

MERKEZİ ÇAMAŞIR YIKAMA ÜNİTELERİNDE ATIK ISI GERİ KAZANIMI

Ahmet ÖZSOY
İsmail İlke KÖSE

ÖZET

Enerji fiyatlarındaki yükselme, enerjinin daha verimli kullanılması gerektiğini giderek öne çıkarmaktadır. Bununla birlikte pek çok endüstriyel ısıtma prosesi atık ısı üretir. Atık ısı geri kazanım sistemlerinin kullanımı enerji maliyetlerini azaltır. Çamaşır yıkama işlemlerinde de önemli miktarda enerji kullanımı gerekir. Burada da ısı geri kazanım sistemleri kullanılarak atık ısıdan yararlanılabilir. Bu çalışmada merkezi bir çamaşır yıkama ünitesindeki atık ısı enerjisi hesaplanmış, bu sisteme atık ısı geri kazanım ünitesi eklenerek geri kazanılabilecek enerji tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık ısı geri kazanımı, Çamaşırhane, Plakalı ısı değiştirici, çamaşır yıkama.

ABSTRACT

The growing cost of energy has required its more effective use. However, many industrial heating processes generate waste energy. Using of the waste-heat recovery systems decreases energy consumption. Have a significant amount of energy consumption in the process of washing. The waste heat energy can be also effectively used for the washing process with heat recovery systems. In this study, the heat energy recovered is estimated for washing process assisted with a heat recovery system.

Key Words: Waste heat recovery, Laundry, Plate heat exchanger, washing process.

1. GİRİŞ

Ülkemizde kullanılan enerjinin çoğunluğu dış kaynaklardan temin edilmektedir. Enerji kaynakları açısından dışa bağımlı bir ülke olmamız nedeniyle, enerjinin üretiminden tüketimine kadar tüm evrelerde verimli kullanmamızı zorunlu kılmaktadır. Bugün herkes tarafından kabul edilmektedir ki en ucuz enerji, verimli kullanım sonucu tasarruf edilen enerjidir. Enerji tasarrufu, ekonomik büyümeden ve yaşam koşullarından ödün vererek enerjinin az kullanılması değil, aynı işi veya prosesi daha az enerji kullanarak gerçekleştirmektir.

Endüstriyel prosesler, önemli miktarlarda enerji harcarlar. Enerji tüketimindeki ve dolayısıyla enerji fiyatındaki artış, enerjinin giderek daha verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, enerji kayıplarının azaltılması ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, gitgide büyüyen bir önem arz etmektedir. Pek çok endüstriyel prosesinde atık ısı açığa çıkmaktadır. Bu atık ısı, gereken yerlere taşınarak geri kazanılıp kullanılabilir. Bu atık ısıların geri kazanılıp kullanılması, sadece ülke ekonomisine katkı sağlamayacak, ayrıca üretilen ürünün birim maliyeti de azalacaktır.

Ülkemizde pek çok endüstri kolunda önemli miktarda atık ısı açığa çıkmaktadır. Bu sektörlerde atık ısı geri kazanım sistemleri kullanıldığında, kurulan sistem kendisini çok kısa sürede geri ödeyebilmektedir. Örnek olarak tekstil sektöründeki bir uygulamanın altı aydan daha kısa bir sürede kendisini amorti edebileceği hesaplanmıştır [1,2]. Isı geri kazanımı için atık ısı kazanları, ısı borulu sistemler, ısı pompaları ve diğer sistemler kullanılmaktadır. Isı transfer aracı olarak plakalı ısı değiştiriciler çeşitli endüstriyel proseslerde ve ısı geri kazanım uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır [3,4].

Çamaşır yıkama ve kurutma işlemlerinde dikkate değer bir enerji sarfiyatı olmaktadır. Her ne kadar yıkama teknolojileri ve kimyasal kullanımındaki gelişmelerle daha az enerji ve daha az su kullanımını gerektirse de, bu işlemler sonucunda atık olan enerjiden önemli miktarda geri kazanım sağlanılabileceği düşünülmektedir. Yıkama sonrası kurutma işleminden ısı geri kazanımı ile ilgili yapılmış çalışmalar literatürde mevcuttur [5-8]. Isı geri kazanım sistemleri uygulanırken enerji analizlerinin yanında ekonomik analiz de yapılmalı, sistemin kendisini geri ödeme süreleri uygun metodlarla tespit edilmelidir. Bununla ilgili örnek bir çalışma Özdemir ve Parmaksızoğlu tarafından mekanik tesisat için yapılmıştır [9].

Bu çalışmada da merkezi bir çamaşırhanede kullanılan sıcak suyun atık enerjisinden geri kazanım amaçlanmıştır. Bu amaçla bir öğrenci yurdunda merkezi çamaşır yıkama ünitesinden atılan atık sıcak suyun enerjisinden plakalı ısı değiştiricisi yardımıyla besleme suyunun ön ısıtılmasının sağlanması için gerekli enerji hesapları yapılarak yıllık geri kazanılabilecek enerji miktarı belirlenmiştir.

2.MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Kredi Yurtlar Kurumu, Isparta Öğrenci yurdu referans olarak alınmıştır. Bu yurtlar 12 ayrı blokta 1984 kız ve 1628 erkek öğrenci olmak üzere toplam 3612 öğrenci kapasitelidir. Öğrenci yurtlarındaki çamaşırlar merkezi bir çamaşırhanede yıkanmaktadır. Yurtların %80 dolulukta hizmet verdiği kabul edilerek gerekli hesaplamalar yapılacaktır. Merkezi çamaşırhaneler için kişi başına kuru çamaşır miktarı farklı uygulamalar için değişiklik göstermektedir. Bu değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge1-Merkezi çamaşır yıkama üniteleri için kişi başına haftalık kuru çamaşır miktarı [10,11]

Hastaneler	Yatak: 4-8 kg/yatak Personel: 2-4 kg/kişi
Otel-Pansiyon	5-7 kg/kişi
Yurt	4-6 kg/kişi
Kışla-Cezaevi	1-2 kg/kişi
Yatılı okul ve yurtlar	4-6 kg/kişi

Merkezi çamaşırhanede yıkanacak çamaşır miktarı Çizelge 1'den öğrenci başına haftalık 5kg kuru çamaşır olarak kabul edilebilir. Öğrenci yurdunda %80 doluluk oranı, toplam 3612 öğrenci kapasitesi ve kişi başına haftalık 5 kg kuru çamaşır yıkanacağı kabulü ile merkezi çamaşırhanede haftalık yıkanacak çamaşır miktarı 14448 kg olarak bulunur.

Çamaşırların yıkanması için gerekli sıcak ve soğuk su miktarları için literatürde farklı değerler verilmektedir. Bir kaynakta toplam su miktarı kg kuru çamaşır için 12-20 lt [12] olarak alınabileceği bildirilmiştir. Bir başka kaynakta 1 kg kuru çamaşır için 60 °C de 15 lt sıcak ve 30 lt soğuk olmak üzere toplam 45 lt suya ihtiyaç olduğu bildirilmiştir [11]. Çamaşır yıkama işlemi endüstriyel makinalarda, çeşitli kimyasal maddelerin kullanılması ile daha düşük enerji ve daha az su miktarları ile yapılabilmektedir. Çamaşır makinası üreticileri ile yapılan görüşmeler sonucunda [13] kg kuru çamaşır başına normal çamaşırlar için 4 lt sıcak (60 °C'de) ve 12 lt soğuk su (durulama) kullanılacağı kabul edilmiştir.

Çamaşır makinalarında yıkama için gerekli sıcak su, genellikle merkezi sıcak su hazırlama ünitesinden alınıp makinede kullanılmakta, eğer su sıcaklığı istenilen değerden daha az ise makina üzerindeki elektrikli ısıtıcılarla istenilen sıcaklığa çıkarılmaktadır.

Bu çalışmada şebekeden alınan suyun doğalgazla veya elektrikle ısıtılıp kullanıldıktan sonra kanalizasyona atıldığı durum ile atık suyun kanalizasyona atılmadan bir depoda biriktirilip, plakalı ısı değiştirici yardımıyla şebeke suyunun ön ısıtılması için kullanıldığı kabul edilerek geri kazanılabilecek enerji miktarı hesaplanmıştır. Makinada çamaşırların yıkanması esnasında hem sıcak hem de durulama veya ön yıkama için soğuk su kullanılmakta olduğundan sistemden çıkan sadece sıcak atık suyun ayrı bir depoya alındığı, soğuk suyun atık sıcak su ile karıştırılmadan kanalizasyona atıldığı kabul edilmiştir.

Çamaşır makinasına ortam sıcaklığında (20 °C) alınan her 1 kg kuru çamaşır 60 °C'de 4 lt sıcak su ile aynı ortamda karıştırılmaktadır. Çamaşırın aldığı ısı enerjisi sıcak yıkama suyunun verdiği enerjiye (kayıplar ihmal edilerek) eşittir.

$$Q_{su} = Q_{çam} \quad (1)$$

$$Q_{su} = m_{su} c_{su} (T_{su} - T_m) \quad (2)$$

$$Q_{çam} = m_{çam} c_{çam} (T_m - T_{çam}) \quad (3)$$

Çizelge 2. Çeşitli kumaşlar için özgül ısı değerleri [14]

Pamuklu	1,21 kJ/kg°C
Polyester	1,34 kJ/kg°C
Yün	1,36 kJ/kg°C

Burada çamaşırların pamuklu kumaş oldukları kabul edilerek çamaşır makinasından atılan su sıcaklığı (T_m), 57,3 °C olarak bulunur.

Atık ısı geri kazanım prosesi, şebekeden alınan soğuk suyun atık sıcak su ile plakalı ısı değiştirici yardımıyla ön ısıtılması yapıp, daha sonra istenilen sıcaklığa getirilip makinede kullanılması şeklinde gerçekleşmektedir.

Isı değiştiricinin etkenliği (ϵ), bir akışkandan diğerine olabilecek gerçek ısı transferinin maksimum ısı transferine oranı olarak tanımlanır [15].

$$\epsilon = Q/Q_{max} \quad (4)$$

Plakalı ısı değiştiricinin sıcak ve soğuk taraflarındaki akışkanların kütleli debilerinin ve özgül ısılarının eşit olduğu kabul edilirse,

$$\epsilon = (T_2 - T_1) / (T_3 - T_1) \quad (5)$$

olarak yazılabilir. Burada $T_1=15,3$ °C olup, Isparta için şebeke suyu sıcaklığının tüm yıl için ortalama değeridir. T_2 şebekeden alınan suyun atık su ile ön ısıtılması yapıldıktan sonraki sıcaklığı ve $T_3=57,3$ °C yıkama sonrası plakalı ısı değiştiriciye giren atık su sıcaklığıdır. Plakalı ısı değiştirici etkenliği 0,80 olarak kabul edilirse (5) eşitliğinden $T_2= 48,9$ °C olarak bulunur.

Sisteme plakalı ısı değiştirici eklenildiğinde atık ısıdan geri kazanılabilecek günlük enerji,

$$Q = m_{su} c_{su} (T_{gir} - T_{çık}) \quad (6)$$

eşitliğinden bulunur. Burada m_{su} bir günde kullanılacak toplam sıcak su miktarını, T_{gir} plakalı ısı değiştiriciye giren atık su sıcaklığını ve $T_{çık}$ ısı değiştiriciden kanalizasyona atılan enerjisi alınmış suyun sıcaklığını göstermektedir.

Günlük geri kazanılabilecek enerjinin 1159538 kJ olduğu (6) eşitliğinden bulunur. Sistemin yılda 10 ay çalışacağı kabulü ile yıllık ısı enerjisinden geri kazanılabilecek miktar 347861400 kJ olarak bulunur. Eğer çamaşırhane için sıcak su hazırlama sisteminde yakıt olarak doğalgaz kullanılıyorsa yıllık 9260 m³ doğalgaz, elektrik kullanılıyorsa 96628 kWh elektrik enerjisi geri kazanılmış olur.

SONUÇ

Merkezi çamaşırhanelerde çamaşır yıkamak için kullanılan sıcak su, yıkama işleminden sonra ilk su sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta kanalizasyona atılmaktadır. Eğer çamaşır makinalarından çıkan atık su bir depoda biriktirilip plakalı bir ısı değiştiricisi ile bu suyun ısısı geri kazanılmak istenirse atık ısıdan %75 oranında ısı geri kazanımı sağlanabileceği hesaplanmıştır. Eğer sistemde şebeke suyunu ısıtmak için elektrik kullanılıyorsa 27220 Tl, doğalgaz kullanılıyorsa 6204 Tl atık ısıdan geri kazanılmış olacaktır.

Böyle bir sistemde ısı geri kazanımı için bir plakalı ısı değiştiricisi, bir sirkülasyon pompası ve bir filtre kullanılacaktır. Ayrıca çamaşır makinalarından atılan atık sıcak suyu biriktirip gerektiğinde ön ısıtmada kullanılması için bir depo ile şebekeden alınan suyu ön ısıtma yaptıktan sonra kullanımı için ayrıca bir depo kullanılması gerekmektedir. Ayrıca çamaşır makinalarının kullanılmış soğuk ve sıcak su çıkışlarının aynı olması nedeniyle sadece sıcak atık suyu ön ısıtmada kullanmak için yönlendirmeyi yapacak uygun bir kontrol mekanizmasının da kullanılması gerekmektedir. Bu mekanizmaların endüstriyel çamaşır makinası imalatçıları tarafından makine üzerine opsiyonel olarak üretim aşamasında konulması kullanıcıların atık ısının geri kazanımına yönlendirilmelerinde kolaylık sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1]. PULAT, E., ETEMOGLU, A.B., CAN M. "Waste-heat recovery potential in Turkish textile industry: Case study for city of Bursa", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 663–672, 2009.
- [2]. YAMANKARADENİZ, N., COŞKUN, S., CAN, M. "Tekstil sanayiinde atık ısıdan yararlanılarak enerji tasarrufunda klasik sistem ile ısı pompasının karşılaştırılması", Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 12, 1, 115-124, 2007.
- [3]. KANDİLLİ, C., KOÇLU, A. "Tekstil endüstrisi boyama prosesinde plakalı ısı değiştiricilerle atık ısı geri kazanım sistemi enerji ve ekserji analizi", X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 1913-1925, 13-16 Nisan 2011.
- [4]. VESTERGREN, U. "Jeotermal uygulamalarda plakalı ısı eşanjörleri", VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 375-391, 8-11 Ekim 2003.
- [5]. PRADEEP, B., KARİSHMA, S., SUMANA, I. "Thermal analysis of a new concept in a household clothes tumbler dryer", Applied Energy, 87, 1562–1571, 2010.
- [6]. PRADEEP, B., SUMANA, I., KARİSHMA, S. "A novel design of a household clothes tumbler dryer", Applied Thermal Engineering, 30, 277–285, 2010.
- [7]. MAHLIA, T. M. I., HOR, C. G., MASJUKI H. H., HUSNAWAN, M., VARMAN, M., MEKHILEF, S. "Clothes drying from room air conditioning waste heat: Thermodynamics investigation", The Arabian Journal for Science and Engineering, 35, 1B, 339-351, 2010.
- [8]. PAKSOY, H. Ö., TURGUT, B., GÖK, Ö., YILMAZ, M. Ö. "Yıkama cihazlarında termal enerji depolamayla enerji verimliliğinin artırılması" Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 105M183, 2008.
- [9]. ÖZDEMİR, M., PARMAKSIZOĞLU, İ. C. "Mekanik tesisatta ekonomik analiz", VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 8-11 Ekim 2003.
- [10]. ANONİM., "Sihhi tesisat proje hazırlama teknik esasları", MMO Yayın no.122, 1987.
- [11]. SÖNMEZ, F., "Tesisat", Birsen yayınevi, 1983.
- [12]. ANONİM., "Sihhi Tesisat", Isısan Çalışmaları, No.22, 2001.
- [13]. DEMİRKAHYALILAR, A., "Özel yazışma", Tolon Makina Akdeniz Bölge Müdürü, 03.06.2011.

- [14]. MORTON, W. E., HEARLE, M. A. "Physical properties of textile fibres", Manchester College of Science and Technology, 1997.
- [15]. GENCELİ, O.F., "Isı Deđiřtiricileri", Birsen Yayınevi, 2005.

ÖZGEÇMİŐ

Ahmet ÖZSOY

1964 yılında doğdu. 1985 yılında Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesinden Mak. Müh. olarak mezun oldu. Bir yıl özel sektörde mühendis olarak, 1986-1991 yılları arasında Adıyaman Köy Hizmetleri İl Müdürlüğünde Mühendis ve Şube Müdürü olarak çalıştı. 1991-1996 Yılları arasında Isparta Köy Hizmetleri İl Müdürlüğünde Mühendis olarak çalıştı. Köy Hizmetlerindeki çalışması esnasında Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı ve 1997 yılında tamamladı. 1996 yılında SDÜ, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümünde Uzman olarak göreve başladı. 2003 yılında Öğr. Gör. oldu. Doktora eğitimini 2005 yılında tamamladı. 2006 yılından beri aynı fakültede Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. İlgili alanları; sıhhi tesisat, ısı, enerji, yenilenebilir enerji kaynakları, güneş enerjisi ve uygulamaları, ısı boruları ve uygulamaları, enerji geri kazanım sistemleri ve benzeri konulardır.

İsmail İlke KÖSE

1984 yılında doğdu. 2008 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümünden Tesisat öğretmeni olarak mezun oldu. Aynı yıl SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitim Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2010 yılından beri SDÜ Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulunda Öğr. Gör. olarak görev yapmaktadır. İlgili alanları; ısı, enerji, yenilenebilir enerji kaynakları, güneş enerjisi ve uygulamaları ve benzeri konulardır.