarısı da sıcak su üretiminde kullanılır.



Buhar kazanlarında % 35 oranında kayıplar vardır. Üretilen buharın % 20'si ortam ısıtmasında, % 15'i fermantasyon işleminde, % 17'si sıcak su temini ve kalan enerjinin % 8'i fırınlarda geri kalanı da çeşitli yerlerde harcanır.

Elektrik kullanımının % 30'u aydınlatmada, % 16'sı karıştırma hazırlama işlemlerinde, % 13'ü paketleme ve dağıtımda, % 13'ü soğutma ve havalandırmada % 18'i fırın ve vantilyasyonda, % 8'i basınçlı hava üretiminde tüketilir.

Fırınlarda % 14 oranında enerji, fırının gereksiz çalıştırılmasının önüne geçilmesiyle, % 7 oranında enerji fırın eksoz gazlarından kazanmak mümkündür. Geri kazanılan enerjiyi kazan suyunun ön ısıtılmasında ya da sıcak su ısıtılmasında kullanmak mümkündür.

Kazan kayıpları yanmanın iyileştirilmesi, eksoz gazlarının ısılarının alınması ve blöflerin iyi ayarlanması ile % 15 oranında geri kazanım mümkündür.

1972 yılında ABD'de toplam  $13.65 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketmiş olan endüstride 1 kg ürün için 1389 kcal harcanmıştır.(Casper,1977) Bunun 834 kcal'si fırınlarda, kalan 555 kcal'side ulaşımda tüketilmiştir. Sistemin toplam net enerji geri kazanımı % 19'dur.

### 3.7.3 KRAKER VE KURABIYE İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.7'de bahsedilen tesislerde enerjinin çoğu fırınlarda, soğutma sisteminde, ortam ısıtması ile sıcak su ısıtılmasında tüketilmektedir.

Enerji girdisinin % 75'i proseste direkt kullanılmaktadır. % 10 yakıt girdisi kazanlarda ortam ısıtması ve sıcak su ısıtılmasında tüketilir. Kalan % 15'lik enerji de elektrik enerjisi olarak tüketilir.

Direkt kullanılan enerjinin % 80'i fırınlarda, % 17'si ortam ısıtmasında ve kalanı da depolamada kullanılır.

Buhar kazanlarında kullanılan enerjinin tamamı sıcak su ve ortam ısıtması için tüketilir.

Elektrik kullanımının % 35'i aydınlatmada, % 30'u soğutma tesislerinde, % 10'u basınçlı hava üretmek için kompresörlerde, % 13'ü karıştırma, depolama işlemlerinde, kalan enerji de şeker kaplama, paketlemede tüketilir.

Fırınlarda ek yatırımlar ve eksoz havasının azaltılması ile teknik olarak % 19 enerji geri kazanmak mümkündür. Sistemin net enerji geri kazanımı % 19'dur.

1972 yılında ABD'de toplam  $3.35 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketmiş olan endüstride 1 kg ürün için 1778 kcal harcanmıştır.(Casper,1977) Ancak bisküvi sektöründe bu rakam 1945 kcal'dir.

Enerji geri kazanımı sonucunda 1 kg ürün için tüketilecek enerji 1440 kcal'ye düşecektir.

### 3.8 ŞEKERLEME VE ÇİKOLATA SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ

#### 3.8.1 ŞEKER SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.8'de bahsedilen ham şeker üreten tesislerde enerji tüketimi yoğun olarak öğütme, şerbet ısıtma, buharlaştırma ve kristalleştirme prosesinde olmaktadır.

Böyle bir sistemde enerji girdisinin % 98'ini yakıt, buhar kazanlarında buhar üretmek için, % 2'sini elektrik enerjisi oluşturur.

Sistemde direkt yakıt kullanımı söz konusu olmayıp, yakıtın % 60'ından azı buhar kazanlarında tüketilir. Görüldüğü gibi kazan gayet düşük verimle çalıştırılmaktadır. Kazanda üretilen buharın % 14'ü vakum kazanlarında, % 15'i buharlaştırıcıda ve % 13'ü de çeşitli yerlerde tüketilir. Buna ek olarak % 10'luk buhar tesiste elektrik üretmek için kullanılmıştır.

Şeker posasının kalori değeri yüksek olduğu için kazanlarda yakıt olarak kullanılabilir.

Kazan kayıpları işletim ve bakımın iyileştirilmesi ve yeterli yalıtım ile % 30'a indirilebilir. Vakum kazanları ile evaporatörlerde termo kompresör ve kazan karıştırıcısının eklenmesi ile ekonomik olarak sırasıyla % 5 ve % 25 enerji geri kazanılabilir.

Elektrik kullanımında motorların uygun seçilmesi, güç faktörünün kontrolü ve aydınlatmanın fluoresana dönüştürülmesi ile ekonomik olarak % 15 oranında enerji kazanımı olur.

Bu endüstri 1972 yılında ABD'de  $3.6 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketmiştir. Yani 1 kg şeker üretmek için 175 kcal enerji tüketmiştir.(Casper,1977) Böyle bir sistemin toplam net enerji geri kazanımı teknik ve ekonomik olarak % 20 hesaplanmıştır. Bu da 1 kg şekeri üretmek için 140 kcal'lik enerjinin yeterli olacağı anlamına gelir.

### 3.8.2 ŞEKER KAMIŞI RAFİNERİSİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.8'de enerji akış şeması görülen tesiste enerjinin % 99'u yakıt olarak ve % 1'i de elektrik enerjisi olarak tüketilir.

Yakıtın % 2'si karbonlama fırınlarında direkt olarak, % 97'si kazanlarda tüketilir. Tesisin kazan verimi % 73 olup, üretilen buharın % 69'u vakum kazanları, evaporatör ve diğer yerlerde kullanılır. Ayrıca sistemde üretilen buharın % 4'ü elektrik üretmek için kullanılır.

Elektrik enerjisi prosesin her aşamasında motorların tahriki (%95) ile aydınlatmada (% 5) kullanılır.

Karbon fırınlarının iyi izole edilmesi ile teknik olarak % 10 enerji geri kazanılabilir. Ancak ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve geri dönme oranının uzun olması sebebiyle bu oran % 4'e düşmektedir.

Benzer şekilde kazan kayıpları ekonomizer kullanarak % 15 oranında, vakum kazanlarında kazanların modifikasyonu ile % 6, buharlaştırıcılarda yalıtım ve prosesin modifikasyonu ile % 16 oranında enerji geri kazanılabilir.

Bu endüstri 1972 yılında ABD'de  $9.05 \times 10^{12}$  kcal tüketmiş olup, 1 kg şeker üretimi için 1260 kcal enerji gerekmiştir.(Casper,1977) Sistem yukarıda bahsedilen geri kazanım oranları bütün olarak ele alındığında toplam net enerji kazanımı % 13 olur. Bu da 1 kg şeker üretmek için enerjinin 1096 kcal'ye inmesi demektir.

### 3.8.3 ŞEKER PANCARINDAN ŞEKER İMALİNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.8'de enerji akım şeması verilmiş bulunan endüstride enerji girdisinin % 99'u yakıttan, % 1'i de elektrik enerjisinden temin edilir. Yakıtın % 30'u direkt

kurutucularda ve fırınlarda tüketilir. Kalan % 70'i buhar kazanlarında buhar temini için harcanır.

Direkt kullanılan enerjinin % 87'si kurutucukarda, %13'ü de kireç fırınlarında tüketilir. Eleme olayının iyileştirilmesi ile yani şu an kullanılan dikey tek vidalı sıkma yerine yatay ikiz vidalı sıkma aparatının kullanılması ile ürünün nem oranı % 82'den % 76'ya düşürülmektedir. Bu da dolayısı ile daha az kurutma enerjisi gerektirecektir. Bu pratik olarak % 12 oranında enerjiyi geri kazandıracaktır. Kireç fırınlarının yalıtımı ile % 5'lik enerji geri kazanılır. Direkt kullanımda toplam net geri kazanım % 7 olur.

Kazanlarda % 24 olan buhar kayıplarının, ekonomizer kullanarak % 30'u geri kazanılabilir. Evaporatörlerde % 56'lık buhar kullanımı ısı geri kazanım sistemlerinin tesisi ve buhar kullanımının modifikasyonu ile % 28, % 10 oranında olan diğer kayıplar buhar kapanlarının tesisi ve bakımı ile % 50'si geri kazanılabilir. Bu tesis % 7'lik buharı elektrik üretmede kullanmaktadır.

1972 yılında bu endüstri ABD'de  $22.35 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketmiştir. Yani 1 kg şeker üretimi 882 kcal'lik enerji ile gerçekleşmiştir.(Casper,1977) Sistemin toplam net geri kazanımı % 21 olup 697 kcal'lik enerji 1 kg şeker üretmek için yeterli olacaktır.

#### 3.8.4 ŞEKERLEME VE ÇİKOLATA SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ

Bölüm 2.8'de proses akış şeması verilen tesisin enerji ihtiyacının % 81'i yakıt, kalanı da elektrik enerjisi ile karşılanmakta olup, yakıtın % 46'sı direkt kullanımda ve % 35'ide buhar kazanlarında kullanılır.

Direkt kullanılan enerjinin % 25'i ortam ısıtmasında, % 41'i kavurmada, % 26'sı pişirmede ve kalan kısım da kayıplara harcanmaktadır. Kavurma proseslerinde % 50'lik enerji, pişirmede % 10'luk enerji ve ortam ısıtmasında % 28'lik enerjinin ekonomik ve teknik olarak geri dönüşü mümkündür. Direkt kullanımda toplam net geri kazanım % 8'dir.

Benzer şekilde kazanların % 75 verimle çalışmaktadırlar. Kazan kayıplarının ekonomizer kullanarak ekonomik olarak % 30'u geri kazanılabilir. % 67'lik buhar pişirmede kullanılmaktadır. Bunun % 20'si geri kazanılabilir. Diğer kayıplar ise yalıtım ve buhar kapanlarının bakımının iyi yapılması ile % 10'u geri kazanılabilir.

Elektrik enerjisi makinaların tahriki (% 95) ile aydınlatmada (% 5 ) kullanılır. Geri kazanım imkanı % 4'tür.

Bu sistemin toplam net enerji geri kazanımı % 22'dir.

1972 yılında ABD'de  $4.6 \times 10^{12}$  kcal enerji tüketmiş olan endüstri, 1 kg şekerleme üretmek için 2055 kcal enerji harcamıştır.(Casper,1977)

#### 3.8.5 ÇİKLET ÜRETİM SEKTÖRÜNDE ENERJİ ANALİZİ

Bu tip tesislerde enerji fuel-oil ile sağlanır. Enerji girdisinin 2/3'ü fuel-oil, 1/3'ü elektrik enerjisidir.

Fuel-oil buhar kazanlarında sıcak su veya buhar üretmek için kullanılmaktadır. Dolayısı ile yakıtın % 25'i kazan kayıplarına, % 60'ı proseste buhar kullanımı için, %15'i de ortam ısıtmasında kullanılmaktadır.

Elektrik enerjisinin % 35'i mekanik güç temini, yani makinaların tahrikinde, % 15'i aydınlatmada ve % 50'si klima santralleri ile soğutma gruplarında tüketilmektedir.

Kazan kayıpları ısı geri kazanım tekniklerinin uygulanması ve uygun bakım/işletim ile ekonomik olarak % 17'si geri kazanılmaktadır. Proses buharını % 18'i geri kazanılabilmektedir. Benzer şekilde ortam ısıtmasında kullanılan enerjinin iyi bakım ve işletim ile % 15'i geri kazanılmaktadır.

Elektrik enerjisinin % 10'unu geri kazanmak mümkündür. Bunu uygun ısı geri kazanım elemanları ve iyileştirilmiş bakım ve işletim ile başarabiliriz. Yani uygun güçte elektrik motoru seçerek, aydınlatmada floresan kullanılması ve gereksiz kullanımdan kaçınılarak enerji tasarrufu yapmış oluruz.

1972 yılında ABD'de  $302.5 \times 10^9$  kcal enerji tüketmiş olan bu sektörde 1 kg sakız imal etmek için 1889 kcal enerji tüketmiştir.(Casper,1977)

Böyle bir tesisin toplam net enerji geri kazanım oranı % 12'dir. Yani 1 kg sakız imal etmek için 1662 kcal enerji kafi gelecektir.



### 3.9 TÜRKİYE İÇİN YILLIK GIDA ÜRETİM DEĞERLERİ ve GERİ KAZANILABİLECEK ENERJİ MİKTARLARI

#### 1. Süt ve Süt Mamulleri Sektöründe Enerji Geri Kazanımı

Türkiye’de 1989 yılında 7.9 Milyon ton süt üretilmiştir. Bu sütün %40’ı modern tesislerde işlenerek satılmış olmasına karşın, % 60’ı mevsimlik küçük mandıralar, küçük işletmeler ve sokak satıcıları ile satılmıştır.

Toplam süt üretiminin % 63’ü inek, %21’i koyun ve % 16’lık kısmında mandalar ve keçilerden elde edilmiştir. (Pala ve ark. 1991)

1987 yılı itibarı ile Türkiye’de 2483 süt tesisinin yıllık süt işleme kapasitesi 1 516 200 ton’dur.

Türkiye’de süt ve süt mamulleri sektöründe üretim çeşitleri şöyledir. Pastörize edilmiş içme süt, yoğurt, beyaz peynir, kaşer peyniri, cheddar peyniri, yöresel ve eritme peynirler, tereyağı, ayran, süt tozu, peynir suyu tozu ve bebek maması hammaddesidir.

1988 yılı üretimi	BinTon
İşlenmiş içme süt	124
Yoğurt	154
Beyaz peynir	480
Kaşer peyniri	140
Diğer peynirler	35
Tereyağı	30
Süt tozu	2

olarak gerçekleşmiştir.

Sıvı süt endüstrisi için Türkiye’de 159 000 ton süt işlenmektedir. Bu tip tesislerde uygun yöntem ve yatırımlarla % 15 oranında enerji geri kazanımı olacağından yılda  $10.7 \times 10^9$  kcal enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Zenginleştirilmiş ve kondanse süt sektörü için yılda 186 000 ton süt kullanılmaktadır. %10 enerji geri kazanımı olan bu sektörde yılda  $10.05 \times 10^9$  kcal enerji tasarrufu olacaktır.

Peynir üretim tesislerinde yılda 620 000 ton süt kullanılmaktadır. Bu sektörde %10 ısı geri kazanım imkanı vardır. Dolayısı ile yılda  $198.5 \times 10^9$  kcal enerji tasarruf edilecektir.

Süt sektörü için toplam enerji geri kazanımı yılda yaklaşık  $200 \times 10^9$  kcal olarak hesaplanmıştır.

#### 2. Et ve Et Mamulleri Sektöründe Enerji Geri Kazanımı

Türkiye’de et üretimi sektöründe 1988 yılı verilerine göre kurulu kapasite 1 Milyon tondur. Kesilen etlerin % 50’si kaçak ve kontrolsüz yapılmıştır. (Pala ve ark. 1991)

1990 yılında kırmızı et üretimi 1.210 Milyon ton olmuş ve bunun % 60’ı kontrolsüz ve temiz olmayan işletmelerde gerçekleşmiştir. Beyaz et üretimi 410 000 ton olarak gerçekleşmiş ve % 70’i ilkel yöntemlerle kesilmiştir.

1988 yılı mezbaha ürünleri değerleri aşağıdadır.

MAMUL	BinTon
Kırmızı et BB	132
Kırmızı et KB	275
Kümes hay.eti	76
Sakatat	42
Et mamulleri	3
Barsak	6
Rendering	21
Donyağı (iç yağ)	37
Ham deri BB	64
Ham deri KB	34

Su ürünleri üretimi 1988 yılında iç sulardan 48 500 Binton, denizlerden 627 504 Binton olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl balık ve kabuklu deniz ürünleri 9 000 ton, balık unu 23 000 ton ve balık yağı 15 000 ton olarak üretilmiştir.

Sadece E.B.K.'nin et kesim kombinalarında 1986 yılında 13 200 000 küçükbaş veya 1 824 000 büyük baş hayvan kesilerek 299 760 ton et elde edilmiştir. Aynı yıl E.B.K. 42 760 766 ton et, esnaf ve diğer tesislerde 49 600 400 ton et üretilmiştir.

Türkiye'de sadece mezbahalarda yılda 407 000 Binton et üretmek için (1988)  $51.28 \times 10^9$  kcal enerji geri kazanılacağı hesaplanmıştır. Benzer şekilde 3 000 ton et mamullerinden, sosis veya işlenmiş et üretimi esnasında  $369 \times 10^6$  kcal enerji geri kazanılabilecektir.

Kümes hayvanları kesimi 76 000 ton olarak gerçekleşmiş ve sadece kesim esnasında  $8.9 \times 10^9$  kcal enerji geri kazanılabilecektir.

Su ürünleri üretimi 9 000 ton olarak gerçekleşmiş ve yılda  $1.65 \times 10^9$  kcal enerji geri kazanılabilecektir.

E.B.K.'na ait Sincan / Ankara'da bulunan fabrikasında 24 000 baş/gün kapasiteli tavuk kombinası ile Manisa et kombinasında 6 000 baş/gün kapasiteli tesisleri vardır. Ayrıca Sincan'da bulunan 55 ton/gün kapasiteli parça et ve şarküteri üretim merkezi vardır. Sadece bu tesisten uygun yöntem ve ekipmanların kullanılması ile yapılan enerji geri kazanımında günde  $14.3 \times 10^3$  kcal enerji geri kazanılacaktır.

E.B.K.'nin Fatsa'daki tesislerinde 7 650 ton/yıl balık unu, 2 250 ton/yıl balık yağı üretim kapasitesi vardır. Aynı tesiste 66 milyon kutu balık konservesi (2 500 ton/yıl), 4250 ton/yıl dondurulmuş balık, 6 000 ton/yıl taze balık üretim kapasitesi vardır.

Trabzon'daki tesislerde ise 2 000 ton/yıl balık unu, 3 000 ton/yıl balık yağı üretim kapasitesi vardır.

Bu tip tesislerde 1 kg balık üretimi esnasında 183 kcal enerji geri kazanıldığı düşünülürse, sadece E.B.K.'nin balık kombinalarından büyük miktarda enerji geri kazanmamız mümkün olacaktır. (Sanayi Bakanlığı Şurası, 1987)

### 3. Yağ İmalinde Enerji Geri Kazanımı

1988 yılı itibarı ile Türkiye'de yağ sanayinde yılda 87 000 ton zeytin yağı, 174 000 ton prina, 17 000 ton prina yağı, 310 000 ton sıvı rafine yağlar, 455 000 ton margarin ve 952 000 ton yağlı tohum küspesi üretilmiştir. (Pala ve ark. 1991)

1990 yılı verilerine göre ihracata yönelik yağ üretimi 480 000 ton rafine ayçiçek yağı, 35 000 ton pamuk yağı olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl 500 000 ton margarin ile 110 000 ton zeytin yağı üretilmiştir.

1986 yılında 20 160 ton soya yağı üretilmiştir.(Sanayi Bakanlığı Şurası,1987) Bu soyanın işlenerek yağ haline gelmesi esnasında % 17'lik bir enerji geri kazanılabileceği bilindiğine göre Türkiye'de yılda  $1.5 \times 10^{11}$  kcal enerji tasarruf edilecektir.

Bitkisel yağ rafinerisinde uygun geri kazanım elemanlarının kullanılması ile % 16'lık enerji geri kazanılmaktadır. 1990 yılında 51 500 ton bitkisel yağ üretilmiştir. Yani yılda  $1.68 \times 10^{11}$  kcal enerji geri kazanılacaktır.

Aynı şekilde yameklik yağ üretimi 1990 yılında margarin, zeytin yağı olmak üzere 610 000 ton olarak gerçekleşmiştir. % 14 oranında enerjii geri kazanımı olan bu rafinerilerde  $1.15 \times 10^{11}$  kcal enerji tasarrufu söz konusudur.

#### 4. Alkollü ve Alkolsüz İçeceklerin İmalinde Enerji Geri Kazanımı

Meşrubat sanayi 1990 yılı verilerine göre turunçgil suyu konsantresi 4300 ton, diğer meyva suyu konsantresi 25 000 ton, meyva palı 8 000 ton, meyva suyu dolumu 53 000 ton olarak gerçekleşmiştir.

Modern alkolsüz içecek tesislerinde 1 litre meyva suyunda 38 kcal enerji geri kazanıldığına göre yılda  $2.02 \times 10^9$  kcal enerji geri kazanılacaktır.

Bira sektöründe Türkiye'de 1986 yılı verilerine göre 1 974 340 Hlitre bira, 23 304 ton malt üretilmiştir. Bu sektörde yıllık enerji geri kazanım değeri bira için  $7.1 \times 10^9$  kcal ve malt üretimi için  $838.9 \times 10^6$  kcal olacağı hesaplanmıştır.

Şarap imalinde 1986 yılında 46 738 802 litre olarak gerçekleşmiştir. Bu sektör için kazanılabilecek enerji miktarı yılda  $5.3 \times 10^9$  kcal olarak hesaplanmıştır.

Yüksek alkol içeren içecek üretimi 1986 yılında 58 161 000 litre olarak gerçekleşmiştir. Bu sektörden yılda geri kazanım  $4.95 \times 10^{11}$  kcal olarak hesaplanmıştır.

#### 5. Dondurulmuş Gıda Üretiminde Enerji Geri Kazanımı

Türkiye'de meyva ve sebze üretimi 1988 yılında 26.8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bunların 16 811 000 tonu turunçgiller ve diğer meyvalar, 3 330 000 tonu üzüm ve 10 196 000 tonu ise sebze olarak üretilmiştir.

Meyva ve sebze işleme sanayinde meyva ve sebze konservesi üretimi 62 000 ton, dondurulmuş sebze ve mayva üretimi 38 000 ton olarak gerçekleşmiştir.

1 kg dondurulmuş meyva ve sebze üretmek için 201 kcal enerji kazanıldığına göre yılda  $7.6 \times 10^9$  kcal enerji geri kazanılacaktır.

Türkiye'de yıllık buz üretimi, sadece E.B.K'nun kombinalarında 4000 ton buz üretim kapasitesi mevcuttur. 1 kg buz üretimi esnasında 24 kcal enerji geri kazanıldığına göre yılda 96 milyon kcal enerji tasarruf edilecektir.

#### 6. Konservelikte Enerji Geri Kazanımı

Türkiye'de 1988 yılı verilerine göre 62 000 ton meyva ve sebze konservesi üretilmiştir. Yıllık domates üretimi 4 milyon ton olan ülkemizde 250 000 ton salça üretilmiştir.

Uygun enerji geri kazanım tekniklerinin kullanılması ile 1 kg konserve üretimi esnasında 141 kcal enerji geri kazanılacaktır. Dolayısı ile toplam yıllık konserve üretimi 312 000 ton olan Türkiye'de yılda  $4.4 \times 10^{10}$  kcal enerji geri kazanılabilecektir.

### 7. Tahıl ve Unlu Gıdaların İmalinde Enerji Geri Kazanımı

1988 yılı verilerine göre Türkiye'de yılda 18.45 milyon ton buğday, 7.5 milyon ton arpa, 2 milyon ton mısır, 263 000 ton çeltik ve 831 000 ton diğer tahıllar üretilmiştir.

Örneğin mısırdan nişasta, yağ, dekstroz, şurup imali esnasında 1 kg mısırdan 120 kcal enerji geri kazanılmaktadır. Yıllık mısır üretiminin % 70'i işlendiği varsayılırsa yılda  $1.68 \times 10^{11}$  kcal enerji tasarrufu söz konusu olacaktır.

Türkiye'de her ne kadar valsli değirmen sayısı çok olsada hala bazı bölgelerde eski tip değirmenler kullanılmaktadır. Un fabrikaları genelde Konya, İstanbul, Ankara, İzmir illeri ile Trakya bölgesinde yoğunlaşmıştır. 1986 yılında yaklaşık 15 milyon ton un üretilmiştir.

Makarna ve irmik imali sektöründe kurulu kapasite 340 000 ton olup 1988 yılında 243 000 ton üretim yapılmıştır. Fabrikalar Gaziantep, İzmir, İstanbul, Ankara, Afyon, Bolu, Burdur, Çorum, Kayseri, Konya, Manisa ve Tekirdağ illerinde yoğunlaşmıştır.

Ekmek tüketimi kişi başına günde 400 gr. olduğu kabul edilmektedir. Üretimin % 60'ı hala kara fırınlarda olmaktadır.

1988 yılında 7.9 milyon ton ekmek üretilmiştir. Aynı yıl diğer unlu mamul üretimi 41.566 milyar TL olarak gerçekleşmiştir.

1988 yılında bisküvi üretimi 240 000 ton olmuştur. Kapasite kullanımı % 60 dolaylarında gerçekleşmiştir.

Ekmek, kek gibi üretim yapılan fırınlarda 1 kg üründen 264 kcal, bisküvi, kraker, kurabiye üretimi yapılan tesislerde 1 kg üründen 338 kcal enerji geri kazanılabilmektedir.

Dolayısı ile uygun enerji geri kazanım elemanlarının kullanılması bu sektörde çok büyük miktarlarda enerjiyi geri kazanacaktır.

### 8. Şeker ve Şekerleme Sektöründe Enerji Geri Kazanımı

1988 yılında Türkiye'de 1.3 milyon ton şeker, 515 000 ton melas, 32 000 ton glikoz üretilmiştir. Aynı yıl 95 000 ton şekerleme, 25 000 ton çikolata ve kakaolu mamuller ile 8 000 ton ciklet üretilmiştir.

Ham şeker üretirken 35 kcal/kg enerji, şeker kamışından şeker üretirken 164 kcal/kg, şeker pancarından şeker üretirken 185 kcal/kg enerji geri kazanılmaktadır.

Şekerleme ve çikolata sektöründe üretim esnasında 452 kcal/kg enerji geri kazanılmaktadır.

Sakız üretiminden 227 kcal/kg enerji geri kazanılmakta olup yıllık 8 milyon kcal enerjiye tekabül edecektir.

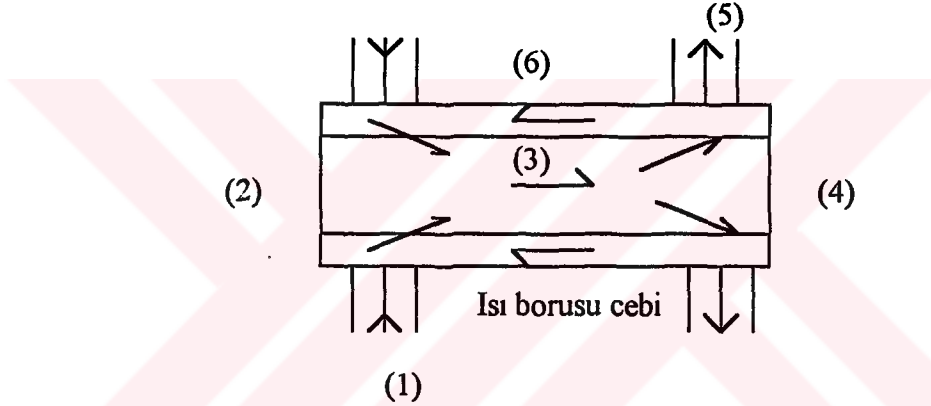
Görüldüğü gibi Türkiye'de yılda geri kazanılacak enerji gerçekten çok büyük miktarlarda gerçekleşecektir.



## 4. GIDA SEKTÖRÜNDE ENERJİ GERİ KAZANIMDA KULLANILAN ELEMANLAR

### 4.1 ISI BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ

Isı borulu ısı değıştircileri gaz-gaz ısı geri kazanımında kullanılmaktadır. Kanatlı ısı boruları hava soğutmalı ısı değıştircileri gibi monte edilir. Isı borusunun her iki ucu kapalı ve içinde sıvı dolaşmaktadır. Bu sıvı ısı transferi ortamı oluşturur. Eğer ısı, borunun bir tarafından alınırsa boru içindeki sıvı buharlaşacak ve borunun soğuk ucuna doğru hareket edecektir. Bu kısma gelen buhar soğuk çepere çarpmasıyla yoğunlaşacak ve yoğunlaşma ısısını boru çeperine verecektir. Çevrim bu şekilde devam edecektir. Gaz-gaz ısı değıştircileri, ısı borusunun evaporatör bölümü sıcak gazları taşıyan kanala, kondenserler ise ısının sıcak gazlardan soğuk giriş havasına verildiği yere monte edilmiştir. Isı değıştircisi içindeki akış max. verim için çapraz akımlı akış olmalıdır. Resim 4.1 'de ısı borusunun çalışma prensibi görülmektedir.



- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| 1 - Isı alma    | 4 - Yoğuşma            |
| 2 - Buharlaşma  | 5 - Isı verme          |
| 3 - Buhar akışı | 6 - Cepte dolaşan sıvı |

Resim 4.1 Isı Borusunun Çalışma Prensibi

Normalde ısı boruları yatay olarak tespit edilirler. İki kanal birbirilerine ısı borulu ısı değıştircisinin tespit edildiği yerlerde bitişik olarak monte edilmelidir.

Isı borusunun performansını arttırmak ya da sıcak kanaldan soğuk kanala olan ısı transferini ayarlamak için ısı borularının yatayla yaptığı açığı değıştirerek olabildiği gözlenmiştir.(Reay,1977)

Eğer bütün ünitenin açısı birkaç derece arttırılırsa ki bu durumda evaporatörün kondenserin üzerinde olması sağlanır. Böylece ısı transferi kademeli olarak sifira kadar azaltılabilir. Bunun yapılması ile çevre havası ya da eksoz havasının farklı sıcaklıklarda ki kontrolüne izin verilmesi amaçlanmıştır.Bu sistemde kullanılan soğutucu akışkan Freon ya da Asetondur.(40 °C) Sıcaklığın değışken olduğu yerlerde su kullanılır.

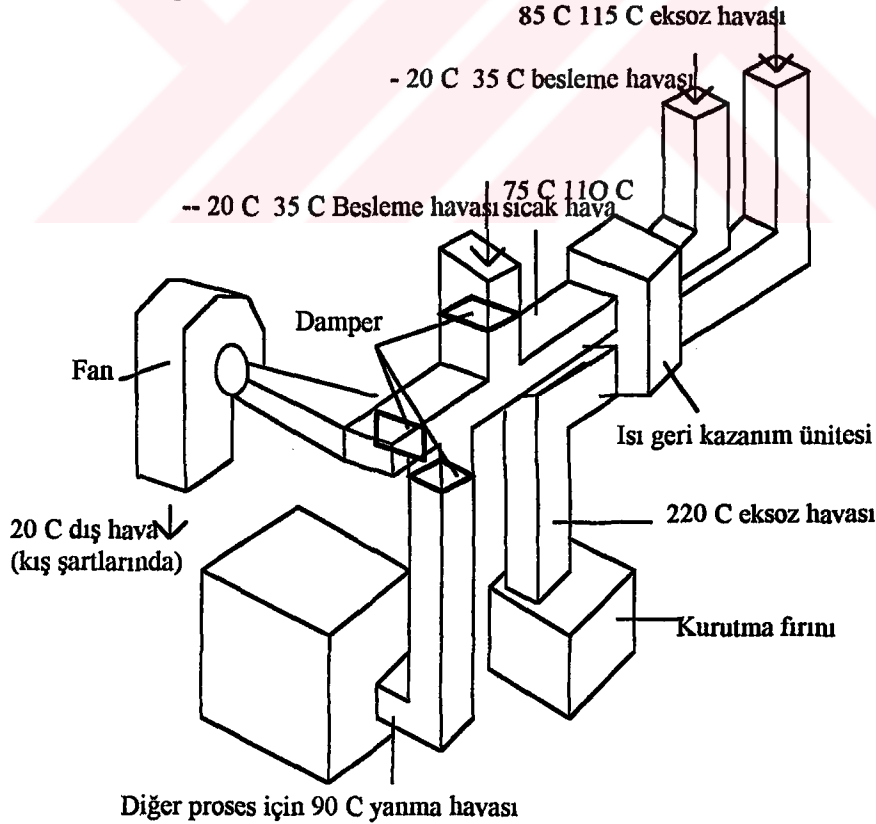
Çok sıcak fırın eksoz gazlarının veya direkt gaz yanmalı sıcak hava devrelerinin ısı geri kazanım sistemlerinde yüksek sıcaklığa dayanıklı organikler kullanılmaktadır.

Isı borularında kullanılan malzeme bakır ya da aliminyumdur. Asidik bir durum ya da yüksek sıcaklık söz konusu ise paslanmaz çelik kullanılmalıdır.

Isı borulu ısı değiştiricilerinde öngörülen hava hızı 2 ila 4 m/s'dir. Endüstride rastlanan çok geniş uygulamaları vardır. Bunlar hava kurutma rejeneratörlerinde, tahılların kurutulmasında, ağartma fırınlarında, sürekli proseslerdeki kurutma fırınları ile tünellerde, endüstriyel kurutma proseslerinin rejenerasyonunda, kirlilik kontrollerinde, soğutma sistemlerinin ısılarının geri kazanımında, solvent fırınlarının rejenerasyonunda, sprey kurutucularda, atık buhar kullanımında uygulanmaktadır. Buna ek olarak ısıtma ve havalandırma uygulamalarında, gıda depolanmasında, büyük mutfaklarda ve laboratuvarlarda da uygulanmaktadır.

Endüstriyel uygulamalarda büyük sıcaklık farkı olan yerlerde, geri ödeme süresi 1 yıldan 3 yıla kadar değişmektedir. Hava şartlandırma ve ortam ısıtması gibi uygulamalarda geri ödeme süresi biraz daha artmaktadır. Yaklaşık 5 yıldır.

Resim 4.2'de bir kurutma fırınındaki uygulama görülmektedir. Bir fuel-oil ateşlemeli kurutma fırının eksoz gazlarının sıcaklığı 200 °C'dir. Gaz debisi 64 m<sup>3</sup>gaz/dakikadır. Sisteme ısı girişi 500 kW olup kışın eklenecek havanın 20 °C'ye ısıtılması istenmekte, yazın da ısı prosesi için havanın 95 °C'ye ısıtılması istenmektedir. Fırın günde 21 saat çalıştırılmakta ve müsaade edilen max. basınç düşüşü 2.2 mm Hg'dır.



Resim 4.2 Isı Borulu Kurutma Fırınında Isı Geri Kazanım Uygulaması

Bu sistem için düşünülen ısı borulu ısı değiştiricisinin yüzey alanı  $1.0 \times 1.3 \text{ m}^2$  olup, 4 boru sırası vardır. Boru çapları 19 mm ve kanat yüksekliği 95 mm'dir. Bütün borular nikel kaplanmış bakır borular olup, sistemde kullanılan akışkan metanol ve sudur.

Böyle bir sistemin toplam maliyeti 10 000 \$ olup, yıllık yakıt geri kazanımı 8 000 \$'dır. Yani verimli geri kazanım yüzdesi % 56'dır.(Reay,1977)

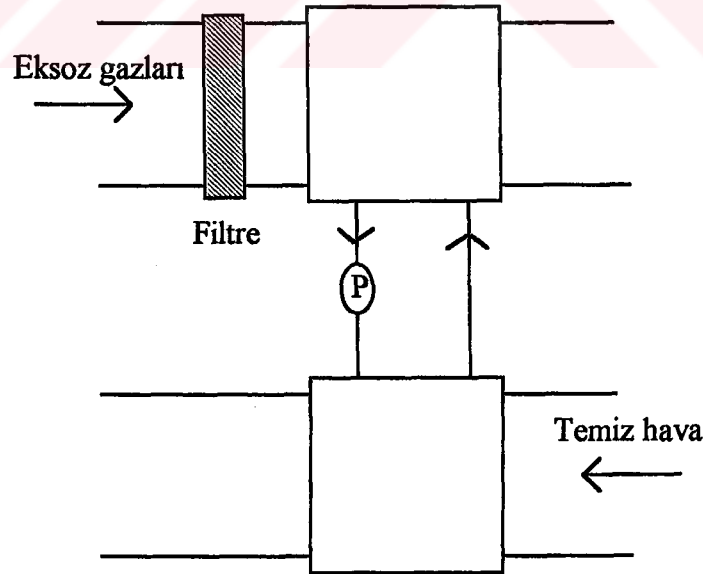
#### 4.2 YARDIMCI SIVI AKIŞKANLI ENDİREKT ISI DEğİŞTİRİCİLERİ

Bu tip ısı değiştiricileri iki tane ısı değiştiricisi ünitesinin birbirilerine sıvı ısı transfer ortamı içeren bir sirkülasyon sistemi ile birleştirilmesinden oluşmuştur.

Resim 4.3'te pratik bir uygulama şeması verilmiştir. Operasyon sıcaklığına göre seçilen sirkülasyon akışkanı, sıcak gaz akışının olduğu ısı değiştiricisinde ısınır. Isınan bu akışkan bir pompa ile ısıtılacak tarafa pompalanır. Buradaki ısı değiştiricisinde akışkanın ısısı, giriş havasının ısıtılmasında kullanılır. Soğuyan akışkan tekrar diğer ısı değiştiricisine pompalanarak sistemin çevrimi bu şekilde devam eder.

Bu tip uygulamalar hava şartlandırılmasında kullanıldığı gibi, sıcaklığın çok istenmediği yerlerde de uygulanabilir. Kullanılan akışkan çifti genelde su ve glikol'dur. Bu sistemin üç önemli elemanı soğutma serpantini, ısıtma serpantini ve pompadır.

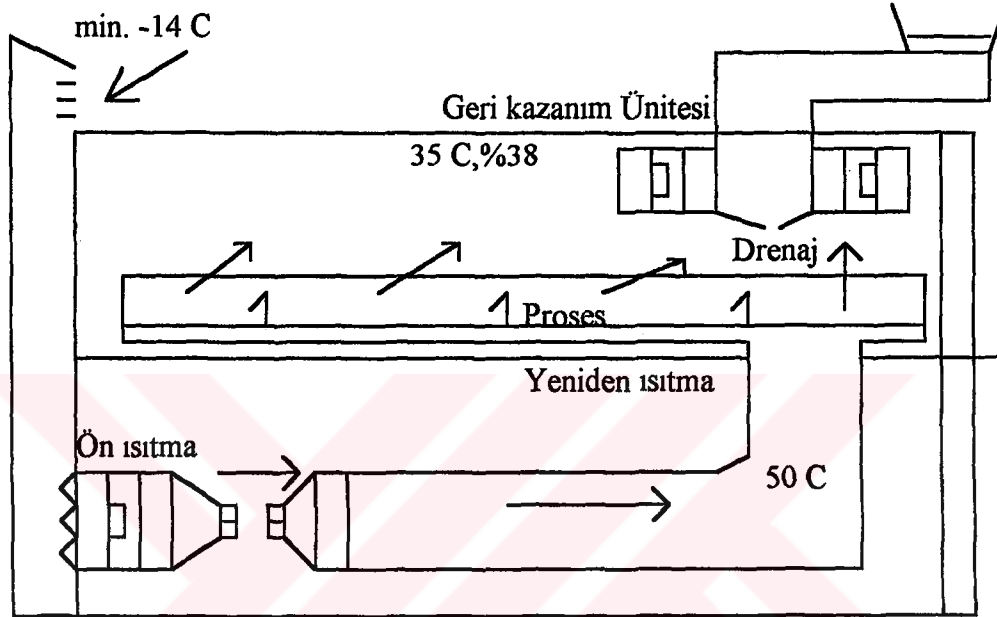
Isı borulu ısı değiştiricileri ile karşılaştırdığımızda, bu sistemin önemli avantajı eksoz ve giriş kanalları arasındaki uzaklığın önemli olmayışdır.



Resim 4.3 Yardımcı Sıvı Akışkanlı Endirekt Isı Değiştiricisi şeması

Resim 4.4 te görülen bir sosis fabrikasında proses sonucu dışarı atılan eksoz havasının ısısı geri kazanılmaktadır. Kazanılan ısı proseste kullanılacak temiz havanın ön ısıtılmasında kullanılmıştır. (Reay, 1977)

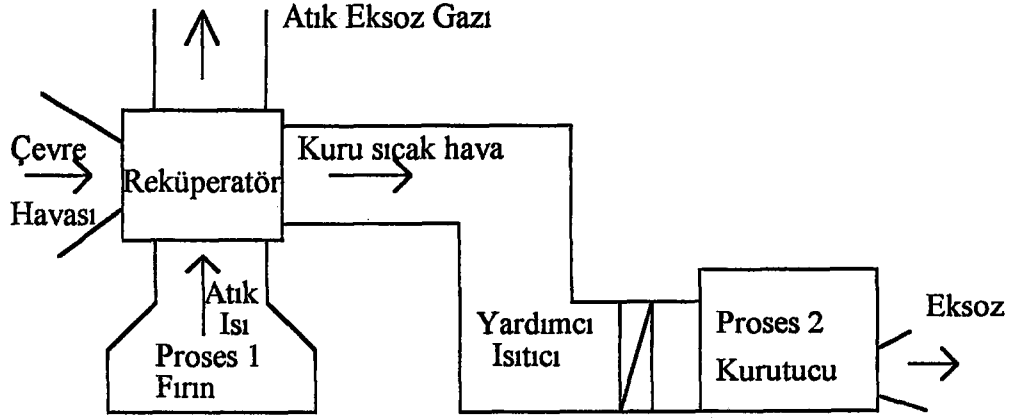
Sistemin ilk yatırım maliyeti 70 000 \$ ve geri ödeme süresi 1 yıldır.



Resim 4.4 Sosis Fabrikasında Yardımcı Sıvı Akışkanlı Endirekt Isı Değişiricisi ile Isı Geri Kazanım Uygulaması

### 4.3 GAZ ÇİFTLİ ENDİREKT ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ

Sıvı çiftli ısı geri kazanım sistemleri ısıyı bir yerden başka bir yere nakleden yagane tekniklerden birisidir. Resim 4.5'te görüldüğü gibi bir gaz-gaz reküperatörü bir fırının eksoz gazlarından aldığı ısıyı başka bir proseste kullanılacak olan havayı kurutmak için kullanmaktadır. Bu ikinci proseste başka bir reküperatör vasıtası ile giriş havası ısıtılmaktadır.

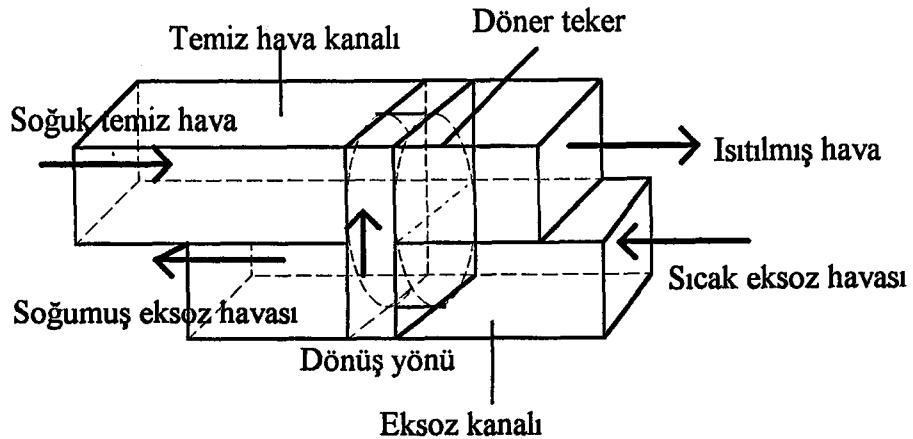


Resim 4.5 Gaz Çiftli Endirekt Isı Değiştiricisi

Besleme ve eksoz ısı değiştiricisinin maliyeti düşük olmasından dolayı bu tip sistemler tercih edilmektedir. Bu tip sistem giriş ve eksoz gaz kanallarının birbirinden fazla uzak olmadığı durumlarda kullanılabilir.

#### 4.4 DÖNER REJENERATÖRLER (DÖNER TEKERLER)

Büyük güç tesislerindeki yanma proseslerinde 50 yıldan beri başarı ile kullanılmaktadır. Resim 4.6'da görüldüğü gibi, iki kanal arasında yerleştirilmiş bir döner tekerden ibarettir. Bir kanal eksoz gazlarını, diğeri ise ısıtılacak havayı taşır.



Resim 4.6 Döner Rejeneratör Prensi Şeması

Gaz akışı çapraz akımlıdır. Döner teker, eksoz gazlarından aldığı ısıyı, diğer kanaldan geçen ısıtılacak havaya verir.

Higroskobik teker kullanımı ile, bir kanaldan diğerine taşınan ısı ile beraber nem de transfer edilmektedir. Bu tip sistemler büyük binaların şartlandırılmasında ve sıcak iklimlerde havanın önsoğutulması uygulamalarında kullanılmaktadır.

Döner tekerlerin en yaygın biçimi örgülü alüminyum ya da paslanmaz çelik telden imal edilen tiptir. Bunlar ucuz olup havanın daha geniş bir yüzeyden geçmesine imkan verdiği için verimi yüksektir.

Ama buna karşın basınç düşüşü yüksek ve kirlenme problemi diğer tiplere göre daha fazladır. Laminar akışlı tekerlerin geliştirilmesi ile (ki burada teker oluklu şekilde imal edilir) basınç düşüşü ve kirlilik problemi azaltılmıştır. Böylece tekerin temizlenmesi de kolaylaşmış olacaktır. Üçüncü tip olan higroskobik tekerler metal olmayan döner rejeneratörler olup ısı ve nemi beraber iletmektedirler. Maliyeti metalik döner rejeneratörlerden % 35 daha fazladır. Bunlar ısıtma ve havalandırma uygulamalarında da kullanılmaktadırlar. Daha sıcak uygulamalarda cam seramik yapılmış döner tekerler 900 °C'ye kadar, silikon nitritli döner tekerler de 1 000 °C'ye kadar dayanabilecek şekilde imal edilmektedirler. (Reay,1977 ) Döner tekerler Bölüm 4.1'de bahsedilen ısı borulu ısı değiştiricisi uygulamalarında kullanılabilir.

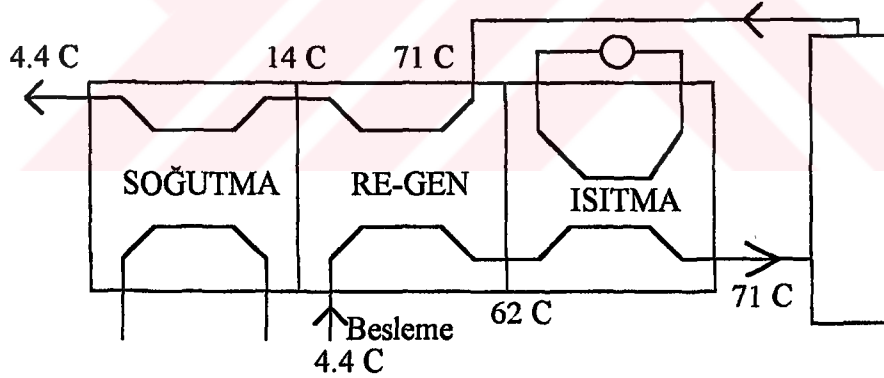
#### 4.5 PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİLERİ

Özellikle gıda sektöründe kullanım alanı çok fazladır. İki akışkan, ince metalik membran vasıtası ile birbirlerinden ayrılmıştır. Bu plakalar arası akışta türbülansı arttırmak, dolayısı ile ısı geçişini iyileştirmek için oluklu form verilerek imal edilmektedir. Bütün bir tesis birçok ince plakanın bir çerçevede birleştirilmesinden meydana gelmiştir.

Plakalı ısı değıştiricilerinin en büyük rakibi kabuk-boru ısı değıştiricileridir. Kabuk- boru ısı değıştiricileri iyi tesis edilmelerine rağmen boyutunun büyük olması ve akışkan dağıtımının zayıf olması gibi dezavantajları vardır. Aynı zamanda bu tip ısı değıştiricilerini temizlemek zordur. Bunun yanında basınç düşüşü oldukça yüksektir. Ancak bu tip ısı değıştiricileri, yüksek basınç ve zahmetli uygulamalar için ideal olmasına rağmen, plakalı ısı değıştiricileri iyi desteklenmiş çerçeve ile 20 bara kadar dayanabilmekte ve basınç düşüşü oldukça küçük değerdedir.

Plakaların sayısını değıştirmekle plakalı ısı değıştiricisinin kapasitesini ayarlayabiliriz. Aynı çerçevede birkaç yüz plakaya kadar monte edilmekte ve tek bir ünite ile 1 000 m<sup>3</sup>/h ve 300 °C de çalışmak mümkündür. En yaygın kullanılan malzeme paslanmaz çelik olup, özel uygulamalarda titanyum, aliminyum ve tantal metalleri de kullanılmaktadır.

Gıda sektöründe özellikle sütün pasterizasyonunda kullanılmaktadır. Resim 4.7'de bir pasterizasyon tesisindeki uygulamanın şematik resmi görülmektedir.



Resim 4.7 Plakalı Isı Değıştiricilerinin Pasterizasyon İşleminde Uygulanması

Süt şişelenmeden önce soğutulması gerekmektedir. Bu ısı, sütün pastörize edilmeden önce önısıtma işleminde kullanılabilir. Bu yolla ısı normalde soğutma suyu tarafından alındığından, plakalı ısı değıştiricisi kullanarak pasterizasyonda % 86 oranında ısıyı geri kazanabiliriz.

Plakalı ısı değıştiricilerinin kapasitesi 2 500 ile 6 000 kcal/m<sup>2</sup>h°C arasında olup, plaka yüzey alanı 1 m<sup>2</sup>'dir. Her iki uçtaki ısı kayıpları ihmal edilebilir ve herhangi bir yalıtıma ihtiyaç duyulmaz.(Reay,1977)

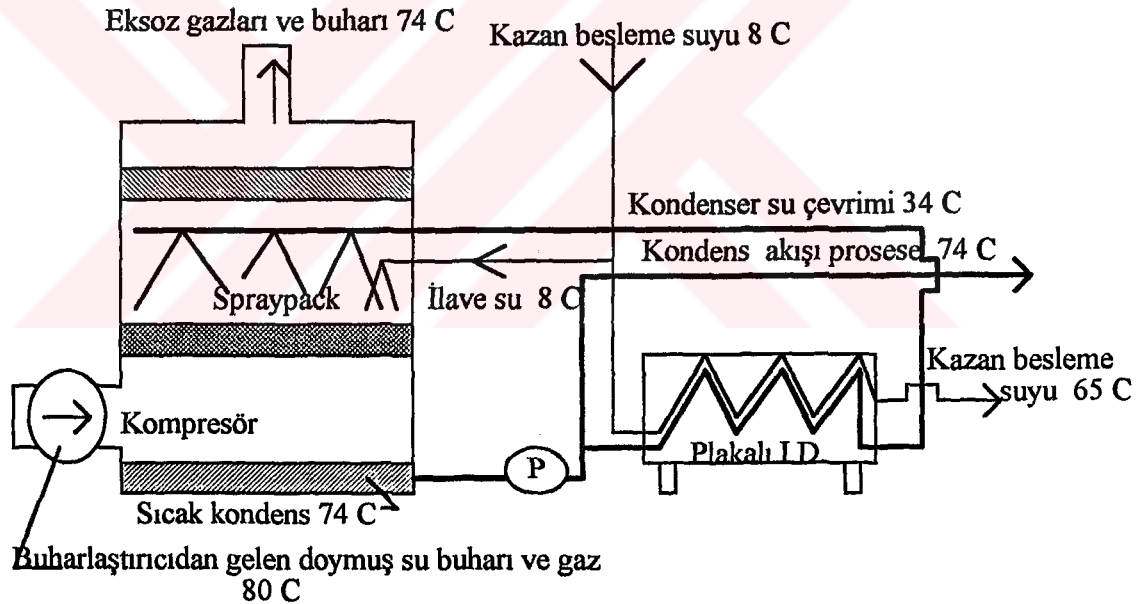
#### 4.5.1 PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNİN KAZAN BESLEME SUYU TEMİNİNDE KULLANILMASI

Plakalı ısı değıştircilerinin bir uygulama alanı da kazan besleme suyunun ısıtılmasında olmaktadır. Resim 4.8 'de atık ısıdan aldığı ısıyı, kazan besleme suyunun ön ısıtılmasında kullanan bir plakalı ısı değıştircisinin uygulama şeması verilmiştir.

Sistemin ısı kaynağı, iki zorlanmış sirkülasyon evaporatörünün eksoz gazlarıdır. Bu evaporatör bir kanal ile bir kondenseri besleyen üfleme ünitesine bağlanmıştır.

Sıcak kondens 74 °C olup, bir plakalı ısı değıştircisinden geçerek 8 °C 'deki besleme suyunu 65 °C 'ye ısıtır ve sonra bu ısı kaynağı 34 °C 'de kondensere geri döner.(APV Paraflovs,1983)

Sistemin toplam ısı transfer alanı 55 m<sup>2</sup> olup, tüm ünitenin boyutları 3x0.75x2 metredir. Mühendislik hesaplarına göre plakalı ısı değıştircisi günde 750 000 litre suyu temin edebilecek kapasitede olup, bu rakam kazan hacminin yarısıdır.



Resim 4.8 Kazan Besleme Suyu Isıtılmasında Plakalı Isı Değıştircilerinin Kullanımı

Sistemin maliyeti borular, üfleme ünitesi, spraypack ve kule ile beraber 9200 £ 'tur.(Reay,1977)



#### 4.6 EKONOMİZERLER

Ekonomizerler, genelde kazanlarda atık ısı geri kazanan sistemler olmasına rağmen diğer proseslerde de sıcak atık gazların ısılarını alarak sıcak su elde etmek ya da buhar üretmek için kullanılırlar.

Ancak yukarıda bahsedildiği gibi en önemli kullanım alanları kazanlarda olup, sıcak atık gazların ısılarını geri kazanıp, kazan besleme suyunun ısıtılmasında kullanılmaktadır.

Kazanlarda sıcak gazlardan kazan borularına olan ısı transferi oldukça az olup, sonuçta büyük sıcaklık farklılığı oluşmaktadır.(kazan cidarı ve borular arasında) Burada büyük miktarda atık gazın enerjisinden dolayı, bir ekonomizer tesis edilmesiyle atık enerjinin bir kısmı geri kazanılabilir. Bazen tek ekonomizerin yetmediği yerlerde yardımcı ekonomizer kullanılmaktadır.

Ekonomizerler normalde çelikten yapılmaktadır. Boru malzemesi olarak demir döküm kullanılmaktadır. Çoğu ekonomizer boruları kanatlı olup, çelik kanatlar borulara kaynakla tespit edilirler. Boruların dış çapı 50 mm olup, kanatla 1 m uzunluğundaki boruya 1 m<sup>2</sup> dış yüzey elde edilir. Bu da 10 kg/m demektir.

Ekonomizerler büyük güç istasyonlarında (100 000 boru içeren tesislerde) ve atık gazların ısılarının 900 °C olduğu yerlerde kullanılmaktadır.

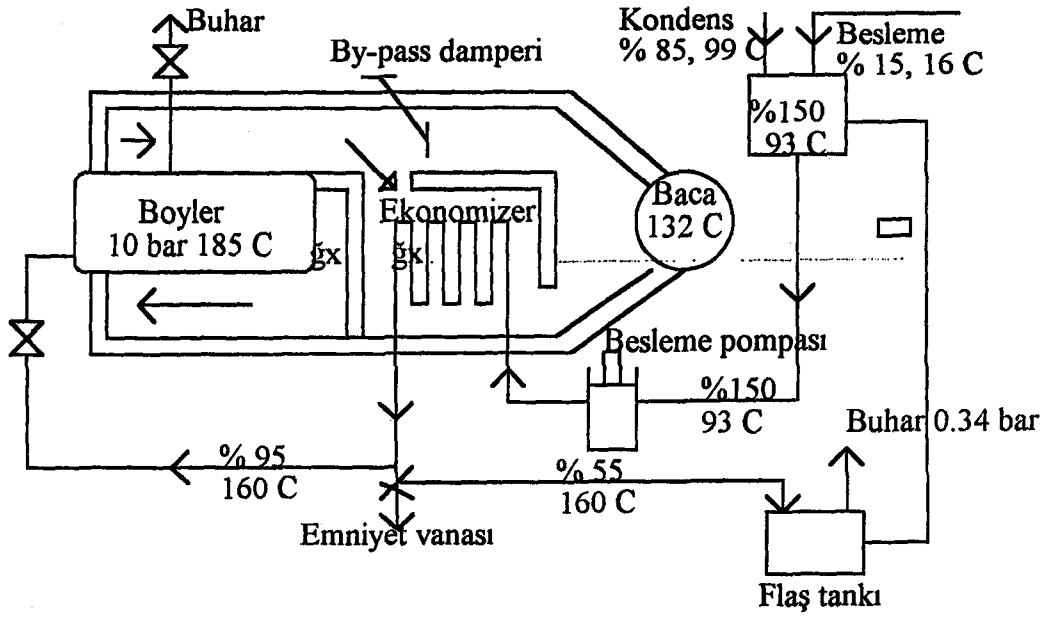
Yüksek sıcaklık boru tarafında ve düşük sıcaklık gaz tarafında olur. Bu ise bazı problemlere sebebiyet verir. Su çekici, ekonomizerin sıcak ucunda oluşmakta ve bu da buhar ceplerine sebep olur. Buna ek olarak atık gazlardan çok fazla ısı çekilirse, gaz tarafında yoğunlaşma olacak, dolayısı ile korozyona sebep olacaktır.

Kazan besleme suyu sıcaklığının 6 °C artırılması yakıt tüketimini % 1 azaltacaktır. Ancak su sıcaklığını 1 °C arttırmak, atık gaz sıcaklığını 2 °C düşürecektir.

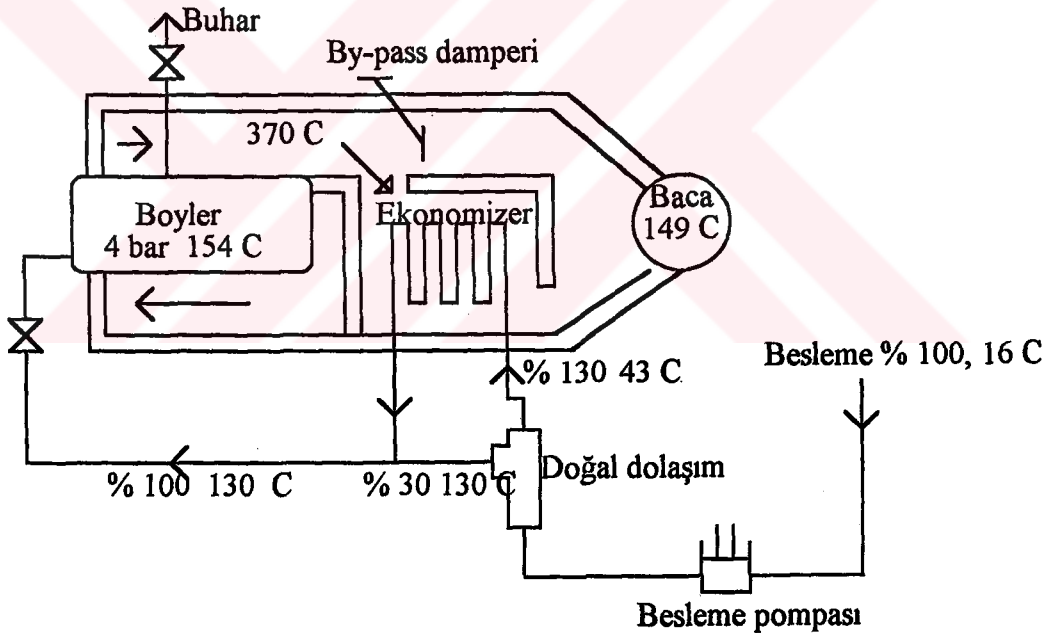
Resim 4.9 ve 4.10 'da bazı uygulamalar verilmiştir. Ekonomizer besleme suyunu çok yüksek bir sıcaklığa çıkarttığında besleme pompası tam kapasitede çalıştırılmalıdır. Ekonomizerdeki sıcak suyun bir kısmının 34 kN/m<sup>2</sup> basınç oranında ana proseste buharlaşmasına izin verilir. Bir emniyet valfi ekonomizer çıkışındaki buharlaşma tankına olan akışı kontrol eder. Burada yüksek sıcaklıktaki su hemen buharlaşarak düşük sıcaklığa düşer ve % 10 oranında buharlaşma olur. Yaklaşık buhar ihtiyacının % 5'i bu yolla sağlanır ve % 15 oranında ek kondens oluşumu da ek yarar sağlar.

Yoğuşmanın olduğu yerde yani ekonomizer borularında, ekonomizerden çıkan su, ilave suyun ekonmizere girmeden önce ön ısıtılmasında kullanılmaktadır.

Büyük güç üretim tesislerinde ekonmizerler 200 ile 300 °C gibi yüksek sıcaklıkta ve yüksek basınçlarda besleme suyunu ısıtmada kullanılırlar. Ancak küçük tesislerde besleme suyu sıcaklığının 40 °C olduğu durumlarda, bunların kullanımı ile hala büyük oranda ısı geri kazanımı söz konusudur.

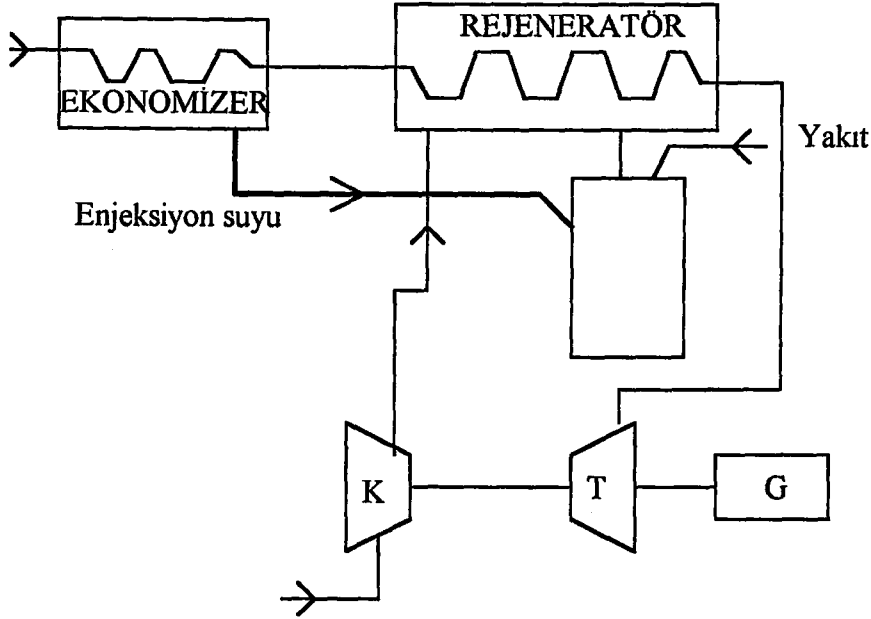


Resim 4.9 Max. Besleme Suyu Sıcaklığını Kontrol Eden Ekonomizer Uygulaması



Resim 4.10 Çalışma Sıcaklığının Artması İle Yoğuşmayı Önleyen Ekonomizer Uygulaması

Örneğin Resim 4.11 'deki şekilde kazan kızdırcısız  $690 \text{ kN/m}^2$  'de çalıştırılıyorsa ve besleme suyu sıcaklığı  $49 \text{ }^\circ\text{C}$  'de ise besleme suyu üzerindeki buharın toplam entalpisi  $2558 \text{ kJ/kg}$  'dır. Bir ekonomizerin tesis edilmesiyle besleme suyu sıcaklığı  $49 \text{ }^\circ\text{C}$  'den  $127 \text{ }^\circ\text{C}$  'ye ısıtılabilir ve buda  $424 \text{ kJ/kg}$  'lık ek ısı sağlayarak % 12.5 oranında yakıtı geri kazanacaktır. (Reay, 1977)



Resim 4.11 Gaz Türbinlerinde Püskürtme Suyunun Ön Isıtılmasında Ekonomizer Kullanan Sistem Şeması

#### 4.7 KAZANLARDA ISI GERİ KAZANIMI

##### 4.7.1 KAZAN HAVASINI ISITAN ÖN ISITICI KULLANIMI

Kazanlarda ekonomizer kullanımı ile besleme suyu sıcaklığını  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den  $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ve buharlı hava ısıtıcısı ile, yanma havasının dış şartlardan ( $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ )  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkartılabilmektedir.

Hava ısıtıcısı kullanımı, döner rejeneratörlerle karşılaştırıldığında ilk maliyet, geri kazanılacak ısı miktarı, basınç düşüşleri ve işletme maliyetleri açısından oldukça uygundur.

Örneğin gaz çıkış sıcaklığı  $155\text{ }^{\circ}\text{C}$  olan bir sistemde ön ısıtıcının ortalama cidar sıcaklığı  $116\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve gazın yoğuşma sıcaklığıda  $149\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. Böyle bir sistemin yakıt geri kazanımı %3.8 olacaktır.

Sistemde kullanılan yakıtın tonu 28 £ ve elektriğin kWh'i 0.75 p'dir. Kazan yılda 8 000 saat çalıştırılırsa yılda toplam yakıt geri kazanımının parasal değeri 75 630 £ olacaktır.

Bu rakamdan fanın çalıştırılması için gerekli elektrik enerjisi maliyeti 2140 £ ( $37.5\text{ kWh}$ ) çıkartılırsa, net geri kazanım yılda 73 490 £ olacaktır.

Sistemin ilk yatırım maliyeti 96 490 £ olduğuna göre, geri ödeme süresi 16 ay olacaktır.(Reay,1977)

#### 4.7.2 KAZAN KONDENS DÖNÜŞÜNDE İSİ GERİ KAZANIMI

Eğer kondens dönüşündeki şartlar iyi durumdaysa, buradan ısı geri kazanılabilir. Söz konusu kondens tekrar besleme suyu olarak kullanılacaksa % 10 ile % 30 oranında yakıt geri kazanımı olacaktır.

Konu ile ilgili basit bir hesaplama şöyle olmaktadır.

1 000 kg yakıtın fiyatı	2.20 £
Doymuş buhar basıncı	1380 kN/m <sup>2</sup>
Akış debisi	3.4 kg/s
Yılda çalışma süresi	8 000 saat

Kondens kazana besleme suyu olarak dönüyor.

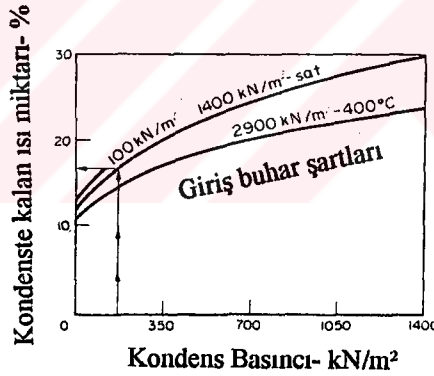
Buhar tablolarından

P=1380 kN/m<sup>2</sup> doymuş buhar ısısı 2786 kJ/kg

T=20 °C ilave su için 88.4 kJ/kg'dır.

Buhar basıncı kontrol vanaları ile 172 kN/m<sup>2</sup>'ye indirilirse ısıtma serpantinine ile ortalama 2698 kJ/kg enerji geri kazanılacaktır.

$$Q = 2786 - 88.4 = 2698 \text{ kJ/kg}$$



Resim 4.12 Kondens Suyunda Basınç ve Giriş Buhar Şartlarınının Fonksiyonu Olarak Kalan Isı

Resim 4.12 'de kondenste kalan ısının basınç ve buhar giriş şartlarına bağlı olarak verilen şemasından

172 kN/m<sup>2</sup> ve 1380 kN/m<sup>2</sup> doymuş buharda % 17 oranında ısı kalır.

$$Q = 0.17 \times 2698 \times 3.4 \times 3\,600 \times 8\,000$$

$$Q = 4.5 \times 10^{12} \text{ kJ/yıl}$$

M maliyet ise

$$M = 42\,600 \text{ £ olur.}$$

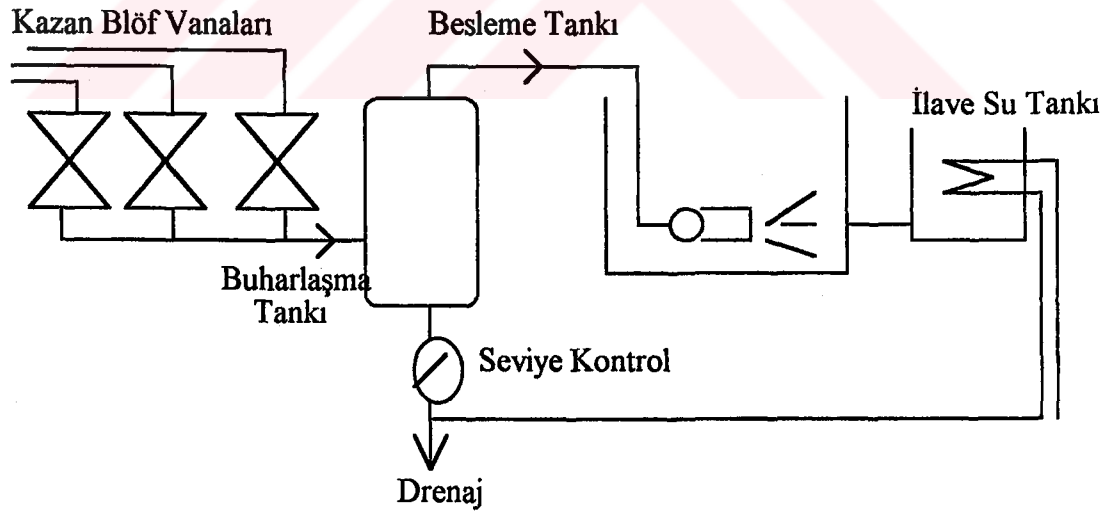
Burada kondensin kazana dönmesi ile ısı kaybı olmaz. Ancak ısı kayıpları sadece buhar hatları ile yalıtımlarda olur. Kondensin kazana besleme suyu olarak geri gelmesi, su sarfiyatını önlediği gibi su tasfiyesi için kullanılan kimyasalların dışarı atılmasını da önleyecektir.

#### 4.7.3 KAZAN BLÖFLERİNDEN ENERJİ GERİ KAZANIMI

Kazanların belirli sürelerde temizlenmesi gerekmektedir. Çünkü besleme sularının çoğu beraberinde süspansiyon ve çözülmemiş katı partikülleri kazana taşır. Bu da kazan içinde buhar üretimi esnasında tortu oluşturur. Bu tortunun belirli aralıklarda alınması gereklidir. Kazanlarda TDS, yani toplam çözülmemiş katı partikül seviyesinin ortalama 2 000 ile 3 500 ppm değerlerinde olması istenmektedir. Tortu oluşumu kazan veya buhar hatlarında korozyon oluşumuna sebebiyet vermektedir. Dolayısı ile kazanlarda, kesikli ve sürekli blöf yapılarak bunun önüne geçilmesi amaçlanır. (Spirax Sarco, 1992)

Kesikli blöf birkaç sebepten dolayı istenmez. Çünkü blöf esnasında termal şokların oluşumu, basıncın düşmesi gibi problemlere sebebiyet vermektedir.

Sürekli blöf tamamen otomatik olup, sistemdeki korozyonun önüne geçmektedir. Burada blöf işlemi, saniyede 0.1 kg'lık blöf yapılması esasına dayanır. Dolayısı ile kazanda sürekli bir sıcak su deşarjı söz konusu olup, bu sıcak suyun enerjisi bir buharlaşma kazanı veya ısı değiştiricisi ile geri kazanılabilir. Kazanılan bu enerji kazan besleme suyunun ısıtılmasında, yakıt ya da yanma havasının ön ısıtılmasında kullanılabilir.



Resim 4. 13 Kazan Blöf Enerjisini Geri Kazanarak Besleme Suyunu Isıtan Sistem Şeması

Kazan besleme suyunu klasik ısı değiştiricisi ile ısıtıldığı bir sistem şeması Resim 4.13 'te verilmiştir.

Böyle bir sistemin maliyeti otomatik cihazların yapısına göre 1 000 ile 5 000 £ arasında olup, geri ödeme süresi yaklaşık 1 yıldır. Her yıl birkaç bin poundluk

yakıtı geri kazanmaktadır. Ayrıca sistemin diğer yararında kazan ömrünü uzatması ve buhar hatlarını korumasıdır.(Reay,1977)

#### 4.8 REKÜPERATÖRLER

Rekuperatör bir gaz-gaz ısı değiştiricisi olup atık sıcak gazlarda ısıyı geri kazanıp özellikle kazan ya da fırın yanma / giriş havasının ön ısıtılmasında kullanması dolayısı ile döner rejeneratörlerin ya da ısı borulu ısı değiştiricilerinin başlıca alternatifidir.

Avantajları:

1. Yakıt ihtiyacını azaltır
2. Aşırı hava miktarını azaltır
3. Yüksek yanma sıcaklığı mümkündür
4. Yanmadan dışarı atılan yakıt miktarı azalır
- 5 Yanma çabuk olur
- 6 Oksidasyon minimuma inecektir

İki çeşit rekuperatör vardır.

1. Konvektif Rekuperatörler
2. Radyasyon Rekuperatörler

#### 4.9 ISI POMPALARI

Bundan önceki anlatılan atık ısıdan ısı geri kazanım elemanları yüksek sıcaklıkta atılan atık ısıdan ortam ısıtmasında, yanma havasının ısıtılmasında ve diğer proseslerdeki kullanımından bahsedilmişti.

Ancak düşük sıcaklıkta 25-30 °C 'de atılan gazlardan yararlanmak için en iyi ve verimli yöntem ısı pompalarının kullanılmasıdır.

Burada sıvı-sıvı ısı geri kazanımlı ısı pompalarından ya da ticari adıyla Westinghouse Templifier'den ve hava-hava ısı geri kazanımlı ısı pompalarından bahsedilecektir.

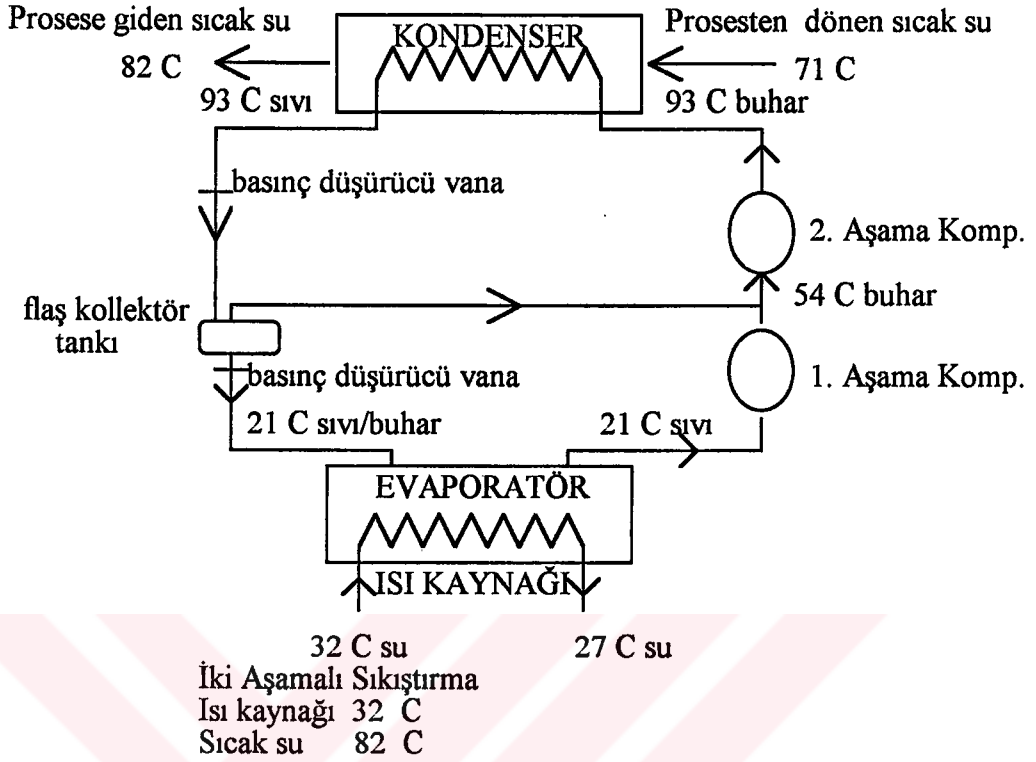
##### 4.9.1. SIVI-SIVI ISI GERİ KAZANIMLI ISI POMPALARI

Böyle bir sistemde , ısı pompaları elektrik motoru ile tahrik edilmekte olup ısı atık su veya diğer sıvılardan geri kazanılıp tekrar proseste, su veya ortam ısıtmasında kullanılmaktadır.

Sistem 2 kademeli üniteden oluşmuş olup, santrifüj kompresör kullanılmıştır. Sistemin ısıtma kapasitesi  $1.3 \times 10^6$  kcal/h olup, birinci taraftaki kondenserden ayrılan sıvının sıcaklığı 110 °C 'ye kadar çıkabilmektedir.

Sistem 32 °C 'de dışarı atılan atık suyun enerjisini geri kazanarak 82 °C 'de sıcak su ısıtılmasında kullanılmaktadır. İki aşamalı sıkıştırma kullanılan sistemde, flaş ( buharlaştırma ) kollektör tankı vasıtası ile buharın bir kısmının ikinci kademe kompresörüne girmesine izin verilerek prosesin verimi artırılmaktadır.

Sistemin şeması Resim 4.14 'te görülmektedir



Resim 4.14 Sıvı-Sıvı Geri Kazanımlı Isı Pompası Şeması

Sistemin performansı evaporatör ve kondenser şartlarına bağlıdır. Bu ısı pompasının tesis edildiği İngiltere'de, işletme maliyeti 1.5 p/kWh ve istenen ısı güç saatte 500 kW'tır. Isı pompası sisteminin performansı 3.7 verimle çalıştığına göre, ısı pompası sisteminin işletim maliyeti elektrikli ısıtıcı ve fuel oil 'li ısıtıcı kullanılması durumunda bir karşılaştırma yapılmıştır.

Veriler:

Fuel-oil Maliyeti	5.2 p / litre
Elektrik "	1.5 p / kWh
Yağ Isıtıcısı Verimi	% 70
Isı Pompası "	3.7
Fuel-oil Isıl Değeri	$7.56 \times 10^3$ kcal / litre
Toplam Isıl Güç	500 kWh

#### 1. Elektrikli ısıtıcı ile ısıtıldığı zamanki maliyeti

$$M = 500 \text{ kWh} \times 1.5 \text{ p/kWh} = 7.50 \text{ £}$$

#### 2. Fuel oil 'li ısıtıcı kullanıldığı zamanki maliyet

$$M = 5.2 \text{ p} \times (500 \times 10^3 \times 0.86 \text{ kcal}) / (7.56 \times 10^3 \text{ kcal/litre}) = 2.96 \text{ £}$$

### 3. Isı Pompası kullanıldığı zamanki maliyet

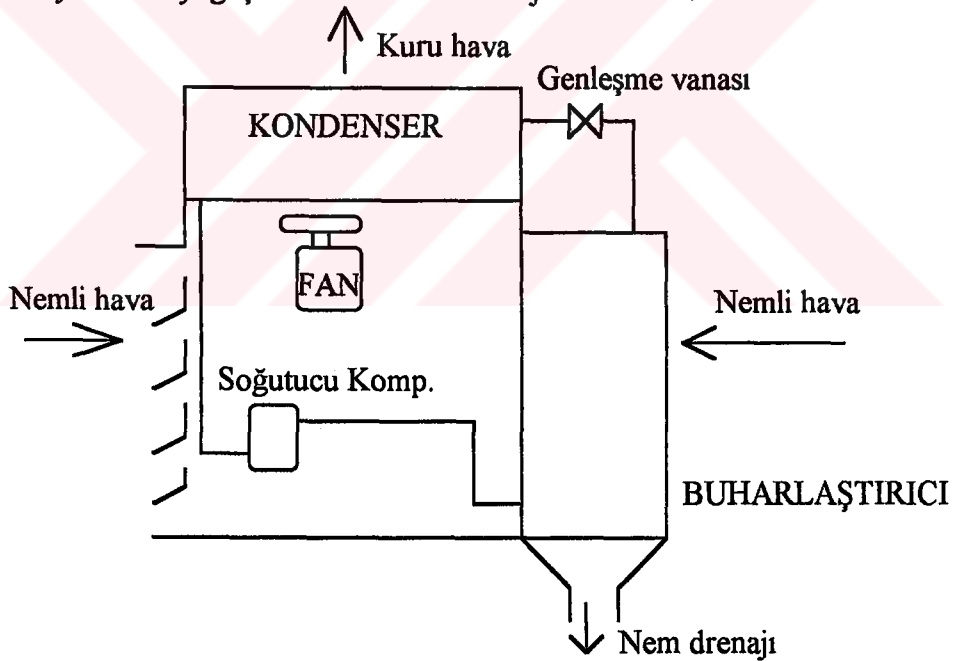
$$M = (500 \times 1.5) / 3.7 = 2.03 \text{ £}$$

Görüldüğü gibi en düşük maliyet ısı pompası kullanarak elde edilmiştir.

Tek aşamalı ünite kullanılması ile su 54 °C'den 65.5 °C'ye kadar ısıtılabilir. Bu işlem için kullanılan ısı kaynağı 35 °C'den 29.5 °C'ye soğumaktadır.(Reay,1977)

#### 4.9.2. HAVA-HAVA ISI GERİ KAZANIMLI ISI POMPALARI

Bu tip ısı pompaları kurutma proseslerinde başarı ile uygulanmaktadır. Bu sistemin esası atmosfere eksoz edilen gazların ısını alarak temiz giriş havasının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Teorik olarak havanın tamamı sirküle ettiğinde, kurutucunun verimi % 100 olabilir. Ancak bu durumda sirküle eden havanın neminin artmasının önüne geçilmelidir. Bu ise kurutma fırınına konulan nem alıcı madde ile sağlanır. Nemli hava ısı pompası evaporatöründen geçerek çığ noktası sıcaklığının altına soğutularak hem duyulur ısı hem de gizli ısı çekilecektir. Çekilen ısı sebebiyle nem yoğuşacak ve sonra drenaj edilecektir.



Resim 4.14 Bir Kurutucunun Proses Akım Şeması

Nem alma esnasında atık ısı artırılmakta ve kuru hava olarak kondenserdan dışarı atılmaktadır. Sonra bu kuru hava prosese gönderilerek nemi alınacak maddenin nemini alması sağlanır.

Bu sistemin verimi 3.6 olup, % 50 oranında yakıt tasarrufu sağlar.(Reay,1977)



### 4.9.3. ABSORPSİYONLU ISI POMPASI

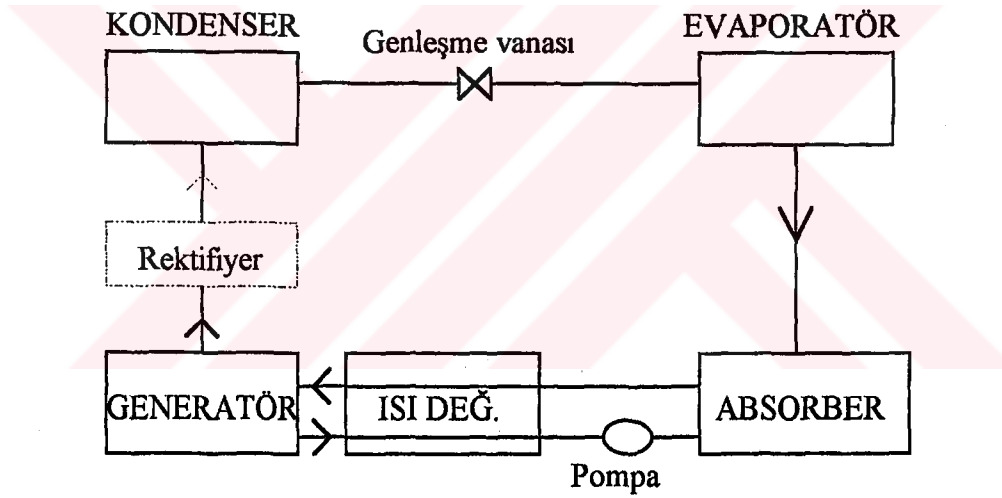
Absorpsiyonlu ısı pompaları sisteminde kompresör yoktur. Mekanik sıkıştırılmalı prosesin yerine kimyasal proses almaktadır. Soğutucu akışkan absorbent olarak adlandırılan son derece çözülebilir madde, ikinci ortamla birleşmesi için kullanılmaktadır. Solüsyon bir dış ısı kaynağı tarafından bir generatörde ısıtılmaktadır.

Yüksek sıcaklıktaki buhar generatörü terk eder, bir kondenser ısı değiştiricisinden geçer ve sıvı olarak absorbere geri döner.

Sıvı akışkanın basıncı azaltılır ve ısı değiştiricisinde düşük sıcaklıkta buharlaşır. Buhar daha sonra absorbentin içinde yeniden çözülür.

Klimalarda kullanılan en yaygın iki tip absorpsiyon çevrimli ısı pompaları lityum bromid / su veya amonyak / su ile çalıştırılan makinalardır.

Lityum bromidli makinaların verimi daha yüksek olup, çürük buhar gibi atık ısıları generatörün ısıtılmasında kullanmak mümkün olduğundan daha çok tercih edilirler.(Reay,1977)



$$Q_C = \text{Yoğuşma ısısı}$$

$$Q_E = \text{Buharlaşma ısısı}$$

$$Q_G = \text{Isı girişi}$$

Resim 4.15 Absorpsiyon Çevrimli Isı Pompası Şeması

## 5. GIDA ENDÜSTRİSİNDE YAPILMIŞ ÇEŞİTLİ UYGULAMALAR

### 5.1 SÜT ENDÜSTRİSİNDE YAPILMIŞ ÇEŞİTLİ UYGULAMALAR

#### 5.1.1 PASTERİZASYONDA ISI GERİ KAZANIMI

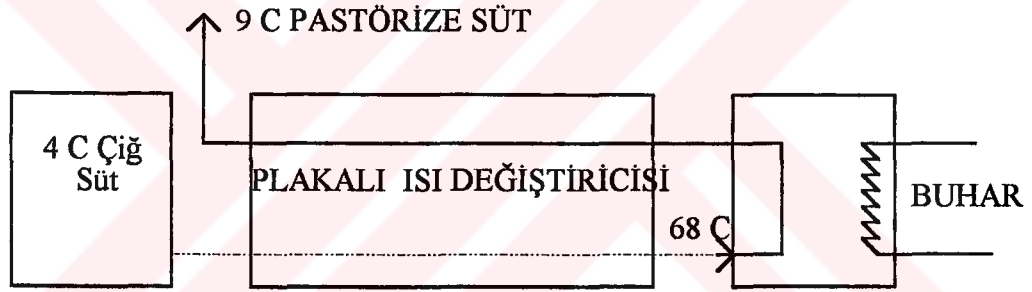
Halk Tipi Pasterizasyondaki Enerji Analizi :

20 °C çevre sıcaklığında alınan 1 kg sütü pastörize etmek için 312 kJ enerji gerekmektedir.

$$Q = 3.9 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (100 - 20) ^\circ\text{C} = 312 \text{ kJ / kg}$$

Bu rakam sütü kaynama noktasına getirmek için gerekli ısıdır. Ancak evlerdeki gazlı ocaklarda ısının yarısı çevreye yayılmaktadır. Dolayısı ile gerçek pasterizasyon ısı 620 kJ / kg olacaktır. Aşağıda önerilen sistem ile tüketilen enerji 1 / 30 oranında azalacaktır. (Esin,1985)

Bu sistemde plakalı ısı değiştiricisi kullanılmıştır.



Şekil 5.1 Plakalı Isı Değiştiricisi İle Isı Geri Kazanımı

Bu sistemle pasterizasyon için gereken ısı 19.5 kJ / kg 'dır. Sistemin veriminin % 95 olduğu bilindiğine göre toplam ısı 20 kJ / kg olacaktır. Şöyle ki:

$$Q = 3.9 \text{ kJ / kg } ^\circ\text{C} \times (73 - 68) ^\circ\text{C} = 19.5 \text{ kJ / kg}$$

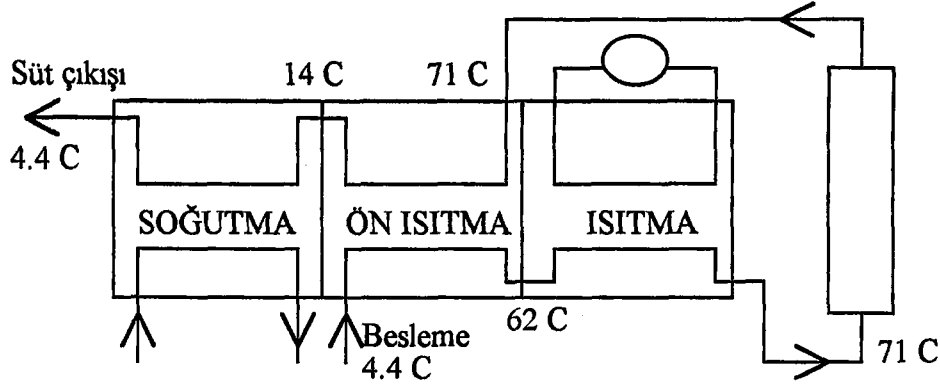
Türkiye 'de yıllık çiğ süt üretimi  $6 \times 10^6$  ton (1986) ve % 30 'u içme süt olarak tüketilmektedir.  $1.8 \times 10^6$  ton sütün yalnızca 650 000 tonu yeni yöntemlerle pastörize edilmekte olup, kalan 1 150 000 tonu evlerde halk tipi pasterizasyondan geçmektedir. Bu yolla yılda  $6.9 \times 10^{11}$  kJ enerji sarfiyatı olur.

$$Q = 1.15 \times 10^9 \text{ kg / yıl} \times 600 \text{ kJ / kg} = 6.9 \times 10^{11} \text{ kJ / yıl}$$

Bu ise 20 MW enerjiye denk gelir. Bu rakam, ısı değeri 1 800-2 000 kcal / kg olan linyitin 200 000 tonuna tekabül etmekte olup 150 MW gücündeki bir termik

santralin 1.5 aylık tüketimidir. Benzer şekilde ısı değeri 40 000 kJ/ kg olan 17 250 ton LPG'ye tekabül eder.(Esin,1985)

Az önce bahsedilen sisteme benzeyen bir sistem Şekil 5.2 'de gösterilmiştir. Bu sistemde plakalı ısı değiştiricisi kullanılmakta olup bir tane soğutma ve iki tane ısıtma bölgesine sahiptir.



Şekil 5.2 Plakalı Isı Değiştiricisi İle Süt Pasterizasyonu

Süt şişelenmeden önce soğutulmalıdır. Yukarıda ki sistemde pasterizasyon sonrası sütü soğuturken çekilen ısı, pasterizatöre gönderilen sütün ön ısıtılmasında kullanılmaktadır.

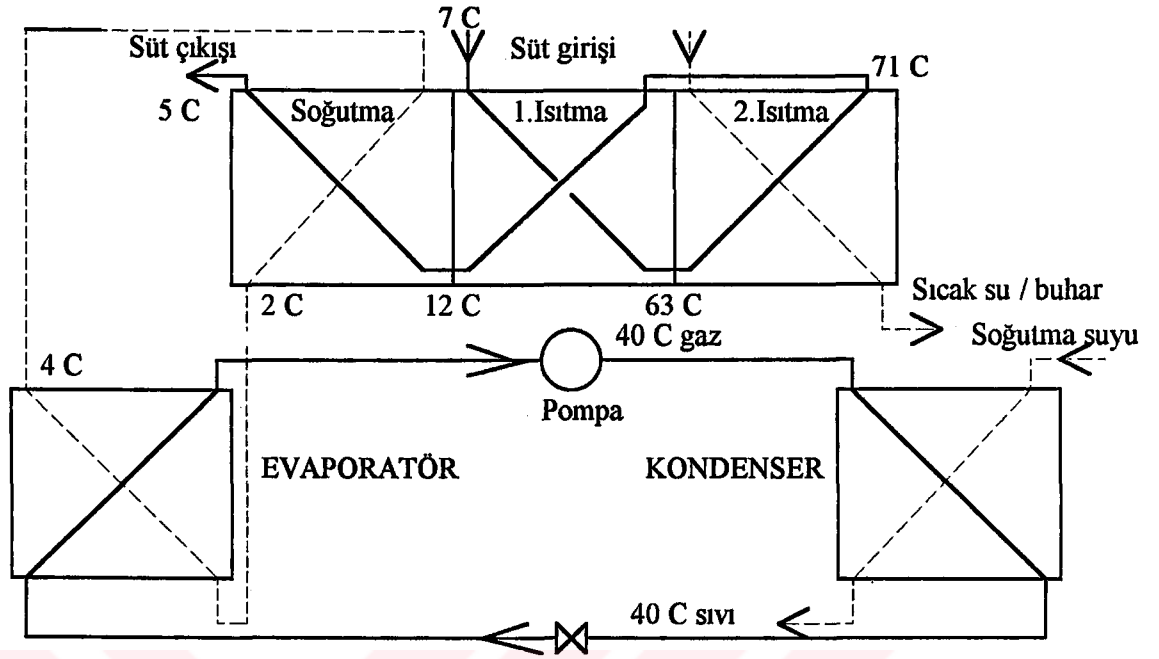
Bu yöntemle ısı normalde soğutma suyu ile atılan ısı geri kazanılarak pasterizasyonda verimli kullanılmasıyla enerji tüketimini hemen hemen % 90 oranında azaltmaktadır. Yukarıdaki sistemin geri kazanım oranı % 86 'dır.(Reay,1977)

$$\% \text{ GERİ KAZANIM} = (62 - 4.4) / (71 - 4.4) = \% 86$$

### Isı Pompalı Soğutma Sisteminden Geri Kazanılan Isı İle Süt Pasterizasyonu

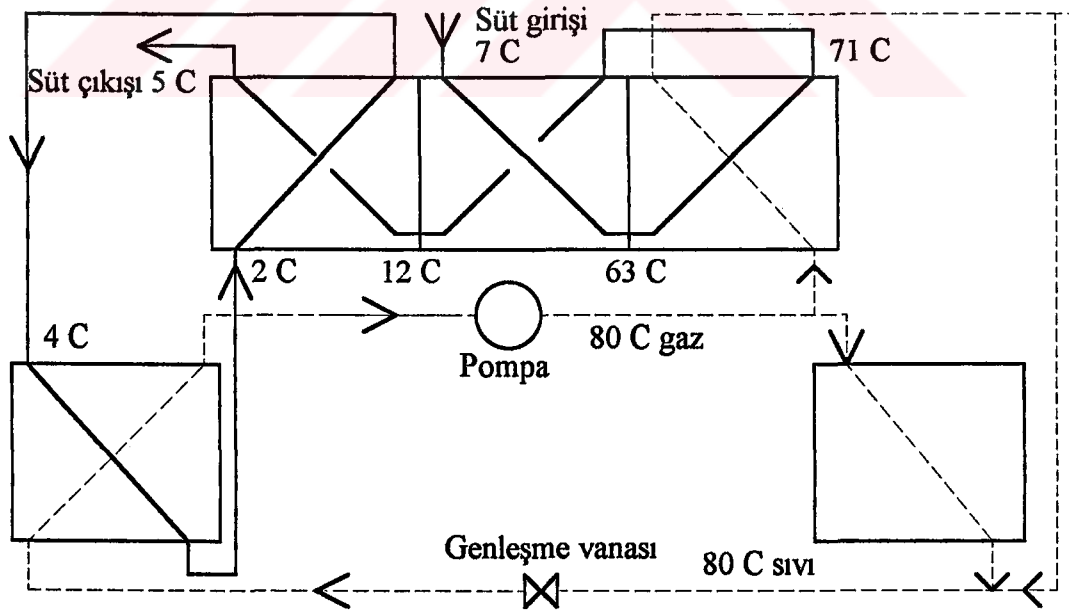
Şekil 5.3 'te şeması verilen sistemde, soğutma sisteminden çekilen ısı kullanılarak pasterizasyon yapılmaktadır. Pasterizasyon işlemi bir önceki sistem ile hemen hemen aynıdır.

Süt sisteme 7 °C'de girer. Ön ısıtma bölgesinde 63 °C'ye kadar ısıtılan sütün ısı kaynağı, ikinci ısıtma bölgesinden gelen sütün soğutulması esnasında alınan ısıdır. Daha sonra bu süt ikinci ısıtma bölgesinde 71 °C'ye buhar veya sıcak su ile ısıtılıp tekrar birinci ısıtma bölgesine gönderilerek 12 °C'ye kadar soğutulur. 12 °C'de soğutma bölgesine giren süt bir soğutma sisteminin evaporatörünü soğutan kapalı bir çevrim vasıtası ile 5 °C'ye soğutulur ve sistemi terk eder. Soğutma bölgesinde soğutucudan 2 °C'de gelen soğutma suyu 4 °C'ye ısınır ve sütün sıcaklığını 12 °C'den 5 °C'ye soğutur.



Şekil 5.3 Isı Pompalı Soğutma Sisteminden Kazanılan Enerji İle Pasterizasyon

Yukarıda bahsedilen sistemde soğutma sistemindeki soğutma suyu ihtiyacı ile pasterizatördeki buhar veya sıcak su ihtiyacını elimine eden bir pasterizasyon sistemi verilmiştir.



Şekil 5.4 Sıcak Su Ve Buhar İhtiyacını Elimine Eden Isı Pompalı Sistem

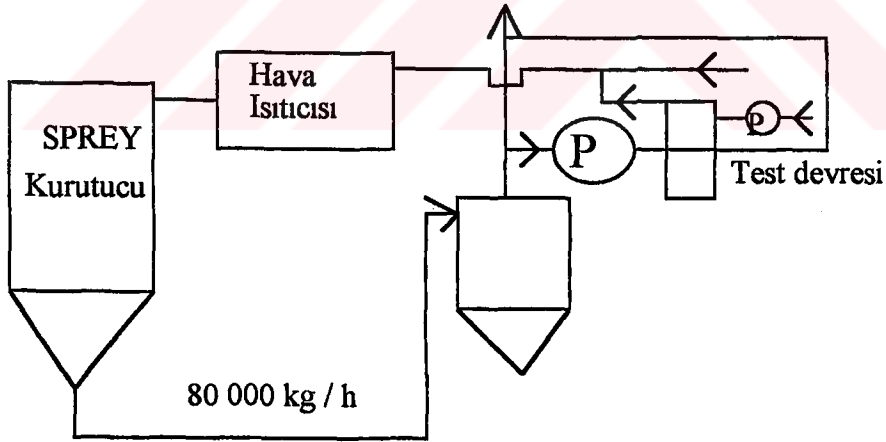
Soğutma ünitesinde, kompresörün, ısıyı  $80^{\circ}\text{C}$ 'de dışarı atabilmesi için verimi azaltılmıştır. Bu ise yoğuşan soğutkanın pasterizasyona etkimesine sebep olacaktır.

Eğer böyle bir sistemi, dizel motor ile tahrik edersek verim % 60'a yükseleceği gibi dizel motorun soğutma suyuda, bir şişe yıkama makinasının sıcak su ihtiyacını karşılayabilir. Ancak gıda sektöründe içten yanmalı motorların kullanımı pek istenmez. Yukarıdaki sistemler günümüzde büyük kapasiteli tesislerde kullanılır.(Moserland et al,1985)

### 5.1.2 KURUTUCULARDAN ISI GERİ KAZANIMI

Şekil 5.5 'te bir sprej kurutucusunun proses şeması verilmiştir. Bu tip tesislerde süt tozu üretilirken büyük miktarlarda ısı eksoz havası ile dışarı atılmaktadır. Bu ısının geri kazanılması süt tozları ve nemden dolayı biraz güçtür. Dolayısı ile böyle bir sistemde bu tozları bez torba filtreler ile alıp temizledikten sonra ısı geri kazanım işlemi uygulanmalıdır.

Şekilde 5.5 'te verilen şema 1978 'de Hollanda 'da yapılan deneysel çalışmanın şemasıdır. Sistemde ısı geri kazanım elemanları olarak döner rejeneratör, plakalı ısı değiştirici ve kanatlı ısı boruları denenmiştir. Deneyler sonucunda döner rejeneratörler, havadaki tozlar sebebiyle ısı transferinin kötüleşmesi ve temizliğinin iyi yapılmamasından dolayı uygun bulunmamıştır. Kanatlı borulu ısı değiştiricileri ucuz olduğu ve temizleme imkanı sağladığı için kullanılmıştır. Benzer şekilde plakalı ısı değiştiricileri ucuz olduğu için kullanılmaktadır. Ancak plakalı ısı değiştiricileri alüminyumdan yapıldığı için sıcak su korozyona sebep olmaktadır.



Şekil 5.5 Sprej Kurutucusunun Proses Şeması

Eksoz havası  $90^{\circ}\text{C}$  civarındadır. Nem oranı 30 - 50 g / kg arasında değişmektedir. Toz konsantrasyonu 0 - 400 mg / Nm<sup>3</sup> oranında olup, büyük partiküller filtrede tutulmalıdır.

Deney şu koşullar altında yapılmıştır.

Taze hava sıcaklığı	30 - 33 °C
Eksoz havası sıcaklığı	90 - 92 °C
Eksoz havası nemi	54 g / kg hava
Süt tozu oranı	150 - 200 mg / m <sup>3</sup> hava

Deney eksoz havasının 10 000 m<sup>3</sup> olduğu debide yapılmıştır. Kirlilik ısı verimi düşürmektedir. Dolayısı ile temizlik masrafları oldukça yüksektir.

Isı geri kazanımında ısı borulu ısı değiştiricileri, plakalı ısı değiştiricilerine göre daha verimlidir.

Hava debisi	35 000 kg / h
Temiz hava sıcaklığı	25 °C
Eksoz havası sıcaklığı	90 °C
Havadaki nem	40 g / kg hava
Çalıştırma zamanı	4 500 saat / yıl
Doğal gaz maliyeti	0.19 Florin / m <sup>3</sup> olduğu şartlarda yapılan deneylerde

aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5.1 Sprey Kurutucusunun Deney Sonuçları

		A	B
Toz konsantrasyonu	mg/m <sup>3</sup>	200	5
Isısal verim	%	38	60
Toplam yatırım	fL	76 600	153 700
Enerji geri kazanımı	fL/yıl	32 800	51 350
İşletim giderleri	"	16 000	15 000
Net geri kazanım	"	16 800	64 350
Geri ödeme süresi	yıl	4.6	2.4

A Filtre edilmemiş eksoz havası

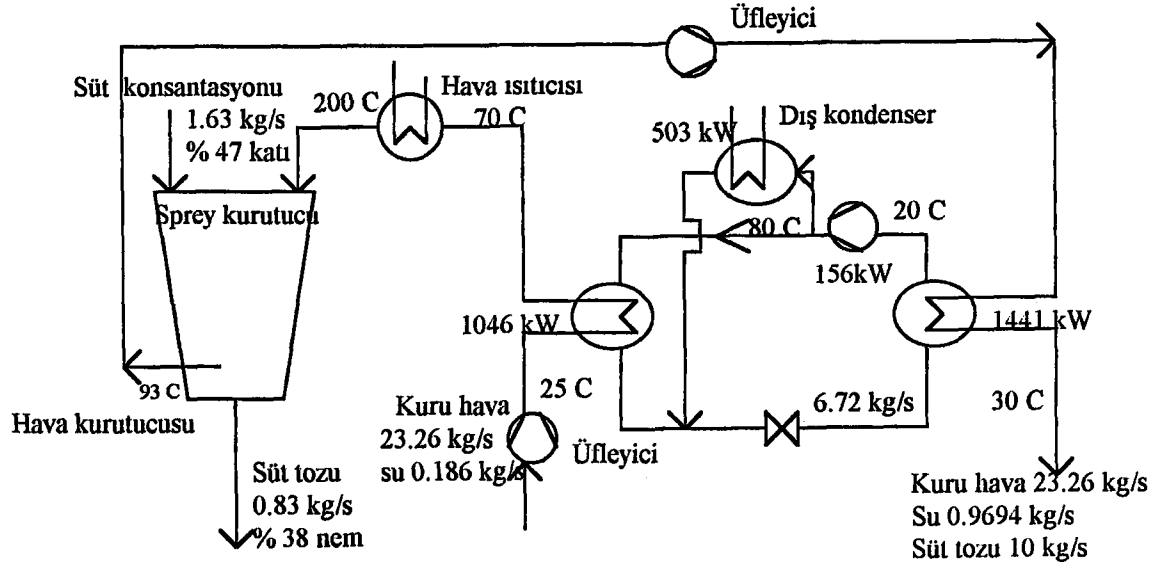
B Filtre edilmiş eksoz havası

Görüldüğü gibi filtre edilmiş eksoz havasının ilk yatırımının fazla olmasına rağmen geri kazanma süresi yarı yarıya düşük ve net geri kazanım 4 kat daha fazladır.(Jansen,1979)

Şekil 5.6 'da görülen sistemde başka bir sprej kurutucudan atık ısının geri kazanıldığı kurutucu şeması verilmiştir.

Şemada görüldüğü gibi eksoz havası sıcaklığı 93 °C olup bu değer, bir ısı pompası sisteminin evaporatöründe 30 °C sıcaklığa düşürülür. Bu esnada geri kazanılan ısı kurutucuya gönderilen temiz çevre havasını 25 °C 'den 70 °C 'ye kadar ısıtmaktadır. Kurutucuda istenen hava sıcaklığı 200 - 210 °C olduğu için bu hava, hava ısıtıcısı ile 200 °C 'ye kadar ısıtılmaktadır.

Proses sonucu süt tozları kurutucudan % 38 bağıl nemde çıkar. ( Moserland,1985 )



Şekil 5.6 Isı Pompalı Sprey Kurutucunun Proses Akım Şeması

### 5.1.3 SÜTÜN SOĞUTULMASI İLE ISI GERİ KAZANIMI

Tankerlerin sütleri çiftliklerden her iki ya da üç günde bir mandıraya taşınması, çiftçilerin sütleri soğutmasını gerektirmektedir. Sütün  $35^{\circ}\text{C}$ 'den  $4^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar soğutulması mekanik sıkıştırımlı soğutma ünitesinde 3 saat sürmektedir. 1980 yılında Hollanda'da üretilen sütün %70'i bu yolla soğutulmuştur.  $11 \times 10^6 \text{ m}^3$  sütün soğutmak için gereken enerji  $150 \times 10^6 \text{ kWh / yıl}$ 'dir.

Aynı çiftliklerde süt ekipmanlarının temizliğinde kullanılacak olan  $80^{\circ}\text{C}$ 'deki sıcak su, elektrikli termosifonlarda ısıtılmaktadır. Sıcak su ısıtmak için gereken enerji  $300 \times 10^6 \text{ kWh / yıl}$ 'dir. (Ubbels et al, 1980)

Yapılan hesaplamalara göre aşağıda verilen sistemlerin kullanılmasıyla sütün soğutulurken verdiği enerji tesislerde kullanılacak olan sıcak suyun ısıtılması için gereken enerjinin iki katıdır.

Isı pompası kullanılarak hem elektrikli termosifonlarda hem de mekanik sıkıştırımlı soğutma sistemindeki elektrik sarfiyatı azalacaktır.

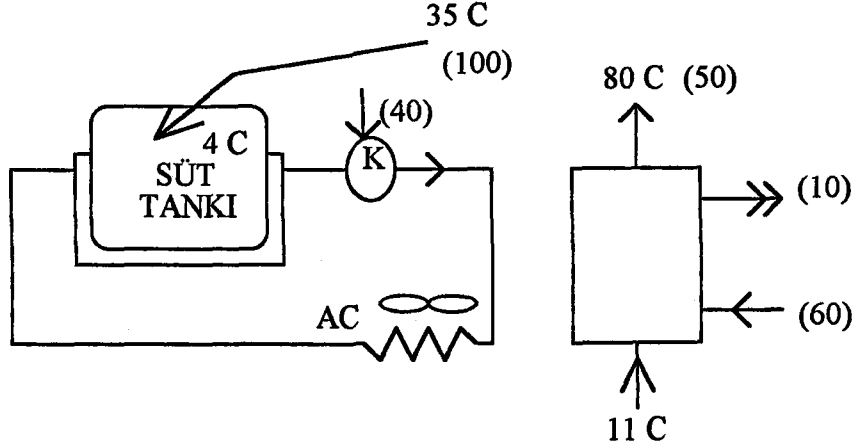
Burada önerilen sistemler aşağıda sıralanmıştır.

- 5.1.3.1 Soğutulmuş süt tankı sistemi
- 5.1.3.2 Soğutulmuş süt tankı ve önsoğutucu sistemi
- 5.1.3.3 Soğutulmuş süt tankı ve ısı pompası sistemi
- 5.1.3.4 Önsogutucu ve soğutulmuş süt tankı kombinasyonu

#### 5.1.3.1 Soğutulmuş Süt Tankı Sistemi

Şekil 5.7'de böyle bir sistemin şeması verilmiştir. Süt çift cidarlı tanktır. Dış tarafta soğutucu akışkan buharlaşırken buharlaşma ısını tanktan çeker ve kompresör ile hava soğutmalı kondensere (AC) basılır.

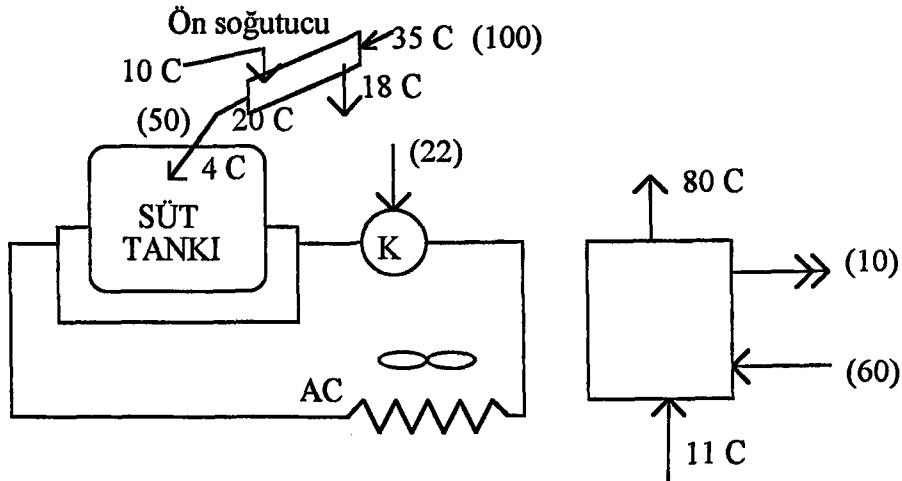
Sütten 100 MJ enerji çekmek için soğutma sistemi 40 MJ enerji tüketir. Aynı tesislerde temizlik suyunun 80 °C 'ye ısıtılması için 60 MJ enerji tüketilir. Bu enerjinin 10 MJ 'lük kayıplara gider. Sistemin toplam enerji tüketimi  $40 + 60 = 100$  MJ olup 1 m<sup>3</sup> sütü soğutmak için 130 MJ veya 36 kWh enerji gereklidir. ( Ubbels et al,1978 )



Şekil 5.7 Soğutulmuş Süt Tankı Proses Şeması

### 5.1.3.2 Soğutulmuş Süt Tankı ve Ön Soğutucu Sistemi

Ön soğutucu kullanarak sütün sıcaklığını 35 °C 'den 20 °C 'ye düşürülmekle 50 MJ 'lük enerji çekilmekte olup atık ısı % 50 oranında geri kazanılabilir. Tanktaki süt sıcaklığı az önceki sistemdeki süt sıcaklığından daha düşük olduğu için daha düşük güçlü kompresör ihtiyaca cevap verecektir. Bu sistemde 22 MJ 'lük kompresör yeterlidir. Toplam enerji tüketimi  $22 + 60 = 82$  MJ 'dür. Yani 1 m<sup>3</sup> sütü 107 MJ veya 30 kWh 'lik enerji ile soğutabiliriz. (Ubbels et al,1978)



Şekil 5.8 Soğutulmuş Süt Tankı ve Ön Soğutucu Sisteminin Proses Şeması

Ön soğutucu paslanmaz çelik borudan imal edilmiş olmalıdır. Soğutma suyu akışı paslanmaz çelik borunun dışı boyunca olmalı ve çıkışa PVC boruya PVC-T



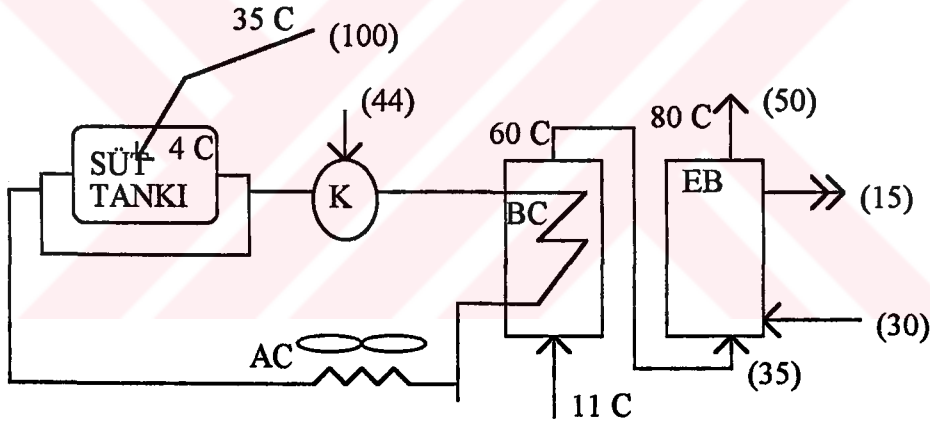
parçası yapıştirılarak olmalıdır. PVC boru ve fittingsler içme suyu standartlarında olmalı, sütün soğutucuya giriş ve çıkışı kauçuk bağlantı parçalarıyla yapılmalıdır.

Ön soğutucu kullanımı sütün bakteriyolojik özelliği ile süt yağlarının asitliğini değiştirmemektedir. Ön soğutucu kullanılarak ortalama enerji geri kazanımı % 34 civarındadır.

Ön soğutucu tesis etmek için gereken ek yatırım 1145 \$ olup, geri dönme oranı % 7 'dir. Ancak bu sistemin başarılı olabilmesi için minimum süt üretiminin yaklaşık 262 m<sup>3</sup>/yıl, yani en az 48 inekli çiftlik olması gerekmektedir. Bu tesisler Hollanda 'daki üretimin yarısını kapsadıklarına göre yılda 11x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> süt soğutmak için yılda 78x10<sup>6</sup> kWh enerji harcanmaktadır. Tasarruf edilen enerji yılda 27x10<sup>6</sup> kWh olup petrol eşdeğeri 6.5x10<sup>6</sup> kg 'dır.(Ubbels et al,1979)

### 5.1.3.3 Soğutulmuş Süt Tankı ve Isı Pompası Sistemi

Şekil 5.9 'da görüldüğü gibi sistemde iki tane kondenser vardır. Biri boyler kondenser (BC) diğeri ise hava soğutmalı kondenserdir (AC). Sistemdeki soğutucu akışkan yoğuşma gizli ısısının tamamını boyler kondenserde (BC) vermeyip, kalan kısmı hava soğutmalı kondenserde verir (AC). Zaten hava soğutmalı kondenser (AC) ısının tamamını alacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 5.9 Soğutulmuş Süt Tankı ve Isı Pompası Sisteminin Proses Şeması

Soğutucu akışkanın ısı boyler kondenser (BC) içinden geçen soğuk suya aktarılır. 11 °C'deki su , bu ısı ile 60 °C'ye kadar ısınmaktadır. Sonra bu sıcak su bir elektrikli termosifonda (EB) 80 °C'ye kadar ısıtılır. Isı pompası sistemi 44 MJ 'lük enerji tüketmektedir. Sistemin toplam enerji tüketimi 44 +30 = 74 MJ olup, süt için 96 MJ veya 27 kWh enerji gerekecektir.(Ubbels et al,1978)

Böyle bir sistemin ek yatırım masrafı 1310 \$ 'dan düşüktür. Bu sistem 22 ve daha fazla inek bulunan çiftliklerde uygundur. Bu yolla yılda 171x10<sup>6</sup> kWh enerji geri kazanılabilecektir. Bu da bu sektördeki elektrik ihtiyacının % 52 'sine tekabül eder. Bu enerji 3.2x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> suyu 10 °C 'den 80 °C 'ye verimli ısıtabilecek değerdedir. Geri ödeme süresi 5.4 yıl olan sistemin ömrü ise 7 yıldır.(Ubbels et al, 1978)

### 5.1.3.4 Ön Soğutucu ve Soğutulmuş Süt Tankı Kombinasyonu

Proses şeması Şekil 5.9 'dakine benzemekte olup Bölüm 5.1.3.2 'de bahsedilen ön soğutucunun tesis edilmesi ile oluşmuştur. Isı pompası kompresörünün harcadığı enerji 24 MJ ve elektrikli termosifonda tüketilen enerji de 30 MJ 'dür. Toplam enerji sarfiyatı  $24 + 30 = 54$  MJ olup,  $1 \text{ m}^3$  süt için 70 MJ veya 19 kWh enerjiye ihtiyaç duyacaktır.

Sistemin tek dezavantajı sıcak suyun sebep olduğu korozyondur.(Ubbels et al,1978)

1982 - 1982 yıllarında İngiltere'de yapılan başka bir çalışmada 15 162 milyon litre sütü işlemek için 3 813 milyon kWh enerji tüketilmiştir. Sadece 170 milyon kWh enerji soğutma sistemlerinde kullanılmış olup, bu sistemlerin dışarı attığı ısı 415 - 420 milyon kWh 'tir. Bu tesislerde sıcak su üretmek için gerekli enerji 390 milyon kWh olup, atık enerji bu amaçla kullanılabilir.

Bu çiftliklerde kullanılan kompresörler 2-3 Hp gücünde ve ortalama tank kapasitesi 950-1 000 litredir. Kullanılan kompresörler vidalı veya pistonludur. Büyük soğutma gruplarında 100 Hp gücünde kompresörler kullanılmaktadır. Soğutucu akışkan olarak Freon veya Amonyak tercih edilir.(Energy Publications,1985)

## 5.2 ET KESİM TESİSLERİNDE ISI GERİ KAZANIM UYGULAMALARI

### 5.2.1 TAVUK KESİM TESİSİNDE YAPILMIŞ BİR UYGULAMA

Şekil 5.10 'da şeması verilen sistem, bir tavuk çiftliğinin soğutma ünitesinin düşük sıcaklıktaki ısısından ısı pompası kullanarak  $71 \text{ }^\circ\text{C}$  'de sıcak su üretmek ve mevcut buz makinasını çalıştırmak için tesis edilmiştir.(Rowles,1990)

Şemada görüldüğü gibi proses iki aşamalıdır. Birinci aşamada bir kabuk - boru kondenseri ve plakalı ısı değiştiricisi birbirilerine su / glikol dağıtım sistemi ile bağlanmıştır. Bu aşamada  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  'deki soğuk su plakalı ısı değiştiricisi ile  $26 \text{ }^\circ\text{C}$  'ye ısıtılır.

Bu sistemin en önemli özelliği ikinci aşamada özel kondenserli bir ısı pompası kullanarak ısıtma yapmasıdır. Bu kondenser, aslında ısı değiştiricisi olup, ısı pompası soğutucu akışkanına (R12) direkt genişleme imkanı sağlar. Aynı zamanda da sistemde mevcut olan buz makinasının soğutucu akışkanına (Amonyak) yoğunlaşma imkanı verir. Özel kondenserin kullanılması bir ara dağıtım sistemini elimine eder. Bu da ısı pompasının performansını artırır.

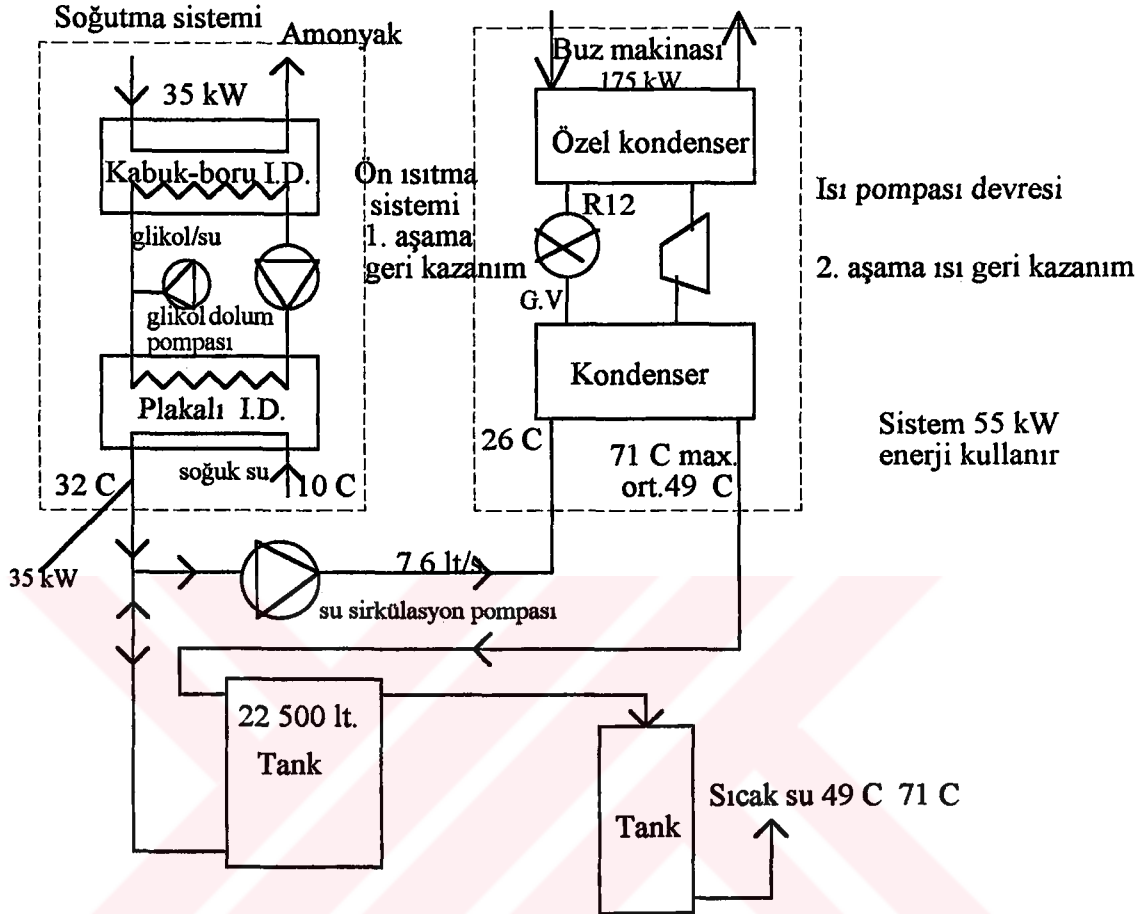
Bu sistem, günde ortalama  $13\ 638 \text{ m}^3/\text{h}$  su akışı ile çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ancak sistemdeki gerçek su debisi  $19\ 152 \text{ m}^3/\text{h}$  'tir. Isı pompası % 37 yükte çalıştırılmaktadır.

Isı pompası ortalama 10.7 performansta çalıştırıldığı günlerde sistem ortalama 7824 kWh enerji kazanmaktadır. Bu enerjinin sadece 648 kwh 'lik kısmı elektrik enerjisi tüketimidir.

Bu sistemin avantajları şunlardır:

- Evaporatif kondenser işletme masraflarını elimine eder
- Soğutma sisteminin bakım masraflarını azaltır

- c) Soğutma sisteminin verimini artırır  
d) Sıcak su üretim kapasitesini artırır



Şekil 5.10 Bir Tavuk Çiftliğinde Bulunan Soğutma Sisteminden Sıcak Su Elde Eilmesi Proses Şeması

Böyle bir tesisini maliyeti 160 000 \$ olup, net geri kazanımı yılda 56 000 \$ olarak hesaplanmıştır. Sistemin geri ödeme süresi 2.8 yıldır.(Rowles,1990)

### 5.2.2 BİR MEZBAHADA ISI POMPALI GERİ KAZANIM UYGULAMASI

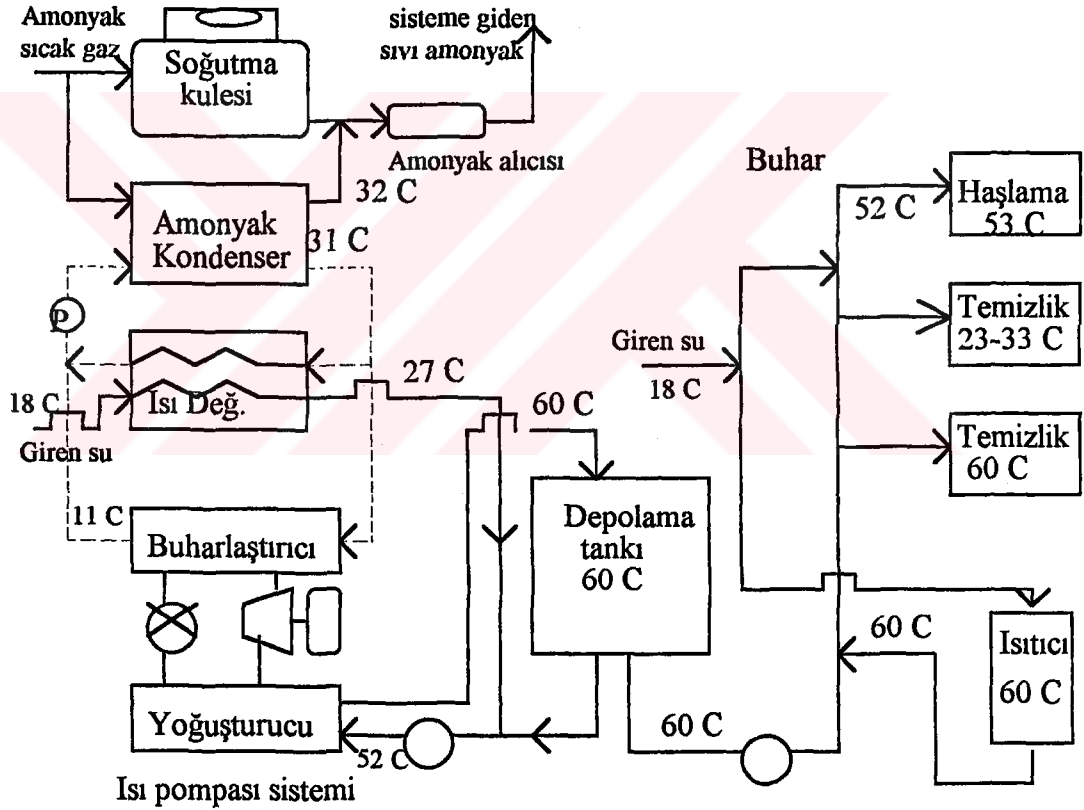
Şekil 5.11 'deki sistem Amerika'da Bethlehem, Georgia 'da bir tavuk kesim mezbahasında tesis edilmiştir. Soğutma sisteminin atık ısısından sıcak su elde edilmesi amaçlanmıştır.(Rowles,1990)

Bu tesiste iki ana soğutma sistemi vardır. Soğutma sisteminin birisinde, iki tane vidalı kompresör derin dondurma da kullanılmakta ve diğerinde, birkaç tane (7) pistonlu kompresör su ve ortam soğutulması ile buz yapımında kullanılmaktadır. Pistonlu kompresör ünitelerinin tesis kapasitesi 800 ton olup, genelde 200 - 500 ton arasında çalıştırılmaktadır.

Isı pompası sistemi, amonyak sisteminden (su soğutmalı kondenser ile kompresörden gelen sıcak gazları yoğunlaştırarak / aşırı soğutarak) duyulur ve gizli ısıyı geri kazanmaktadır.

Harrison tavuk çiftliğinde 71 °C 'deki sıcak su gece temizliğinde, 50 °C 'deki sıcak su haşlamada kullanılmaktadır. Ayrıca ılık su bağırsakları temizlemede, genel temizleme ve evsel sıcak su amacıyla kullanılmaktadır.

Şekil 5.11 'deki sistemde su, bir kapalı çevrimli su / glikol sistemi bir kabuk - boru su soğutmalı kondenser ile 32 °C 'ye ısıtılmaktadır. Bu kabuk - boru kondenser sistemi, var olan evaporatif kondenser ile paralel çalışacak şekilde tesis edilmiş olup, genelde atık ısıyı soğutma sisteminin dışarı attığı ısıdan almaktadır. Buradaki soğutma sisteminde soğutucu akışkan olarak Amonyak kullanılmıştır. Su / glikol karışımı tesisin besleme suyunu 18 °C 'den 31 °C 'ye ısıtılmasını sağlar ve bir su - su ısı pompasında besleme suyunu 31 °C 'den 60 °C 'ye ısıtır.



Şekil 5.11 Bir Mezbahada Isı Pompalı Enerji Geri Kazanım Uygulaması

Sistemde 95 m<sup>3</sup> 'lük sıcak su depolama tankı tesisin sıcak su ihtiyacını karşılar. Bu tank, ısı pompası çıkış sıcaklığını 60 °C 'de kontrol edebilmek için ısı pompası girişi için sıcak su sağlamaktadır.

Sıcak su depolama tankının sağladığı yararlar.

a) Proseste sıcak su akışı büyük ölçüde değişken olsa bile sabit sıcaklıkta su akışına yardımcı olur.

b) Küçük bir ısı pompası çok yüksek ihtiyaç gösteren akışların yerine ortalama akış şartlarını sağlamasına izin verir.

c) Tesisin sıcak su ihtiyacı bulunduğu zamanlarda bile, ısı pompası kapatılarak elektrik yükü ayarlaması yapılabilir.

Böyle bir sistemin ilk yatırımı 250 000 \$ olup, geri ödeme süresi yaklaşık 2 yıldır.(Rowles,1990)

### 5.3 YAĞ RAFINASYONUNDA GERİ KAZANIM UYGULAMALARI

Yağ üretim tesislerinde çeşitli prosesler sonucunda atık ısı oluşmaktadır. Bu atık ısıları tekrar geri kazanarak proseste kullanmak mümkündür. Örneğin yenilebilir yağların egzotermik hidrojenleme reaksiyonu sonucunda oluşan atık ısı geri kazanılarak düşük basınçta buhar (yaklaşık 140°C ) ya da sıcak su ( 75°C ) elde edilebilir.

Soya yağı üreten diğer bir tesiste buhar kazanının atık eksoz gazlarından geri kazanılan atık ısı yaş soya fasulyesinin kurutulmasında veya ince tabakalara ayrılmadan önceki ısıtma / şartlandırma proseslerinde kullanılabilir.

#### 5.3.1 Bitkisel ya da Hayvansal Yağların Egzotermik Hidrojenleme Reaksiyonu Sonucunda Isısının Geri Kazanımı

Burada önce hidrojenlemenin nasıl yapıldığını açıklamak gerekmektedir. Hidrojenleme trigliserid yağ asidinin zincirindeki çift bağın doyurulmasını içeren bir egzotermik reaksiyondur. Yüksek derecede doymamış yağlarla, soya yağı ya da balık yağları, su ile soğutulması prosesi için kazan sıcaklığının max. 200 °C 'nin altında tutulması gerekmektedir. İşte bu ısı sonra atılmaktadır.(Ong,1979)

Birçok yağ rafinerisinde yağın ısıtılmasının yaygın uygulaması hala hidrojenlemedir. Hidrojenleme, basınçlı bir kazan içinde 20 - 60 °C 'den yaklaşık 150 °C 'ye kadar buhar ile yapılmaktadır.

Bu gibi tesislerde egzotermik reaksiyon ısısından alınan atık ısı kullanılarak hidrojenlenmiş ürünlerdeki buhar tüketimini azaltmak mümkündür. Çünkü bu ısı oldukça yüksek bir sıcaklıktadır. Yaklaşık 170 °C 'dir. Egzotermik hidrojenleme reaksiyonu sonucu ısı açığa çıkmakta ve hemen ardından yağın sıcaklığı 170 °C 'ye çıkmaktadır.

Burada reaksiyon ısısı şu parametrelere bağlıdır .

- Katalizörün eklendiği sıcaklığa
- Katalizörün miktarına ve etkisine
- Hidrojenleme basıncına
- Karıştırma yoğunluğuna
- Max. işlem sıcaklığına bağlıdır

Ancak gerçekte kazanılan ısı miktarı reaksiyon zamanına ve basınçlı kabın saatteki ısı kaybına bağlıdır.

Bu tesiste yapılan ölçümler yarı otomatik 50 kg kapasiteli basınçlı kazanda yapılmış olup bu kazan çift cidarlı ve karıştırıcılı olup bir serpantin ısıtma amacıyla

tesis edilmiştir. Çift cidar iki kısımdan ibaret olup birbirilerine bir boru vasıtası ile birleştirilmiştir. Alttaki kısım 3 kg demineralize su ile doludur. Basınçlı kazandaki yağ, serpantin vasıtasıyla başlama reaksiyon sıcaklığı olan 150 °C 'ye ısıtılmaktadır. Bu aşamada ısıtma durdurulmakta ve katalizörün gereken miktarı ile hidrojen gazı şarja eklenmektedir.

Egzotermik hidrojenleme reaksiyonu sonucunda, yağın sıcaklığı yağ kalitesine , hidrojen basıncına ve katalizörün aktivitesine bağlıdır.

Kazan sıcaklığı, çift cidarlı kazanın üst tarafından 180 - 190 °C 'de üflenen buhar ile sağlanmaktadır. Bu çift cidarlı kazan, bir ısı borusu gibi çalışır. Buhar sonra yoğunlaşmakta ve kondens suyu deney sonunda ağırlaşmaktadır. Bu kondensin miktarından 190 °C 'de elde edilebilecek olan ısı hesaplanabilir.

Başka bir sertleştirme tesisinde reaksiyon ısısı geri kazanılarak 75 °C 'de sıcak su ısıtmada kullanılmıştır. Bu işlem 10 tonluk basınçlı kazanda yapılmış ve iyileştirilmiş reaksiyon ısısı 195 °C olarak ölçülmüştür. Bu tank çok iyi izole edilmiş olup 170 °C 'deki ısı kayıpları yaklaşık 60 MJ / h 'tir(Ong,1979)

Tablo 5.2 Ortalama Reaksiyon Isısından Geri Kazanılan Enerji Miktarı

YAĞ	Ortalama reaksiyon süresi dakika	190 °C 'de geri kazanım MJ/ton
Soya	90	130
Balık	100	170
Hamsi	150	350

Bunlar çok iyi izole edilmiş 10 tonluk basınçlı kazanda yapılan hidrojenleme değerleridir.(Ong,1979)

10 tonluk bir hidrojenleme basınçlı kazanında günde yaklaşık 60 ton yağ üretilen tesisin yıllık üretilen yağ miktarı 18 000 ton olacaktır.

Böyle bir tesisin ilk yatırım tutarı 721 600 \$ olarak hesaplanmıştır. Yılda geri kazanılan enerji 3 510 000 MJ veya 975 000 kWh 'tir.

Burada hidrojenlenmiş yağın

% 50 soya = 9 000 ton

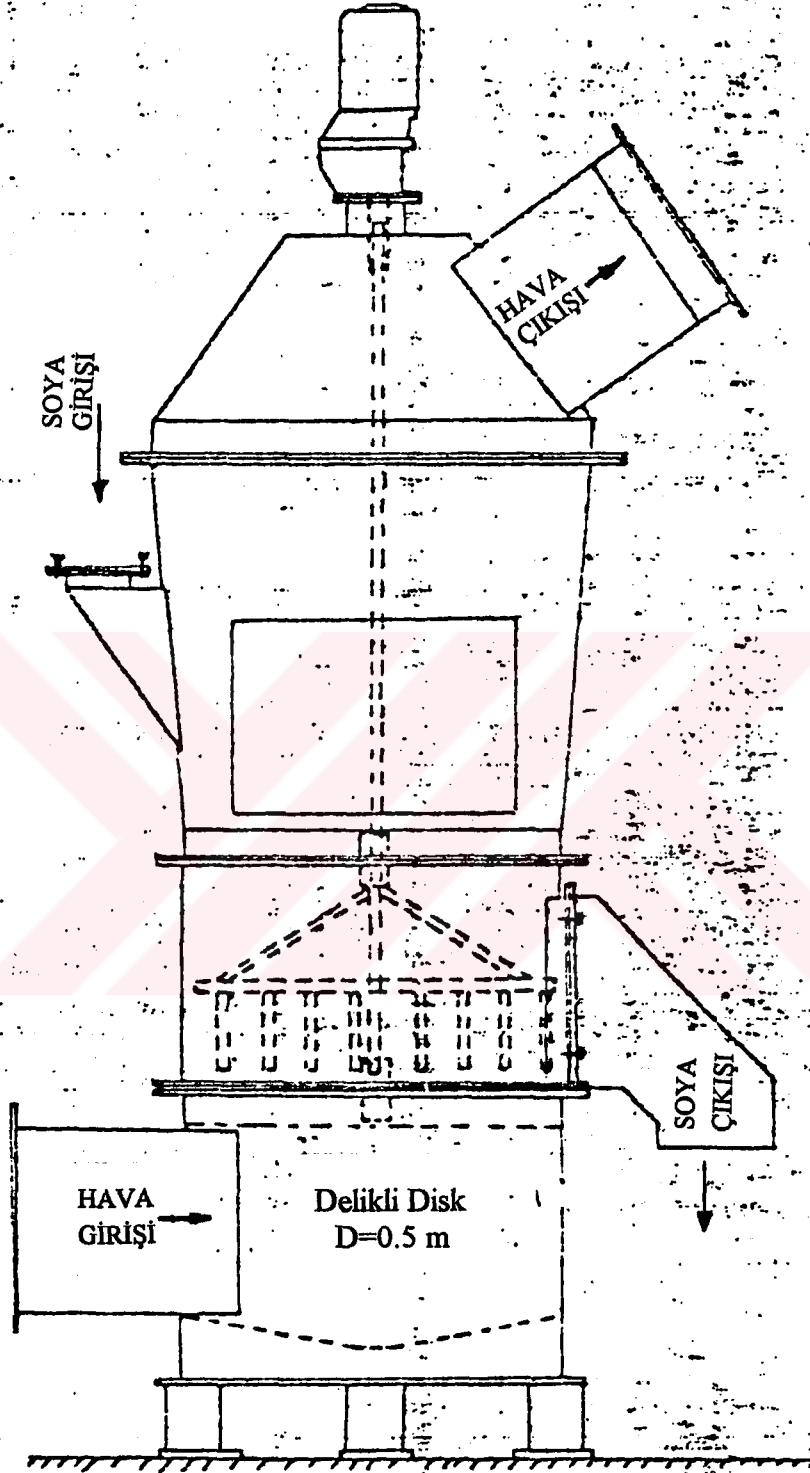
% 25 balık = 4 500 ton

% 25 hamsi = 4 500 ton olduğu varsayıldı.

Hollanda 'da uygulanan bu sistemde, kazan veriminin % 80 ve doğal gaz maliyetinin 0.01343 \$ / kWh olduğuna göre yıllık geri kazanım

$$M = 975\,000 \text{ kWh} \times 0.01343 / 0.80 \text{ \$ / kWh} = 16\,368 \text{ \$ olacaktır.}$$

Sistemin ömrü 10 yıl olup, geri ödeme süresi 2.97 yıldır.(Ong,1979)



Sekil 5.12 Yağ Kazanı Isıtıcısının Kesit Resmi

### 5.3.2 Soya Yağı Üreten Bir Tesisin Atık Isısının Geri Kazanımı

Bu tip tesislerde buhar şu proseslerde kullanılmaktadır.

- Yarık soyanın ince parçalara ayırmadan önceki ısıtma / şartlandırma proseslerinde
- Kızartmadan sonra yağı çıkarılacak mamulün kurutulmasında

Yarık soya fasulyesini ince tabakalara ayırmadan önce 70 °C 'de yapılan ısıtma şartlandırma işleminde mamulü plastisize (yumuşatma) etmek için buhar kullanılmaktadır. Soya fasulyesi sıcaklığının yüksek olması parçalama silindirinin güç ihtiyacını azaltacaktır. Ancak ısıtıcıdaki buhar ihtiyacını arttıracaktır. Yüksek sıcaklık ise yağın kalitesine zarar verecektir. Buhar tüketimini azaltmak için buhar kazanının eksoz gazlarının ısısı kullanılacaktır.

Soya fasulyesi tabakaları hegzan ile ekstarksiyon edilirler. Yağ çıkarıcıdan gelen hegzanlı ıslak tabakalar çözülmezler ve ıslak buhar ile kızartılırlar. Burada mamulün nemi % 22 'ye çıkartılır. Daha sonra bu mamül döner kurutucuda % 12-14 nem oranına kadar kurutulur. Burada tüketilen 100 °C ve 101 kPa basıncındaki buhar miktarı aşağıda verilmiştir.

Proses	kg / ton işlenmiş soya
ısıtma / şartlandırma	60 kg / ton
Kurutma	80 kg / ton

Burada, buhar kazanının atık gazlarının ısısını geri kazanarak 30 kg / ton işlenmiş soyanın geri kazanılması amaçlanmıştır.

Günlük kapasitesi 1 000 ton soya olan soya yağı rafinerisinde kullanılan optimum buhar ve hava ihtiyacını ton başına tespit etmek, ısıtma ve şartlandırmada kullanılacak optimum buhar miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

Bu tesis için iki tip kurutucu kullanarak alınan değerler aşağıda verilmiştir.

1. Tip Kurutucu: Kurutma havası cihazın dışında ısıtılmaktadır.
2. Tip Kurutucu: Kurutma havası cihazın içinde yeniden ısıtılmaktadır.

#### 1. Tip Kurutucu

Isıtıcıdan hava çıkışı	150 °C - 0.0062 kg su / kgDA
Kurutucudan hava çıkışı	70 °C
Radyasyon kayıpları	243 MJ / h
Isı ihtiyacı	238 MJ /ton veya 103 kg buhar / ton işlenmiş soya
Hava ihtiyacı	1 656 kg / ton işlenmiş soya

#### 2. Tip Kurutucu

Kurutucudan hava çıkışı	70 °C - % 70 nem - 0.2093 kg su / kg DA
-------------------------	---



Radyasyon kayıpları	243 MJ / h
Isı ihtiyacı	150 MJ / ton veya 65 kg buhar / ton işlenmiş soya
Hava ihtiyacı	288 kg / ton işlenmiş soyadır.

#### Tesiste var olan şartlar

Kurutucuya soya girişi	% 19 nem - 100 °C
Kurutucudan soya çıkışı	% 13 nem - 70 °C
Isıtıcı / kurutucu hava girişi	10 °C - % 80 nem - 0.0062 kg su / kgDA
Tesis kapasitesi	1 000 ton soya / gün
Radyasyon kayıpları	120 MJ / h
Buhar tüketimi	46 kg buhar / ton işlenmiş soya
Şartlandırıcıya yarık soya girişi	10 °C - % 10 nem
Şartlandırıcıdan yarık soya çıkışı	70 °C - % 10 nem

Bu şartlar altında yapılan deneylerde:

#### PROSES BUHAR TÜKETİMİ ( kg buhar / ton işlenmiş soya )

Kurutma ile nem % 18 'den % 14 'e iner	30 kg / ton
Isıtma / şartlandırma ( 60 °C )	60 kg / ton tüketilmiştir.

Eksoz gazı debisi  $700 \times 10^3$  kg / gün ve ekonomizer sıcaklığı, ekonomizer varken 140 - 170 °C, ekonomizer yokken 170 - 130 °C olan eksoz gazlarının 1. tip kurutucuda kullanılması diğerine göre daha verimlidir. Döner tip kurutucuda eksoz gazları 700 kg / ton soya iken 288 kg hava / ton soya gerekmektedir. Bunun anlamı ise elde edilebilir gazların yarısından kurutma amacıyla yararlanılabilecektir.

160 °C 'de 700 kg eksoz gazlarından 70 MJ enerji geri kazanılabilir. Bu da ısıtıcı / şartlandırıcının birinci aşamasında sıcaklığın yaklaşık 60 °C olduğu ve bunun % 10 'u kayıp alınırsa  $70 - 7 = 63$  MJ veya 17.5 kWh enerjiye tekabül eder.

Yukarıda bahsedilen sistemin ilk yatırım maliyeti 340 000 \$ 'dır. Hollanda 'da yılda 320 000 ton soyanın % 80 kazan verimi ile işlendiği düşünülürse  $7 \times 10^6$  kWh enerji geri kazanılacaktır

$$Q = 320\,000 \times 17.5 / 0.80 = 7 \times 10^6 \text{ kWh}$$

Doğal gaz birim fiyatının 0.01343 \$ / kWh olduğu Hollanda 'da 94 000 \$ geri kazanılacaktır.

Sistemin ekonomik ömrü 10 yıl ve geri ödeme süresi 3.62 yıldır.(Ong,1979)

#### 5.3.3 Olin Yağ Sanayi A. Ş. Fabrikasında Enerji Geri Kazanım Uygulaması

Bu tesiste plakalı ısı değiştiricilerinin içinde yapışmış bulunan sabunların temizlenmesinde 90 °C sıcaklığında sıcak su kullanılmakta ve temizleme sonucunda dışarı atılmaktadır. Bu 90 °C sıcaklığındaki suyun ısısını 40 °C 'ye indiren ve

20 °C çevre şartlarındaki soğuk su 70 °C 'ye ısıtılarak vinterizasyon filtrelerinin temizlenmesinde kullanılarak enerji tasarrufu amaçlanmıştır.

Yukarıdaki sıcaklık şartları için bir eşanjör tasarlanmıştır. Bu tesiste her gün 90 °C sıcaklığındaki 20.65 ton su dışarı atılmaktadır. Bu sıcak suyun ısısının geri kazanan eşanjör prosesdeki eşanjörden sonra tesis edilmiş ve ısıttığı sıcak suyu 70 °C 'de 1.5 gün yetebilecek bir tankta toplanmıştır.

Bu tesiste eşanjör ve sıcak su toplama tankının maliyeti 1 488 005 000 TL olarak hesaplanmıştır. (1995)

Tesisin yıllık geri kazandığı fuel-oil miktarı 86 400 kg olup, maliyeti 1 kg fuel-oil için 9 597 TL olduğu bilindiğine göre yılda 829 180 800 TL geri kazanım olacaktır. Sistemin geri ödeme süresi 21.5 ay olarak hesaplanmıştır. (Hürtürk, 1995)

#### 5.4 BİRA TESİSLERİNDE ENERJİ GERİ KAZANIM UYGULAMALARI

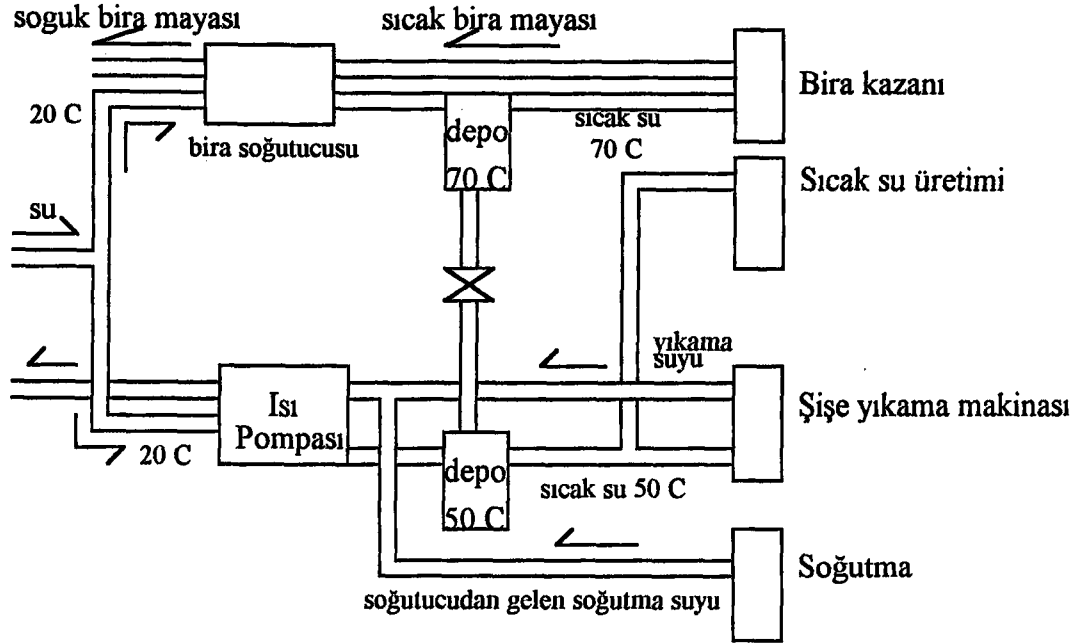
Meşrubat sektöründe özellikle biracılıkta pasterizasyon, sterilizasyon, buharlaşma, kurutma, pişirme ve soğutma gibi prosesler sonucunda oluşan atık ısılar ya direkt ısı değiştiricisi kullanılarak ya da ısı pompası kullanımı ile geri kazanılabilir

Sıcaklığın 150 °C 'nin altında olduğu durumlarda ısı pompaları gayet iyi netice vermektedir. Bira tesislerinde ısı pompaları malt fırınlarında, fermantasyon kazanlarında, pasterizasyon ve şişe yıkama makinalarında kullanılmaktadırlar. (Moserland et al, 1985)

Örneğin yılda 800 000 hlitre bira üreten tesisin günlük attığı ısı Tablo 5.3 'te verilmiştir. Bu atık ısılar fermantasyon kazanından, mayanın soğutulması ile şişe yıkama makinalarından olmaktadır. Günlük ısı tüketimi 105 MWh olan tesisin % 60 oranındaki ısı ihtiyacı geri kazanılabilir. Bu ısı özellikle ısı pompaları ile geri kazanılabilir. Tablo 5.3 'te bu üç proses için ısı ihtiyacı verilmiştir. Şekil 5.13 'te ise kullanılan ısı geri kazanım şeması görülmektedir.

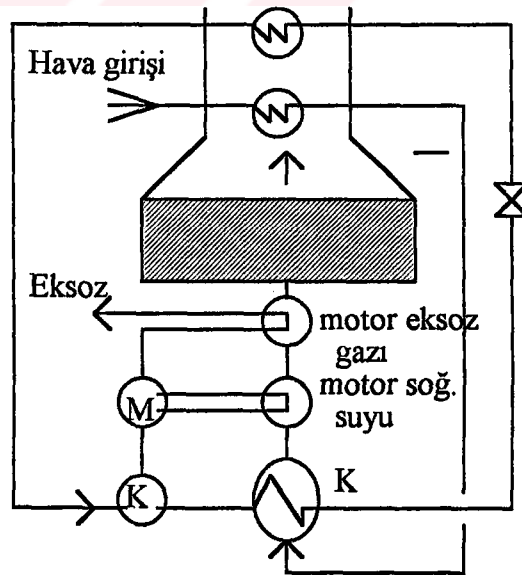
Tablo 5.3 Yıllık üretimi 800 000 hlitre olan bira tesisinin atık ısılarının analizi

Atık ısı kaynağı	Isı tüketimi (MWh/gün)	Yararlanılan atık ısı	Sıcaklık °C
Bira kazanıları	54.7	20.7	50 - 70
Şişe yıkama makinaları	11.6	7.0	40
Soğutma	-	29.0	40
Toplam	105	64.5	-



Şekil 5.13 Bira Tesisinde Isı Pompalı Enerji Geri Kazanımı

1. Bu sistem iki kısımdan oluşur. Birinci kısımda maya soğutma sisteminden alınan ısı, suyu  $70^{\circ}\text{C}$ 'ye ısıtır. İkinci kısımda ise ısı pompası ile  $50^{\circ}\text{C}$ 'de su ısıtılmaktadır. Bu ısı pompasının ısı kaynağı şişe yıkama makinası ile soğutma sistemidir.  $70^{\circ}\text{C}$ 'deki sıcak su bira kazanında kullanılırken,  $50^{\circ}\text{C}$ 'deki sıcak su şişe yıkama makinası ile diğer proseslerde kullanılmaktadır. Bu sistemin kullanımı ile bu tesiste % 35 oranında enerji geri kazanılmıştır. (Camatini et al, 1976)

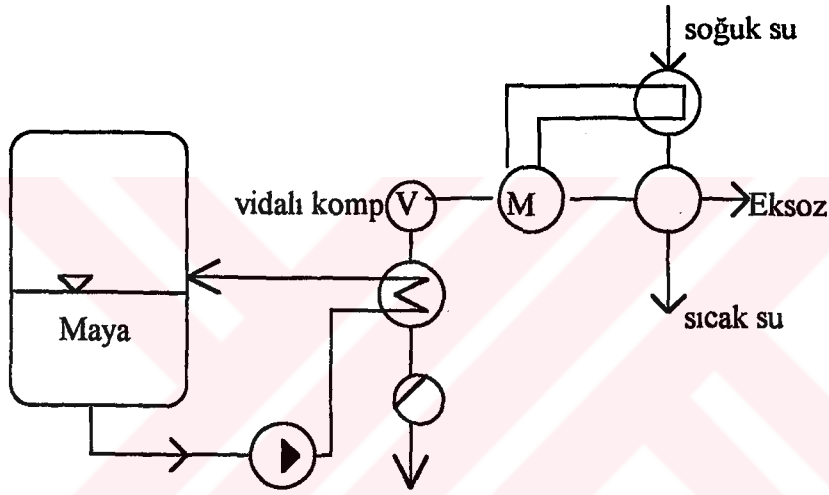


Şekil 5.14 Bir Malt Fırınındaki Isı Pompası Uygulaması

Bu sistemde ısı pompası kompresörü dizel motoru ile tahrik edilmiştir. Isı pompası sistemi fırından çıkan sıcak gazlardan aldığı ısıyı giriş havasının ısıtılmasında kullanmaktadır. Ayrıca dizel motorun soğutma suyu ile eksoz gazlarından geri kazanılan ısıdan, giriş havasının ısı pompası kondenser sıcaklığının üzerine ısıtılmasını sağlamaktadır.

İngiltere'de tesis edilen böyle bir sistemde geri kazanılan ısı su buharının yoğuşmasından dolayı, duyulur ve gizli ısıyla olmaktadır. Gerçekte geri kazanılan ısının % 80'i gizli ısıdan kazanılmaktadır. Isı pompası evaporatörü eksoz gazlarının ısını 8 °C 'ye soğutmaktadır.

Böyle bir sistem 200 000 \$ 'a mal olup, geri ödeme süresi 3.6 yıldır. (Moserland et al,1985)



Şekil 5.15 Bira Mayalandırma Kazanı

Şekil 5.15 'teki tesiste termo kompresör veya mekanik sıkıştırılmalı ısı pompası kullanımı ile enerji geri kazanımı gösterilmektedir. Bu sistemde vidalı kompresör bir dizel motor tarafından tahrik edilmektedir. Dizel motorun soğutma suyu ile eksoz gazlarının ısıları sıcak su ısıtmak amacıyla kullanılmaktadır. İlk enerji girişinin % 80 'ini geri kazanan sistemin , geri ödeme süresi 2.3 yıldır. Sistemin performansı 15.7 ' dir.(Moserland et al,1985)

## 5.5 SOĞUTMA SİSTEMİNDEN ISI GERİ KAZANIMI

Bir çok durumda gıda endüstrisinde, soğutma sistemlerinden geri kazanılan ısı kullanılmaktadır. Çünkü bu atık ısı 20 ila 40 °C sıcaklığında olup, genelde kullanımı olmayan durum teşkil eder.

Oysa bu atık ısılar başka proseslerde kullanılabilir. Örneğin aşağıda Şekil 5.16 'da verilen sistem bir perakende satış mağazalarında bulunan soğutma sistemlerinden geri kazanılan ısı, temizlik amaçlı ısıtılacak olan suyun ön ısıtılmasında kullanılmaktadır.

Böylece soğutma sisteminin soğutma suyu ile fan gücünden tasarruf sağladığı gibi, suyun ısıtılması için kullanılacak enerjiden de tasarruf sağlayacaktır.

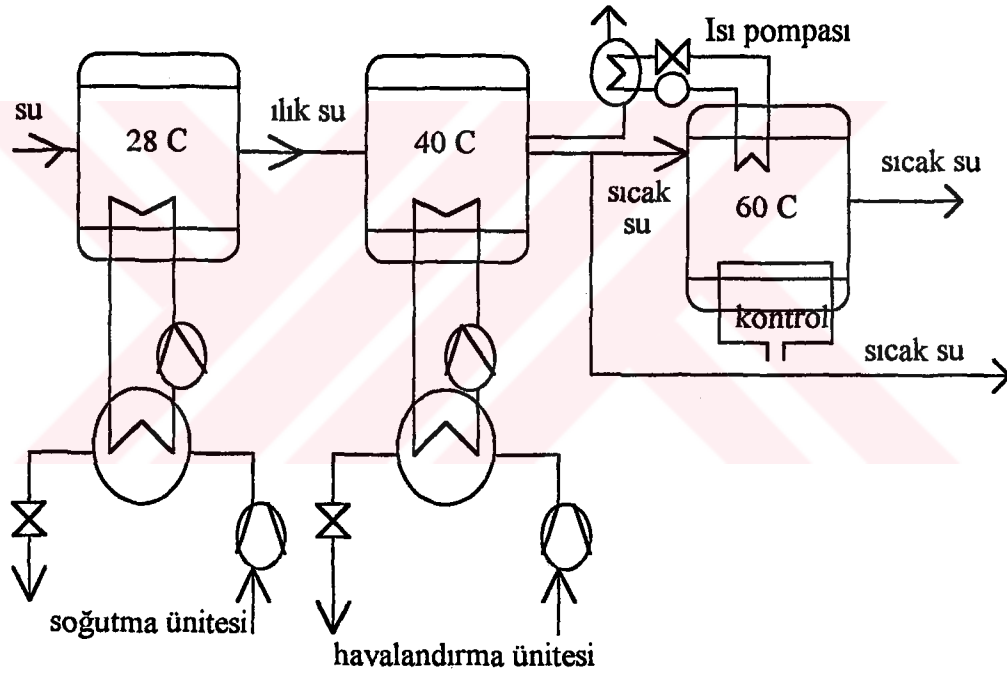
Bir çok durumda soğutma ünitesindeki kondenserden dışarı atılan ısı, bir ısı pompasında ısı kaynağı olarak kullanılması ekonomik olacaktır. 70 °C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda sıcak su üretilmesi böyle bir yöntemle ekonomik olacaktır.

Sözü edilen satış mağazalarında kullanılan et soğutma ünitelerinde soğutucu akışkan olarak amonyak kullanılmaktadır. Tesiste hem pistonlu hem de vidalı kompresör kullanılmıştır.

Isı pompası devresi sekiz pistonlu kompresör, bir tane evaporatör ve üç tane müşterek alıcılı kondenserden oluşmuştur. Sistemin soğutucu akışkanı freondur.(R12)

Kondenserler binanın ısıtma sistemi, et ürünlerinin taşınmasında kullanılan kasaları yıkayan yıkama sistemi ve bu sisteme sıcak su temin eden tankla birleştirilmiştir.

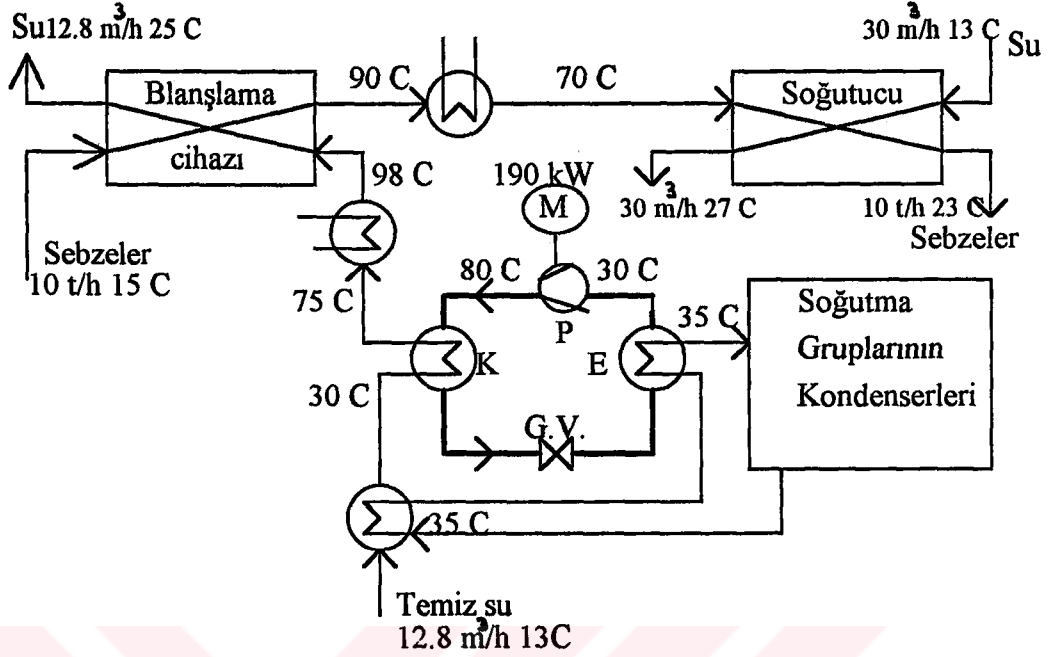
Isı ihtiyacı aynı zamanda germediği için, ısının depolanması gerekmektedir. Isı pompası 2.9 verimle çalışmaktadır.(Moserland et al,1985)



Şekil 5.16 Soğutma Sistemlerinin Atık Isılarının Isı Pompası Kullanımı İle Geri Kazanımı

## 5.6 KONSERVE İMALİNDE YAPILMIŞ BİR UYGULAMA

Şekil 5.17'de bir koserve fabrikasındaki haşlama prosesinin şeması verilmiştir. Bu tesiste ağartma (blanşlama), bir derin dondurucu tünelin kondenser gruplarından ısı pompası ile geri kazanılan ısı su ısıtmasında kullanılmaktadır. Daha sonra bu sıcak su ağartma makinasında ağartma işlemi için kullanılır.



Şekil 5.17 Konserve Tesisindeki Ağartma Hattının Proses Şeması

Sistem şu şekilde çalışmaktadır. Soğutma sisteminin kondenser gruplarından geri kazanılan ısı temiz giriş suyunu bir ısı değiştiricisi ile 13 °C'den 30 °C'ye ısıtır. Daha sonra bu su bir ısı pompası sisteminin kondenslerinde 75 °C'ye kadar ısıtılır. Ağartma işlemi için yüksek ısı gerektiğinden bu su elektrikli ısıtıcı ile 75 °C'den 98 °C'ye ısıtılarak ağartma makinasına gönderilir. Bu makinaya 15 °C'de giren sebzeler 90 °C'ye kadar ısıtılır. Bu işlem esnasında sebzeler ısıyı 98 °C'de giren sudan alırlar. Bu ısıtıcı su, proses sonunda ağartma makinasından 25 °C'de ayrılır.

Daha sonra sebzeler bir ısı değiştiricisi vasıtası ile 90 °C'den 70 °C'ye soğutularak bir soğutucuya gönderilirler. Soğutucuda 23 °C'ye soğutulan sebzelerin ağartma işlemi biter.

Soğutucuda soğutucu akışkan olarak su kullanılmaktadır. Soğuk su soğutucuya 13 °C'de girer ve 27 °C'de soğutucuyu terk eder. (Moserland et al, 1985)

Böyle bir ısı pompalı sistemin geri ödeme oranı % 31 olup, sistem 2 yılda kendisini amorti eder.

## 5.7 TAHİL KURUTULMASI İLE İLGİLİ UYGULAMALAR

Kurutma, üretim prosesleri içinde en önemli olanlardan birisidir. Zira ürünün belirli bir sıcaklığa getirilip nem oranının azaltılması amaçlanmaktadır. Hesaplamalara göre sadece İngiltere'de gıda ve ilaç sektöründe yılda 20 ila 30 milyon ton su kurutma ile buharlaştırılmaktadır. 30 milyon ton suyu kurutma proseslerinde buharlaştırmak için harcanan enerji  $74 \times 10^6$  GJ olarak hesaplanmıştır.

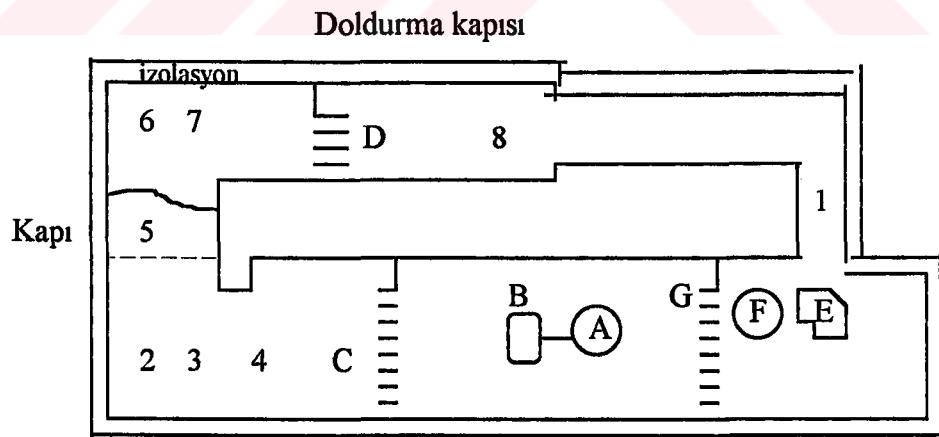
Bu endüstriyel işletmelerde kurutucuların %50 verimle çalıştırıldığı varsayılırsa, tüketilen enerji  $148 \times 10^6$  GJ olacaktır. (Reay et al, 1979)

Tahılların kurutulması ise çiftliklerde en çok enerji tüketen işlemlerin başında gelir. Burada amaç tahılların belirli bir ısı kullanılarak belirli bir neme kadar, neminin alınması anlaşılmalıdır. Zira tahılın kurutulmasında kullanılan bu enerji, tahılların üretilmesinden hasatına kadar harcanan toplam makina gücünü aşmaktadır. (Moserland et al,1985)

Tahılların kurutulmasında Şekil 5.18 'da görülen kurutma fırınlarından yararlanılır. Burada iki kontrol değişkeni söz konusudur. Bunlardan birincisi hava akışı, ikincisi ise kurutma havasının sıcaklığıdır. Kurutma havası sıcaklığı 43 °C ile 54 °C arasında olup, tahılın nemi % 12 'ye geldiğinde kurutma işlemi bitmektedir.

Şekil 5.18 'da görülen sistem ısı pompalı kurutucu olup, sistemin en önemli özelliği kurutma havasının ısısını ve bağıl neminin kontrolünün kolay olmasıdır. (Reay et al,1979) Ayrıca buna ek olarak evaporatörden alınan ısı kolayca geri kazanılabilmektedir.

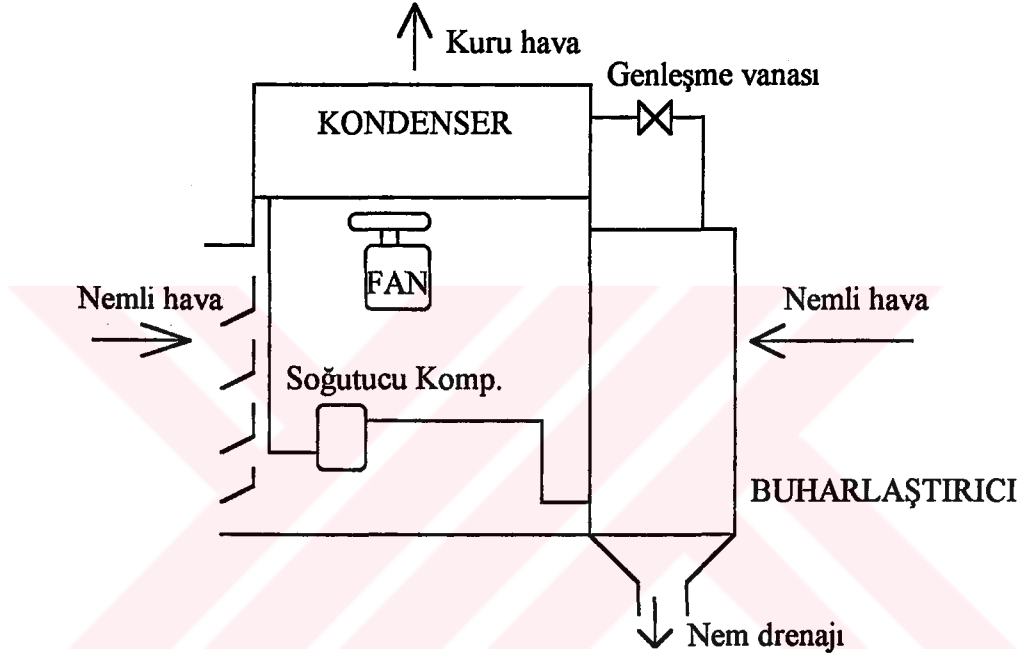
Şekil 5.18 'da görüldüğü gibi kurutma fırını şu ekipmanlardan oluşmuştur. Bunlar kompresör ve motoru, kondenser, evaporatör, fan ve fan motoru ile su soğutmalı serpantindir. Sistemde 570 W kapasitesinde ısı pompası olup, akışkan olarak R12 kullanılmıştır. Havanın sirkülasyonu için 380 W'lık fan kullanılmaktadır. Su soğutmalı serpantin, max. kurutma sıcaklığını kontrol etmek için tesis edilmiştir. Bu sistemin hava debisi 550 ile 2 200 m<sup>3</sup> / h arasında değişmekte olup, hava debisinin 800 ile 1 000 m<sup>3</sup> / h arasındaki değerlerinde minimum maliyet elde edilmiştir. Bu minimum maliyet aynı zamanda kurutma havasının sıcaklığına ve özgül nem oranına da bağlıdır. Bu sistemde 1 kg suyu buharlaştırmak için 43 °C 'de 0.28 kWh enerji, ve 54 °C 'de 0.27 kWh enerji tüketilmektedir. (Reay et al,1979) Sistemi şu anki mevcut sistemlerle karşılaştırdığımızda oldukça düşük yoğuşma sıcaklığına rağmen verimi oldukça yüksektir. Ancak en büyük dezavantajı ek yatırım maliyetinin oluşudur.



Şekil 5.18 Isı Pompalı Tahıl Kurutma Fırını Proses Şeması

- |                          |              |
|--------------------------|--------------|
| A Kompresör motoru       | B Kompresör  |
| C Kondenser              | D Evaporatör |
| E Fan                    | F Fan motoru |
| G Su soğutmalı serpantin |              |

- 1 3 adet termokupl
- 2 4 adet termokupl
- 3 Yaş ve kuru termometre termokuplu
- 4 Bağıl nem ölçer
- 5 Termokupl problemleri
- 6 4 Termokupl
- 7 Yaş ve kuru termometre termokuplu
- 8 Hız ölçer



Şekil 5.19 Hava -Hava Isı Pompası Sisteminin Kurutuculardaki Uygulaması

Şekil 5.19 'da şeması verilen sistem hava - hava ısı pompası sistemi olup, kurutma proseslerinde gayet iyi sonuç vermektedir. Bu sistemin ısı kaynağı atık eksoz gazları olup, bu ısıyı temiz giriş havasının ısıtılmasında kullanarak teorik olarak % 100 verime ulaşılabilir. Ancak bu durumda sirkülasyon havasının neminin artması söz konusudur.

Eğer eksoz havasının nemi drenaj edilirse, tamamen bu hava tekrar sirküle edilerek kullanılabilir.

Üründen alınan nemli hava bir ısı pompası evaporatöründen geçer ve bu esnada bu hava çığ noktası sıcaklığına soğutulup, duyulur ve gizli ısı alınmakta ve nem drenaj edilmektedir. Alınan bu ısı artırılarak kondensere gönderilir. Burada ısıyı havaya vererek kuru hava elde edilmektedir.

Bu tip ısı pompasının verimi 3.6 olup, % 50 oranındaki yakıtı tasarruf eder.(Reay,1977)



Tablo 5.4 'te tahıl kurutulmasında ısı pompası kullanımı ile klasik enerji kaynakları ( elektrik, güneş , LPG, doğal gaz) kullanılarak yıllara göre yapılan karşılaştırmalar görülmektedir.(Moserland et al,1985)

Burada enerji maliyetleri doğal gaz kurutmalı sistem baz alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 5.4 'ten de görüleceği gibi ısı pompalı kurutucu maliyet bakımından LPG kurutuculara göre daha iyidir.(1988) Ancak görülen odur ki güneş enerjili kurutucuların bir süre sonra daha verimli olacağı aşikardır.

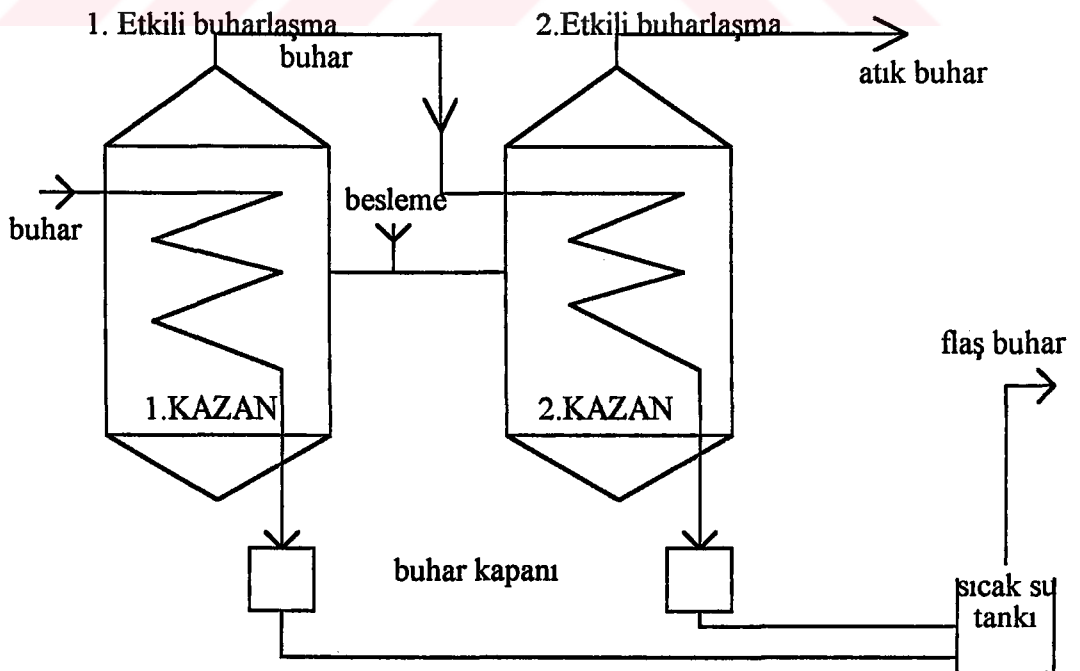
Tablo 5.4 Çeşitli Enerji Kullanan Kurutucuların Karşılaştırılması

Yıl	Geri kazanım / ton tahıl		Bir seferde üretilen mal		
	Isı Pompası	Elektrik	Güneş	LPG gaz	Doğal gaz
1978	3.43	3.78	4.72	1.34	0
1983	3.78	4.53	4.49	2.56	0
1988	4.25	6.18	4.61	4.45	0
1998	5.87	10.75	4.69	10.08	0

## 5.8 ŞEKER İMALİNDE ENERJİ GERİ KAZANIM UYGULAMASI

Mekanik sıkıştırımlı buhar sistemlerinde sistemde dolaşan akışkan su olup, buharlaşma işleminde besleme eriğinin buharlaşması / yoğuşması söz konusudur.

Şekil 5.20 'de verilen sistemde şeker kamışından şeker yapımında kullanılan proses şeması olup, yeniden sıkıştırma olmaksızın atık gizli ısıyı tekrar proseste kullanmayı amaçlamaktadır.



Şekil 5.20 Şeker Kamışından Şeker Elde Edilmesi Prosesi

Tek etkili evaporatörde, buharlaşma ısı atılmaktadır. Ancak atılan ısıyı, buharlaşmanın ileriki aşamalarında yardımcı ısı kaynağı olarak kullanabiliriz.

Şekil 5.20 'de verilen sistemde ikinci kazan atmosfere açıktır. Eğer bu kazan atmosferik basınçta kaynatılırsa, buhar ihtiyacı birinci kazandan sağlanacaktır. Buhar birinci kazana girdiği zaman kaynama olacaktır. Ancak ikinci kazanda kaynama olmayacaktır. Birinci kazanda basınç artışı olacak. Giriş buharı ve çıkış buharı arasındaki sıcaklık farkı azalacaktır. Bu olay ısı geçişini azaltacaktır. Sıcaklık ve basınç farklılığı, ikinci kazanda ki buhar ve sıvı arasında da oluşacak, bu olay ise birinci kazandan gelen buharın yoğunlaşmasına sebep olacaktır. Verilen son ısı sonuçta ikinci kazandaki buharlaşmayı etkilemek için yararlı enerji sağlayacaktır. Bu tip sistemlerde kazan sayısı altıya kadar çıkartılabilir. Örneğin süt sektöründe 2 ile 3 ya da 4 ile 5 kademeli olmaktadır.(Reay et al,1979)

Bu sistemin kullanılması ile saatte 450 000 litre buharlaşma sağlanabilir.

## 5.9 GIDA SEKTÖRÜNDEKİ YARDIMCI PROSESLER

Gıdaların işlenip ürün haline getirildikten sonra yapılan prosesleri yardımcı prosesler altında toplayabiliriz. Zira gıdanın uygun yöntemler ile paketlenip tüketiciye bozulmadan sunulması gerekmektedir. Dolayısı ile paketleme işlemlerinin iyi yapılması gerekmektedir. Biz yardımcı prosesleri iki sınıfta topladık

### 5.9.1 ŞİŞELERİN HAZIRLANMASI (YIKANMASI)

#### 5.9.2 GIDALARIN KONSERVE KUTULARINA DOLDURULMASI

### 5.9.1 ŞİŞELERİN HAZIRLANMASI (YIKANMASI)

Şişe ya da kavanoz yıkama makinaları özellikle sıvı içecek üreten süt, alkollü ve alkolsüz içecek fabrikaları ile konserve fabrikalarında yoğun kullanıma sahiptir. Dolayısı ile bu tesislerde yoğun olarak sıcak su drenaj edilmekte ve beraberindeki ısıda kullanılmadan dışarı atılmaktadır.

Saatte binlerce şişe yıkayan makinalar Şekil 5.21 'de görüldüğü gibi şişelerin su ve deterjanlı su ile yıkandığı çeşitli bölgelerden oluşmuştur. Bu makinalardaki yıkama işlemleri şişe tiplerine göre, makinanın sıcak deterjanlı suyu püskürterek ya da prosesin gerektirdiği işlemlere göre örneğin şişenin üzerindeki etiketleri çıkartmak için suda bekletilmesi veya hem suda bekletmek hem de püskürterek yıkanması prensibine göre çalışılır.

Süt endüstrisinde en çok kullanılan sistem jet sistemi olup şişelerin içine ve dışına yüksek basınçlı su ve deterjan püskürtülmesi prensibine göre çalışır. Suya ve deterjana verilen ısı püskürtme jetlerinin altında bulunan tanka daldırılmış bir buhar serpantini tarafından verilir.

İyi bir temizlik yapmak için görünen katı partiküller ve bakterilerden kurtulmak için şişeler 70 - 80 °C gibi yüksek sıcaklığa ısıtılmak zorundadır. Şişeler makinaya girerken normalde çevre sıcaklığındadır. Ancak pastörize süt dolum makinalarında (dolum makinası ile şişe yıkama makinası arasındaki mesafe azdır) şişelerin soğuk olması gerekmektedir. İşte buradaki ısıtma ve soğutma prosesleri bir kaç aşamalıdır.

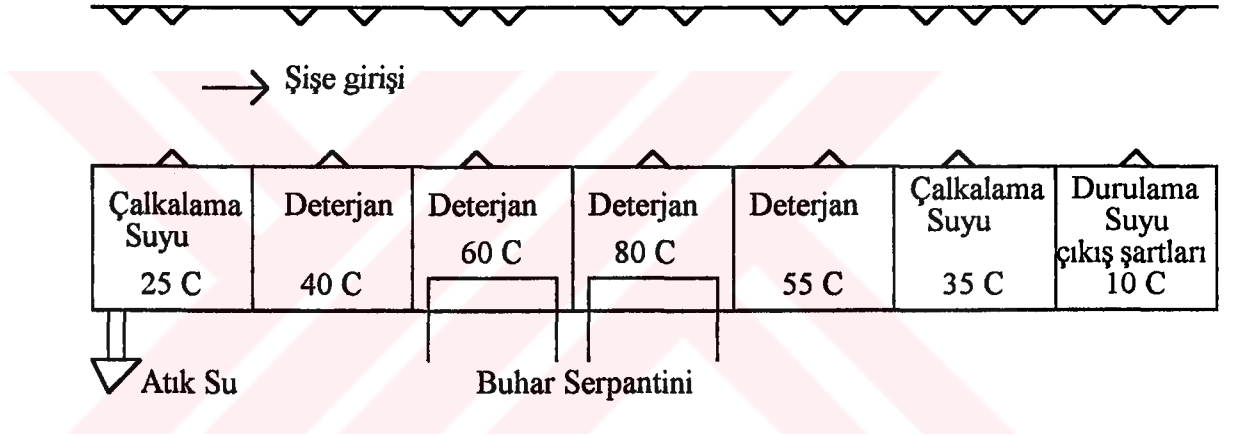
Şişeler deterjan solüsyon spreylerine girmeden önce bir ılık su ile büyük partiküllerden arındırılırlar. Şişeler makinanın içinde bir kısımdan diğerine geçerken dereceli olarak sıcaklık en yüksek değerlere çıkartılır ve ardından yavaşça soğutulur.

En son bölümde temiz durulama suyu ile şişelerin çevre şartlarındaki sıcaklığa (10 °C) soğutulması sağlanır. Bir şişenin makinadan geçmesi 3 ile 4 dakikada olur. Bir süt dolmuş tesisinde dolmuş işlemi günde ortalama 8 saat olmaktadır. Bu makinalar bira veya alkolsüz içecek üretim tesislerinde günde 20 saat çalıştırılmakta ve kalan sürede makinanın bakımı ve temizliği yapılır.

Ancak ısının kapasitesi (genelde 500 kg/h buhar) makinanın kapasitesine bağlı olup operasyon sırasında bu ısı su ve deterjan solüsyonu için gerekmektedir.

Diğer taraftan büyük partikülleri temizleyen kısımda ( 1. kısım) su sarfiyatı saate 10 000 litre olup, bu su 20 - 30 °C arasında dışarı atılmaktadır.

Makina içindeki ısı transferi çok karmaşıktır. Büyük miktarda ısı şişelerin kendileri ve transport mekanizması ile diğer kısma taşınmakta ve bu ısı son kısımda dışarı atılmaktadır. İşte buradaki ısının bir miktarı ile kullanılan suyun bir kısmını geri kazanabiliriz.



Şekil 5.21 Jet Tipi Şişe Yıkama Makinasının Kesit Görünüşü

Örneğin son kısımdaki durulama suyu şişelerin ısısını almaktadır. İşte bu ısınan sıcak su deterjan tankının içine yerleştirilmiş bir ısı değiştiricisinden geçip deterjanın ısıtılması için kullanılabilir. Bu sistem su dışarı atılmadan önce bir ön ısıtıcı gibi çalışacaktır.

Açıkça görüldüğü gibi bu tip bir makinada önemli miktar ısı radyasyon ve konveksiyon ile kaybolmaktadır. Ancak buhar maliyeti yaklaşık 4-5 \$ /1 000 kg ve suyun 1 000 litresinin 21 cent olduğu düşünülürse, geri kazanılan ısının ve suyun çok verimli olduğu görülecektir. Buna ek olarak toplanan sular, prosesin verimini arttırmış ve şişe yıkama makinasından dışarı atılan suyun maliyeti 1 000 litrede 11.5 cente düşecektir.(Reay et al,1979)

Efes Pilsen Grubuna bağı Erciyes Biracılık ve Malt San. ve A.Ş. fabrikasında saatte 45 000 şişe yıkayan makinada şişeler 20 ile 30 dakikada makinadan çıkmaktadır .

Şişeler, her şişe için ayrı ayrı kovanlara konulup makinaya girer ve ters çevrilerek içindeki artıklar dökülür. Yaklaşık 20 dakika süre ile 90 °C sıcaklıkta % 1.5 konsantrasyonlu kostik banyosu içine daldırılarak yoluna devam ederken, ters çevrilerek içine fiskiye ile kostik püskürtülerek içi yıkanır. Şişelerin dışına sıcak su püskürtülerek etiketleri temizlenir ve içleri yıkanır. En son aşamada soğuk su ile durulanan şişeler temiz ve kuru olarak makinayı terk eder. Sonra bu şişeler boş şişe kontrol bölümünde kontrol edilerek iyi temizlenmemiş şişeler ile kırık şişeler ayrılarak, kalanlar doluma gönderilir.

Bu makinalarda ısı ihtiyacı buhar ile karşılanır. Bu tesiste kullanılan şişe yıkama makinası sekiz bölümden oluşmuştur. Bunlar bir tane ön yıkama, üç tane kostikli tank ve dört tanede son yıkama tanklarıdır.

4 bar basıncında buhar makinanın ısı kaynağıdır. Şişelerin giriş sıcaklığı 37 °C ve çıkış sıcaklığı 78 °C 'dir. Bu bölümde 45 000 şişe saatte 154 800 kcal ısı tüketir. Bu ısının buhar eşdeğeri 304 kg 'dır.

Kostikli tanklarda ortalama kostik konsantrasyonu % 39 'dur. Kostik karışımının ilk sıcaklığı 10 °C ve son sıcaklığı 80.6 °C 'dir. Bu tanklarda tüketilen ısı 514.5 kcal / kg veya saate 3 bar basıncında 14.61 kg buhara eşittir.

Son yıkamada kullanılan su ön yıkama tankına alınıp sonra atılmaktadır. Giriş ve çıkış sıcaklıkları 10 °C ve 40 °C olduğuna göre gerekli ısı saatte 43 200 kcal olacaktır. Bunun buhar eşdeğeri ise saatte 86 kg 'dır.

Kostik tanklarında dışarıya kaybolan ısı ise çevre sıcaklığının 25 °C olduğu ve kostiğin 80.6 °C olduğu sıcaklıkta iki tane büyük ve bir tane küçük hacimli tankta saatte 35 706 kcal 'dir. Yani saatte 70.5 kg buhara eşittir.

Sistemin tamamında saatte 3146.26 kg buhar gerekmektedir.

Q şişe	154 800	kcal / h	303.96	kg / h buhar
Q kostiklisu	7 369.93	"	14.61	"
Q sonyıkama	43 200	"	85.66	"
Q eşanjör	20 979	"	41.60	"
Q tankkayıp	35 706.33	"	70.43	"

Q toplam = 262 055.26 kcal / h olacaktır.

m buhar = 516.26 kg / h buhar gerekecektir.

Yine Erciyes Biracılık ve Malt San. ve A.Ş. Fabrikasındaki Kutulama Makinasının Enerji Tüketimi

Bira 1 °C sıcaklıktan 65 °C 'ye kadar çıkararak pastörize edilip tekrar 4 °C 'ye soğutulur. Bu tesiste 500 ml 'lik kutulardan saatte 500 000 tane dolduran kutulama makinasındaki enerji tüketimi 1 420 000 kcal 'dir. Bu makinada ısı kaynağı olarak 3 bar basıncında buhar kullanılmıştır. Saate 2919 kg buhar tüketilmektedir.

Temizleme suyunu 10 °C'den 80 °C'ye ısıtan eşanjörde saatte 210 000 kcal enerji harcanır ve su debisi de saatte 300 kg'dır. Bu eşanjörde kullanılan buhar miktarı saatte 41.64 kg olup, kutulama için toplam ısı miktarı saatte 1 441 000 kcal ve buhar miktarı da 2960.3 kg'dır.(Nasıroğlu,1995)

### 5.9.2 GIDALARIN KONSERVE KUTULARINA DOLDURULMASI

Bir çok ısı transferi prosesinin bulunduğu durumlarda, genellikle lüzumsuz ısıtmanın olmaması, dolayısıyla yakıt harcanmaması için sıcaklıkların takibi önemli bir yardımcıdır. Enerji kullanımını etkileyen faktörler bakım, tesis yalıtımı ve prosesin şekli ile ilgilidir. Yardımcı etken ise kesikli işlemin yerine, sürekli çalışan sistemlerin kullanımınıdır. Bu işlem pişirme esnasında pratik olmasa bile, sterilizasyon esnasında çok iyi netice verir.

Aslında endüstride ısı pompası teknolojisine başvurmadan enerji geri kazanımı yapabilen birçok teknik vardır. Aşağıda 4 adet öneri verilmiştir. Şuna dikkat edilmelidir ki klasik sıvı - sıvı ısı değiştiricisini kullanmak bazen çok iyi sonuç vermektedir. Özellikle eğer yüksek geri kazanma verimi olan yüzeyli tiple birleştirildiğinde çok yarar sağlayacaktır.

1) Bir prosese çok az miktarda su ilave edilmelidir. Çünkü eklenen su sonraki aşamalarda buharlaşacağından ısı yükünü arttıracaktır.

2) Enerjiden verimli bir şekilde yararlanmak için pişirmenin şekli doğru seçilmelidir. Basınç altında pişirmenin teorisi, vakum ile olandan daha verimlidir.

3) Sürekli proseslerde ısı geri kazanım imkanı daha fazladır. Ürünün soğutulması esnasında, mümkünse herhangi bir yerden geri kazanılan ısıyı kullanmak gerekir. Eğer ürünün ani soğutulması gerekmiyorsa, ısıyı ortam ısıtmasına yardım edecek şekilde doğal konveksiyonla soğutulmalıdır.

4) Kesikli prosesin uygun olmadığı yerlerde, ürünlerin ısıtılması ve soğutulması için farklı kazanlar kullanılmalıdır.

Gıdaların konservelenmesinde (aynı zamanda diğer gıda paketlemelerinde) sıcaklıkların kontrolü genelde göz ardı edilmekte, bu da prosese giren ısının istenenden fazla olmasına sebep olmaktadır. Örneğin sütün sterilizasyonunda tenekenin ısı transfer karakteristiğinin bilinmemesi ve ürün kalitesini sağlamak için gerekenden fazla içeriğin verilmesinden dolayı aşırı ısı gereksinimini artırır.

Isı ihtiyacını belirlemek için, ürünün ısısal özelliğini bilmek gereklidir. Çünkü bakterilerin öldürmek için 120 °C'de 1 dakikalık işlem, yaklaşık 100 °C'de 100 dakikada yapılacak işlemle aynı öldürücü etkiyi verir. Bu etki genellikle non-lineerdir.

Buradaki proses, buharın ısıtma ve sterilizasyon amaçlı kullanılmasını içerdiği gibi aynı zamanda da soğutma görevinde içerir. Burada amaç düşük basınçlı buharı, artık sıcak sıvıdan sağlayabilecek bir ısı pompası dizayn etmektir. Bu da ısı pompası yoğunlaşma sıcaklığının 100 °C'den fazla olmasını gerektirecek ve bunu sağlamanın bir yolu da ısı pompasında kullanılacak soğutucu akışkanın dikkatli seçilmesi ile olacaktır. Ayrıca dizel motor tahrikli bir kompresör seçilerek bu motorun tahrik ünitesinin ısısı, sıcaklığı yükseltmek için yardımcı ısı kaynağı görevi görecektir.

Endüstride hem elektrik tahrikli hem de içten yanmalı motor tahrikli ısı pompaları önemli ölçüde bulunmaktadır. Birincisinin düşük ilk maliyeti söz konusu iken, ikincinde ise birincil enerji geri kazanımı daha çok olmaktadır.

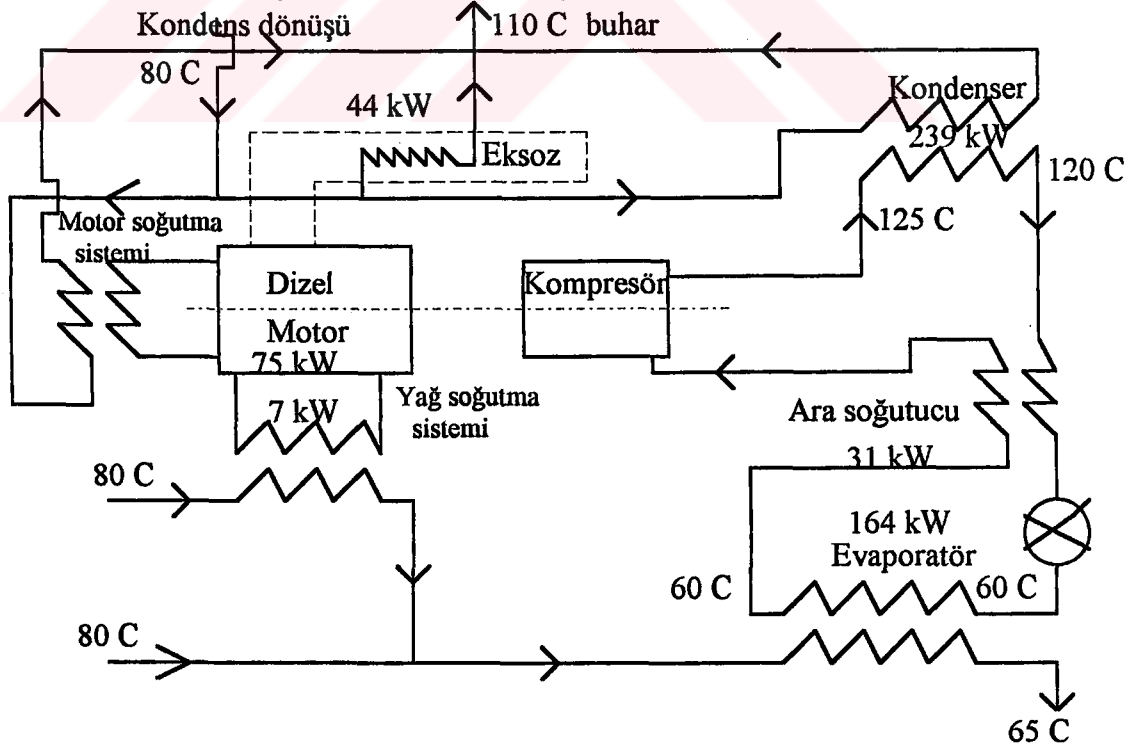
Buradaki sistem endüstriyel standartlarda yoğuşma sıcaklığı 120 °C olan küçük bir ısı pompası kullanarak 70 - 80 °C'de sıcak su temin etmektedir. Tahrik 75 kW çıkışlı bir dizel motorundan alınmakta olup, motor 4 zamanlı, doğal dolaşimli, pistonlu ve ısıl verimi % 31 'dir.

Motor verimi	% 31
Eksozdan dışarı atılan ısı	% 28
Motorun soğutma ısısı	% 30
Yağ soğutucusundaki ısısı	% 3
Diğer kayıplar	% 8

Eksoz gaz soğutucusunda eksoz gazlarının çıkış sıcaklığı 650 °C'de ve 0.1 kg/s debisindedir. Bu ısı 180 °C'ye soğutulması ile 47 kW enerji geri kazanılacaktır.

Motorun soğutulması esnasında (su ve yağ soğutması) 80 kW enerji dışarı atılmaktadır. Isı 110 - 120 °C 'de dışarı atılırsa, bir kondenserde bu ısıdan yararlanılabilir. Daha düşük derecedeki ısılardan yararlanamadığımız için yararlanılamayan atık ısı % 20 'ye çıkmaktadır. Yararlı atık ısı sadece buharlaştırılarak soğutma için kullanılabilir.

Daha öncede bahsedildiği gibi ısı pompasının yoğuşma sıcaklığı 120 °C, buharlaşma sıcaklığı 60 °C ve R114 soğutucu akışkanı ile çalıştırılmaktadır. Bu sistemin proses şeması Şekil 5.23 'te verilmiştir.



Şekil 5.22 Dizel Motor Tahrikli Isı Pompası Sistemi İle Sıcak Su Temini

Bu sistemin kondenser çıkışı 239 kW, evaporatör girişi 164 kW, ara soğutma 31 kW, kompresör giriş gücü 75 kW ve ısı pompası performansı 3.19' dur.

Şekil 5.22 ' de görüldüğü gibi evaporatörde 80 °C 'deki suyun ısısından yararlanılarak ısı pompası sistemi ile kondenserde 110 °C 'de buhar üretilir. Üretilen buharın gerçek sıcaklığı ısı değiştiricisinin verimine bağlıdır. Eğer kondenserdeki sıcaklık farkı  $T = 5$  °C iken 115 °C 'de buhar, eğer  $T = 15$  °C iken 105 °C 'de buhar üretilir. Burada soğutucunun yoğunlaşması 120 °C 'de en üst sınırdadır. Gerçek buharlaşma ısı bir termostatik genişleme vanası ile kontrol edilmekte fakat ön soğutucunun verimine bağlıdır. Sıcaklık kompresörün emme hattında 73 °C 'dir. ( buharlaştırıcı çıkışı 60 °C ve arasoğutucuda 13 °C). Ara soğutucu ısı pompası devresinde yüksek basınçta 13 °C 'lik ek bir ısıtma sağlayacak ve buharlaştırıcının boyutunuda küçültecektir.

Boyle bir sistemin verimi % 75 ve

Isı pompası girişi (yakıt)	242 kW
Isı pompası çıkışı (buhar)	356 kW
Eşdeğer boyler girişi (yakıt)	475 kW olduğuna göre

Net geri kazanım =  $475 - 242 = 233$  kW ' tur.

Sistem yılda 8 000 saat çalıştırılırsa yılda  $6.71 \times 10^{12}$  J enerji geri kazanacaktır.

1977 'de İngiltere'deki yakıtın fiyatı yılda  $1.61 \times 10^{-9}$  olduğuna göre

İlk Yatırım Maliyeti :

dizel motor	3 000 - 10 000 £
kompresör	3 000 - 4 000 £
ısı değiştiricisi	5 000 - 10 000 £ olarak toplam 25 000 £ 'tur.

Sistemin geri ödeme süresi 2.31 yıldır. (Reay et al,1979)

## **6. PERFETTI GIDA SAN. VE TİC. A.Ş.'nin UYGULAMASI**

Perfetti Gıda San. ve Tic. A.Ş.'nin Çiklet ve Şekerleme Üretim Tesisinde işletme iki kısımdan oluşmuştur. Bunlar sakız ve şeker imal eden kısımlardır. Sakız imal eden kısımda 3 adet havalandırma ünitesi vardır. Bir ünitenin kompresör kapasitesi 80 HP, diğer iki ünitenin kompresör kapasiteleri ise 60 HP'dir.

Şeker kısmında ise bir tane 60 HP gücünde havalandırma ünitesi vardır. Bunlara ek olarak tesiste 4 adet 30 HP gücünde soğutma odası bulunmaktadır. Bu odalar, üretilen sakızları paketleme öncesi muhafaza etmek için kullanılmaktadır. Bu kısımlara ilave olarak işletmenin arkasında bulunan hammadde işleme kısmı bulunmaktadır.

### **6.1 SAKIZ İMALİ ESNASINDAKİ PROSESLER**

Tesise gelen hammadde sakız kısmı işletmesinden ayrı bir yerde GumBase diye adlandırılan bölümde uygun oranlarda sakız özünü ve diğer katkı maddelerinin eklenmesi ile mikserlerde karıştırılır. Buharla ısıtılmış olan mikserler sakız hammaddesini eritir. Sıvı halde mikserden alınan mal otomatik kantarda 10 kg gelecek şekilde tenekelere doldurulur. Tenekelere doldurulan sakızlar bir gezer rafa konularak soğutma odasına konur. Sakız soğuduktan sonra, soğutma odasından dışarı alınarak tavalardan çıkartılır. Sonra sakız kalıpları paletlere konulur.

Bu kalıplar üretim için sakız imal kısmına alınırlar. Kalıplar, mikserlerin bulunduğu kata getirilirler. Bu kısımda her sakız hattı için ayrı mikser kullanılmaktadır. Aynı kısımda kalıpları yumuşatmak için 2 adet yumuşatma fırından yararlanılmaktadır.

Kalıplar önce yumuşatma fırınlarında yumuşatılır. Kalıplar buradan alınarak belirli miktarlarda mikserlere atılır. Ayrıca ürün cinsine göre belirli oranlarda glikoz, öğütülmüş şeker ve meyva aromaları katılarak karıştırılır. Isıtılan mikserde bu karışım hamur haline gelinceye kadar karıştırılır. Sakız aynı katın tabanında açılmış bulunan kanallarda atılarak alt katta bulunan ekstruderleri besler. Ekstruderlerden sakızlar 60 °C 'de değişik renk ve kesitte uzun şerit halinde çıkan sakız bir bant ile soğutma tüneline girer. Soğutma tüneline sakızlar 10 °C'ye soğutulmaktadır. Soğutma tüneli çıkışındaki sakız konveyör ile paketleme makinalarına girerek paketlenir. Bunu takiben sakızlar küçük kutulara konulur ve tarih makinasında tarih basılır. Bu aşamada selofan makinasına giren kutular naylon ile kaplanır ve hemen akabinde kolilenerek depoya gönderilmektedir.

### **6.2 ŞEKER İMALİ ESNASINDAKİ PROSESLER**

Şeker kısmında proses şu şekilde olmaktadır. Şeker değirmeninden gelen şeker ile glikoz tankından gelen glikoz, vakum dairesi diye adlandırılan bölümdeki şeker pişiricisine gelmektedir. Eğer sütlü şeker imal edilmesi isteniyorsa süt dairesinden gelen pastörize edilmiş süt, şeker pişiricisine pompalanır. Şeker, pişiricide 140 °C ve 3 bar basıncında buhar ile vakum altında pişirilir. Pişirici kesikli çalışmakta olup, bir seferde 15 kg şeker pişirmektedir. Pişiriciden alınan şeker bir tavaya konularak vakum dairesinden şeker üretim kısmına alınır. Bu kısımda bir karıştırıcı vasıtası ile içine meyva aroması atılan mal karıştırılır. Sonra boksör diye adlandırılan bir makinada ezilerek soğutulur. Bu işlem sonunda şeker, tabut olarak adlandırılan ekstrudere konulur. Burada şekerin tam ortasına sakız konularak şeker urgan gibi inceltir. Kalıp ebatına kadar inceltilmiş olan şeker kalıpta çubuk konularak kalıbı çubuklu şeker olarak terk eder. Sıcak olan çubuklu şekerler soğutma tüneline 5 °C 'ye soğutulur ve plastik kasalara



konularak şeker paketleme kısmına götürülür. Bu kısımda naylonla paketlenen şekerler tartılarak kutulanır. Proses kutuların kolilere konulması ile biter.

### 6.3 UYGULAMA

#### 6.3.1 İDARİ BİNA ISI İHTİYACI $Q_1 = ?$

İdari binada Demirdöküm Dökme Dilimli Perkolon radyatörler kullanılmıştır.

Tablo 6.1 Radyatör Teknik Özellikleri

TİP	SICAKLIK °C	KAPASİTE	ALAN	HACİM
160x430	20 °C	83 kcal/h	0.18 m <sup>2</sup> /dilim	0.72 litre/dilim
160x900	20 °C	178 kcal/h	0.44 m <sup>2</sup> /dilim	1.30 litre/dilim

Tablo 6.2 İdari Bina Radyatör Miktarları

Ebat (160x430)	Zemin kat	179 adet
	Üst kat	368 adet
TOPLAM		547 adet
Ebat (160x900)	Üst kat	25 adet
	TOPLAM	25 adet

$$Q_{R1} = 547 \times 83 = 45\,401 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{R2} = 25 \times 178 = 4\,450 \text{ kcal/h}$$

$$Q_1 = Q_{R1} + Q_{R2} = 49\,851 \text{ kcal/h}$$

$$Q_1 = 50\,000 \text{ kcal/h alındı.}$$

Isıtma sisteminde dolaşan su debisi

Tablo 6.3 Döküm Radyatörlerin Su hacimleri

200 - 500	4 - 5 litre/m <sup>2</sup>
900	3.5 litre/m <sup>2</sup>

Radyatör Yüzey Alanları

$$A_{R1} = 547 \times 0.18 = 98.46 \text{ m}^2$$

$$A_{R2} = 25 \times 0.44 = 11 \text{ m}^2$$

$$A_R = A_{R1} + A_{R2} = 109.46 \text{ m}^2$$

$$A_R = 110 \text{ m}^2$$

Radyatörlerde Dolaşan Su debisi

$$m_1 = 98.46 \times 4.5 = 443.07 \text{ litre}$$

$$m_2 = 11 \times 3.5 = 38.5 \text{ litre}$$

$$m = m_1 + m_2 = 481.57 \text{ litre}$$

### 6.3.2 BOYLER ISI İHTİYACI

Bu işletmede kullanılan sıcak su yerleri ve miktarları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.4 Tesiste Sıcak Kullanılan Yerler

KULLANICI	ADET	SICAK SU YÜKÜ l/h
Mutfak evyesi	2	70
Genel lavabo	4	40
Duş	10	750
Kullanma katsayısı (KK)	0.40	
Depolama katsayısı (DK)	1.00	

Toplam sıcak su debisi  $m_{SS}$

$$m_{SS} = 2 \times 70 + 4 \times 40 + 10 \times 750 = 7\,800 \text{ litre/h}$$

Isıtma yükü  $m_{IS}$

$$m_{IS} = m_{SS} \times KK = 7\,800 \times 0.40 = 3\,120 \text{ litre/h}$$

Boiler ısıtma yükü  $Q_B$

$$Q_B = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2) = 3\,120 \times 1 \times (55 - 10) = 140\,400 \text{ kcal/h}$$

Burada 3 500 litre hacimli boiler kullanılmıştır. Dolayısı ile yeni ısıtma yükü şöyle olacaktır.

$$Q_B = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2) = 3\,500 \times 1 \times (55 - 10) = 157\,500 \text{ kcal/h}$$

Tesiste kullanılan sıcak suyun büyük bir kısmı vardiyeye değişimi esnasında tüketildiği için  $Q_B = 157\,500 \text{ kcal/h}$  'lik ısı yükü 7 saatte boylere verilebilir. Dolayısı ile son haldeki ısı yükü  $Q_B = 22\,500 \text{ kcal/h}$  olacaktır.

Bu binanın boiler ve ısıtma yükleri toplamı  $Q = 72\,500 \text{ kcal/h}$ 'dir. Bu ısı kazan dairesinde bulunan buhar/ sıcak su ısı değiştiricisi ile sisteme verilmektedir.

Isı değiştiricisi sıcak su debisi  $m_D$

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2)$$

$$72\,500 = m_D \times 1 \times (55 - 45)$$

$$m_D = 7\,250 \text{ kg/h}$$

### 6.3.3 ISI DEĞİŞTİRİCİSİ

Tesiste 2 adet buhar/sıcak su ısı değiştiricisi vardır. Kapasiteleri  $Q=600000$  kcal/h'tir. Sistem normalde  $90 - 70$  C 'de çalışmaktadır. Buhar kazandan alınmakta ve basıncı, basınç dūřurucu ile 10 bardan 2 bara dūřurılmektedir.

### 6.3.4 BUHAR KAZANLARI

2 adet 65 m yūzeyli sko tipi silindirik buhar kazanı bulunmaktadır. Kazan hacmi  $4$  m<sup>3</sup>tir. Kazan fuel-oil 'li olup 10-11 bar basıncında çalıştırılmaktadır.

### 6.3.5 VAKUM DAİRESİ ŞEKER PİŐİRICİSİ

Bu tesiste Őekerleme yapılırken kesikli çalışan piőiriciden yararlanılmaktadır. Bu piőirici vakum altında Őeker ve sūtu piőirmektedir. Piőiriciye  $140$  °C sıcaklıkta 3 bar basıncında gelen buhar, vakum pompası ile ısısını Őekerin geçtiği sarmal serpantine vererek Őekeri piőirmektedir. Su ıkışı  $90$  °C 'de olur ve direkt kazan kondens tankına geri dōner.

Bu piőiricide bir seferde  $15$  kg Őeker piőirilmektedir. Bir proses 10 dakikada gerçekleřir. Dolayısı ile gūnde 20 saat alıřtırılmakta ve kalan 4 saatte piőirici içinde bulunan serpantinin temizlięi yapılmaktadır. Őzellikle sūtlū Őeker imali esnasında sūtūn yūksek sıcaklıkta yanması sebebiyle serpantinde tıkanmalar olmaktadır. Bu problemi elimine etmek için sık sık temizlenmelidir.

#### Şeker Verilmesi Gereken Isı

$$Q_{\text{Ő}} = m_{\text{Ő}} \cdot c_{p\text{Ő}} \cdot (T_1 - T_2)$$

$$Q_{\text{Ő}} = 90 \times 0.82 \times (140-90) + 90 \times 540 = 52\,290 \text{ kcal/h}$$

Bunun için gerekli olan buhar miktarı  $m_B$

$$Q_{\text{Ő}} = m_B \cdot c_{p\text{Ő}} \cdot (T_1 - T_2) + m_B \cdot h$$

$$52\,290 = m_B \times 1.0137 \times (140-90) + m_B \cdot 540$$

$$m_B = 88.5 \text{ kg/h}$$

Vakum pompası soğutma suyu girişi	10 °C
Vakum pompası soğutma suyu ıkışı	35 °C
Vakum pompası soğutma suyu debisi	500 l/h

$$Q_{VP} = m_{SU} \times c_{pSU} \times (T_1 - T_2)$$

$$Q_{VP} = 500 \times 1 \times (35-10) = 12\,500 \text{ kcal/h}$$

Şeker piőiricisi için gerekli olan  $52\,290$  kcal/h'lik ısının bir kısmı vakum pompası ile  $12\,500$  kcal/h dışarı atılmaktadır. Bu ısı alınıp ortam ısıtmasında veya kazan kondens besleme suyunun ısıtılmasında kullanılabilir.

Piőirici hafta sonları çalıştırılmaz. Hafta başında işletmeye alınacağı zaman belirli sıcaklığa kadar ( $50$  °C) gerekli olan ısıyı dūřūnūlen sıcak su tankından alarak çalıştırılabilir. Bu durumda enerji tasarrufu sağlanacaktır.

### 6.3.6 SOĞUTMA KOMPRESÖRLERİ

Genel olarak bu işletmede ciklet ve şekerleme imali esnasında atık ısılar soğutma sistemlerin ile havalandırma sistemlerinde oluşmaktadır. Zira tesiste 8 adet soğutma tüneli, 2 adet soğutma odası ve 5 adet klima santrali bulunmaktadır.

Sakız ve şekerleme kalıptan çıktığı için soğutma tünelleri vasıtası ile soğutulmakta ve soğutma sonucu sertleşmektedir. Tesiste bulunan soğutma tünellerinin kondenserleri işletme içindedir. Yaz ve kış şartlarına göre işletme içi nem ve sıcaklık belirli oranlarda olması istenmektedir. (20 C ve %45 nem) Dolayısı ile soğutma tünelleri ve odaları klima sisteminin ısı yükünü arttırmaktadır. Bu tüneller tek bir kondenser ünitesi ile tesis dışına split olarak monte edilirse hem klima sisteminin ısı yükü hemde işletme maliyeti azalacaktır.

İşletmedeki klima hacminin çok büyük olduğu gözlenmiştir. Hem ısı yükünü hafifletmesi açısından hem de ilave kapalı alan ihtiyacı açısından bu hacmin ikiye bölünerek ara kat yapılması önerilebilir. Bu ara kat yaz ve kış şartlarında ısı izolasyonu vazifesi de görecektir.

Tesiste mevcut bulunan soğutma gruplarının kompresör güçleri aşağıda verilmiştir.

SAKIZ KISMI SOĞUTMA TÜNELLERİ	GÜÇ (HP)
Big Babol Soğutma Tüneli	15
Oh Babol! Soğutma Tüneli	15
Brooklyn Soğutma Tüneli	10
Center Fresh Soğutma Tüneli (Yeni)	15
Center Fresh Soğutma Tüneli (Eski)	15
Motor Show Soğutma Tüneli	50
ŞEKER KISMI SOĞUTMA TÜNELLERİ	
Fresh Time Soğutma Tüneli	15
Slip Slap Soğutma Tüneli	10
SOĞUTMA ODALARI	
Vivident / Brooklyn Soğutma Odası	30
Gum Base Soğutma Odası	30
Sakız Kaplama Soğutma Odası	30 x 2

Tesiste bulunan tünellerden iki tanesi (Center Fresh Tünelleri) su soğutmalı sistem ile soğutulmakta olup, ısı tesiste bulunan bir soğutma kulesi ile dışarı atılmaktadır. Önceki kısımda açıklandığı gibi bu iki tünel de ortak sıkıştırılmalı soğutma sistemi kullanılarak soğutma kulesi devre dışı bırakılabilir.

Klima santrallerinin kompresör kapasiteleri aşağıda verilmiştir.

	KAPASİTE (HP)	MİKTAR
SAKIZ KISMI	40 x 2	1
SAKIZ KISMI	60	2
ŞEKER KISMI	60	2

Soğutma tesir katsayısı  $\beta=2.5$  alınmıştır.

2 x 40 HP KLİMALARI İÇİN SOĞUTMA YÜKÜ HESABI Q=?  
EK 1 'den okunan

Buharlaşma sıcaklığı 2 °C  
Yoğuşma sıcaklığı 60 °C

$$W = 40 \times 641 = 25\,640 \text{ kcal/h}$$

$$W_T = 2 \times 25\,640 = 51\,280 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 2.5 \times 51\,280 = 128\,200 \text{ kcal/h}$$

Mevcut sistemde bu ısı hava soğutmalı sistem ile dışarı atılmaktadır. Bu sistemi su soğutmalı sisteme dönüştüreceğiz. Bu sistem 55-10 °C olarak tasarlanmıştır.

Su soğutmalı kondenser için gerekli su debisi

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$128\,200 = m \times 1 \times (55-10)$$

$$m = 2850 \text{ kg/h}$$

3 x 60 HP KLİMALARI İÇİN SOĞUTMA YÜKÜ HESABI Q=?

Buharlaşma sıcaklığı 2 °C  
Yoğuşma sıcaklığı 60 °C

$$W = 60 \times 641 = 38\,460 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 38\,460 \times 2.5 = 96\,150 \text{ kcal/h}$$

$$Q_T = 96\,150 \times 3 = 288\,450 \text{ kcal/h}$$

Su soğutmalı kondenser için gerekli su debisi

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$288\,450 = m \times 1 \times (55-10)$$

$$m = 6410 \text{ kg/h}$$

4 x 30 HP KLİMALARI İÇİN SOĞUTMA YÜKÜ HESABI

$$W = 30 \times 641 = 19\,230 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 19\,230 \times 2.5 = 48\,075 \text{ kcal/h}$$

$$Q_T = 48\,075 \times 4 = 192\,300 \text{ kcal/h}$$

Su soğutmalı kondenser için gerekli su debisi

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$192\,300 = m \times 1 \times (55-10)$$

$$m = 4275 \text{ kg/h}$$

SOĞUTMA TÜNELLERİ SOĞUTMA YÜKÜ HESABI Q=?

Motor Show Tünel W= 50 HP

$$W = 50 \times 641 = 32\,050 \text{ kcal/h}$$

$$Q_T = 32\,050 \times 2.5 = 80\,125 \text{ kcal/h}$$

Su soğutmalı kondenser için gerekli su debisi

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$80\ 125 = m \times 1 \times (55-10)$$

$$m = 1780 \text{ kg/h}$$

Oh Babol! / Big Babol / Fresh Time Tünelleri W = 15 HP

$$W = 15 \times 641 = 9615 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 9615 \times 2.5 = 24\ 037.5 \text{ kcal/h}$$

$$Q_T = 24\ 037.5 \times 3 = 72\ 112.5 \text{ kcal/h}$$

Su soğutmalı kondenser için gerekli su debisi

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$72\ 112.5 = m \times 1 \times (55-10)$$

$$m = 1602.5 \text{ kg/h}$$

Brooklyn / Slip Slap Tünelleri W = 10 HP

$$W = 10 \times 641 = 6410 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 6410 \times 2.5 = 16\ 025 \text{ kcal/h}$$

$$Q_T = 16\ 025 \times 2 = 32\ 050 \text{ kcal/h}$$

Su soğutmalı kondenser için gerekli su debisi

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$32\ 050 = m \times 1 \times (55-10)$$

$$m = 715 \text{ kg/h}$$

#### KLİMA SANTRALLERİNDEN AÇIĞA ÇIKAN ENERJİ MİKTARLARI

GÜÇ (HP)	ENERJİ MİKTARI kcal/h	SU DEBİSİ kg/h
2 x 40	128 200	2850
3 x 60	288 450	6410
4 x 30	192 300	4275
<b>TOPLAM</b>	<b>608 950</b>	<b>13535</b>

#### SOĞUTMA TÜNELLERİNDEN AÇIĞA ÇIKAN ENERJİ MİKTARLARI

GÜÇ (HP)	ENERJİ MİKTARI kcal/h	SU DEBİSİ kg/h
1 x 50	80 125	1780
5 x 15	72 112.5	2600
2 x 10	32 050	715
<b>TOPLAM</b>	<b>184 287.5</b>	<b>4095</b>

$$Q = 608\ 950 + 184\ 287.5 = 793\ 237.5 \text{ kcal/h}$$

$$m = 13\ 535 + 4095 = 17630 \text{ kg/h}$$

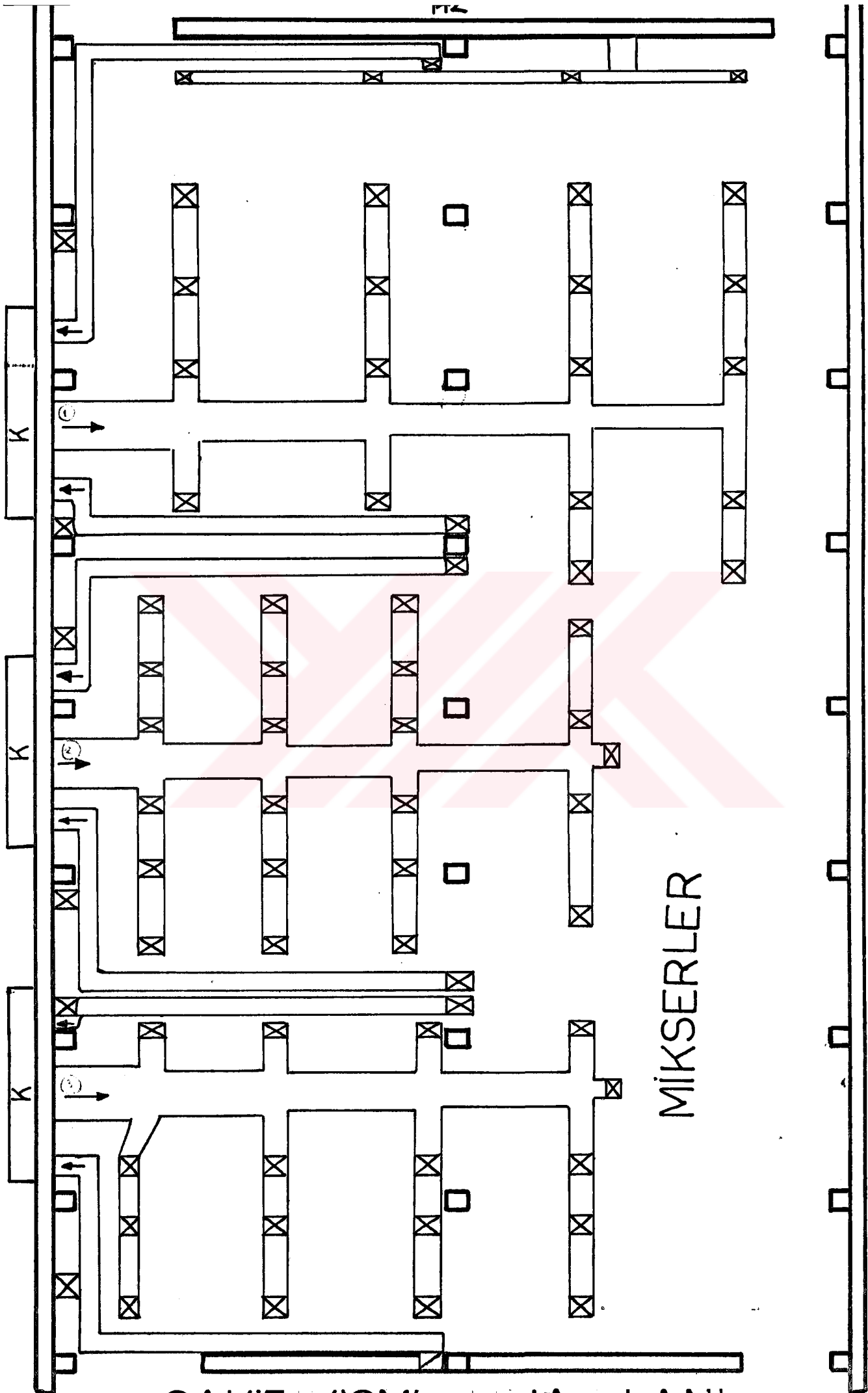
Görülüyor ki tüm sistemden çıkan atık ısı 793 237.5 kcal/h 'tir. Bu ise oldukça yüksek bir değerdir. Kazanılacak olan bu ısı ile kışın idari binanın ısıtılmasında ve sıcak su ısıtılmasında kullanılabilir.

Buhar devresinde degazör yoktur. Sistemde erimiş halde bulunan oksijen korozyona sebep olmaktadır. Kazan besleme suyunu 92-95 C'ye ısıtarak oksijenin sudan ayrışması amaçlandığı için, bu ısı kondens tankında bulunan bir serpantin içinden geçen buhar ile yapılmaktadır.

Geri kazanılacak ısı ile bu tankın ısıtması belirli sıcaklığa kadar bu ısı ile yapılabilir. Bu tank 1 000 litre hacmindedir.

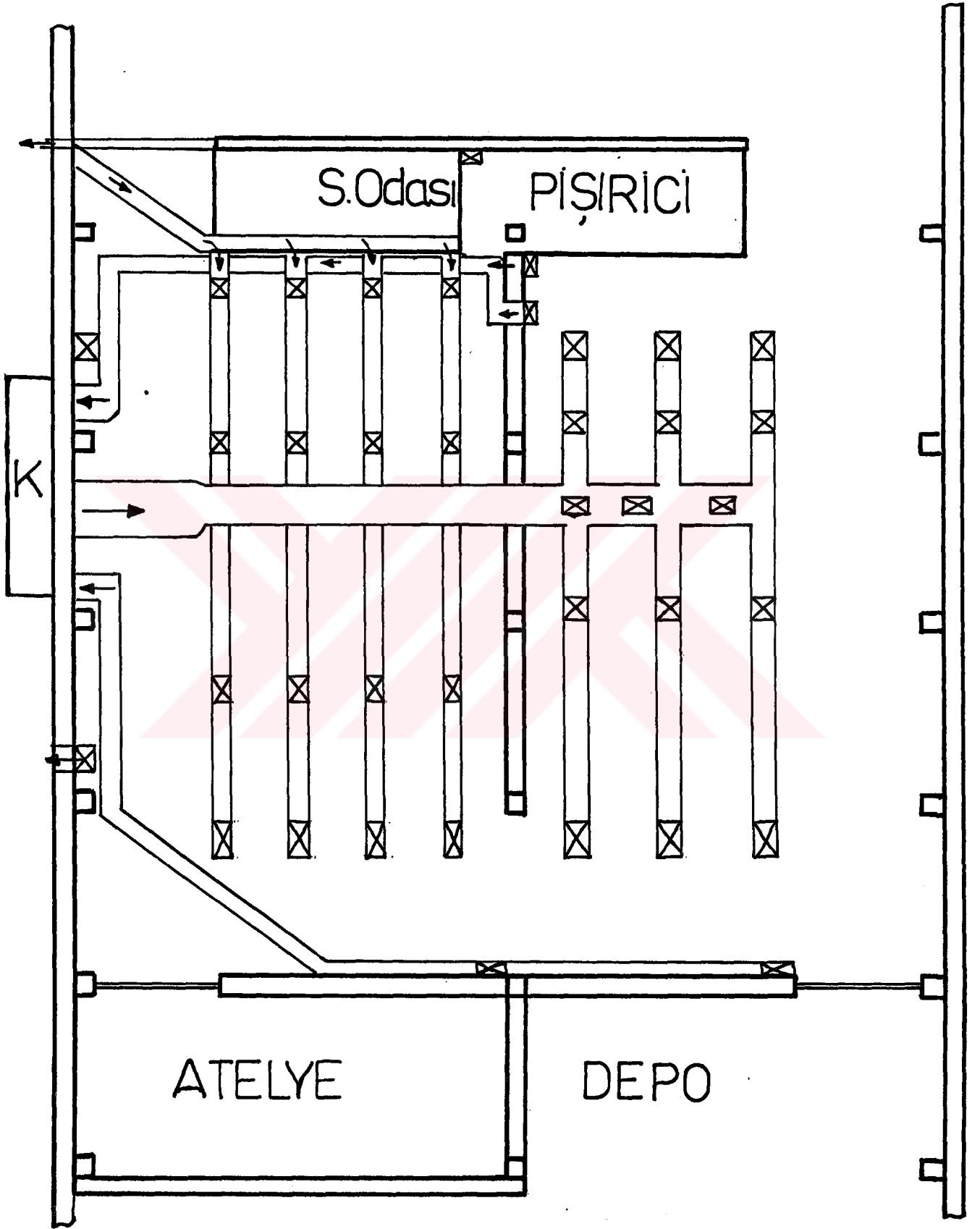
Tesisin güç kapasitesi 1200 KVA 'dır. Kış aylarındaki elektrik kesintisinden dolayı sistemde jeneratör kullanılmaktadır. İki tane jeneratörün yük kapasitesi 955 KVA 'dır. Kış mevsiminde sık sık devreye giren ve uzun süre çalışan jeneratörlerin soğutma suyundan istifade edilerek önemli oranda enerji tasarrufu yapılabilir.



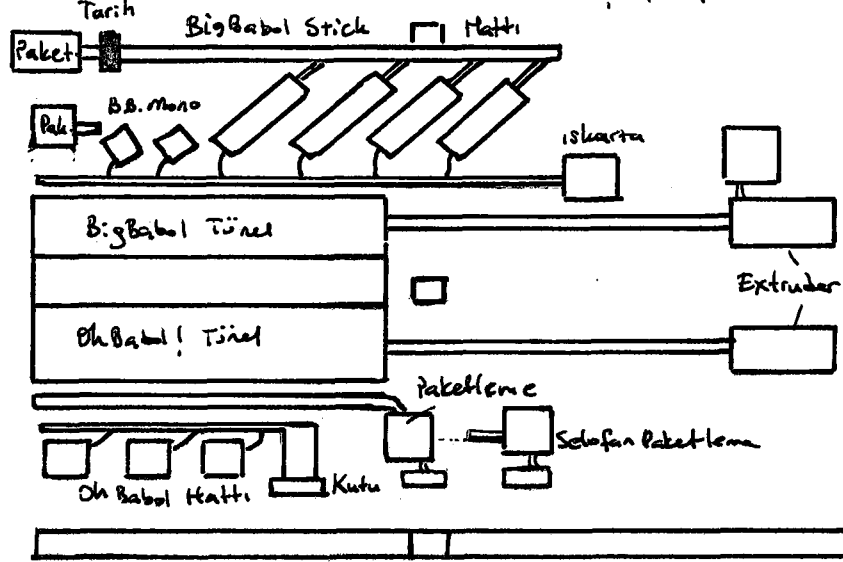
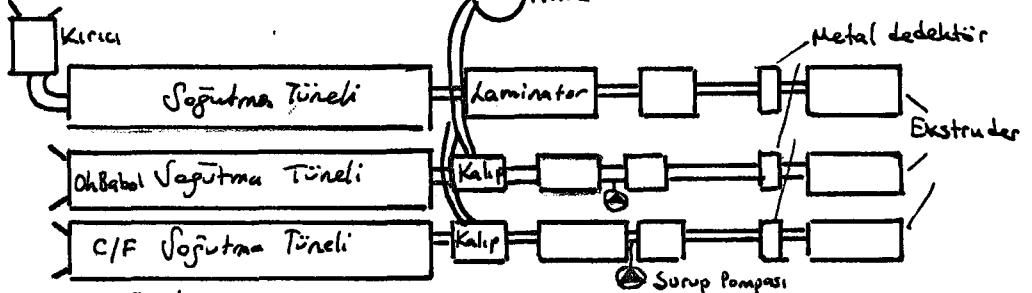
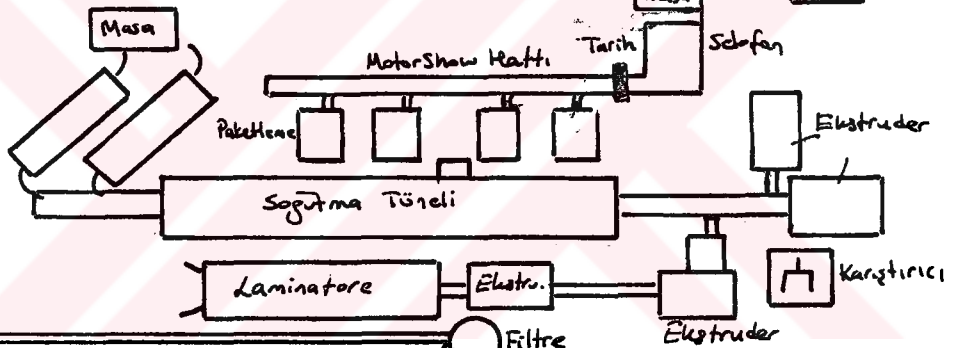
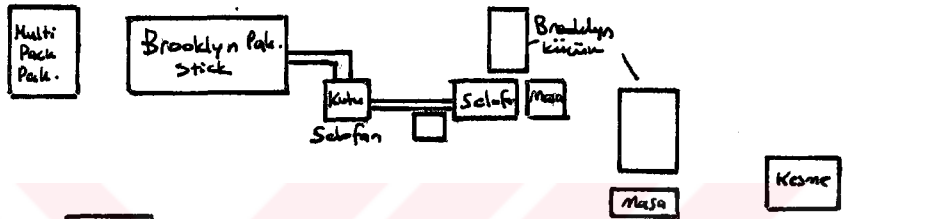
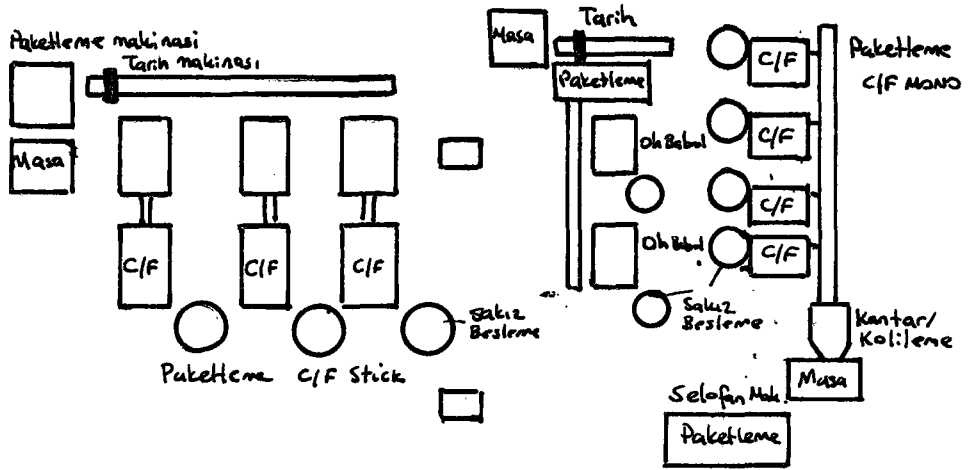


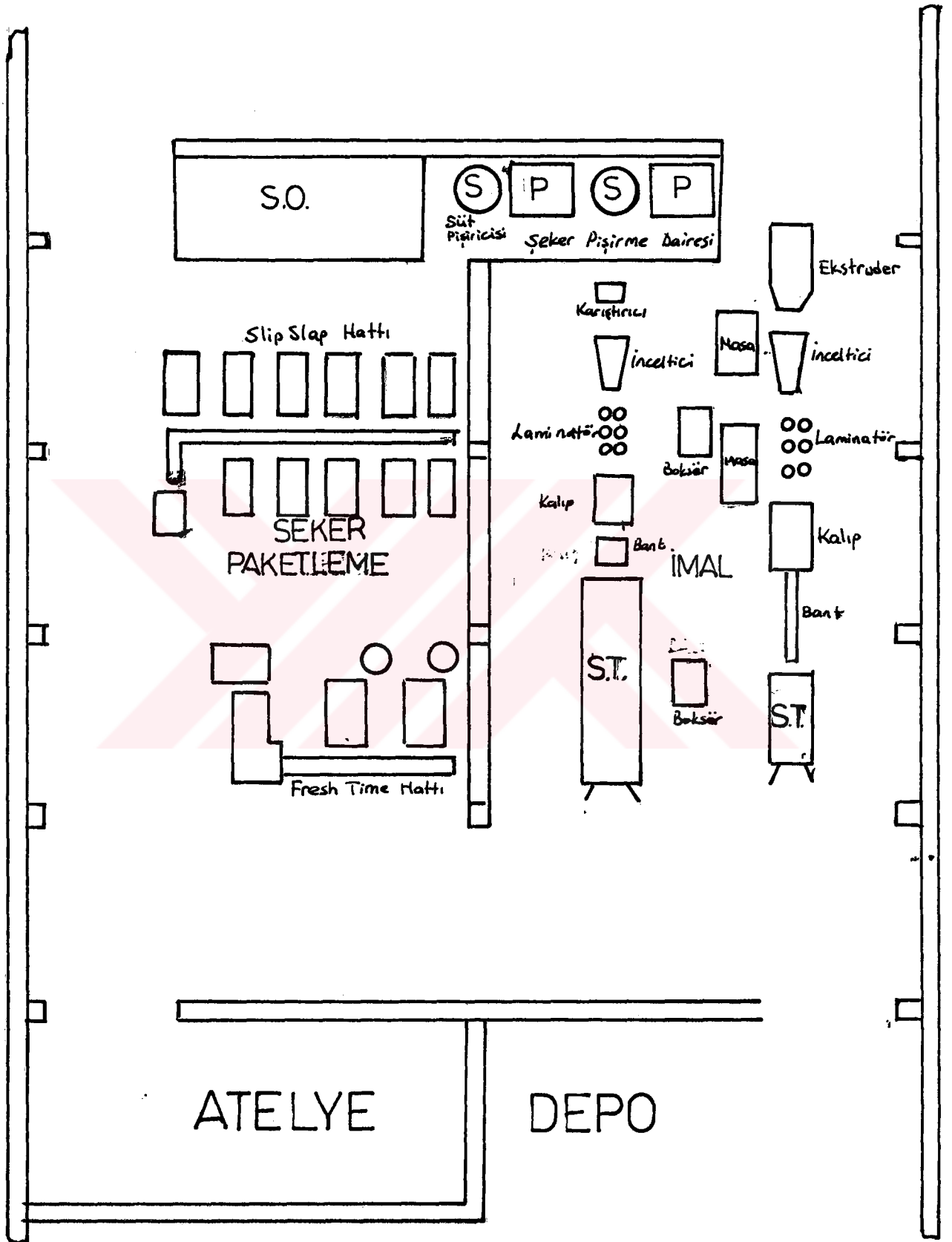
MIKSERLER





ŞEKER KISMI KLİMA PLANI





ŞEKER KISMI İMAL PLANI

## 7. SONUÇ

Gıda endüstrisinde pişirme, kurutma, soğutma prosesleri sonucunda büyük miktarlarda enerji açığa çıkmakta ve genelde bu enerjiden yararlanılmamaktadır. Bu endüstride enerji girdisini ve maliyetini azaltmak için atık enerjilerden yararlanılmalıdır. Gıda endüstrisinde atık enerjiden yararlanma oranı % 8'den % 22'ye kadar değişmektedir.

Bu tip işletmelerde kullanılan enerji geri kazanım elemanları Bölüm 4'te verilmiştir. Bu elemanların kullanılması ilk tesis yatırımı gerektirecektir. Ancak zaman içinde bu ilk yatırım gideri kendisini amorti edecektir.

Bazı basit işletme tedbirleri ile enerji tasarrufu yapılabileceği gözlenmiştir. Örneğin üretim yapılmayan makinaların kapatılması bu tedbirlerden birisidir.

Perfetti Gıda San. ve Tic. A.Ş.'nin ciklet ve şekerleme üretim tesisinde atık ısılar genellikle soğutma sistemi ile havalandırma sisteminde oluşmaktadır. Bu ısılar 60 °C sıcaklıkta dışarıya atılmaktadır. Tesiste R 22 soğutkanı kullanılmaktadır.

Aynı tesiste idari bina ısı ihtiyacı 50 000 kcal/h ve boyler ısı ihtiyacı 22 500 kcal/h'tir. Atılan ısı düşük sıcaklıkta olduğu için ısıtma sistemi daha düşük sıcaklıkta çalıştırılacaktır. Radyatör ısıtma kapasitesindeki düşüş, radyatör ilave edilmesi ile bertaraf edilecektir. Mevcut ısıtma sistemine alternatif olarak merkezi klima santrali ile ısıtma sistemi yapılabilir. Bu durumda sıcaklığı düşük olan atık enerjiden daha verimli bir şekilde yararlanılabilecektir.

Atık enerji geri kazanılarak, kazan dairesinde mevcut olan kondens tankının ön ısıtılmasında da kullanılabilir.

İşletme içinde bulunan soğutma tünelleri kondenser gruplarının tesis dışına alınması ve ortak bir kondenser ünitesi tesis edilmesiyle işletmenin klima yükü azaltılacaktır. Bu işlem aynı zamanda kondenserlerin nişasta ile kirlenmesi probleminide elimine edecektir.

Sistemde bulunan iki soğutma tüneli su soğutmalı olup, ısınan akışkan soğutma kulesi vasıtasıyla soğutulmaktadır. Bu soğutma tünelleri gaz sıkıştırma soğutma ünitesine bağlanarak soğutma kulesi devre dışı kalacaktır. Bunun yapılması ile soğutma kulesi işletme giderleri olmayacaktır. Ayrıca mevcut sistemde soğutma kulesi ile soğutma tünelleri arasındaki mesafe oldukça fazladır.( yaklaşık 100 m) Dolayısı ile önerilen sistemle pompa işletme giderleri de olmayacaktır.

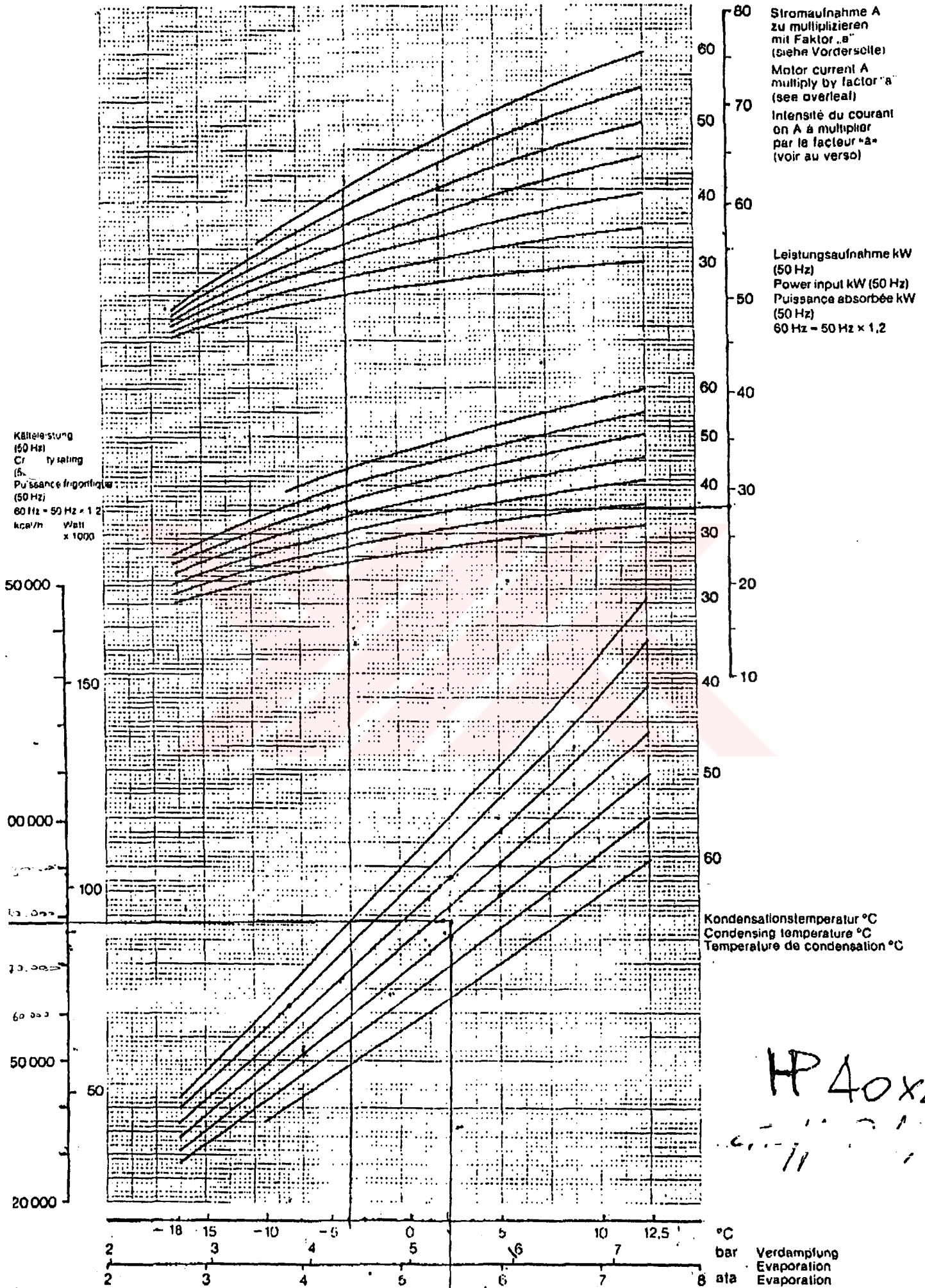
## KAYNAKLAR

- 1-Arbuckle, W.S.,1986. Ice Cream,4.th Edition,Published by Van Nostrand Reinhold, NY
- 2-Arikol, M., Kızıltan, G., Özil,E., Sökmen,N. ve Uyar, T.S.,1983. NATO Türk Endüstrisi Isıl Enerji İhtiyacının Tahmini, TÜBİTAK-MAM, Gebze
- 3-Camatini, E., Kester, T., 1976. Heat Pumps And Their Contribution To Energy Conservation, Noordhoff - Leyden
- 4-Casper, M.E., 1977. Energy Saving Techniques For The Food Industry,Noyes Data Corporation
- 5-Commercial Refrigeration Application Data Chrysler Cooperation, 1957.
- 6-Dağsöz, A.K., 1991. Sanayide Enerji Tasarrufu, Alp Teknik Yayınlar
- 7-Enerji İstatistikleri,Türkiye 6. Enerji Kongresi 17-22 Ekim ,1994, İzmir
- 8-Ertaş, E.,1987.Amonyaklı Ve Freonlu Soğutma Sistemleri, Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri, 20-21 Nisan, 1987, TÜBİTAK-MAM, İstanbul
- 9-Esin, A., 1984. Besin Sanayinde Isıl İşlemler Ve Konservecilik, Isı Bilimi Ve Tekniği Dergisi, Cilt:7, Sayı:3
- 10-Esin, A., 1985.İçme Süt Tüketiminde Tutumlu Enerji Kullanımı, Isı Bilimi Ve Tekniği Dergisi, Cilt:8, Sayı:1
- 11-Hürtürk,B.,1995. YTÜ Heperkan yönetiminde lisans tezi
- 12-İzmir, G.,Arikol, M., Kaptanoğlu, D., ve Özdoğan, S.,1983. Endüstride Isıl Enerji Kullanımı- Gıda Sektörü İçin Bulgular,TÜBİTAK-MAM,Gebze
- 13-Jansen, L.A., Steenbergen, A.E.,1979. Recovery Of Heat From Exhaust Air Of Sprey Driers In The Dairy Industry, New Ways To Save Energy, Proceedings Of The International Seminar Held In Brussels,23-25 October,1979, Ed. Strub, A.S., Ehringer, H., D.Reidal Publishing Company,1980
- 14-Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Esasları,1989. MMO Yayın No:84, 8. Baskı, Final Ofset
- 15-Laue, H.J., Lehmann, A., Milbitz, A., 1990. Overview of Industrial Heat Pumps Activities in Europe, Heat Pumps Solving Energy and Environmental Challenges, Heat Pump Conference, Japan, 12-15 March 1990, Ed. Saito, T., İgarashi, Y., Pergamon Press
- 16-Moserland, F., Schnitzer, H., 1985. Heat Pumps In Industry, Science Publishers B.V., Austria
- 17-Nasıroğlu,S.1995. YTÜ Heperkan yönetiminde lisans tezi
- 18-Onat, K.,Genceli, O.F., Arsoy, A., 1988. Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları, Denklem Matbaası
- 19-Ong, T.L.,1979. Recovery Of Residual Heat In The Extraction Of Oil Seeds And In The Hydrogeneration Of Edible Oils And Fats, New Ways To Save Energy, Proceedings Of The International Seminar Held In Brussels,23-25 October,1979, Ed. Strub, A.S., Ehringer, H., D.Reidal Publishing Company,1980
- 20-Özelkök, S.,1987. Meyva Ve Sebzelerin Soğukta Taşınması, Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri, 20-21 Nisan, 1987, TÜBİTAK-MAM, İstanbul
- 21-Özil,E.,1983.Sanayide Enerji Tasarrufunun Genel İlkeleri ve Örnek bir Uygulama, TÜBİTAK-MAM, Gebze
- 22-Özkoç, N.,1988. Uygulamalı Soğutma Tekniği, MMO Yayın No:115, Maya Matbaacılık Yayıncılık Ltd.Şti
- 23-Pala,M.,1987. Soğuk Zincir Sistemleri Ve Gıdalarda Kalite Değişimi, Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri, 20-21 Nisan, 1987, TÜBİTAK-MAM, İstanbul
- 24-Pala, M.,1987. Meyva Ve Sebzelerin Dondurularak İşlenmesi, Soğuk Tekniği

- Uygulamaları Semineri, 20-21 Nisan, 1987, TÜBİTAK-MAM, İstanbul
- 25-Pala, M.,1987. Soğutma Ve Dondurmada LCO<sub>2</sub> Ve LN<sub>2</sub> Kullanımı, Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri, 20-21 Nisan, 1987, TÜBİTAK-MAM, İstanbul
- 26-Pala, M., Saygı, Y.B.,1991. İhracata Yönelik Gıda Sanayii Ve Rekabet Gücünün Arttırılması, İ.T.O. Yayın No:1994-24
- 27-Pala, M., Saygı, B., Devres, O.,1987. Sebze Ve Meyvaların Ön Soğutulması, Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri, 20-21 Nisan, 1987, TÜBİTAK-MAM, İstanbul
- 28-Reay, D.A.,1977, Industrial Energy Conservation a handbook for engineers and managers,Pergamon Press
- 29-Reay, D.A., Macmichael, D.B.A.,1979. Heat Pumps Design And Applications A Practical Handbook For Plant Managers, Engineers, Architects And Designer, Pergamon Press
- 30-Refrigeration Plant The Scope For Improving Egerı Efficiency, Energy Technology Support Unit Market Study No:2, Energy Publication, Egerı Efficiency Office,1985
- 31-Rowles, P.A., 1990. Future Prospects For Industrial Heat Pumps In North America, Heat Pumps Solving Energy and Environmental Challenges, Heat Pump Conference, Japan, 12-15 March 1990, Ed. Saito, T., İgarashi, Y., Pergamon Press
- 32-Spirax Sarco ,1992. Teknik Yayınları
- 33-Stoecker, W.F., Jones, J.W., 1982. Refrigeration And Air Conditioning, 2. Edition Mc Graw- Hill Book
- 34-Şatıroğlu, N.,1990. Gıda Üretimi Temel İşlemleri Ders Notu, İTÜ Kütüphanesi
- 35-Tarımsal Yapı Ve Üretim,1993. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No:1727
- 36-T.C. Sanayi Ve Ticaret Bakanlığı 1. Sanayi Şurası Gıda Sanayii Raporu, 1-4 Eylül, 1987, Ankara
- 38-Trott, A.R., 1981. Refrigeration And Air Conditioning, Mc Graw- Hill Book
- 39-Türkiye 6. Enerji Kongresi 17-22 Ekim ,1994, İzmir
- 40-Ubbels, J., Bouman. S., The Saving Of Energy When Cooling Milk And Heating Water On Farms, 1978. International Institute Of Refrigeration Commission B2
- 41-Ubbels, J., Meulman, A.P., Verheij, C.D., Browner, J.,1979. The Saving Of Energy When Cooling Milk And Heating Water On Farms, New Ways To Save Energy, Proceedings Of The International Seminar Held In Brussels,23-25 October,1979, Ed. Strub, A.S., Ehringer, H., D.Reidal Publishing Company,1980
- 42-Whitman, W.E., Elson, C.R., Carawford, A.G., 1979. Energy Saving Opportunities In The Food Industry, New Ways To Save Energy, Proceedings Of The International Seminar Held In Brussels,23-25 October,1979, Ed. Strub, A.S., Ehringer, H., D.Reidal Publishing Company,1980

## **EKLER**





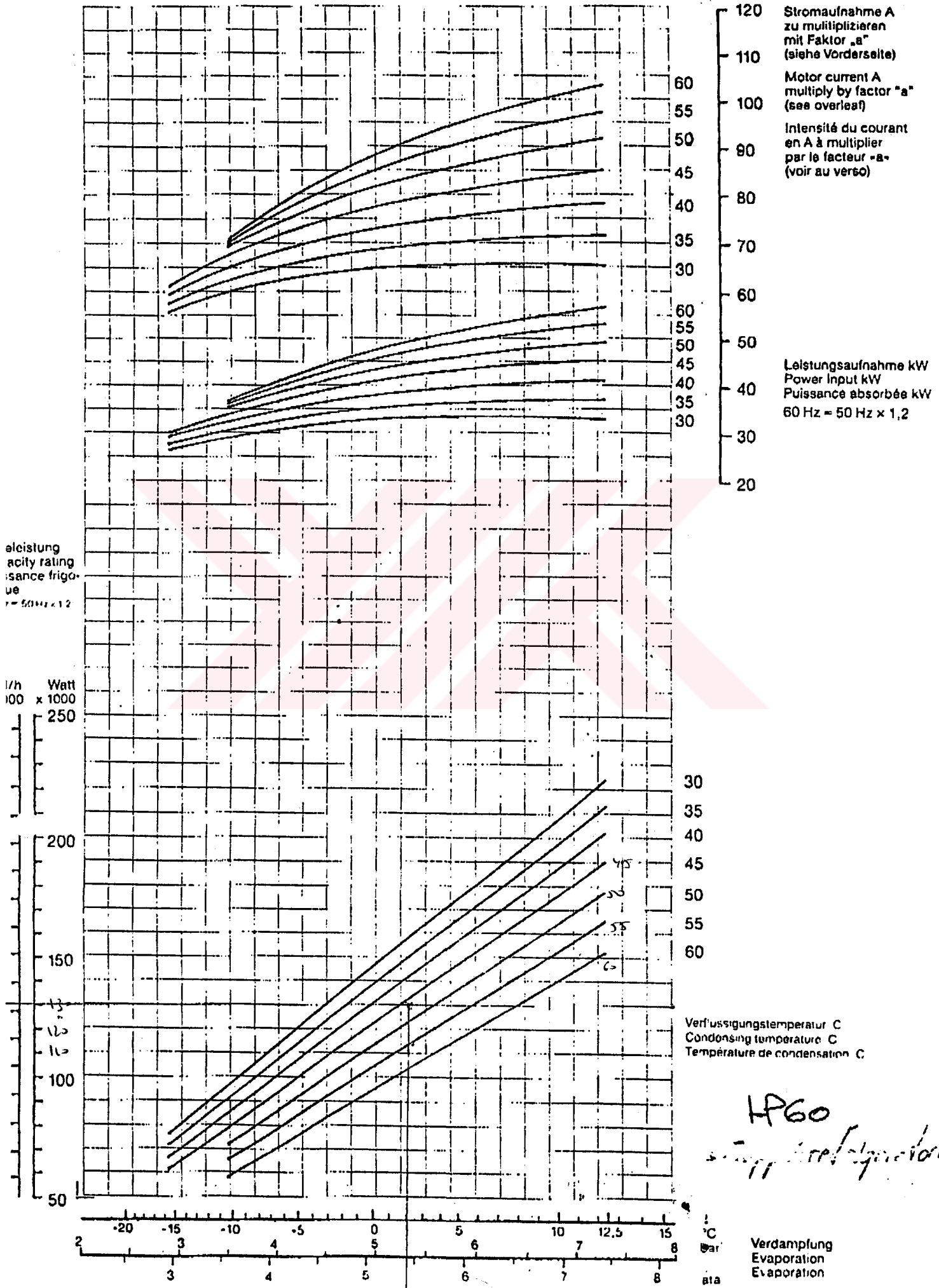
HP 40x2



D8RJ\*-6000

R22

Werte bei 18°C Sauggastemperatur ohne Flüssigkeitsunterkühlung.  
 Data at 18°C suction gas temperature without liquid subcooling.  
 Valeurs à 18°C température du gaz aspiré sans sousrefroidissement du liquide



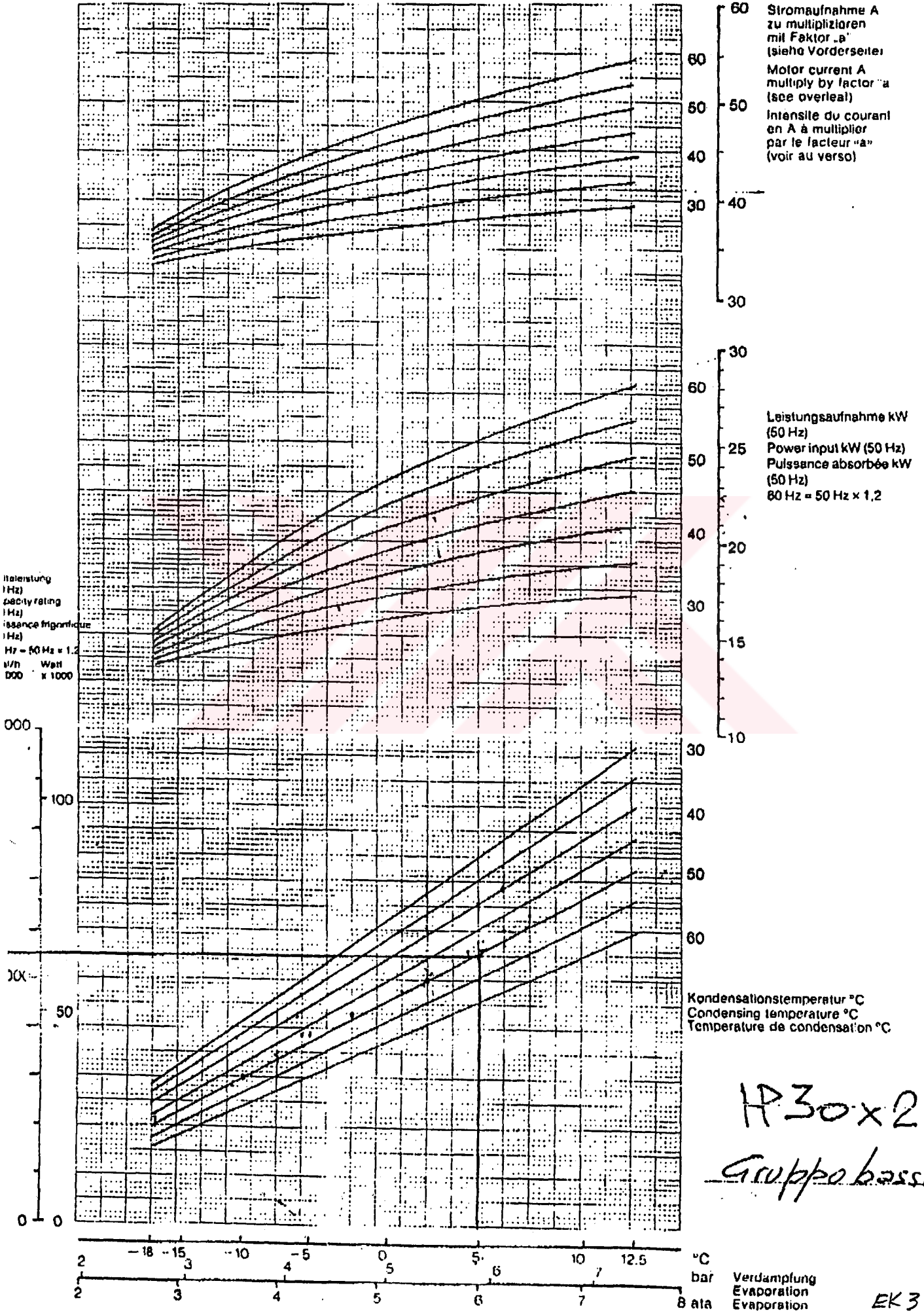
Stromaufnahme A zu multiplizieren mit Faktor „a“ (siehe Vorderseite)  
 Motor current A multiply by factor "a" (see overleaf)  
 Intensité du courant en A à multiplier par le facteur "a" (voir au verso)

Leistungsaufnahme kW  
 Power input kW  
 Puissance absorbée kW  
 60 Hz = 50 Hz x 1,2

Verflüssigungstemperatur C  
 Condensing temperature C  
 Température de condensation C

*HP60  
 Supplémentaire*

Verdampfung  
 Evaporation  
 Evaporation



Stromaufnahme A zu multiplizieren mit Faktor „a“ (siehe Vorderseite)  
 Motor current A multiply by factor "a" (see overleaf)  
 Intensité du courant en A à multiplier par le facteur "a" (voir au verso)

Leistungsaufnahme kW (50 Hz)  
 Power input kW (50 Hz)  
 Puissance absorbée kW (50 Hz)  
 60 Hz = 50 Hz x 1.2

Kondensationstemperatur °C  
 Condensing temperature °C  
 Température de condensation °C

*HP 30 x 2*  
*Gruppenbassin*

## ÖZGEÇMİŞ

15 Haziran 1968 tarihinde Bulgaristan'da doğdu. İlkokulu Bakırköy'de, ortaokulu Cumhuriyet ortaokulu Çorlu/Tekirdağ'da tamamladı. Mehmet Rüştü Uzel Endüstri Meslek Lisesi'sini 1986 yılında Çorlu'da bitirdi. 1987 yılında İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi'ne girdi. Ekim 1992 yılında Yıldız Üniversitesi Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Bilim Dalında Yüksek Lisansı hakkı kazandı.

1 Yıl Perfetti Gıda San. ve Tic. A.Ş.'de Bölüm Mühendisi olarak çalıştı. İngilizce biliyor.