



bu bir MMO
yayıdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Gıda Endüstrisinde Enerji Geri Kazanım Sistemlerinin İncelenmesi ve Uygulanması

Düriye BİLGE

Yıldız Teknik Üni.
Mak. Fak.

Hasan HEPERKAN

Yıldız Teknik Üni.
Mak. Fak.

Yüksel ÜSTÜNDAĞ
BOSCH

GIDA ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ GERİ KAZANIM SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ ve UYGULANMASI

Düriye BİLGE
Hasan HEPERKAN
Yüksel ÜSTÜNDAĞ

ÖZET

Türkiye çeşitli enerji kaynaklarına sahip olmakla beraber tükettiği toplam enerjinin yarıdan fazlasını ithalatla karşılamaktadır. Enerji tüketimimizde %34 paya sahip sanayi sektöründe gıda endüstrisinin önemli bir yeri vardır.

Avrupa Birliği'ne girme sürecinde bulunan Türkiye'nin, bu pazarda rekabet gücü olabilecek önemli sektörlerden biri olan gıda endüstrisinde, enerjinin verimli kullanılması, ülke çıkarları açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, ısı geri kazanım olanaklarını araştırmak amacıyla gıda endüstrisi; süt, et ve balık, yağ, alkollü ve alkolsüz içecekler, dondurulmuş gıda, tahıl ve unlu mamuller olmak üzere altı sektörde incelenmiştir. Her sektör için gerekli enerji miktarları ve atık enerjinin olduğu yerler tespit edilmiştir. Yerli ve yabancı uygulamalar karşılaştırılarak maliyetler ve geri ödeme imkanları verilmiştir.

1. GİRİŞ

Türkiye çeşitli enerji kaynaklarına sahip olmakla beraber ürettiği toplam enerjinin yarıdan fazlasını ithalatla karşılamaktadır. 1993 yılı toplam enerji üretimi 27 milyon TEP, tüketimi ise 61 milyon TEP olmuştur [1]. Enerji açığı 34 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Yapılan tahminlere göre 2010 yılında enerji açığı 96 milyon TEP olacaktır. Giderek artan enerji açığının karşılanabilmesi için petrol, doğalgaz ve taşkömürü gibi enerji hammaddelerinin ithalatına da devam edilecektir.

Enerji kaynaklarının sürekli azalması ve enerji talebinin artması sonucu yükselen birim enerji fiyatlarının üretim mallarına yansımaları, piyasa talebinde güçlükler doğurmuş, bu durum ise enerjinin daha ekonomik olarak kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Türkiye'nin enerji tüketimi sektörel bazda incelendiğinde, enerjinin %36'sının konutlarda, %34'ünün sanayide, %21.4'ünün ulaşımda, %5'inin tarımda ve %3.6'sının enerji dışı amaçlarda kullanıldığı anlaşılmaktadır [2]. Türkiye'nin enerji tüketiminin %46'sı petrole dayanmaktadır. Doğal gaz ve yabancı kömürler de göz önüne alındığında kullandığımız enerjinin yarısından fazlasının ithalat yoluyla karşılandığı görülmektedir. Bu bakımdan sanayimizin önemli bir sektörünü oluşturan gıda endüstrisinde kullanılan enerjinin incelenmesi ve geri kazanım olanaklarının araştırılması yararlı olacaktır.

Gıda endüstrisinde yaralanılan temel proseslerin hemen hemen hepsinde bazı ortak işlemler bulunmaktadır. Bunlar; çeşitli hammaddeleri yıkama, hazırlama, pişirme, fırınlama, buharlaştırma, kurutma, pastörizasyon, sterilizasyon, soğutma, rafinerizasyon, damıtma ve mayalandırma.

Prosesler için gereken sıcaklığın genelde 200 °C 'in altında olması nedeniyle ısı, merkezi buhar veya sıcak su sistemiyle karşılanmaktadır. Ancak konserve ve bisküvi üretim sektöründe pişirme işlemlerinde ve malt üretiminde doğrudan ısı enerjisi besleyen sistemler (fırın v.b.) kullanılmaktadır. Proses ısı sağlamada pek kullanılmamakla beraber elektrik enerjisi hava ve soğutma kompresörleri, pompalar ve öğütücüler gibi çeşitli cihazlarda kullanılmaktadır. Gıda sektörü proseslerinde kullanılan sıcaklıklar ve akışkanlar Tablo.1 'de verilmiştir.

Tablo1. Gıda Sektöründeki Proseslerde Kullanılan Akışkanlar ve Sıcaklıklar [3].

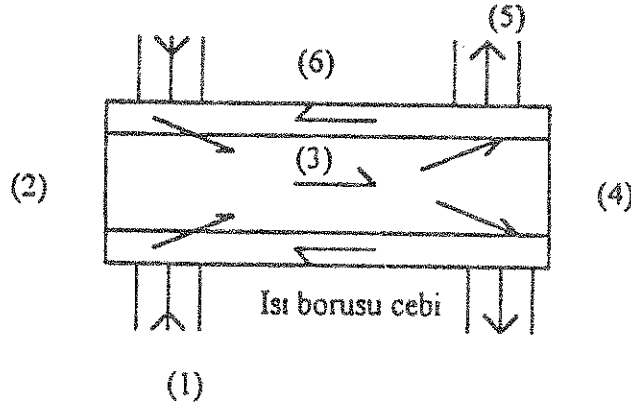
Proses	Akışkan	Sıcaklık (°C)
Pişirme	hava	120-185
Kurutma	hava / buhar	120-230
Kutulama	su / buhar	80-130

Proses ısısının kullanım sıcaklığına göre dağılımı ise şöyledir : 80 °C ve altında %34,3 ,100-120 °C arası gereksinim %19 , 150-200 °C arası %4,2 ve 200-400 °C arası %1,8 [4].

Isı geri kazanım çalışması yapılırken mahal ısıtılması ve/veya soğutulmasındaki kayıplar (yetersiz yalıtım, hava sızıntısı, gereğinden büyük hacmin şartlandırılması, gereğinden fazla ısıtma / soğutma yükü), şebeke ve sistem kayıpları (bakımsız sistem, cihaz ve ölçü aletleri, yalıtımsız şebekeler, iyi ve doğru yanmanın sağlanamadığı kazan ve fırınlar, kullanma suyunun gereğinden sıcak olması, yalıtımsız depolar v.b.) incelenmelidir. Proses ısılarında enerji geri kazanım yolları (baca ve eksoz gazlarından, atık sıcak sudan, kazan ve fırınlardan çıkan yüksek sıcaklıklardaki ürünlerden, çöpe atılan mamullerin değerlendirilmesi v.b.) araştırılmalıdır [5]. Düşük sıcaklıklardaki atık ısıdan faydalanmanın en iyi yöntemi ısı pompası kullanımıdır. Bu yüzden gıda sektöründe ısı pompası kullanımı teşvik edilmelidir. Avrupa 'da bu sektörde ısı pompası kullanımı %66,7 dir. Bunların kapasitesi açık çevrimli sistemlerde 300 MW, kapalı çevrimli sistemlerde 250 MW 'dır [6].

2. GIDA ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ GERİ KAZANIMINDA KULLANILAN SİSTEMLER

Geri kazanımda kullanılan başlıca sistemler, ısı borulu, yardımcı sıvı akışkanlı, gaz çiftli veya plakalı ısı değiştiriciler, döner jeneratörler, kazanlardan ısı geri kazanan sistemler (ekonomizer, hava ön ısıtıcısı, kondens dönüşünden ve blöflerden ısı geri kazanım sistemleri), sıvı-sıvı, hava-hava ısı geri kazanımlı ısı pompaları ve absorpsiyonlu soğutma sistemleridir.

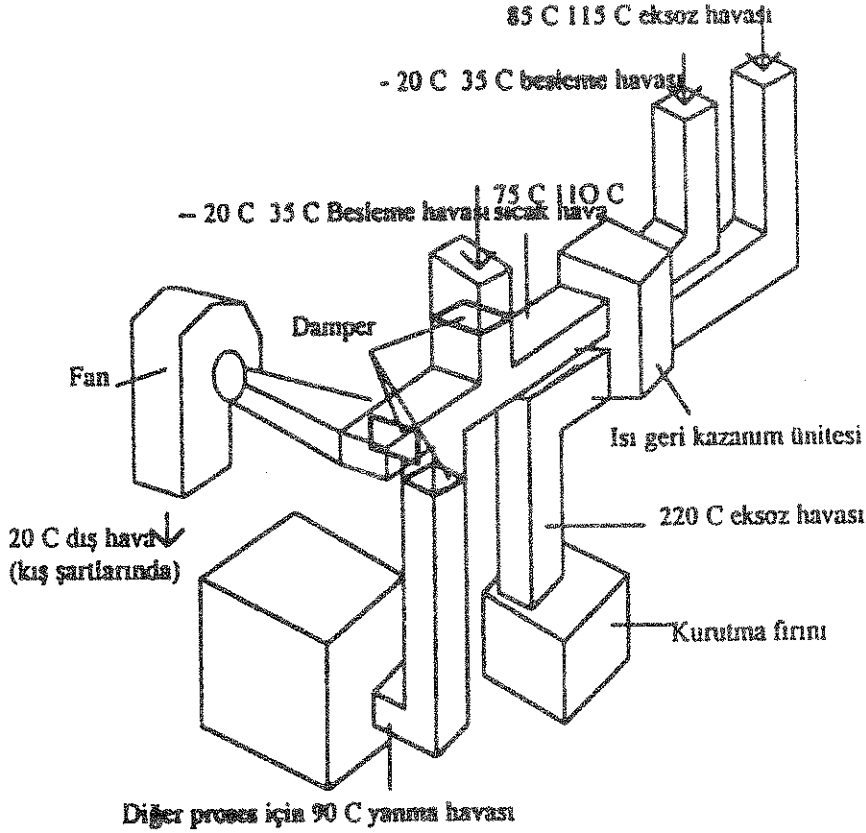


- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1 - Isı alma | 4 - Yoğuşma |
| 2 - Buharlaşma | 5 - Isı verme |
| 3 - Buhar akışı | 6 - Cepte dolaşan sıvı |

Şekil 1. Isı Borusunun Çalışma Prensipleri

2.1. Isı Borulu Isı Değişiriciler

Gaz-gaz ısı geri kazanımında kullanılırlar. İki ucu kapalı olan ısı borusunun içinde ısıyı taşıyan bir sıvı bulunmaktadır (Şekil 1). Bir uçtan ısı alarak buharlaşan akışkan soğuk uca doğru ilerleyecek, soğuk çepere çarparak yoğunlaşarak yoğunlaşma gizli ısısını ısıtılacak boru çeperine bırakacaktır. Bu şekilde çevrim tekrarlanarak ısı aktarımı sağlanacaktır. Isı borusunun yatayla yaptığı açı değiştirilerek ısı geçiş miktarı ayarlanabilir. Şekil 2 'de ısı borulu kurutma fırını uygulaması görülmektedir. Bu sistemdeki ısı geri kazanım oranı %56 dır [7].



Şekil 2. Isı Borulu Kurutma Fırınında Isı Geri Kazanım Uygulaması

2.2. Yardımcı Sıvı Akışkanlı İndirekt Isı Değişiriciler

Şekil 3 'de görüldüğü gibi iki ayrı ısı değiştirici arasında bir pompa yardımı ile sirküle ettirilen bir sıvı ısı taşınımını gerçekleştirmektedir. Şekil 4 'te bir sosis fabrikasındaki uygulamada, proseste kullanılan temiz hava eksoz havasından faydalanılarak ısıtılmaktadır. Sistemin geri ödeme süresi bir yıldır [7].

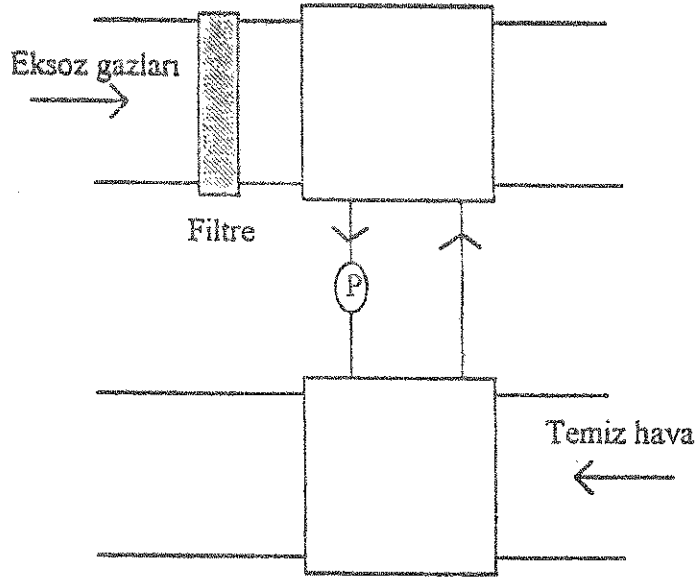
2.3. Gaz Çiftli İndirekt Isı Değişiricisi

Şekil 5 'te akım şeması verilen sistemde, bir gaz-gaz reküperatörü fırının eksoz gazlarından aldığı ısıyı başka bir proseste kullanılacak havanın şartlandırılmasında kullanılmaktadır. Bu ikinci proseste ise başka bir reküperatör ile giriş havası ısıtılmaktadır.

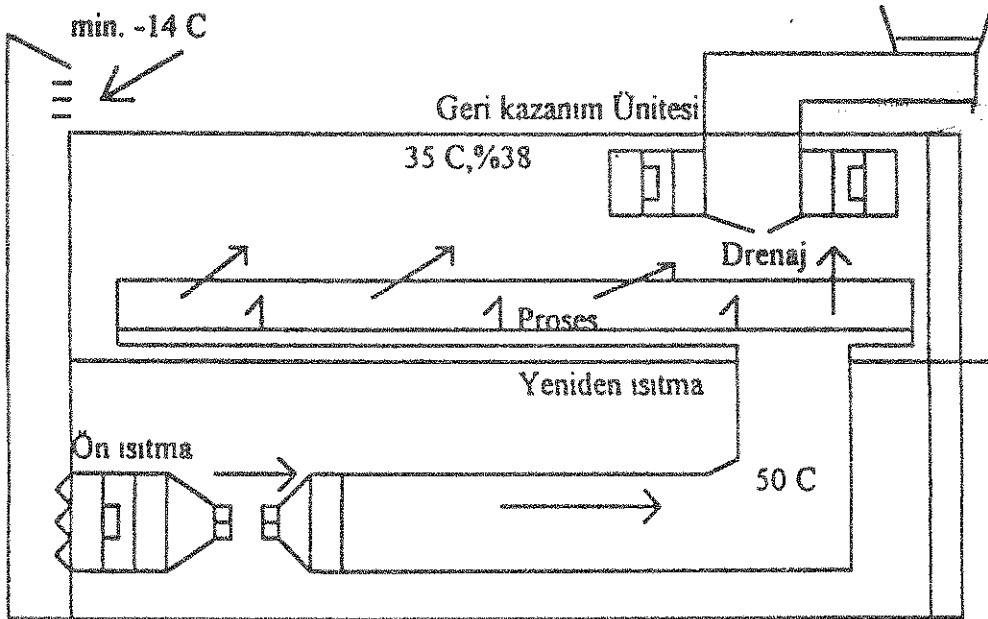
2.4. Plakalı Isı Değişiriciler

Gıda sektöründe kullanımları çok yaygındır. Isı aktarılacak iki akışkan ince metalik bir membran ile birbirinden ayrılmıştır. Bu plaka, akışta türbülans yaratarak ısı geçişini iyileştirmek için oluklu formda imal edilmektedir. Kabuk-boru ısı değiştiricisine üstünlükleri boyutlarının küçük olması, kolay temizlenmesi ve basınç düşüşünün daha az olmasıdır. Şekil 6 'da süt pastörizasyonundaki bir

uygulama şematik olarak gösterilmiştir. Burada pastörize edilecek süt ısıtılırken (ön ısıtma), pastörizasyondan çıkan sütün şişelenmeden önceki soğutma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu yolla geri kazanılan ısı oranı %86'dır [7].



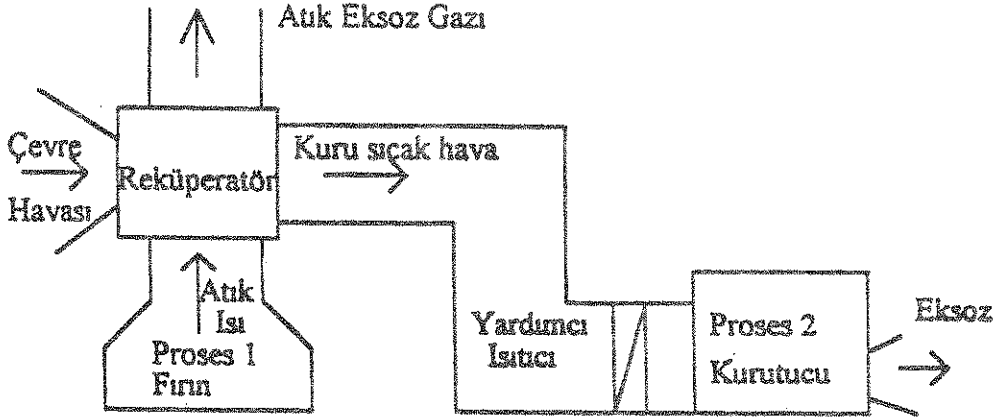
Şekil 3. Yardımcı Sıvı Akışkanlı İndirekt Isı Değiştirici Şeması



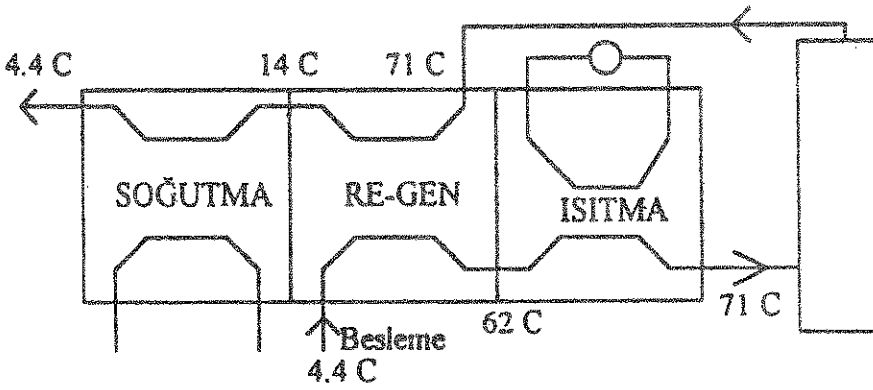
Şekil 4. Bir Sosis Fabrikasında Yardımcı Sıvı Akışkanlı İndirekt Isı Değiştirici İle Isı Geri Kazanımı Uygulaması

2.5. Isı Pompaları

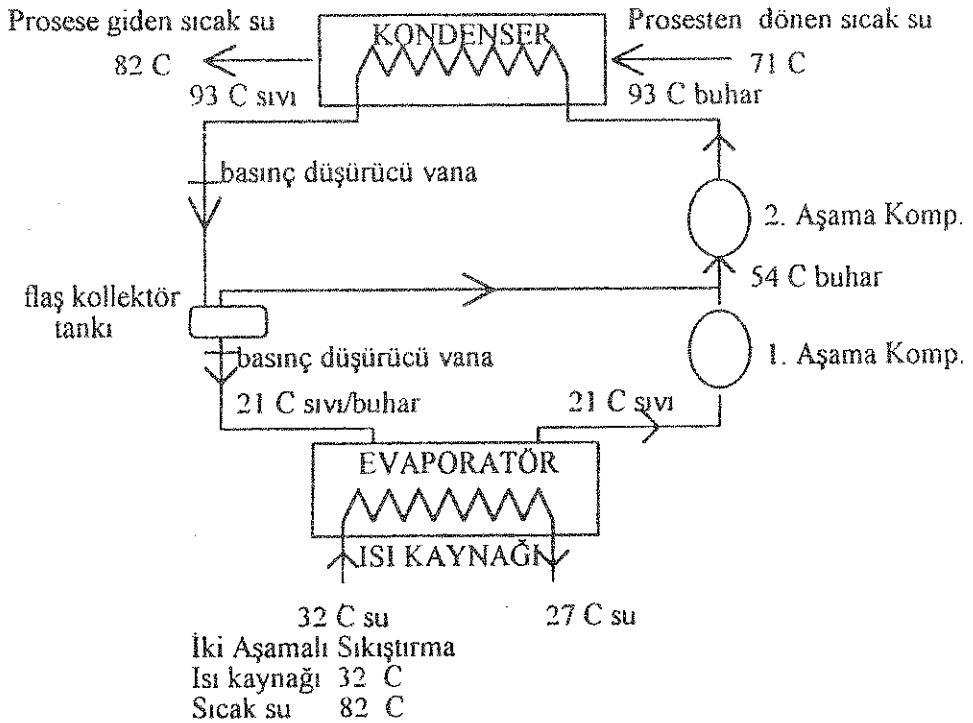
Gıda endüstrisinde yaygın kullanım alanı olan ısı pompaları sıvı-sıvı ya da hava-hava ısı geri kazanımlı olarak imal edilirler. Şekil 7 'de iki kademeli sıkıştırma yapılan bir sıvı-sıvı ısı pompası görülmektedir. Bu sistemde 32 °C sıcaklıktaki atık suyun enerjisi geri kazanılarak 82 °C 'de sıcak su elde edilmektedir, sistemin performans katsayısı 3.7 dir [8].



Şekil 5. Gaz Çiftli İndirekt Isı Değiştirici

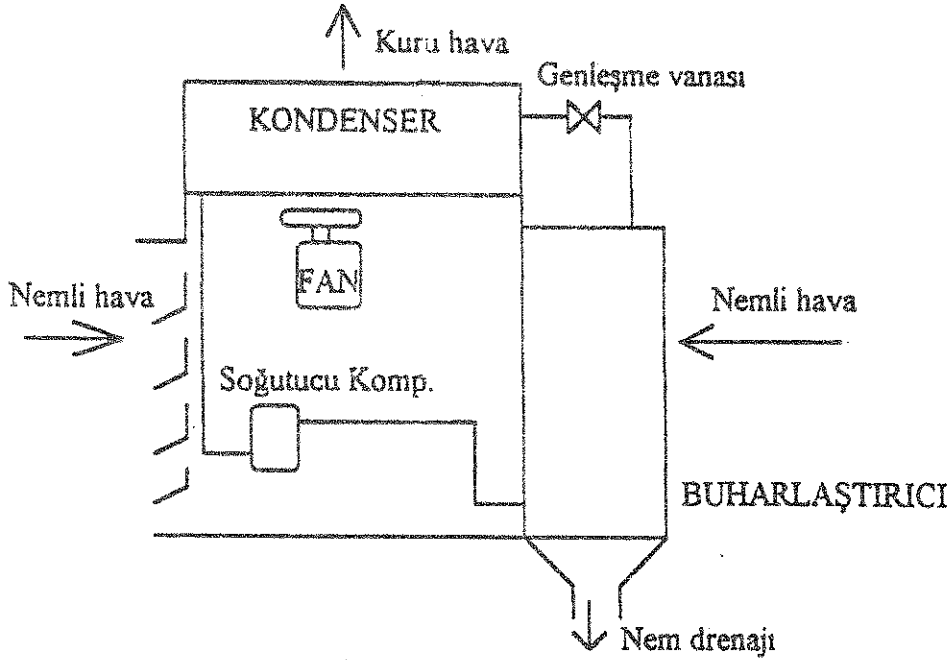


Şekil 6. Plakalı Isı Değiştiricisinin Pastörizasyon İşlemine Uygulanması



Şekil 7. Sıvı-Sıvı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Sistemi

Şekil 8 'deki hava-hava geri kazanımlı ısı pompası kullanılan kurutucuda eksoz edilen gazların ısılarından faydalanılarak kurutma havası ısıtılmaktadır. Sistem veriminin %100 olabilmesi amacıyla havanın tamamı sirküle ettirildiğinde, fırına nem alıcı madde konması gerekir. Nemli hava ısı pompası evaporatöründen geçip, çiy noktası sıcaklığının altına soğutulduğunda hem duyulur hem gizli ısı çekimi sağlanmaktadır. Yoğuşan su drene edilmektedir. Bu sistemle %50 oranında enerji tasarrufu sağlanabilir [7].



Şekil 8. Hava-Hava Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kullanılan Bir Kurutucunun Akım Şeması

2.6. Absorpsiyonlu Soğutma Sistemi

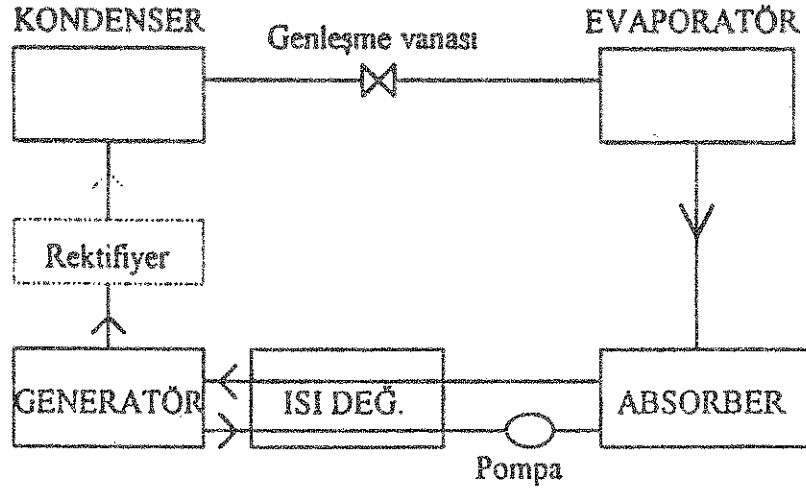
Absorpsiyonlu soğutma sistemi biri diğeri içinde absorbe olabilen ve buharlaşma sıcaklıkları farklı iki akışkan (genellikle lityumbromid / su veya amonyak / su) ile gerçekleştirilen bir çevrimdir. Kondenser, evaporatör ve kısma valfli klasik kompresörlü soğutma devrelerinin aynısı olan absorpsiyonlu sistemlerde, sistemde dolaşan akışkanın basıncı artırılmadan önce bir sıvı içerisinde çözülür ve çözeltinin basıncı artırılır. Yüksek basınçta akışkan tekrar çözüldüğüden ayrılır. Sıkıştırma işlemi sıvı fazda cereyan ettiği için kompresör yerine bir pompa kullanılır

Bu yüzden elektrik enerjisi ihtiyacı çok daha düşüktür. Generatörde gereken sıcaklık düşüktür (çoğu zaman çürük buhar veya güneş enerjisi ile sağlanabilir). Şekil 9 'da böyle bir sistem şematik olarak gösterilmiştir.

Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin performans katsayısı kompresörlü sistemlere göre daha küçüktür (örneğin amonyak - su çifti için birin altındadır). Ekonomik olmaları, tesiste jeneratörde kullanılacak ısıyı karşılayabilecek atık bir ısı kaynağının varlığına bağlıdır. Bu sistemlerin amonyak - hidrojen - su üçlüsünü kullanan pompa gerektirmeyen tipleri de mevcuttur. Çevrim sırasında toplam buhar basıncı sabit kalır, ancak amonyağın ve hidrojenin kısmi basınçları değişir.

3. GIDA ENDÜSTRİSİNDE ENERJİ ANALİZLERİ VE GERİ KAZANIM ORANLARI

Gıda endüstrisinin çeşitli dallarında birim üretim için gereken enerji miktarları, bunların direkt proses, elektrik enerjisi, kazan yakıtı olarak dağılımları ve net geri kazanım oranları Tablo 2 'de verilmiştir [9].



$$Q_C = \text{Yoğuşma ısısı}$$

$$Q_E = \text{Buharlaşma ısısı}$$

$$Q_G = \text{Isı girişi}$$

Şekil 9. Absorpsiyonlu Soğutma Çevrimi

Tablo 2. Gıda Endüstrisinde Çeşitli Sektörlerde Birim Üretim için Harcanan Enerji Miktarları, Dağılımları ve Geri Kazanım Oranları [9].

İmalat Türü	Birim üretim için harcanan enerji	Enerji Dağılımı			Net Geri Kazanım %
		Direkt Proses %	Elektrik %	Kazanda %	
Süt	1 884 kJ/kg	6	25	69	15
Konsantre Süt	2 260 kJ/kg	24	4	72	10
Peynir	13 408 kJ/kg	30	7	63	10
Et Konserve	6 513 kJ/kg	8	14	78	8
Sosis v.b.	9 770 kJ/kg	12	17	71	11
Kümes Hayvanları	3 696 kJ/kg	5	22	73	14
Balık	6 970 kJ/kg	5	23	72	11
Yemeklik Yağ	5 651 kJ/kg	-	7	93	14
Alkolstüz İçki	9 020 kJ/kasa	-	-	-	14
Alkollü İçki (şarap)	3 177 kJ/lt	8	15	77	15
Alkollü İçki (destile)	32 416 kJ/lt	8	14	78	11
Donmuş Meyve-Sebze	7 677 kJ/kg	21	20	59	11
Ekmeç v.b.	5 814 kJ/kg	45	17	38	19
Şekerleme-Çikolata	8 602 kJ/kg	46	19	35	22

4. TÜRKİYE İÇİN YILLIK GIDA ÜRETİM DEĞERLERİ VE GERİ KAZANILABİLECEK ENERJİ MİKTARLARI

4.1. Süt ve Süt Ürünleri Sektöründe Enerji Geri Kazanımı

Türkiye'nin 1989 yılındaki süt üretimi 7.9 milyon tondur. Bunun %40 'ı modern işletmelerde işlenerek kalanı mevsimlik küçük mandıra ve sokak satıcıları aracılığıyla tüketime sunulmuştur[8]. 1988 yılında üretilen süt ürünleri; 124 000 ton işlenmiş içme sütü, 154 000 ton yoğurt, 480 000 ton beyaz peynir, 140 000 ton kaşar peyniri, 35 000 ton diğer tür peynirler, 30 000 ton tereyağı ve 2 000 ton süt tozu olarak gerçekleşmiştir [10]. Tablo 2.'de verilen geri kazanım oranları kullanılarak süt için yılda yaklaşık 87×10^9 kJ, peynir için 830×10^9 kJ, toplam süt sektörü için ise 917×10^9 kJ enerjinin geri kazanılabileceği hesaplanmıştır [8].

4.2. Et ve Et Mamulleri ve Balık Sektöründe Enerji Geri Kazanımı

Türkiye'de 1990 yılında kırmızı et üretimi 1.210 milyon ton, beyaz et üretimi 410 000 tondur. 1988 yılında iç sulardan 48.5 bin ton, denizlerden 627.504 bin ton su ürünleri üretimi yapılmıştır. Sadece mezbahalardan yılda 214×10^9 kJ, işlenmiş et sosis v.b. den 154×10^7 kJ enerji geri kazanılabilecektir.

4.3. Yağ İmalinde Enerji Geri Kazanımı

1988 yılında Türkiye'de 87 000 ton zeytinyağı, 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 küsbesi üretilmiştir [10].

Bitkisel yağ rafinerisinde uygun geri kazanım sistemlerinin kullanılması ile 1990 yılı üretimi olan 51 500 ton yağ için yılda 7×10^{11} kJ enerji geri kazanılabilecektir. Yemeklik yağ üretimi 1990 yılı için 610 000 ton olarak gerçekleştirilmiş ve bu sektörde %14 olan ortalama enerji geri kazanım oranı göz önüne alındığında $4,8 \times 10^{11}$ kJ enerji tasarruf edilebileceği görülür.

4.4. Alkollü ve Alkolsüz İçeceklerin İmalinde Enerji Geri Kazanımı

Türkiye'de 1990 yılında 4 300 ton turunçgil suyu, 25 000 ton diğer meyvelerin konsantresi, 800 ton meyve pulpu, 53 000 ton meyvesuyu dolumu gerçekleştirilmiştir. Modern alkolsüz içecek tesislerinde 1 litre meyve suyunda 159 kJ enerji geri kazanımı ile yılda 8.4×10^9 kJ enerji tasarruf edilebilecektir.

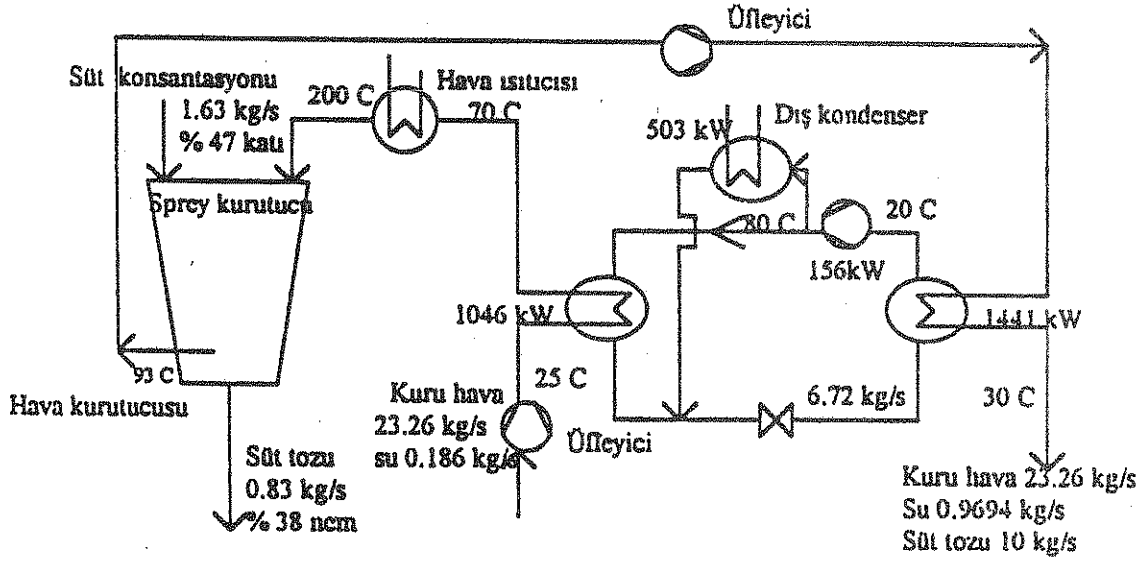
Bira sektöründe 1986 yılı verilerine göre Türkiye'de 1 974 340 litre bira, 23 304 ton malt üretilmiştir ve yıllık geri kazanım değeri bira için 29.7×10^9 kJ, malt üretimi için 35×10^8 kJ olarak hesaplanmıştır. Aynı yıl şarap imali 46 738 802 litre olarak gerçekleşmiş ve geri kazanılabilecek enerji miktarı 22.2 kJ/yıl olarak hesaplanmıştır. 58 161 000 litre olan yüksek alkollü içki üretiminden ise 20.7×10^{11} kJ/yıl enerji geri kazanılabilecektir.

4.5. Dondurulmuş Gıda Üretiminde Enerji Geri Kazanımı

Türkiye'de 1988 yılında meyve ve sebze işleme sanayinde konserve üretimi 62 000 ton, dondurulmuş üretim gıda ise 38 000 ton olarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 2 'deki geri kazanım oranı (%11) kullanılarak dondurulmuş sebze ve meyve üretiminde geri kazanılabilecek enerji miktarı 31.8 kJ/yıl olarak hesaplanmıştır.

4.6. Tahıl ve Unlu Gıda 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. Mısırdan nişasta, yağ, dekstroz, şurup imali sırasında 1 kg mısırdan 502 kJ enerji geri kazanılmaktadır [9]. Buna göre yıllık mısır tüketiminin %70 'inin işlendiği varsayılırsa 7×10^{11} kJ/yıl enerji sadece mısırdan tasarruf edilecektir. Ekmek, kek gibi üretim yapılan fırınlarda 1 kg üründen 1 100 kJ, bisküvi, kraker, kurabiye imal eden tesislerde 1 kg üründen 1 414 kJ enerji tasarruf edilebilmektedir [9].



Şekil 10. Isı Pompalı Sprey Kurutucusunun Proses Akım Şeması

5. UYGULAMA ÖRNEKLERİ

5.1. Süt Sektöründe Bir Uygulama

Şekil 10 'da süt tozu üretiminde kullanılan bir spray kurutucudan ısı pompası yardımıyla ısı geri kazanımı görülmektedir. Bu tip kurutucularda büyük miktarda ısı eksoz havası ile dışarı atılmaktadır. Şekildeki sistemde 93 °C'deki eksoz havası ısı pompası sisteminin evaporatöründe 30 °C sıcaklığa düşürülmektedir. Bu esnada geri kazanılan ısı, kurutucuya gönderilen temiz çevre havasını 25 °C'den 70 °C'ye ısıtmaktadır. Kurutucuda istenilen 200-210 °C sıcaklıktır ve bu hava hava ısıtıcısı ile 200 °C sıcaklığa ısıtılmaktadır [11].

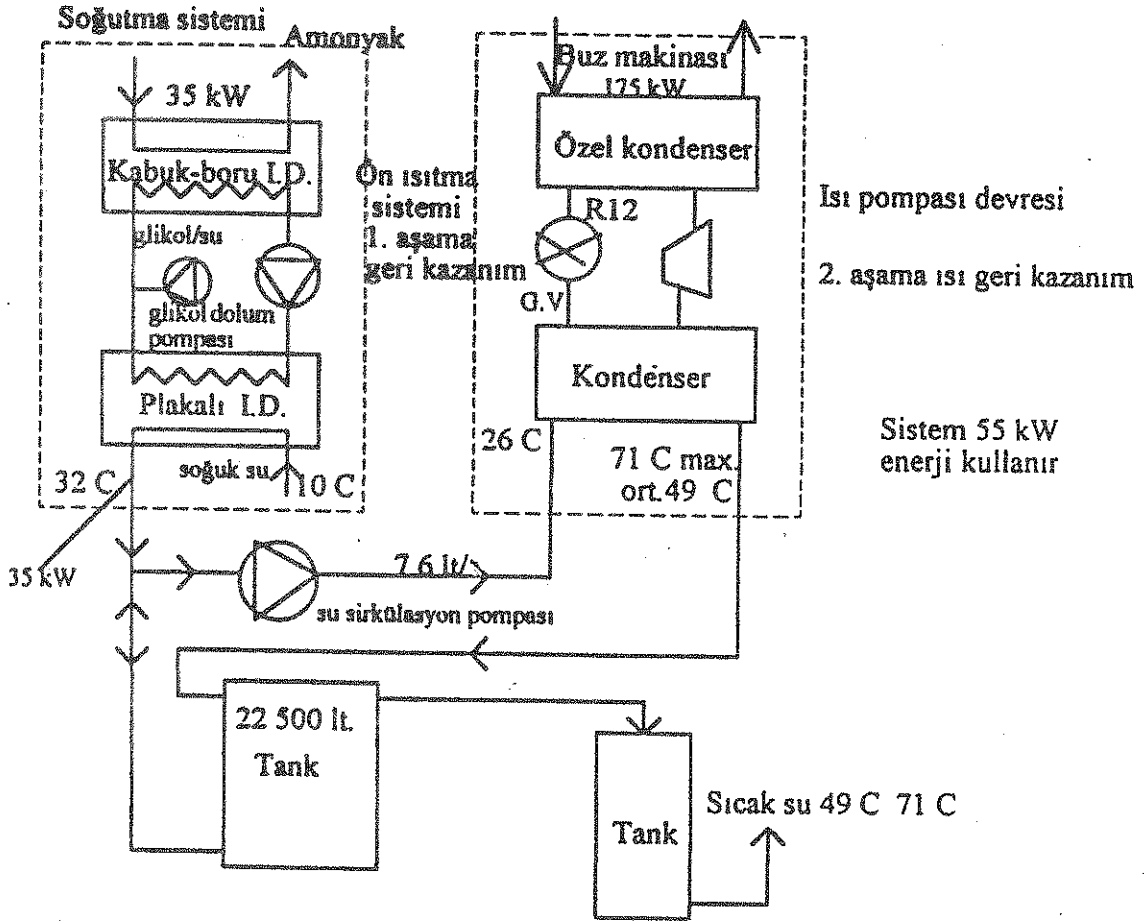
5.2. Et Sektöründe Bir Uygulama

Şekil 11 'de akım şeması verilen tavuk çiftliğindeki uygulamada, soğutma ünitesinden ısı pompası yardımıyla 71 °C'de sıcak su üretilmekte ve mevcut buz makinası çalıştırılmaktadır [12]. Proses iki aşamalıdır. İlk aşamada kabuk-boru kondenseri ve plakalı ısı değiştiricisi arasında su/glikol dağıtım sistemi ile 10 °C'deki su 26 °C'ye ısıtılır. İkinci aşamada kondenser soğutucu akışkana (R12) direkt genişleme imkanı sağlarken, mevcut buz makinasının soğutucu akışkanı (NH₃) yoğunlaştırılır. Isı pompasının 10.7 performans katsayısı ile çalıştırıldığı günlerde sistem ortalama 7 924 kWh enerji kazanmaktadır. Bu enerjinin 648 kWh'lik kısmı elektrik enerjisidir. Böyle bir tesisin maliyeti 160 000 Amerikan doları olup net geri kazanımı 56 000 Amerikan doları/yıldır, sistemin geri ödeme süresi ise 2.8 yıldır [12].

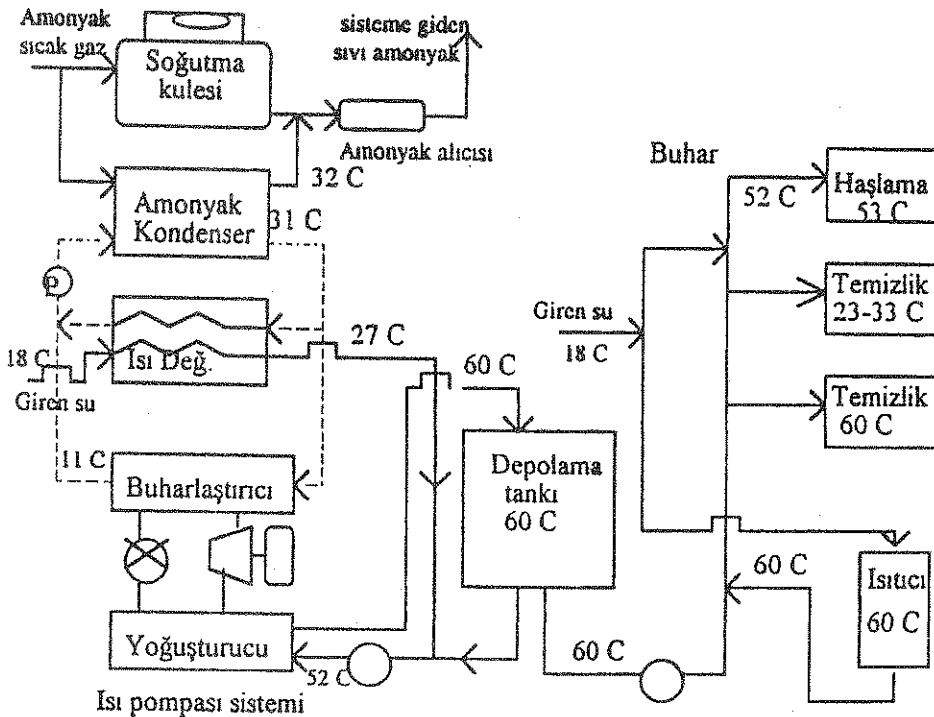
Şekil 12 'de Amerika'da Georgia eyaletinde bulunan tavuk mezbahasındaki geri kazanım sistemi görülmektedir. Tesisin kuruluş masrafı 250 000 Amerikan doları olup geri ödeme süresi yaklaşık iki yıldır [12].

5.3. Şekerleme Sektöründe Bir Uygulama

Türkiye'de sakız ve şekerleme imalatı yapan bir tesisin enerji analizi yapılmıştır. İdari bina ısı ihtiyacı 58 kW, boyler ısı ihtiyacı 84 kW olarak hesaplanmıştır [8]. Tesisteki şeker pişiricisinin 60 kW enerji gereksinimi olup bunun 14.5 kW'lık kısmı vakum pompası ile dışarı atılmaktadır. Tesiste bulunan soğutma tünelleri kompresör güçleri sakız kısmı için 112 kW, şeker kısmı için 19 kW, soğutma odaları



Şekil 11. Bir Tavuk Çiftliğinde Bulunan Soğutma Sisteminden Sıcak Su Elde Edilmesi Proses Şeması



Şekil 12. Bir Mezbahada Isı Pompalı Enerji Geri Kazanımı Uygulaması

kompresör güçleri toplamı 90 kW 'dır. Tünellerden ikisi su soğutmalıdır ve ısı soğutma kulesi yolu ile atılmaktadır. Bu iki tünelde ortak mekanik sıkıştırımlı soğutma sistemi kullanılarak soğutma kulesi devre dışı bırakılabilir. Tesisteki klima sistemlerinin toplam kompresör kapasiteleri 240 kW olup hava soğutmalıdır, yoğuşma sıcaklığı 60 °C 'dir.

Soğutma tünelleri ve klima santralından toplam atık ısı 922 kW olarak hesaplanmıştır [8]. Buradan geri kazanılabilecek ısı ile kışın bina ısıtması ve sıcak su ihtiyacı karşılanabilir. Buhar devresinde degazör yoktur. Sistemdeki erimiş oksijen korozyona sebep olmaktadır. Kazan besleme suyu 92-95 °C 'ye ısıtılarak oksijenin sudan ayrışması amaçlanmıştır. Bu ısı kondens tankı içindeki serpantinlerden buhar geçirilerek verilmektedir. Geri kazanılacak ısı ile 1 000 litre hacmindeki bu tankın ısı ihtiyacının belli bir kısmı karşılanabilir.

Tesisin güç kapasitesi 1 200 kVA'dır. Kış aylarındaki elektrik kesintisinden dolayı sistemde jeneratör kullanılmaktadır. Mevcut iki jeneratörün kapasitesi 955 kVA 'dır. Kış mevsiminde sık sık devreye giren ve uzun süre çalışan jeneratörlerin soğutma suyundan ve eksoz gazı ile dışarı atılan yüksek sıcaklıktaki ısı enerjiden yararlanılarak da önemli miktarda enerji tasarrufu yapılabilir.

SONUÇ

Enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithalat yoluyla karşılayan ülkemiz endüstrisinin enerji tasarrufuna yönelmesi ve bu konuya ciddiyetle eğilmesi zorunlu olmuştur. Türkiye'nin endüstriyel yapısı incelendiğinde enerji tasarrufuna uygun birçok konunun bulunduğu görülmektedir.

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 konuya göre %8 ile %22 arasında değişen oranlarda yararlanmak mümkündür.

İşletmelerde kullanılan enerji geri kazanım sistemleri ilk tesis yatırımı gerektirmektedir, ancak bu yatırımlar çok kısa sürelerde kendilerini amorti etmektedirler. Hatta bazı işletmelerde üretim yapmayan hatların devre dışı bırakılması gibi basit önlemlerle bile enerji tasarrufu yapılabileceği gözlenmektedir.

Yıllardır arzulanan ancak bir türlü gerçekleştirilemeyen üniversite - sanayi işbirliğinin gıda sektöründe enerji tasarrufu konusuyla başlamasını dileriz.

KAYNAKLAR

- [1] Türkiye 6. Enerji Kongresi Sonuç Raporu, İzmir, 17-22 Ekim 1994.
- [2] ÖZGÜR, D., HEPERKAN, H. A., "Sanayide Enerji Tasarrufu", II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, 10 - 14 Ekim 1995.
- [3] ARIKOL, M., KIZILTAN, G., ÖZİL, E., SÖKMEN, N., UYAR, T. S., "Türk Endüstrisi Isıl Enerji İhtiyacının Tahmini", TÜBİTAK-MAM yayını, 1983.
- [4] İZMİR, G., ARIKOL, M., KAPTANOĞLU, D., ÖZDOĞAN, S., "Endüstride Isıl Enerji Kullanımı- Gıda Sektörü için Bulgular", TÜBİTAK-MAM yayını, 1983.
- [5] ÖZİL, E., "Sanayide Enerji Tasarrufunun Genel İlkeleri ve Örnek bir Uygulama", TÜBİTAK-MAM yayını, 1983.
- [6] LAUE, H.J., LEHMANN, A., MILBITZ, A., "Overview of Industrial Heat Pump Activities in Europe", Heat Pumps Solving Energy and Environmental Challenges, Heat Pump Conference, Japan, 12-15 March 1990.
- [7] REAY, D.A., "Industrial Energy Conservation, A Handbook for Engineers and Managers", Pergamon Press, 1977.

- [8] ÜSTÜNDAĞ, Y., "Gıda Endüstrisinde Enerji Geri Kazanım Sistemlerinin İncelenmesi ve Uygulanması", YTÜ yüksek lisans tezi, İstanbul, 1995.
- [9] CASPER, M.E., "Energy Saving Techniques for the Food Industry", Noyes Data Corp., 1977.
- [10] PALA, M., BİROL, Y.B., "İhracata Yönelik Gıda Sanayii ve Rekabet Gücünün Arttırılması", İTO yayın No: 1994-24, 1991.
- [11] MOSERLAND, F., SCHNITZER, H., "Heat Pumps in the Industry", Moserland F., Science Publishers, Austria, 1985.
- [12] ROWLES, "Future Prospects for Industrial Heat Pumps in North America", Heat Pumps Solving Energy and Environmental Challenges, Heat Pump Conference, Japan, 12-15 March 1990.

ÖZGEÇMİŞ

Düriye BİLGE

1980 yılında Yıldız Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü 'nde lisans. 1982 de aynı bölümün Isı - Proses Dalı 'nda yüksek lisans, 1988 de doktora öğrenimini tamamladı. 1982 yılında aynı üniversitede Termodinamik Ana Bilim Dalı 'nda araştırma görevlisi olarak başladığı görevini 1989 - 1993 arasında yardımcı doçent, 1993 den beri de doçent olarak sürdürmektedir. Yazar, 1994 - 1996 yıllarında Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür Yardımcılığı yapmıştır.

Hasan A. HEPERKAN

1974 de İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi 'nden mezun olan yazar 1976 da Syracuse University 'den M.Sc., 1980 de University of California, Berkeley 'den Ph.D. derecelerini aldı. 1980 - 1981 yılları arasında ABD 'de Union Carbide Araştırma Laboratuvar-larında çalıştıktan sonra 1981 - 1984 yılları arasında Alexander von Humboldt bursiyeri olarak Üniversitat Karlsruhe, Engler Bunte Institut 'da yanma üzerine araştırmalar yaptı. 1984 de Türkiye 'ye dönerek TÜBİTAK - Marmara Araştırma Enstitüsünde, Bosch ve Demirdöküm firmalarında çalıştı. 1995 yılı başından beri Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Termodinamik Anabilim Dalı 'nda öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Yüksel ÜSTÜNDAĞ

1968 yılında Bulgaristan 'da doğdu. 1986 da Mehmet Rüştü Uzel Endüstri Meslek Lisesi 'ni, 1992 yılında da Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi 'ni bitirdi. Aynı üniversitede 1985 de yüksek lisans öğrenimini tamamlayan yazar halen Bosch firmasında çalışmaktadır.