



BİNALARDA ATIK ISI KULLANILMASI VE OPTİMAL TERMİK OTOMATİK KONTROLÜ

Ahmet CAN

Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
22030 Edirne – TURKEY
E-Mail: can@trakya.edu.tr

(Geliş Tarihi: 09.09.2002)

Özet: Dünya nüfusu sürekli yükselirken ve ülkeler biraz daha çok endüstrileşirken, enerjiye gereksinim, bütün sektörlerde, örneğin konut, ticari, endüstri ve taşıma gibi alanlarda en belirleyici bölümü oluşturmaktadır. Bu sebepten, konut sektöründe enerji korunumu konusuna ilgi, özellikle binalarda, son yirmi yılda oldukça yükselmiştir. Mevcut araştırma, binalarda ve termik konforda atık enerji kullanımı ile meşgul olmaktadır. Bu yönü ile makale, binalar içindeki üç önemli hareket noktasından oluşmaktadır. Bunlar, atık ısı kullanımı, atık suyun kullanımı ve değişik hacimsel debilere sahip su sıcaklığının optimal termik otomatik kontrolüdür. Bu bakış açısı içinde, otomatik kontrol ünitelerini pratik olarak test için, deneysel bir tesisatın tasarımı yapılmış ve kurulmuştur: Optimal sıcaklıkların gerçekleştirilmesi için ve değişik bölümler içindeki hacimsel debi ihtiyacının PID otomatik kontrollü yapılmıştır. Çünkü, pratikte binalarda, örneğin, mutfakta, banyoda ve diğer, değişik uygulamalar için genel olarak değişik hacimsel debiler kullanılmaktadır. Su hacimsel debisinin ve sıcaklığının optimal otomatik kontrolü, enerji tasarrufu gerçekleştirmek için, esas oluşturmaktadır. Binalardaki atık su ısını kullanmak ve optimal bir termik otomatik kontrolü sağlamak için, orijinal tasarlanmış bir teknik yöntem ve bunun laboratuvar modeli kurulmuştur. Burada, bu model yardımıyla yapılmış deneysel çalışmalar ve sonuçları tanıtılmaktadır.

Anahtar kelimeler : Atık Isı Kullanımı, Optimal Otomatik Kontrol

WASTE HEAT UTILIZATION IN BUILDINGS AND OPTIMUM THERMAL CONTROL

Abstract: As the world population has increased and the countries have become more and more industrialized, the need for energy has become a crucial item in all sectors, e.g. residential, commercial, industrial and transportation. For this reason, during the past two decades, there has been increasing interest in energy conservation in residential sectors, particularly in buildings. The present investigation deals with waste energy utilization in building and the thermal comfort. In this regard, the paper consists of three significant aspects in buildings, waste heat utilization, waste water utilization, and optimum thermal control of water temperature at different flow rates. In this respect, an experimental set-up was constructed to study the control mechanism: PID to provide optimum temperatures and flow rates were used in various sections since, in practice different flow rates are used for different applications in kitchen, bathroom, etc. Optimum control of the temperatures and the flow rates of water becomes essential to provide energy savings. In summary, the present systems propose a new technique to utilize the waste heat (and/or waste water) in buildings and to provide optimum thermal control together.

Key Words : Waste Heat Utilization, Optimum Thermal Control

SEMBOLLER

F	Kuvvet [N]
H	Strok
p	basınç [bar]
Pt	Platin
Kp	Orantı faktörü
TN	Reset süresi
TV	Türevsel etki faktörü
t	Sıcaklık [°C]
ρ	Yoğunluk [kg/m ³]
Y	vana açıklık konumu
$\dot{V}$	Hacimsel debi [m ³ /h]
W	kılavuz değer

GİRİŞ

Binalarda ısıtma kalitesinin, verimliliğinin yükseltilmesinde ve maliyetlerin düşürülmesinde, özellikle enerji tasarrufu sağlamada önemli olan faktör, dış şartlara ve iç konfor koşullarına bağlı olarak ısı taşıyıcı akışkanın debisinin gerekli değerlerde ayarlanması için otomatik kontrol vanaları büyük önem içermektedir (Besemer, 2001).

Bir sistemin otomatik kontrolünde kontrol cihazını seçerken göz önüne alınması gereken iki faktörden birisi, proses için gerekli kontrol hassasiyeti diğeri ise, prosesin kontrol edilebilirlik güçlüğüdür (Lüders, 2001).

Seçimi yapılacak kontrol cihazının, gerekli hassasiyeti sağlaması şartıyla ayarlamalarının kolay olması, işletmeye gereksiz yük getirmemesi ve ekonomik olması gerekir (Werther, 2001; Böhm, 2001; Stienen, 2001).

Kontrol cihazının tipi seçilirken yapılacak yaklaşım ve üzerinde durulacak birkaç nokta aşağıdaki şekilde sıralanabilir: Proses reaksiyon eğrisinin incelenmesi, fiziksel olarak sistemin analizi (örneğin, ısı dizaynının analizi), daha önce elde edilmiş tecrübeler, deneysel test olanağıdır.

Proses reaksiyon eğrisinden, prosesin zor veya kolay kontrol edilebilirliği hakkında bilgi edinilmelidir. Proseste, örneğin, bu çalışmada olduğu gibi, sıcaklık kontrol ediliyorsa, prosesin kolay veya zor kontrol edilebilirliğine, sistemin ısı dizaynı incelenerek karar verilebilir (Aust vd., 1999), (Hellwig vd., 1994). Isıtıcı gücü yeterinden çok mu fazla veya çok mu düşük? Buna karar vermek için, prosesteki ısıtıcının gücünün yeterli olup olmadığı tespit edilmelidir. Gerekli olandan çok yüksek güçte bir ısıtıcı, sabit bir ısı kontrolü sağlanmasını güçleştirir, düşük güçte ısıtıcı, yavaş cevap verir. Ayrıca, proseste ısı tutan kütleler büyük mü küçük mü ısıtıcı bloğundan algılayıcı

elemana örneğin, rezistansın termometreye olan mesafesi ne kadar vb. faktörler de etkilidir.

İşte bütün bu sayılan faktörler, proses için hangi tip bir kontrol cihazının seçilmesi gerektiği konusunda karar verilmesine olanak verir (Kuzucu vd., 1998; Yüksel, 1997). Benzer sistemler ile ilgili uygulamalarda, daha önceki tecrübeler de doğru otomatik kontrol yönteminin seçimi için önemli bir faktördür.

Çalışmanın ana konusu, büyük binalardan ve sanayi tesislerinden oluşan atık su ısının kullanılmasıyla enerji korunumu sağlanmasını ve enerji kullanım kalitesinin yükseltilmesini araştırmaktır. Özellikle, büyük debi ile atılan sıcak kirli sular kullanılarak, ihtiyaç duyulan sıcak kullanım suyu, kullanıma hazır şekle getirilebilir. Bunun yüzeyli ısı değiştiricilerinde gerçekleştirilmesi, iki akışkan arasındaki ısı alışverişi esnasında, kirli atık suyun debisi otomatik kontrol vanası ile kumanda edilerek yapılır. Bu esnada, arzuya göre ısıtılan kullanım suyunun ısı değiştiricisinden çıkış sıcaklığı, kontrol büyüklüğü olarak hizmet eder. Burada söz konusu edilen sistemler ve termik kontrolü üzerine, doğrudan kullanılabilecek bilgi kaynağı çok değildir. Konu ile ilgili kontrol sistemlerinin ve bileşenlerinin pratik uygulamasını tanıtmak (Samson, 1998; Samson, 1999) ve pratik uygulamasını örnekler ve tablolar ile açıklamak (Samson-1, 2000; Samson-2, 2000) enerjinin nitelikli kullanımı yönünden çok önemlidir.

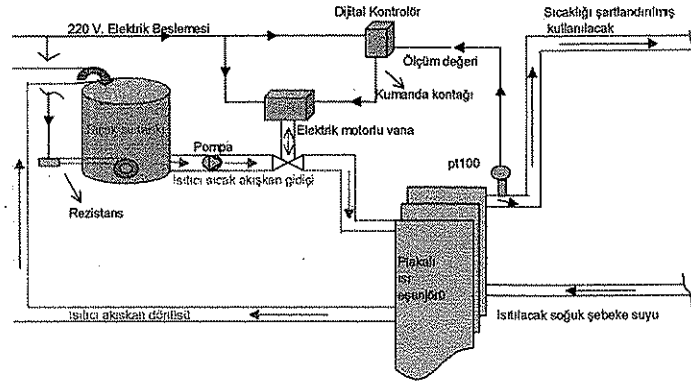
DENEY DÜZENEGİ VE ÇALIŞMA PRENSİBİ

Bu çalışma kapsamında, tamamen otomatik kontrole dayalı yani, dışarıdan herhangi bir insani girişim ve müdahale olmaksızın bir elektrik motorlu sıcaklık kontrol sistemi düzeneği laboratuvar şartlarında kurulmuş ve deneysel olarak değişik otomatik kontrol parametreleri uygulanarak incelenmiştir.

Deney düzeneği, atık ısının üretildiği sistemi simüle eden su tankı, bağlantı elemanları gibi yardımcı üniteler yanında, başlıca dört ana elemandan oluşmaktadır.

Bunlar; 1. Elektrik motorlu kontrol vanası, 2. Dijital kontrolör, 3. Direnç termometresi Pt 100, 4. Plakalı ısı değiştirgecidir.

Elektrik motorlu kontrol vanası, elektrik motoru ve vana gövdesi olmak üzere başlıca iki ana elemandan oluşmaktadır. Bu elemanlar dişi bir bağlantı ile birleştirilirler. Elektrik motorlu vana, kontrol ünitesinden almış olduğu kumanda kontagina göre motor miline itme veya çekme hareketi vermek suretiyle vana açıklık konumunu oransal olarak sağlar.



Şekil 1. Atık ısının binalarda sıcak su temininde kullanılması.

Elektrik motorlu kontrol vanasının özellikleri şöyledir: Tahrik kuvveti F : 700 N, strok uzunluğu H : 6 mm, strok süresi : 45 saniye, ek el kumandalı, emniyet fonksiyon türü: Besleme kesildiğinde vana bulunduğu konumu muhafaza eder. Besleme : 220 V 50 Hz. Kumanda sinyali three-step 220 V kontak. Koruma sınıfı (Protection degree) IP 42.

Dijital kontrolör özellikleri şöyledir: Giriş sinyali : 3 kablolu-Pt100 (rezistans termometre girişi), giriş sinyali ölçüm sahası : -100+500 °C, çıkış sinyali : üç adımlı 220V kontak, besleme: 220V-50 Hz., 96 × 48 boyutlarında, pano tipi montaj, P, PI, PID kontrol kombinasyonları mevcuttur. P, I, D parametrelerini otomatik ayarlama imkanı, gerektiğinde elle çalıştırabilme imkanı, koruma sınıfı : IP 65, dijital göstergelidir.

Sıcaklık sensörü Pt 100: Sıcaklığı kontrol edilecek olan akışkana daldırılır ve ölçüm değerini Ohm. sinyali olarak dijital kontrol ünitesine gönderir. Ölçüm sahası: 0 – 150 °C, koruma sınıfı IP54, daldırma boyu 100 mm, besleme 24 V kontrolörden.

Deney düzeneği çalışma prensibi

Burada esas amaç, belirli sıcaklık değerinde arzu edilen kullanım suyunu, doğrudan kullanımı mümkün olmayan atık sıcak su ile ısıtmaktır. Bu, sıcaklık kontrolünün Şekil 1'de görüldüğü gibi, ısıtıcı akışkan hattı üzerinde bulunan elektrik motorlu vanaya kumanda eden bir dijital kontrolör tarafından sağlandığı, tam otomatik çalışan sıcaklık kontrol sistemi ile yapılmaktadır.

Plakalı ısı değiştiricisinde akış esnasında, sıcak ve soğuk akışkanlar arasında ısı alışverişi gerçekleştirilir. Direnç termometresi Pt 100, ısıtılan suyun plakalı ısı değiştirgecinden çıktığı noktada, sürekli olarak sıcaklık değerini ölçer ve kontrolöre gönderir. Dijital kontrolör, Pt100'den gelen ölçü değerini ayar edilen değer, kılavuz değer ile karşılaştırır ve aradaki farka bağlı olarak elektrik

motorlu vanaya, oransal açma veya kapama (kısmı) yaptırarak, bir başka anlamda, vanadan geçen ısıtma amaçlı kullanılan kirli atık suyun debisini, enerji dengliği için gerekli değere getirerek, kullanım suyunun çıkış sıcaklığını, istenen değerine ayarlar.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

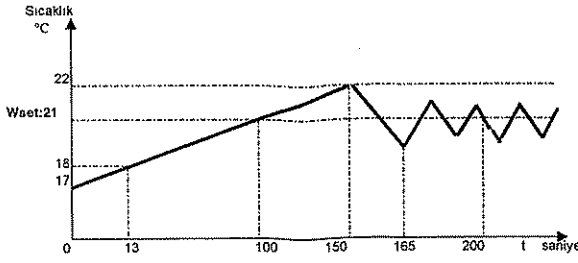
Deneysel çalışmanın yapıldığı tesisattaki işletme şartları aşağıdaki değerlerdedir:

A. Atık ısıtma suyu özellikleri şöyledir: Isıtıcı sıcak su akışkan sıcaklığı $90 - 95\text{ }^{\circ}\text{C}$, akışkan basıncı p 1.054 bar, sirkülasyon pompasında debi $1.2\text{ m}^3/\text{h}$, akışkanın yoğunluğu 970 kg/m^3 .

B. Isıtılacak ve çıkış sıcaklığı kontrol edilecek olan kullanım suyu özellikleri şöyledir: Şebeke giriş sıcaklığı 15 - 20 °C, kullanım suyu çıkış sıcaklığı 20 - 45 °C (arzulan W_{set} değerine göre bu aralıkta değiştirilebilir), akışkan debisi $\dot{V}_{soğuk}$ 0,12 – 0,24 m³/h, yoğunluk $\rho = 1000$ kg / m³, İlk olarak gerçekleştirilen deneysel çalışmada; ısıtılacak soğuk su debisi $\dot{V}_{soğuk}$: 0,24 m³/h olarak ayar edildi.

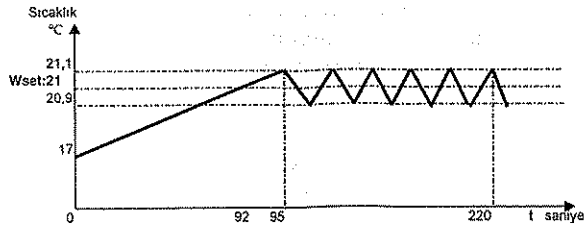
PID parametreleri ; K_p : 20, T_N : 80, T_V : 20 seçildi. Başlangıçta vananın tam kapalı konumunda olduğu gözlemlendi. Bu koşullarda çalıştırılan sistemin deneysel elde edilmiş çalışma eğrisi, Şekil 2’de verilmiştir.

Sistem çalıştırıldığında, sıcaklık sensörünün ölçtüğü değer (17 °C), set değerinden (21 °C) düşük olduğu için kontrolörün vanaya açma sinyali gönderdiği ve vanayı açtığı gözlemlendi. Sıcaklık değerinin, 13. saniyede 19 °C, 100. saniyede 21 °C değerini aştığı ve 150. saniyede maksimum değerine çıktığı (22 °C) görülmektedir. Sistemde bu noktada kontrol vanası % 24 açıklığa ulaşmıştır. Bu noktadan itibaren sistem açma yönündeki hareketine son vermiş ve kapama hareketine geçmiştir.



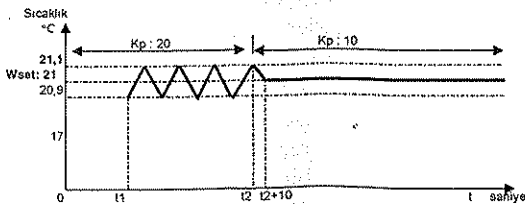
Şekil 2. P, I, D parametrelerinin, 20, 80, 20 sistemin davranışına etkisi.

Yaklaşık 15 saniye kadar kapama yönünde hareket verilmesinden sonra, sabit genliklerle titreşimin oldukça uzunca bir süre devam ettiği gözlemlenmiştir. Aynı işletme koşullarında, sistemin türevsel parametre değeri 10 yapılmıştır yani, türevsel etki zamanı yarı yarıya azaltılmıştır. Bu değişik koşullarla tekrarlanmış deneysel çalışma ile Şekil 3'te gösterilmiş çalışma eğrisi elde edilmiştir.



Şekil 3. P, I, D parametrelerinin, 20, 80, 10 sistemin davranışına etkisi.

Sistemde öncekinden farklı olarak sadece set değerinden uzaklaşmalar azaltılmıştır, daha küçük genliklere sahip titreşim meydana gelmiştir. Sistemin çalışması, K_p : 10 yapılarak tekrar denenmiştir ve Şekil 4'te gösterilmiş çalışma eğrisi elde edilmiştir.

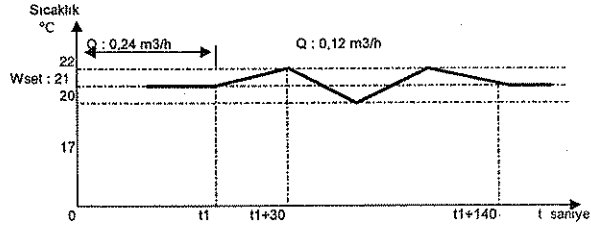


Şekil 4. P, I, D parametrelerinin, 10, 80, 10 sistemin davranışına etkisi.

K_p parametresi, yarı yarıya düşürüldüğünde sistemdeki titreşim sona ermiştir. Yaklaşık 10 saniye içerisinde kararlı rejime geçip, set değeri % 100 netlikle elde edilmiştir. Set değerinin tam olarak elde edildiği noktada, Y vana açıklık konumunun % 24 olduğu tespit edilmiştir. Sistem

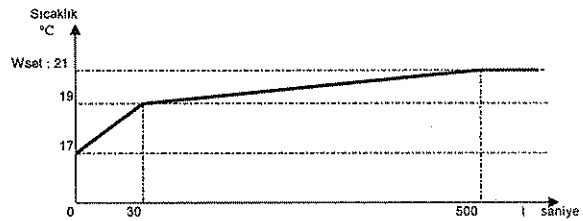
bu şekilde düzgün çalışırken yani, set değerini sürekli korurken, soğuk suyun debisi $0,24 \text{ m}^3/\text{h}$ 'den $0,12 \text{ m}^3/\text{h}$ 'e düşürülmüştür. Bununla, bozucu büyüklüğün değişim etkisi araştırılmıştır. Bu durumda elde edilmiş çalışma eğrisi, Şekil 5'te verilmiştir.

Kontrol sisteminde, ilk önce, aşağı ve yukarı yönlerde ayar değerinden sapmanın olduğu, 1°C 'lik bir titreşim meydana gelmiştir. Yaklaşık olarak 140 saniyelik bir titreşimden sonra, sistem set değerini elde etmiştir. En son durumda, vana açıklık konumunun, % 22 'de kaldığı gözlenmiştir.



Şekil 5. P, I, D parametrelerinin bozucu büyüklük değişiminde, sistemin davranışına etkisi.

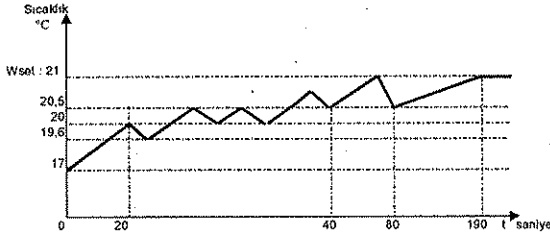
İkinci grup deneysel çalışmalarda; ısıtılacak soğuk su debisi, birinci grup deneysel çalışmalardaki değerinde $\dot{V}_{\text{soğuk}} : 0,24 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak tutulmuştur. Diğer değerler, su sıcaklığı $t_{\text{soğ}} : 17^\circ\text{C}$. PID parametreleri ; K_p : 10, T_N : 300, T_V : 10, başlangıçtaki vana açıklığı % 30 seçilmiştir. Bu yeni değerler ile elde edilen çalışma eğrisi, Şekil 6 ile verilmiştir.



Şekil 6. Vana açıklığı %30, P,I,D parametrelerinin, 10, 300, 10, sistemin davranışına etkisi

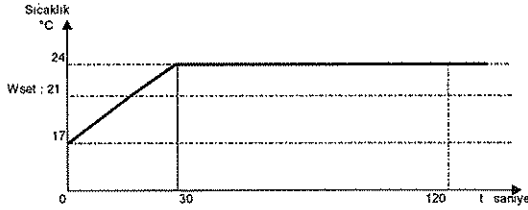
Bu deneyde, T_N parametresi özellikle aşırı büyük seçilerek sistemin davranışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sıcaklığın 30 saniye içerisinde 17°C 'den 19°C 'ye çıktığı ve bu noktadan 21°C 'ye çıkmak için yaklaşık 600 saniye gibi bir süre geçtiği gözlenmektedir. Sistemde hiç bir titreşimin olmadığı ancak, aşırı bir sağırlaşma meydana geldiği görülmektedir. Yani, sistemin oldukça geç reaksiyon verdiği ve genel olarak çok ağır hareket ettiği görülmektedir. Sistem reaksiyonunu daha hızlı hale getirmek ve kontrol sürecinin çalışma eğrisini nasıl etkilediğini anlamak için, T_N süresi,

300'den 80 değerine değiştirilmiştir. Deneyisel elde edilmiş çalışma eğrisi, Şekil 7 ile verilmiştir.



Şekil 7. Vana % 30 açık, P, I, D parametrelerinin, 10, 80, 10, sistemin davranışına etkisi

Bu çalışma eğrisine göre sistemin; ilk 20 saniye içerisinde, vananın otomatik şekilde % 30 açıklık konumundan % 23' e kadar indiği gözlemlendi. Bu esnada, sıcaklığın da, 17 °C' den 20 °C'ye çıktığı tespit edildi. Kılavuz değerine 0.5-1.0 °C yaklaşıldığında, sistem davranışının ağırlaştığı, kısa bir titreşimden sonra kararlı rejime ulaştığı ve aradaki farkı, 2 dakika içerisinde sıfırlayıp kılavuz değerini elde ettiği tespit edilmiştir. En sonda, vana konumunun % 26 olduğu tespit edilmiştir. Bundan sonra yapılan deneyisel çalışma ile, oldukça küçük orantı faktörünün çalışma eğrisini nasıl etkilediği gözlemlenmiştir.

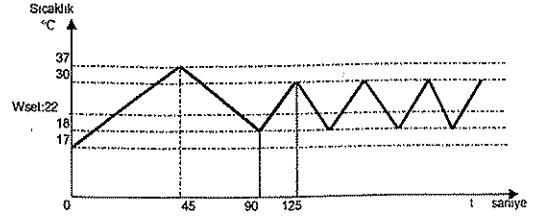


Şekil 9. Vana % 30 açık, P, I, D parametrelerinin, 1, 80, 10, sistemin davranışına etkisi.

Yukarıdaki verilere bağlı olarak, sistem % 30 vana açıklığında iken devreye alınmıştır. Kp parametresinin minimuma düşürülmesinin sistemin çalışmasını oldukça ağırlaştırdığı görülmüştür. Vananın, başlangıçta % 30 açık olmasından dolayı, sıcaklık 30 saniye içerisinde 24 °C' ye yükselmiştir. Ancak, set değerinin bir hayli üzerine çıkılmasına rağmen, ilgili ünitenin sisteme etki edemediği ve vana % 30 açıklıkta iken (yani, başlangıçtaki değerde), sıcaklıkta 24 °C' de iken takılıp kaldığı gözlemlenmiştir.

Ayar edilen değişik sistem parametreleri ile elde edilmiş deneyisel çalışma eğrilerinin değerlendirilmesinden kazanılmış deneyim ile son olarak, PID parametreleri Kp : 10, TN : 1, TV : 10, değerlerinde ve başlangıçta vana açıklığı % 0

seçilmiştir. Bu değerler ile elde edilmiş çalışma eğrisi, Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Vana açıklığı % 0 ve P, I, D parametrelerinin 10, 1, 10 sistemin davranışına etkisi.

Başlangıçta vananın tam kapalı olması sağlandı. Sistem devreye alındı; Kontrolör, ölçülen değer, set değerinin altında olduğundan, vanaya açma yönünde hareket vermeye başladığı ve hiç duraksamadan sürekli bir sinyal dizisiyle vanayı % 100 açtığı gözlemlendi. Bu noktada, sıcaklık 37 °C' ye ulaştı ve tekrar aynı hızla geri dönmeye yani, vana kapama yönünde harekete geçti ve tam kapatana kadar hareketini sürdürdü. Tekrar açma yönüne döndü. Ancak bu defa % 75 açıklık değerine kadar çıktı ve buradan tekrar % 0 seviyesine indi. Bu noktadan itibaren, sistem sürekli olarak % 0-75 arasında (30 °C – 18 °C arasında) salınıp durdu, hiçbir düzelme meydana gelmedi.

DEĞERLENDİRME

Kirli sulardaki atık ısının kullanılması ve termik kontrolü amacı ile laboratuvar şartlarında kurularak, bir dizi deneyisel uygulama ve PID sıcaklık kontrol sistemine ait sonuçlar elde edilmiştir.

Otomatik kontrol yöntemleri, her türlü süreç için aynı olmakla beraber gerek, kararlı duruma ulaşma zamanı ve reaksiyon zamanı ve gerekse, üst ve alt salınım değerleri, doğal olarak süreçten sürece değişiklik göstereceğinden, her bir farklı süreç için ortaya çıkacak P, I, D değerleri de, birbirinden farklı olacaktır. Diğer anlatımla, herhangi bir sıcaklık süreci için belirlenmiş bulunan P, I, D parametreleri, bir basınç kontrol süreci için uygun olmayabilir. Bundan önceki bölümde ayrıntılı açıklamaları verilen P, I ve D parametre değerlerinin deney sistemine etkisinin değişik durumları ayrıntılı incelendi.

Orantı katsayısı KP, optimum değerinin üzerinde seçildiğinde, kontrol ünitesi oldukça sık aralıklarla açıp kapama yapmış ve salınım yapmıştır. Kp değerinin gereğinden düşük seçilmesi ise, bu defa açıp kapama aralığını uzatmış ve bu da kılavuz değerine ulaşmada yani, sistemin kararlı

hale gelmesi için oldukça uzun bir zamanı gerektirmiştir.

Reset süresi TN, optimum değerinin üzerinde seçildiğinde, sistemde kontağın açık kalma süresi azalmış, bir başka deyişle sitem bozucu etkilere karşı aşırı derecede duyarsızlaşmıştır. Tam tersi düşünülür ise yani, bu değer optimum değerinin altında seçilirse, bu defa kontağın verilme süresi çok uzadığı için sistemde overshoot ve titreşim meydana gelmiştir. Türevsel etki TV değerinin artması ile sistemde meydana gelen üst sapmaların ve alt sapmaların azalttığı gözlenmiştir.

Bir PID kontrollü sistemin davranışına ve neticelerine etki eden faktörler, bu çalışmada üzerinde durulan temel noktalardan çok daha fazladır.

Örneğin, deney sisteminde kullanılmış olan elektrik motorlu vana yerine pnömatik bir vana kullanılmış olsaydı girilecek parametreler bu çalışmada elde edilenden daha farklı olabilirdi ve sistemin davranışı da farklılık içerebilirdi. Çünkü, pnömatik vanalarda, motorlu vanalar gibi belirli bir strok süresi zorunluluğu yoktur. Vana 1-2 saniye içerisinde kontrol ünitesinin gönderdiği kumanda sinyaline göre oransal olarak ve oldukça hassas bir şekilde istenen konumu almaktadır ve gerekli ayarı yerine getirmektedir. Yani, pnömatik sistemler motorlu sistemlerle kıyaslanamayacak ölçüde hızlıdır. Ancak, her iki sistem arasında kontrol hassasiyeti açısından pek bir fark bulunmamaktadır. Basınç veya seviye gibi bir kontrol büyüklüğünün otomatik kontrolünde, pnömatik sistemleri tercih etmek daha doğrudur.

Bir PID kontrol cihazının parametreleri girilirken, gerek hesap edilerek ve gerekse de geçmişteki tecrübelerle dayanarak başlangıçta cihaza bazı parametreler girilse bile tam sonuca erişmek için yeterli değildir. Çünkü, PID ayarları, ayarlanacak sistem çalışırken üzerinde yapılmalıdır. Bu ayarlar, kontrol cihazına ait davranış ve ulaşılan sonuç, sistemi oluşturan bütün elemanlar, bir şekilde kesinlikle bozucu büyüklük etkisi altındır. Bu bozucu etkiler, ancak yerinde ve sistem bütününe tam olarak algılanıp uygun parametrelerin tayini ile giderilebilir. Örneğin, basit olarak bu çalışmadakine benzer bir sıcaklık kontrol sisteminde, vana ile sıcaklık sensörü arasındaki mesafe bile, girilecek olan parametre değerleri üzerinde değişiklik gerektirebilir veya sistemde kullanılan ısıtıcı akışkan türü, yine girilecek parametreler için oldukça etkili olabilir.

Lüders, U., Heiztechnik Bleibt Innovativ, *Buderus Magazin*, No. 2, 2001.

Werther, J., Energie nutzen Energie sparen *CIT Plus das Praxismagazin der Chemie Ingenieur Technik*, Jahrgang 4, No. 10, 2001.

Böhm, G., Programmierter Heizbetrieb mit Komfort Heizkosten sparen ohne zu frieren (Teil 2), *Buderus Magazin*, No. 2, 2001.

Stienen, P., "Stoffströme gezielt lenken und regeln" atp-Automatisierungs-technische Praxis, das Sonderheft zur INTERKAMA 2001-Messekompass, No. B3654, 2001.

Aust, E. und Scholl, S., Waermeintegration als Element der Verfahrensbearbeitung, *Chemie Ingenieur Technik*, Vol. 71, No. 7, 1999.

Hellwig, T. und Thöne, E., OMNIUM: Ein Verfahren zur Abwaermenutzung, *Brennstoff Waerme und Kraft*, Vol. 46, No. 12, 1994.

Kuzucu, A., Özdaş, N., Dinibittin, T. *Otomotik Kontrol Temelleri*, Birsan Yayınevi Ltd. Sti., İstanbul, 1998.

Yüksel, İ., *Otomatik Kontrol Sistem Dinamiği ve Denetim Sistemleri*, Uludağ Üniversitesi Matbaası, Bursa, 1997.

Samson A.G., *Control Valves for Industrial Processes*, Volume 3, Samson Fa. Catalogue, samson@samson.de, <http://www.samson.de> Frankfurt, 1998.

Samson A.G., *Control Valves for Heating, Ventilation and Air-Conditioning Systems*, Samson Fa. Catalogue, samson@samson.de, <http://www.samson.de> Frankfurt, 1999.

Samson A.G., *Introduction to Self-Operated Regulators*, Samson Fa. Catalogue, samson@samson.de, Frankfurt, 2000.

Samson A.G., *Control Fundamentals*, Samson A.G. Technical Information and Fa. Catalogue, samson@samson.de, <http://www.samson.de> Frankfurt, 2000

KAYNAKLAR

Besemer, S., Korrosionsgeschützte Stellventile *CIT Plus das Praxismagazin der Chemie Ingenieur Technik*, Jahrgang 4, No. 10, 2001.



Ahmet CAN

19.02.1953 Tekirdağ doğumludur. 1974 yılında Yıldız Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Makine Mühendisliği bölümünden Makina Mühendisi unvanı ile mezun oldu. 1976 yılında Isı ve Proses Opsiyonundan Yüksek Makina Mühendisi unvanı aldı. 1977 yılında 1 yıl asistanlık yaptı. 1978 - 1984 yılları arasında T.C. 1416 sayılı kanuna tabi devlet burslu olarak Almanya Berlin Teknik Üniversitesi "Energie und Verfahrenstechnik" bölümünde önce yüksek lisans yaptı ve Diplom Ingenieur unvanı aldı. Haziran 1984'te Doktor Ingenieur unvanı aldı. Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne Ocak 1985'te Yardımcı Doçent olarak atandı. Kasım 1989'da Termodinamik Bilim Dalı Doçenti oldu. Ocak 1997'de aynı bilim dalında Profesör oldu. Aynı bölümde Bölüm Başkan Yardımcılığı, Bölüm Başkanlığı, T.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dekan Yardımcılığı ve T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür Yardımcılığı görevlerini yaptı. Evli olup iki kızı vardır.