



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

BUHARLI ISI SİSTEMLERİNDE ANA HATLARDA OLUŞAN YOĞUŞMANIN ENERJİ EKSERJİ VE ÇEVRESEL PERFORMANSLAR ÜZERİNDE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

**M.ZİYA SÖĞÜT
T.HİKMET KARAKOÇ
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ**

**OLCAY KINCAI
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

BUHARLI ISI SİSTEMLERİNDE ANA HATLARDA OLUŞAN YOĞUŞMANIN ENERJİ EKSERJİ VE ÇEVRESEL PERFORMANSLAR ÜZERİNDE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Investigation of Effects of Main Line Condensate Formation on Energy Exergy and Environmental Performance in Steam Heat Systems

M. Ziya SOGUT
T. Hikmet KARAKOÇ
Olcay KINCAI

ÖZET

Enerji verimliliği ve enerji yönetimi, işletmelerin veya kurumların enerji maliyetleri yanında çevresel etkileri yönüyle sürdürülebilirliğin önemli bir kriteri haline gelmiştir. Özellikle kampüs özellikli yapılarda ısıtma kaynaklı enerji maliyetlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Halen merkezi klasik buharlı veya kaynar sulu ısıtma sistemleriyle çalışan bu sistemlerde, enerji üretim noktasından başlayan yoğun kayıpların olduğu bilinmektedir. Isı enerji talebinde buharlı mekanik sistem kullanan yerleşkelerde hatlarda meydana gelen yüksek yoğuşma işletme riskleriyle birlikte enerji tüketimini ve maliyetlerini de arttırmaktadır.

Bu çalışmada buharlı ısıtma sistemine sahip bir yerleşkede ana dağıtım hatlarında yüksek yoğuşma tahliyesinin sistemin performansına ve yakıt kaynaklı CO₂ emisyon salınımı gibi çevresel parametrelere olan etkileri incelenmiştir. Termodinamiğin yasalarına bağlı yapılan enerji ve çevre analizlerinde, sadece ana hatlarda oluşan yoğuşmanın sistemin toplam verimini yaklaşık %11,18 olumsuz etkilediği görülmüştür. Çalışmanın sonunda bu tür yapılar için sistem seçimi başta olmak üzere ve enerji verimliliğinin geliştirilmesine ilişkin bazı değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yerleşkeler, Buharlı sistemler, Enerji, verimlilik, çevresel etkiler

ABSTRACT

Energy efficiency and energy management have become an important criterion for sustainability aspect and environmental impact alongside in energy costs of businesses or institutions. It is seems that the energy cost related of heating system is quite high especially in structures like campus. Currently, in these systems with the center of a classic steam or hot water heating system working, heavy losses were observed starting from the point of production. Especially, high condense caused by in the main lines of steam system increases the energy consumptions and costs with business risk.

In this study, in a campus with the steam system, Impact on system performance and environmental parameters of high condensate drain in the main distribution line were examined. In energy and environmental analysis made as depending on the laws of thermodynamics, it is observed that only the flow of condensate formed in the main line adversely affect the system efficiency by about 11,18%. At the end of the study, system selection and evaluations in terms of energy efficiency for such structures have been made.

Key Words: Campus, Steam systems, Energy, Efficiency, Environment effect

1. GİRİŞ

Enerji, modern sanayi toplumlarında kalkınmanın en önemli unsurlarındandır. Enerji ve enerji verimliliği, bu yönüyle sürdürülebilir kalkınmayı sağlayan öncelikli faktörler arasında yer almaktadır. Bu nedenle de, ülkeler “birim hasıla başına tüketilen enerji” şeklinde ifade edilen enerji yoğunluğunun azaltılması ve sera gazlarının olumsuz etkisinin hafifletilmesi için, enerji politikalarında enerji verimliliğine öncelik vermektedir.

Enerji verimliliği ve enerji tasarruf çalışmaları yönüyle önemli bir etkiye sahip olan bina sektörü, sahip olduğu potansiyele rağmen enerji tasarruf çalışmalarında yeterli desteği bulamamıştır. Yasal süreçler ile sektörün uygulama süreçlerinde yaşadığı problemler, bina sektöründe enerji verimliliği çalışmalarının yeterince yapılamamasının temel nedenleri olarak sayılabilir. Bununla birlikte özellikle tercih edilen sistemlerde kontrol edilemeyen tersinmezlikler sistemlerin performansında önemli etkiye sahiptir. Bina sektöründe ısıtma uygulamaları enerji tüketiminin en yüksek olduğu uygulamalardır. Konut sektöründe bu uygulamalar arasında merkezi veya bölgesel ısıtma tercihi ve bu tercihte buharlı sistemler öne çıkmaktadır. Bu sistemlerde geniş bir alana yayılan kampüs kışla hastane okul gibi yapı gruplarının ısıtılmasında bağlantı hatları genellikle yer altından giden boru hatlarıyla yapılır. Etkin enerji yönetimi ve sürdürülebilir çevre yönüyle bu hatlarda da enerji verimliliği ve tasarrufu dikkatle incelenmelidir.

Dağıtım hatlarında buhar akış hatlarının karşılaşacağı en önemli tehdit, ısı kayıplarına bağlı oluşan yüksek yoğuşmadır. Akışta oluşan yoğuşmanın dağıtım hatlarından alınması ve geri döndürülmesi, kondensatör vasıtasıyla sağlanır. Ancak gereğinden yüksek yoğuşma, gerçekte bu tür sistemler için normal kabul edilen bu süreçte, sistemlerde yüksek enerji kaybının, yakıt tüketiminin ve dolaylı olarak emisyon etkisinin de bir göstergesidir. Bu çalışmada örnek alınan bir kampüs ısıtma sisteminde ana dağıtım hatlarındaki yoğuşma potansiyelinin öncelikle sistem üzerinde enerji ve ekserji potansiyeli incelenmiş, daha sonra bu potansiyellerin yakıt üzerindeki etkisi sorgulanmıştır. Çalışmada bu potansiyelin tüketilen yakıtla ilgili çevresel etkisi de değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda yerleşkelerde enerji verimliliği ve sistem seçimine ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

2. YERLEŞKELERDE SİSTEM TERCİHİ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Yerleşkelerde ısı kaynaklı enerji ihtiyacı, merkezi bir santralden/santrallerden buhar kaynar su veya sıcak su üretilerek sağlanır. Santraller katı yakıtlarda, akışkan yatak teknolojiler, fuel-oil uygulamalarda ise oransal yüksek debili brülörler enerji etkin uygulamalar olarak öne çıkmıştır. Ancak günümüzde özellikle yoğuşma teknolojisi ile birlikte otomasyon ve doğalgaz teknolojileri enerji etkin uygulamalarda önemli avantajlar yaratmıştır. Düşük karbon teknolojileri ile birlikte enerji teknolojilerinde ısı ve elektrik üretimini birlikte gerçekleştiren kombine çevrimli koojenerasyon (ısı-elektrik) santralleri bir başka uygulama olarak değerlendirilebilir. Düşük karbon teknolojilerinde organik rankine çevrimleri ve jeotermal enerji uygulamaları bölgesel durumlara göre enerji etkin çözümlerdir. Jeotermal kullanan sistemlerde üretilen ısı, izolasyonlu çift boru yoluyla sıcak su formunda binalara ulaştırılır. (bazı sistemlerde sıcak su yerine buhar kullanılırken, jeotermal kaynaklı sistemlerde tek borulu şebeke kullanılır) Isı kaynağından çıkan sıcak akışkan, gidiş hattı vasıtasıyla bina altında kurulan ısı dönüşüm istasyonlarına iletilerek buradan binanın ısı ihtiyacı karşılanır.

Yerleşkelerde genel sistem tercihinde enerji taşıyıcı olarak öncelikle değerlendirilen akışkan buhardır. Sanayi uygulamalarında proses ve ısı ihtiyaçları gibi pek çok amaç için kullanılmaya başlanan buhar, günümüzde yerleşkeler için elektrik üretiminden ısı dağıtımına kadar pek çok işlemlerde kullanılmaktadır. Enerji yönüyle yerleşkeler pek çok farklı amaç için kullanılan bina yapılarından meydana gelmiştir. Bu yapılarda ısı sistemleri, merkezi ısıtma sistemine bağlı eşanjör daireleri ile bir ağ modeli oluşturmaktadır. Binaların ısı talebi, bir merkezi sistem üzerinden bu ağ yapısı ile bina eşanjör dairelerine ulaştırılır. Bu taşıma sistemi merkezi bir kontrol sağlasa da enerji verimliliği ve yönetimi yönüyle hat kayıpları gibi önemli bir problemi de tanımlamaktadır. Uygulamalarda en çok kullanılan dağıtım modelleri Şekil 1’de verilmiştir.

3. TEORİK ANALİZLER

Mekanik sistemlerde ısı hatları borulu akış olarak olarak termodinamik değerlendirmede sürekli akışlı açık sistemler olarak tanımlanır. Bu tür sistemler için, enerji ve ekserji analizlerin yapılabilmesi, öncelikle tüm ana dağıtım hattının sıcaklık, özgül ısı kapasitesi ve kütsel debileri ile çevre şartları gibi temel termodinamik parametrelerin tanımlanması gerekir. Bir sistem olarak kabul edilen bu akışlarda kütle dengesi;

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_\zeta \quad (1)$$

şeklinde ifade edilir. Burada \dot{m} kütleli g ve ζ indisi sırasıyla giren ve çıkan noktaları tanımlar. Akış hattının iş ve ısı etkisiyle oluşan genel enerji dengesi ise;

$$\sum \dot{E}_g - \sum \dot{E}_\zeta - \sum \dot{E}_k = 0 \quad \text{veya} \quad \dot{Q}_{net} + \sum \dot{m}_g h_g = \dot{W}_{net} + \sum \dot{m}_\zeta h_\zeta \quad (2)$$

şeklinde yazılabilir[2,3]. Burada E enerjiyi, h entalpiyi, Q enerjinin net ısı formunu, W enerjinin net iş formunu ve k indisi ise kayıpları ifade eder. Ekserji bir sistemde iş yapabilme yeteneğini ifade etmektedir [4]. Ana dağıtım hattı için genel ekserji dengesi;

$$\sum \dot{E}x_{toplam} = \dot{E}x_{fiz} + \dot{E}x_{kim} + \dot{E}x_{kin} + \dot{E}x_{pot} \quad (3)$$

dir. Burada $\dot{E}x_{kin}$ kinetik ekserji, $\dot{E}x_{pot}$ potansiyel ekserji, $\dot{E}x_{fiz}$ fiziksel ekserji, $\dot{E}x_{kim}$ kimyasal ekserjiyi ifade eder. Bir sistemde ekserji dengesi ise;

$$\sum \dot{E}x_g - \sum \dot{E}x_\zeta = \sum \dot{I} \quad (4)$$

olarak yazılabilir. $\sum \dot{E}x_g$ giren ekserjiyi, $\sum \dot{E}x_\zeta$ çıkan ekserjiyi ifade eder. Bir kütle akışında potansiyel, kinetik ve kimyasal ekserjiler ihmal edildiği durum için genel enerji dengesi;

$$\sum \left(1 - \frac{T_0}{T_1}\right) \dot{Q}_k - \dot{W} + \sum \dot{m}_g \psi_g - \sum \dot{m}_\zeta \psi_\zeta = \sum \dot{I} \quad (5)$$

şekline dönüşür. Akış sürecinde sistemin bulunduğu ölü hal (P_0 ve T_0) koşullarında akış ekserjisi;

$$\psi = (h - h_0) - T_0 (s - s_0) \quad (6)$$

olarak yazılabilir[5]. Yerleşkelerde ana hatlar için yukarıda verilen nedenlere bağlı olarak oluşan yoğuşma kondensatörlerle toplanır. Ana hatlarda yoğuşma miktarının tespiti, hatlar üzerine konacak kondensatörlerin seçilmesi açısından da önemlidir. Ana hat üzerinde yoğuşma, akışkanın ve sistemin ısınma süreciyle rejim hali için ayrı ayrı değerlendirilir. Yoğuşan akışkan, ısınma süresince artan bir özelliğe sahiptir. Rejim halinde ise yoğuşma radyasyon etkisiyle şekillenir. Ana buhar hatları için yoğuşma miktarı ısınma kayıpları ile rejim kayıplarının toplamıdır.

$$\sum \dot{Q}_{total,cond.} = \sum \dot{Q}_{heat} + \sum \dot{Q}_{steady} \quad (7)$$

Burada $\sum \dot{Q}_{total,cond.}$ toplam yoğuşma miktarı, $\sum \dot{Q}_{heat}$ ısınma sürecindeki yoğuşma miktarı ve $\sum \dot{Q}_{steady}$ rejim halindeki yoğuşma oluşumudur. Ana hatlarda ısınma sürecinde yoğuşma;

$$\sum \dot{Q}_{heat.} = \frac{W.(T_a - T_{out}).Cp_{pipe}.60}{h_{fg}.\Delta t} \quad (8)$$

Burada W flanş, vana ve boruların toplam ağırlığı, T_a buhar sıcaklığı (K), T_{out} ortam sıcaklığı(K), $C_{p_{pipe}}$ boru malzemesi özgül ısısı (kJ/kgK), Δt ısınma süresi (dakika)'dir. Yoğuşma hatları genellikle izole borulardır. İzole edilmiş ana hatlarda steady koşullarda yoğuşma;

$$\sum \dot{Q}_{steady} = \frac{\alpha \cdot I \cdot 3,6}{h_{fg} \cdot 4} \quad (9)$$

Burada α boru çapına bağlı emiş miktarı (W/m), I boru çapı ve fittingslere bağlı uzunluk (m)'tur[6]. Termal yüklerde ısı ihtiyaçları, fosil yakıt kaynaklı primer yakıtlarla karşılanır. Bir sistemde toplam enerji yükü için ihtiyaç duyulan yakıt miktarı(M_y);

$$M_y = \frac{\dot{Q}_{yıl}}{H_u} \quad (10)$$

dır. Burada H_u yakıtın alt ısıl değeridir[7]. Literatürde CO_2 emisyon analizleri disiplinler arası farklılıklarla birlikte iki farklı şekilde incelenir. Bunlar; (i) özellikle fosil yakıtların veya yanma proseslerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan yanmış gazların içinde yer alan CO_2 miktarıdır. Bu değer farklı ölçüm aletleriyle ölçülebilir veya hesaplanabilir bir değerdir. (ii) özellikle bir değerlendirme ölçütüdür. Sistemlerde tüketilen fosil enerjilere bağlı tanımlanan sera gazı emisyonları için bir eşdeğer kavramdır. Sera gazlarının büyük bir oranı CO_2 , diğerleri CH_4 ve N_2O gazlar (küresel ısınma potansiyeli GWP N_2O için 21, CH_4 için 310'dur. Bu iki parametre arasında korelasyon ise, atmosferde 1 ppm CO_2 için yaklaşık 7,78 eşdeğer $GtCO_2$ değeri olarak tanımlanır[8]. Bina enerji performans yönetmeliği, fosil yakıt tüketen yapılar için SEG (kg- CO_2/m^2 -yıl) kavramını tanımlamıştır. BU kavram doğrudan yakıt tüketiminin emisyon faktörü ile çarpımına bağlı olarak hesaplanır. Bu;

$$SEG = m_{fuel} \cdot F_{SEG} \quad (11)$$

eşitliği ile tanımlanır. Burada F_{SEG} yakıt türüne göre (kgEşd. CO_2/kWh) CO_2 dönüşüm katsayılarıdır ve doğalgaz için 0.234, linyit kömürü için 0.433, fuel-oil için 0.33 ve diğer fosil yakıtlar (motorin) için 0.320 değeri alınır[9].

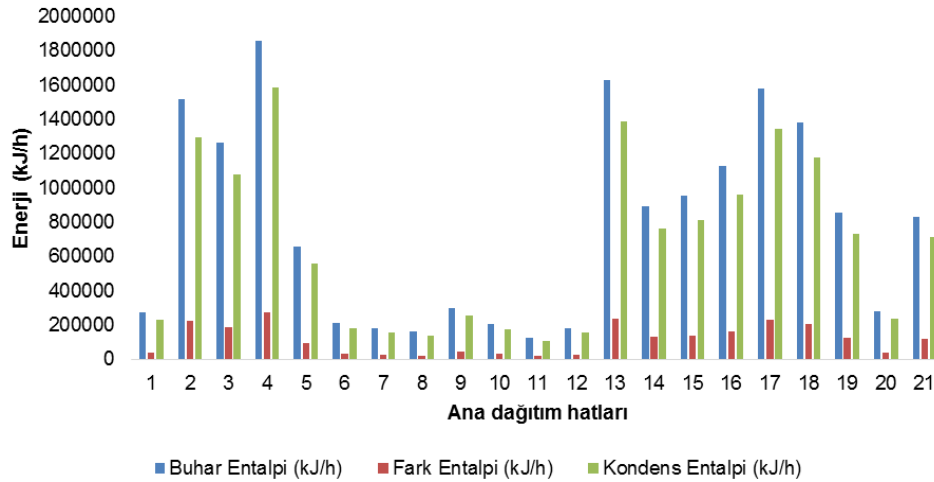
4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada kampüs özellikli yıllık 5346,27 TEP doğal gaz tüketen bir yerleşkede, öncelikle ana dağıtım hatları üzerinde kondens oluşumun potansiyeli tespit edilmiş ve bunun enerji ve ekserji yükleri incelenmiştir. Daha sonra bu etkinin toplam yük üzerinde enerji ve ekserji analizleri yapılarak verimlilik etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca bu kayıpların sistemde yakıt ve CO_2 emisyon etkileri de ayrı ayrı hesaplanmıştır. Dal sistemine sahip boru dağılımında, her boru yükü için yoğuşma miktarı ayrı ayrı hesaplanmış ve kondens yükleri Tablo 1'de verilmiştir.

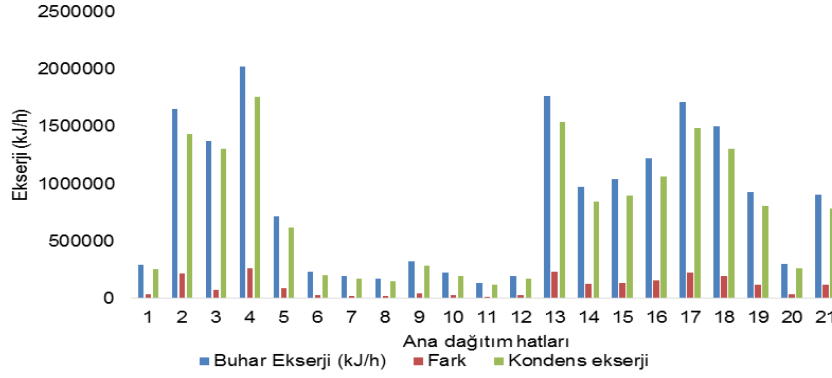
Tablo1. Ana dağıtım hatları kondens yükleri

Hatlar	Uzunluk	Boru çapı	$\dot{m}_{\text{yoğuşma}}$ (kg/h)	$\dot{m}_{\text{yoğuş. rady.}}$ (kg/h)
1	30	120	50.32	49.42
2	118	200	271.41	282.38
3	131	150	217.04	244.44
4	146	200	330.73	348.05
5	65	150	116.59	123.50
6	24	120	37.61	40.27
7	19	120	32.98	32.64
8	16	120	30.20	28.07
9	37	120	49.64	60.10
10	23	120	36.68	38.74
11	11	120	25.57	20.44
12	14	120	28.35	38.46
13	127	200	290.47	303.49
14	67	200	163.37	162.77
15	72	200	173.96	174.49
16	86	200	203.62	207.33
17	123	200	282.00	294.10
18	107	200	248.11	256.58
19	64	200	157.01	155.73
20	31	120	51.48	50.95
21	84	150	145.51	158.32
Toplam			2942.63	3070.26

Ana dağıtım hattında tüm yoğuşma yüklerinin toplamı 6012.89 kg/h olarak bulunmuştur. Boru hattında, her bir hattın yoğuşma yüküne bağlı enerji ve kayıp potansiyeli ayrı ayrı hesaplanmış ve dağılımlar Şekil 3'de verilmiştir.

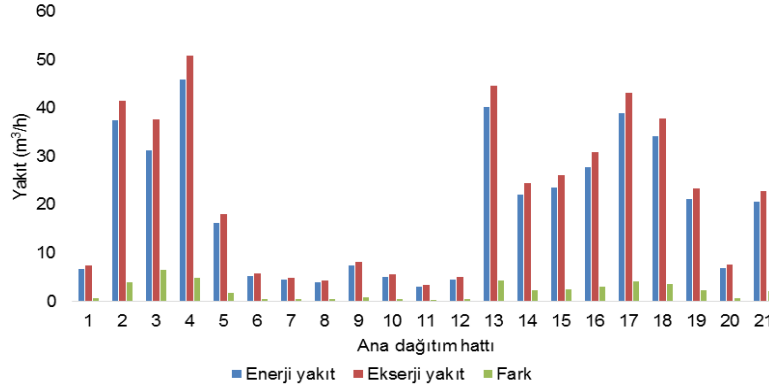
**Şekil 3** Ana dağıtım hattı enerji dağılımları

Tüm ana dağıtım hattının ortalama enerji yükünde enerji farkı yaklaşık %14,68 olarak bulunmuştur. Bu dağılımda yoğuşma depo sıcaklığı 94 °C olarak ölçülmüş ve tüm hatlar için bu sıcaklık referans alınmıştır. Çalışmada kış şartları için referans alınan kanal sıcaklığı 10 °C olarak alınmıştır. Kanal hatlarının sahip olduğu çevre koşulları dikkate alınarak ana dağıtım hattının ekserji analizleri ve bunun kayıp potansiyeli Şekil 4'de verilmiştir.



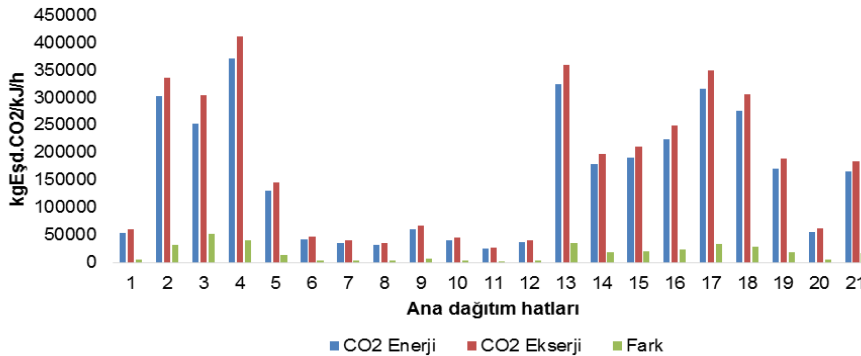
Şekil 4 Ana dağıtım hattı ekserji dağılımları

Ana dağıtım hattının her bir bölümü için buhar ve yoğuşan akışkanın ekserji yükleri 15,67 GJ/h ile toplam buhar yüküne göre yaklaşık %13,13'lük bir farka sahiptir. Tüm ana dağıtım hattının bölümlerine ait yükler için enerji ve ekserji analizlerine göre hat kayıplarının yakıt karşılıkları ayrı ayrı hesaplanmış dağılımları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5 Ana dağıtım hattı kayıp-yakıt dağılımları

Bu sonuçlara göre toplam yoğuşmaya bağlı yakıt toplamı, enerji için 407,20 m³/h, ekserji için 450,79 m³/h'lik bir potansiyele karşılık geldiği bulunmuştur. Bu dağılımın aylık toplam potansiyel üzerinden toplam yakıt etkisi ise, enerji için %10,10, ekserji için yaklaşık %11,18 olarak bulunmuştur. Bu potansiyelin neden olduğu CO₂ emisyon potansiyeli ise her bir hat için ayrı ayrı işlenmiş ve dağılımları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6 Ana dağıtım hattı CO₂ emisyon dağılımları

Bu yakıt tüketim potansiyelinin CO₂ emisyon karşılığı, toplam ana dağıtım hattında enerji kayıp potansiyeli için 63,84 kgCO₂/h, ekserji kaybı için 71,17 kgCO₂/h bulunmuştur. Tüm bu yük yıllık kayıp potansiyeli değerlendirildiğinde önemli bir emisyon üretimini göstermektedir.

SONUÇLAR

Yerleşkeler yüksek enerji potansiyeline sahip alanlardır. Özellikle buhar kaynaklı enerji tüketen bu yapılarda, ısıtma ve sıcak su kullanımı düşük sıcaklıklı kaynakla sağlanabilmektedir. Talep düşünüldüğünde buhar enerjisinin kayıp potansiyeli, önemli yakıt tüketimini ve emisyon etkisini tanımlamaktadır. Yukarıda yapılan analizlerde de görüleceği gibi bu tür alanlarda ana dağıtım hatlarında yoğunlaşmanın kontrol edilmesi ve yönetilmesi enerji tüketiminde % 10'lara varan bir kazanım sağlayacaktır. Ancak yapılmış bazı çalışmalar, buhar sistemleri yerine 90 /70 °C sıcak su kullanımı ile sistemlerde %50'lere varan tasarruf yapıldığı görülmüştür. Bu nedenle bu tür yerleşkelerde enerji yönetimlerinde yakıt tüketim maliyetleriyle birlikte sistem seçiminin değerlendirilmesi, enerji verimliliği ve çevresel emisyon tehdidi açısından önem kazanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1]ÖZ, E.S., SIDAL C. “Yapıda Sıhhi Tesisat” Birsen Yayınevi, 1990, İstanbul.
- [2] Balkan, F., Colak N., Hepbasli, A., Performance evaluation of a triple-effect evaporator with forward feed using exergy analysis, Int. J. Energy Res. 29 (2005) 455-470.
- [3] Sogut Z., Oktay Z., “Energy And Exergy Analyses In Thermal Process Of Production Line Of Cement Factory And Application”, Igec-2 International Green Energy Conference, Ontario Institute of Technology (UOIT), Canada, 25-29 June 2006
- [4] Cornelissen R.L., Thermodynamics and sustainable development: The use of exergy analysis and the reduction of irreversibility, Ph.D thesis, University of Twente, The Netherlands, 1997.
- [5] Szargut, J., Morris, D.R., Steward, F.R., Exergy Analysis of Thermal and Metallurgical Processes, Hemisphere Publishing Corporation, 1988.
- [6] Intervalf, Buhar Tesisatları ve Buhar Cihazları El Kitabı – Serifali Mevkii, Edep Sok. No: 27, Yukarıdudullu, Ümraniye/İstanbul
- [7] Koçak S., Şaşmaz C., Atmaca İ. 2012, Farklı derece-gün bölgeleri için TS825' e uygun olarak yalıtılan bir alışveriş merkezinin teknik ve ekonomik yönden incelenmesi, Tesisat Müh. Dergisi Sayı 128 Sayfa 76-88
- [8] Özkan M. 2006, Sera gazları emisyon envanteri çalışma grubu 2006 Taslak raporu YARBİS, www.yarbis.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/muaozkan_aaca8bf9b1c23cee0db68e75f48c98b0.pdf (01.12.13).
- [9] Bayram M. 2011, Bep-Tr Hesaplama Yönteminde Referans Bina Kavramı Ve Enerji Sınıflandırması, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – 13/16 Nisan /İzmir Sayfa, 755-762

ÖZGEÇMİŞ

M. Ziya SÖĞÜT

2005 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden Makine Mühendisliği yüksek lisans programını, 2009 yılında aynı enstitünün Makine Mühendisliği doktora programını tamamlayıp doktor unvanını almış, 2009 yılında yardımcı doçentlik kadrosuna atanmış ve 2013 yılında Makine Mühendisliği Enerji Teknolojileri dalında doçentlik unvanını almıştır. Halen Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde, Piri Reis Üniversitesi Denizcilik Fakültesinde Misafir Öğretim elemanı olarak Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora dersleri vermektedir. Ayrıca Sertifikalı Bina enerji yöneticisi, Enerji Verimliliği Derneği Bursa Şubesi Yönetim Kurulu Üyesi, Ulusal ve uluslararası bilimsel dergilerde hakemlik görevlerine devam etmektedir. Enerji, Ekserji, Eksergoekonomik analizler ve optimizasyon, Isı geri kazanımı, Yenilenebilir Enerjiler ve uygulamaları, Enerji yönetimi, Soğutma teknolojileri ve uygulamaları, çevre teknolojileri ve analizleri konularında proje ve çalışmaları vardır.

**T. Hikmet KARAKOÇ**

Anadolu Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirdi. Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Yüksek Lisans, Anadolu Üniversitesi'nden Doktora Derecesi aldı.1988'de Yardımcı Doçent, 1991'de Doçent, 1997'de Profesör oldu. 35 yıldan bu yana Anadolu Üniversitesi'nde çalışmakta olup, halen Anadolu Üniversitesi havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde öğretim üyesidir. Araştırma konuları "Havacılık", "Gaz Türbinleri", "Yakıtlar ve Yanma", ve "Enerji Ekonomisi" nde yoğunlaşmıştır. Sanayide birçok kuruluşa Danışmanlık ve Araştırma Projeleri yapmıştır. Ulusal ve Uluslararası 200 makale ve bildirisi, ayrıca 30 kitabı yayınlanmıştır.

Olca KINCAI

1981 yılında İDMMA Makina Mühendisliği Bölümü'nden Lisans, 1991 yılında YTÜ Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Isı ve Proses Dalı'ndan Doktora ve 1994 yılında yine aynı Üniversitenin, aynı Bölümü Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalından Doçent Doktor ünvanı aldı. 2003 yılından beri aynı Anabilim dalında Profesör olarak görev yapmaktadır. Isı pompaları, Isıtma, soğutma iklimlendirme sistemleri başta olmak üzere Enerji sistemleri konularında pek çok proje ve çalışmaları vardır.