



BİR SOĞUTMA EĞİTİM SETİNDE GERÇEK ZAMANLI LOG P-H DİYAGRAMI OLUŞTURMAK ÜZERE VERİ TOPLAMA SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

¹Hüseyin BULGURCU, ²M. Turhan ÇOBAN, ³Volkan ERYÜKSEL

¹Balıkesir Meslek Yüksekokulu Elektrik ve Enerji Bölümü Çağış Yerleşkesi BALIKESİR

²Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bornova İZMİR

³VEBS Elektronik Yeni Sanayi Sitesi 12 Ekim Cad. 36. Sok. No:4 E BALIKESİR

ÖZET

Bu projedeki bir soğutma eğitim seti üzerinde basınç, nem, sıcaklık, debi, akım gibi parametreler dijital algılayıcılar ile ölçülerek veri toplama sistemine (veri toplayıcı) aktarılmaktadır. Deney seti buharlaştırıcı, yoğusturucu, kompresör, genleşme vanası, soğutma kulesi gibi ekipmanlardan oluşmaktadır. Bu deney setinin ısı analizinin yapılabilmesi için , metal direnç elemanlı (RTD) sıcaklık algılayıcıları, ısı çiftli sıcaklık algılayıcıları, basınç algılayıcıları, elektrik güç girdisi okuma sistemleri, su ve soğutkan debisi algılayıcıları, nem algılayıcıları veri toplama sistemine entegre olarak çalışabilecek şekilde dizayn edildi. Veri toplama sisteminde dijital olarak algılanan ölçüm verileri RS485 iletişim sistemi ile bilgisayara iletilmekte, veriler Java programlama dilinde yazılan programlar üzerinden SQLite veri tabanında depolanmaktadır. Bu veriler gerçek zamanda SQLite veri tabanından okunarak gurubumuz tarafından geliştirilen Java dilinde yazılmış bilgisayar benzeşim programlarına girdi parametreleri olarak aktarılmakta ve termodinamik çevrim analizleri ve ısı transferi benzeşimleri gerçek zamanda hesaplanarak sonuçlar tablolar ve grafik ortam çıktıları (logP-h, T-s diyagramları gibi) olarak deney seti kullanıcılarına aktarılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eğitim seti, log p-h diyagramı, veri toplama sistemi

ABSTRACT

This project involves data evaluation and computation of a refrigeration test set. Data such as pressure, humidity, temperature, flow rate is read through digital sensors to a data logger. Experimental set contains evaporator, condenser, compressor, expansion valve and cooling tower. As the inlet sensor for temperature readings RTD and thermocouple readers are designed. Furthermore moisture, pressure, flow rate and electrical power input sensors are designed as digital input sensors to the data logger. Signals output from sensors are carried from data logger to the computer through RS485 protocol. Data is stored in computer by using SQLite database, channel and data definitions and reading data and writing it to database is done through java language programs. Data written into the SQLite database is read in real-time by system simulation programs. System thermodynamic and

heat transfer calculations are carried out by simulation programs and the results are displayed as table and graphic forms (such as logP-h or T-S diagrams) to the test set users.

Keywords: Training set, log p-h diagram, data logger system.

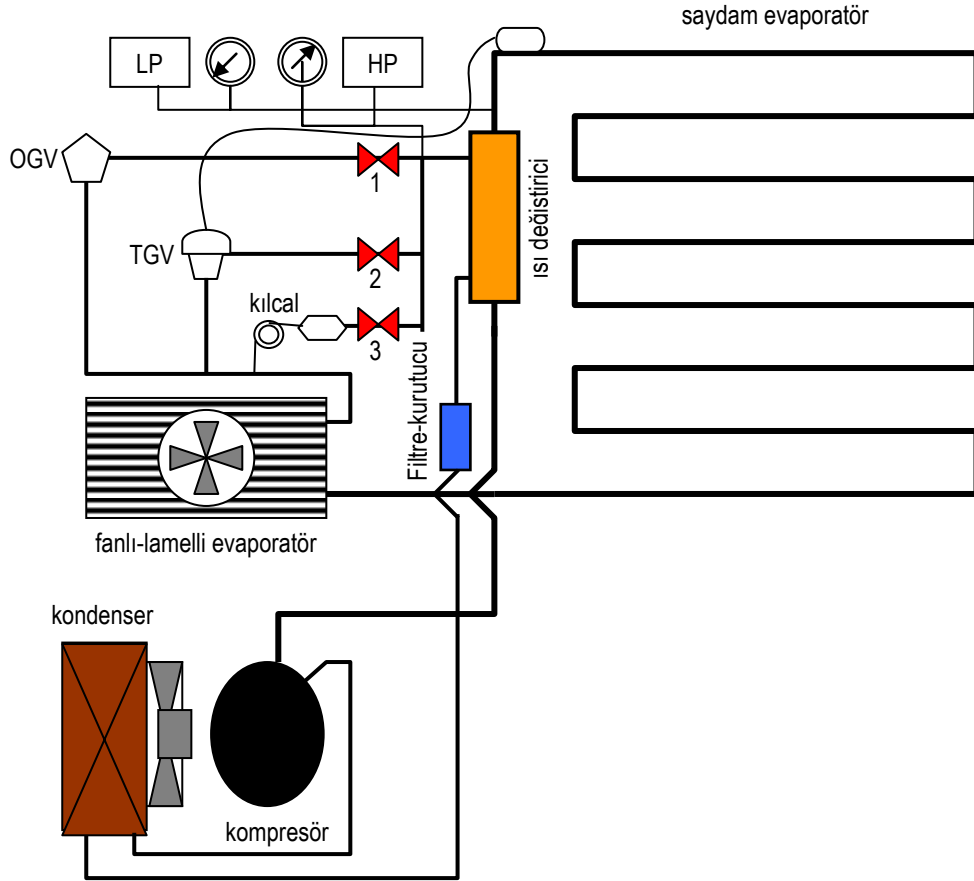
1. GİRİŞ

Eğitim setleri öğrencilerin temel mühendislik sistemleri konusundaki eğitimlerini deneysel anlamda geliştirmek amacıyla oluşturulan sistemlerdir. Bu tür sistemlerin bu güne kadarki üretiminde basınç, sıcaklık, nem, debi gibi sistem ısı özelliklerini hesaplamada kullanacağımız parametreler standart tip çıktı ekranlarından okunmaktaydı. Bu çalışmada temel soğutma eğitim seti ele alınmıştır. Bu setteki tüm girdi parametrelerinin kendi geliştirdiğimiz veri toplama sistemi ve ölçme sistemleri kullanılarak verilerin algılanması, bilgisayar ortamında veri tabanına aktarılması ve bu veri tabanından gerçek zamanda alınan veriler kullanılarak tüm sistem elemanlarının bilgisayar benzeşim programlarının oluşturulması ve toplam sistem performans değerlerinin gerçek zaman çıktılarının alınabilmesi sağlanmıştır. Şekil 1 de üzerinde çalışılacak sistemin resmi ve Şekil 2 de şematik diyagramı görülmektedir. Başlıca sistem bileşenleri soğutma çevrimini oluşturan buharlaştırıcı (evaporatör), yoğusturucu (kondenser), kompresör, genleşme vanalarıdır.



Şekil 1. S-801 Temel soğutma eğitim seti

Projede veri elde etme sistemleri de gurubumuz tarafından geliştirilmektedir. Bunun en önemli sebebi ülkemizde bu tür sistemleri hassas olarak yapan şirketlerin bulunmaması yurt dışından getirilen sistemlerin de üzerlerindeki araştırma-geliştirme maliyetlerinden dolayı pahalı olmasıdır. Sayısal algılayıcıların düşük ölçüm belirsizlikleri içerecek şekilde geliştirilmesi sadece bu proje açısından değil genel olarak bu tür sistemlerin ülkemizde kullanımı ve üretilebilirliği açısından da bir dönüm noktası oluşturabilir. Elde edilen veriler RS485 veri iletim standardı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılacaktır. Bu işlemde gerçek zaman Java programları kullanılmaktadır. Aktarılan veriler SQLite veri tabanına kaydedilmekte ve bu sayede herhangi bir şekilde veri kaybının önüne geçilmektedir. Veri tabanına kaydedilen veri Java dilinde oluşturulmuş benzetim programları veriyi gerçek zamanda veritabanından okuyarak benzeşimleri oluşturacak ve benzeşim sonuçlarını grafik ve tablo formatlarında gerçek zamanlı olarak yansıtacaklardır.



Şekil 2. S-801 Temel soğutma eğitim seti şematik diyagramı

2. VERİ ALGILAMA SİSTEMİ DİZAYNI

Veri toplama sistemi(veri toplayıcı) 8 kanallı olup her kanala nem, sıcaklık, PTC, NTC, PT100, PT1000 devir algılayıcı, 4-20 mA okuyucu, gibi sıcaklık algılayıcıları bağlanabilmektedir. Şekil 3'te veri algılama sistemi ve algılayıcılar görülmektedir. Veri toplama sistemi beslemesi 24 DC Volt olup PLC sistemleri beslemesi ile uyumludur.

Sistem haberleşmesi RS 485 iletişim ile modbus iletişim standardı ile haberleşmektedir. Baud hızı parite akış kontrol ve veri toplayıcı adres bilgisi istenildiği takdirde üzerindeki ayar anahtarları (dip switch) yardımıyla değiştirilebilir. Bu sayede farklı sistemler ile uyumluluğu sağlanmış olmaktadır. Veri toplayıcı sistemine bağlanan algılayıcılar iki uçlu kablo ile bağlanıp algılayıcıların beslemesi ve haberleşmesi gene aynı iki uçlu kablo ile sağlanmaktadır. İki uçlu kablo üzerinden hem veriler hem de güç aktarım sağlanmış algılayıcı ve kart içine yazdığımız program ve algoritmalar sayesinde verinin kusursuz ve uzun mesafe ile okunabilmesi sağlanmıştır. İki kablo ile bağlanabilen algılayıcı maksimum 500 m mesafe ile veri aktarabilmektedir.



Şekil 3. Veri algılama sistemi ve SHD algılayıcılar

Veri toplama sistemi 8 kanal iletişim soketine sahip olmasına rağmen her giriş kapısında (port) iki adres vardır. Örneğin 1 kanala takılan nem ve sıcaklığı okuyan algılayıcı için cihazın 0. adresinde sıcaklık 1 adresinde nem bilgisi olarak gelmektedir. Veri toplama cihazının 0-15. adresleri algılayıcılardan gelen bilgileri okumak için kullanılmaktadır. Diğer adreslerde algılayıcının fişini taktığımızda algılayıcının içindeki mikro işlemci yardımıyla algılayıcı kendini veri toplayıcıya tanıtır Veri toplayıcının 20-27 inci adreslerinde bu algılayıcının tanımlama kodu yer alır bu sayede algılayıcı tanımı hemen öğrenilebilir. 30 numaralı adreste ise bitlere bakılarak algılayıcıların hatasız çalışıp çalışmadığı iki uçlu kabloda bir kısa devre olup olmadığı bilgileri okunur.

Veri toplama sistemine bağlanabilen algılayıcılar şunlardır:

2.1 Sıcaklık ölçüm sistemi

Sıcaklık ölçümleri yapan çeşitli algılayıcılar bulunmaktadır. Bu algılayıcılar:

- HS_T: (SHD11 ve SHD75 algılayıcılarından yapılan nem ölçüm sistemleri
- PT100: Direnç tipi sıcaklık algılayıcı
- PT1000: Direnç tipi sıcaklık algılayıcı
- NTC: Direnç tipi sıcaklık algılayıcı
- PTC: Direnç tipi sıcaklık algılayıcı:
- TC_K: K Tipi ısı çift
- TC_T: T Tipi ısı çift
- TC_R: R Tipi ısı çift

Sıcaklık algılayıcılardan alınan analog verileri dönüştürmek için gerekli tüm diğer devreler oluşturulmuş olup veri toplayıcı ve ona bağlı veri tabanı sistemine aktarılmaktadır.

2.2. Basınç ölçüm sistemi

- PS: Basınç ölçüm dönüştürücüleri 0-10 bar ve 0-20 bar.
- PDS: Basınç farkı ölçüm dönüştürücüleri 0-1 kPa

Tüm basınç dönüştürücülerden alınan analog sinyallerin sayısalı dönüştürülmesi ve veri toplayıcı sistemimize girişler kendi tasarladığımız elektronik sistemler üzerinden yapılmaktadır.

1c. Debi ölçüm sistemleri

Türbin metre sistemleri: Sıvı hacimsel debi ölçümleri için temel algılayıcı olarak Saginomiya ELK tipi algılayıcılardan yararlanılmıştır [1]. Bu algılayıcılar dijital dalga sayısı sinyali vermektedir. Bu sinyal akışkan türüne göre kendi geliştirdiğimiz elektronik devreler tarafından hacimsel ve kütleli debi değerlerine dönüştürülerek veri toplayıcı sistemimize ve oradan da veri tabanına gönderilmektedir.

Hava hızı okuma sistemleri (sıcak tel anemometre): Bu sistemlerin de sıcak tel algılayıcı hazır alınmış olup, dönüşüm devreleri eklenmiştir..

Pitot tüpü: Bu sistem hız profillerinin taranması ve diğer hava hız ölçüm sistemlerinin kalibrasyonu için kullanılmaktadır.

1d. Nem Ölçüm Sistemleri:

HS_RH : (SHD11 ve SHD75 algılayıcılarından yapılan nem ölçüm sistemleri) Bu mikro algılayıcı sıcaklık ve nem ölçmektedir[2]. Bu algılayıcılar özel bir muhafaza içine yerleştirilmiş ve deney setlerinin ölçüm noktalarına yerleştirilmiştir.

2.3. Elektriksel parametre ölçüm sistemleri: Sistemimizde fan, kompresör gibi elemanların güç harcamalarının saptanması amacıyla güç ölçümü yapılması gerekmektedir. Güç girişleri alternatif akımdır. Bu yüzden hazır olarak alınacak AC voltaj, akım ve $\cos\phi$ algılayıcıları, güç okuma sistemleri olarak standart güç analizörleri kullanılmış olup analizörden alınan veriler veri toplayıcımızın direk okuyacağı formda çıktı alacak şekilde tasarlanmıştır.

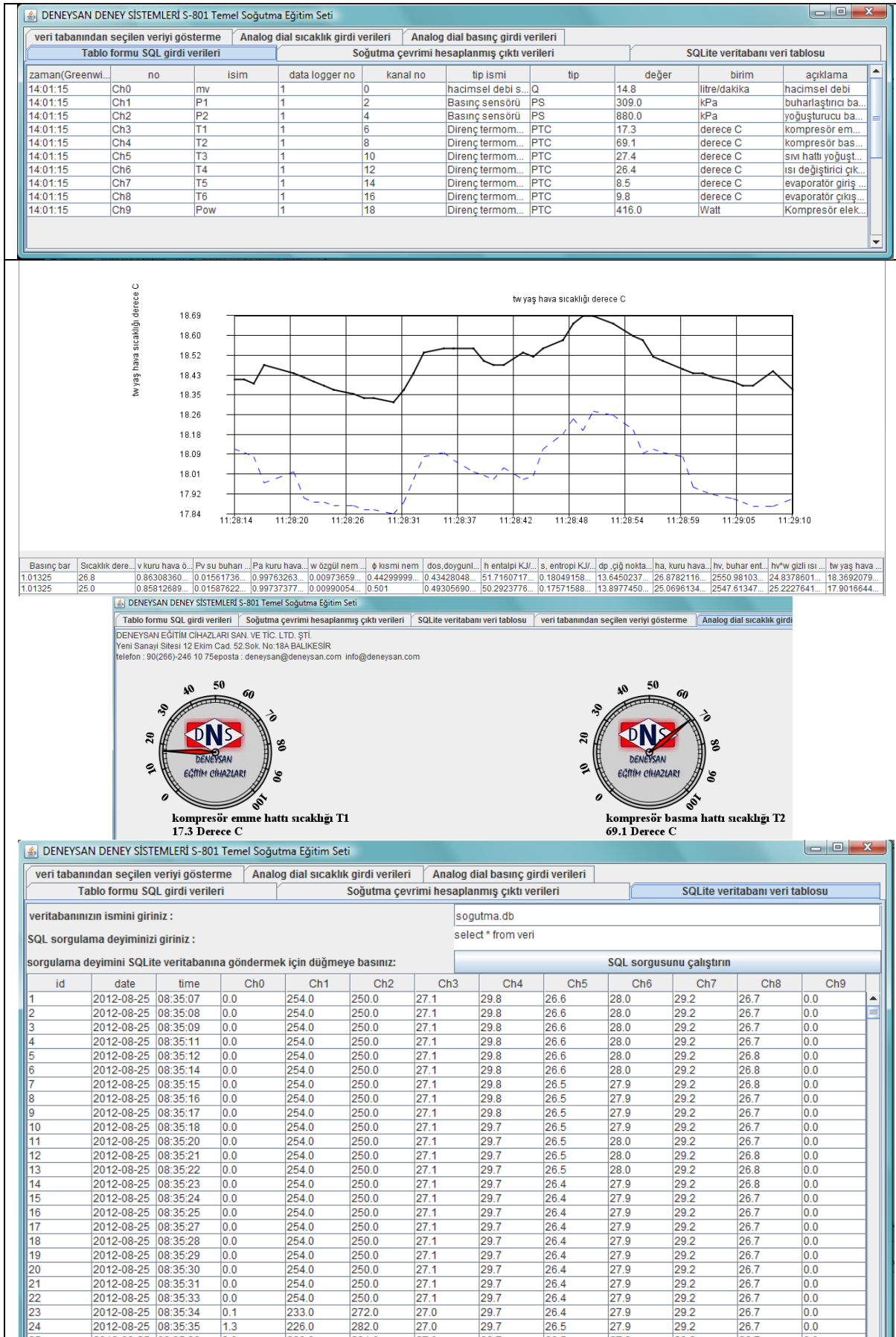
3. SİSTEM BENZEŞİMİ VE ALGILAMA SİSTEMİ DİZAYNI

Sistem benzeşim ve algılama programlanması Java programlama dilinde gerçekleştirilmiştir. Temel olarak geliştirilen programlar ve işlevleri şunlardır:

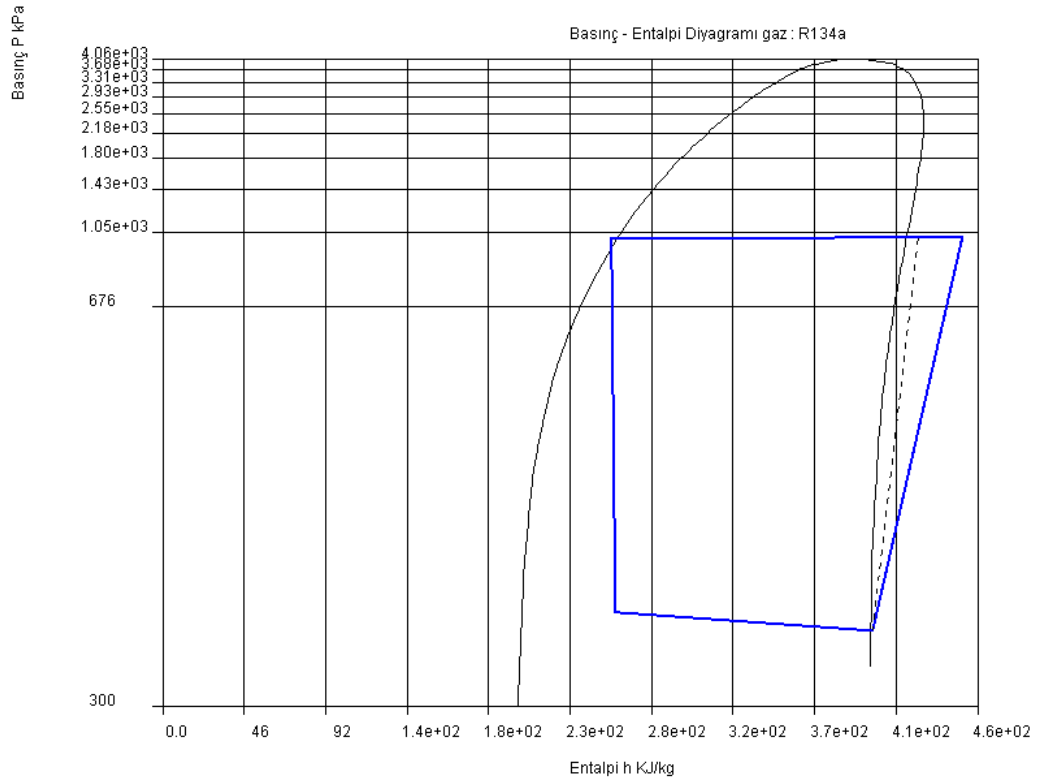
- Veri tabanı programlama alt yapısının (SQLite) java programı olarak geliştirilmesi
- Veri tabanı programından veriyi gerçek zamanlı olarak okuyacak sistemin geliştirilmesi
- Veri tabanı programından çıkan verileri çeşitli tablo, analog çıktı şekilleri, grafik çıktı pencereleri şeklinde oluşturacak alt programların Java programlama dilinde geliştirilmesi
- Soğutucu akışkanların, su ve havanın (kuru ve yaş hava) termodinamik özelliklerini hesaplayacak program gurubunun geliştirilmesi
- Soğutma kulesi, buharlaştırıcı(evaporatör), yoğuşturucu (kondenser), kompresör, genleşme vanası gibi sistem elemanlarının termodinamik, ısı ve kütle transferi modellerinin geliştirilerek sistem performanslarının saptanması ve bu programların gerçek zaman verisinden girdi alabilecek şekilde yapılması.
- Sistem eleman programlarının birleştirilerek tüm sistemin benzeşimini oluşturacak bir sistem olarak tasarlanması
- Yapılan ölçüm sistemlerinin kalibrasyon ölçümlerinin yapılması

Şekil 4'te Benzeşim sistemleri tarafından oluşturulmuş çeşitli çıktı pencereleri görülmektedir. Bunlardan ilk üçü veri tabanı tarafından alınan ham veridir. Dördüncü pencerede veri tabanında listelenmiş tüm ham veri görülmektedir. Herhangi bir zaman diliminde alınan verinin daha sonra tekrar incelenmesi mümkündür.

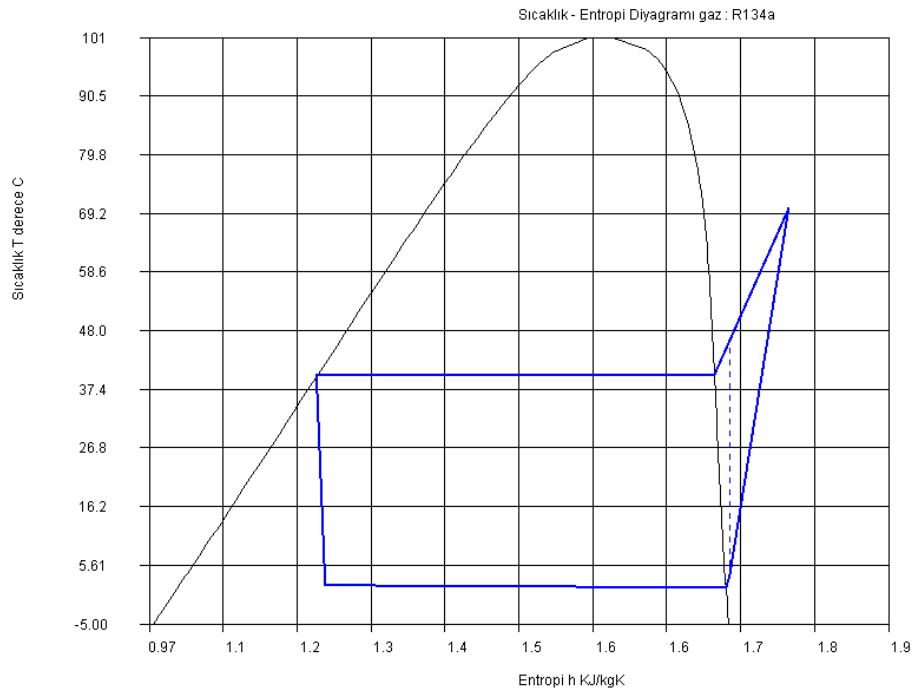
Ayrı ayrı paketler halinde geliştirilen sistem programları tüm sistemin birlikte çalışmasını oluşturacak tek bir paket olarak entegre edilecektir. Bu pakette tüm sistem parametrelerinin gelecek zamandaki değişimlerini görmemiz mümkün olacaktır. Şekil 5,6 ve 7 de soğutma çevrimi termodinamik özelliklerini hesaplayan soğutma çevrimi. Java programının çıktılarından logP-h diyagramı, T-s diyagramı ve tablo formundaki çıktılar görülmektedir.



Şekil 4. Benzeşim programları çeşitli veri gösterim pencereleri



Şekil 5. Benzeşim programı çıktışı: Soğutma çevrimi logP-h diyagramı



Şekil 6. Benzeşim programı çıktışı: Soğutma çevrimi T-s diyagramı

DENEYSAN DENEY SİSTEMLERİ S-801 Temel Soğutma Eğitim Seti		
veri tabanından seçilen veriyi gösterme	Analog dial sıcaklık girdi verileri	Analog dial basınç girdi verileri
Tablo formu	SQL girdi verileri	Soğutma çevrimi hesaplanmış çıktı verileri
SQLite veritabanı veri tablosu		
DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. Yeni Sanayi Sitesi 12 Ekim Cad. 52.Sok. No:18A BALIKESİR telefon : 90(266)-246 10 75eposta : deney@deney.com info@deney.com		
Özellik	Değer	Birim
Gaz ismi :		
m :	0.004744056607098497	kg/s
W kompresör :	0.1902019202572694	kW
W kompresör elektriksel :	0.41600000000000004	kW
Q buharlaşma :	0.7955760657394063	kW
Q yoğuşma :	1.0122763348809298	kW
Q ısı değiştirici düşük ba...	0.03327819643937286	kW
Q ısı değiştirici yüksek b...	0.006779847555118749	kW
COP buharlaşma :	4.182797232873888	
COP yoğuşma :	5.322114169571542	
kompresör girişi T[1]	17.3	derece C
kompresör girişi P[1]	410.3	kPa
kompresör girişi h[1]	411.2643157320378	kJ/kg
kompresör girişi s[1]	1.7470943042569067	kJ/kg K
kompresör girişi v[1]	0.051994882670156416	m³/kg
kompresör çıkışı T[2]	69.1	derece C
kompresör çıkışı P[2]	981.3	kPa
kompresör çıkışı h[2]	451.35699084318037	kJ/kg
kompresör çıkışı s[2]	1.8110325994518013	kJ/kg K
kompresör çıkışı v[2]	0.02469701801265273	m³/kg
ısı değiştirici çıkışı genle...	26.4	derece C
ısı değiştirici çıkışı genle...	981.3	kPa
ısı değiştirici çıkışı genle...	236.55007203212693	kJ/kg
ısı değiştirici çıkışı genle...	1.1257350393677938	kJ/kg K
ısı değiştirici çıkışı genle...	8.311099022478907E-4	m³/kg
T - s Sıcaklık - Entropi diyagramı		P - h Basınç - Entalpi diyagramı

Şekil 7. Temel soğutma eğitim seti program çıktısı: Tablo formu çıktı değerleri

4. SİSTEM ENTEGRASYONU

Sistem programlaması ve algılayıcı tasarımını oluşturan sonra tüm sistem bir araya getirilerek test edilerek, sistem performanslarının ve tüm olarak çalışma kriterlerinin ne şekilde olduğu ve çalıştığı gözden geçirilmiştir. Sistem parametrelerindeki uyumsuzluklar giderilerek sistemin bir bütün olarak harmoni içinde çalışması sağlanmıştır. Sistemin bir bütün olarak çalışması ve performansı sağlandıktan sonra aynı prensip tüm deney sistemlerine entegre edilerek da geniş bir çalışma platformuna uygulanması mümkün olmuştur.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde ısı analizler ve hesaplamalar bilgisayar ortamında yapılabilmektedir. Bu analizlerin temel ısı makinelerine gerçek zaman istemleri olarak uyarlanabilmesi için veri algılama sistemlerinin de sistemin entegre parçası olarak çalışması gerekmektedir. Bu çalışmada örnek bir ısı sistem olarak soğutma sistemi, veri algılama sistemleri ve bilgisayar benzeşim sistemleri dizayn edilerek entegrasyonları sağlanmış ve entegre bir sistem oluşturulmuştur. Algılama sistemlerinin gurubumuz tarafından oluşturulması, çok daha ucuz ama düşük belirsizlik değerleriyle verinin bilgisayara aktarılmasını ve böylece daha doğru bilgisayar benzeşimleri ile sistem parametrelerinin gerçek zamanda elde edilmesine göreceli olarak düşük maliyetlerle olanak sağlamıştır.

Bu gerçek zamanlı veri toplama ve analiz sistemini öncelikle deney setleri için geliştirdik. Ancak bunu tüm termal sistemlere uygulamak mümkün olabilir. Log p-h diyagramı yanında örnek olarak iklimlendirme ve kurutma sistemlerinde psikrometrik değişimleri, buhar-güç santrallerinde ters Rankine çevrimini, gaz türbinlerinde Joule evrimi izlemek ve analiz etmek mümkündür.

6. TEřEKKüR

Çalışma, “Endüstriyel soğutma eğitim seti mekanik ve ısı sistem, ölçüm ve kontrol sistemleri ve gerçek zaman enerji analizleri programları geliştirilmesi dizaynı ve testleri” adlı 3120008 no’lu TEYDEP projesi kapsamında yürütülmektedir. Bu alışma için destek vermekte olan TBTAK’a teşekkürlerimizi sunarız.

7. KAYNAKLAR

- [1] <http://www.saginomiya.co.jp/eng/auto/searchresult11.php?FilterID1=3&FilterID2=3> (Eriřim tarihi:20.04.2012)
- [2] http://www.sensirion.com/en/pdf/product_information/Datasheet-humidity-sensor-SHT1x.pdf (Eriřim tarihi:20.04.2012)
- [3] International Standard ISO 17584 Refrigerant Properties, Reference Number: ISO 17584:2005(E)
- [4] STEWART Richard B., JACOBSEN, Richard T., PENONCELLO, Steven G. ASHRAE Thermodynamic Properties of Refrigerants
- [5] ÇOBAN, M. Turhan, ”Kübik şerit ve B şerit interpolasyon yöntemi kullanarak soğutucu akışkanların doyma termofiziksel özelliklerinin hassas olarak oluşturulması”, I. Soğutma Teknolojileri Sempozyumu bildiri kitabı, 6-12 Ekim 2008, ISBN: 978-605-5771-00-3
- [6] M. Turhan oban, “Gerçek gazların termodinamik ve termofiziksel zelliklerinin Lee-Kesler hal denklemi kullanılarak modellenmesi”, 17. Isı Bilimi ve Teknięi Kongresi, 24-27 Haziran 2009, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas
- [7] KAMEI, A., BEYERLEIN, S.W. and JACOBSEN, R.T., *Application of nonlinear regression in the development of a wide range formulation for HCFC-22*. Int. J. Thermophysics, **16**(1995), pp. 1155-1164
- [8] LEMMON, E.W. and JACOBSEN, R.T., *Equations of state for mixtures of R-32, R-125, R-134a, R-143a, and R-152a*, J. Phys. Chem. Ref. Data (in press)
- [9] LEMMON, E.W. and JACOBSEN, R.T., *A new functional form and new fitting techniques for equations of state with application to penta fluoroethane (HFC-125)*, J. Phys. Chem. Ref. Data

ÖZGEÇMİŞ

Hüseyin BULGURCU

1962 yılında İzmir Kınık'ta doğdu. 1984 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Enerji dalından lisans, 1989 yılında M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünden Yüksek Lisans, 1994 yılında aynı Enstitüden Doktora dereceleri aldı. 1986-1989 yılları arasında Kartal Teknik Lisesinde, 1989-1995 yılları arasında Çankırı Meslek Yüksekokulunda öğretim elemanı olarak çalıştı. 1994 yılında İngiltere'de mesleki araştırmalarda bulundu. 1995-2012 yılları arasında Balıkesir Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma Programında çalıştı. Ağustos 2012'den bu yana Balıkesir Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde çalışmalarına devam etmektedir. Evli ve iki çocukludur. 2005 yılında kurduğu deney setleri üreten bir firmanın sahibi ve eğitim danışmanıdır.

Mustafa Turhan ÇOBAN

1957 yılı Seben, Bolu doğumludur. 1978 yılında Ege Üniversitesi Makine Fakültesi, Makine bölümünü bitirmiş, 1982 Yılında Michigan Teknik Üniversitesi (A.B.D.) Makine Mühendisliği ve Mühendislik Mekaniği bölümünden Yüksek lisans derecesi, 1986 Yılında Utah Üniversitesi (A.B.D.), Mühendislik fakültesi, makine mühendisliği bölümünden Doktora derecesi, 1995 Yılında Victoria Teknik Üniversitesi (Avustralya), Matematik Fakültesi, bilgisayar bölümünden Bilgisayar Mühendisliği Yüksek lisans derecesi almıştır. ARAS kompresör, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Jeotermal bölümü, Imperial Chemical Industries (Avustralya), Ceramic Fuel Cells Limited (Avustralya), TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsünde, Utah Üniversitesi (ABD) Makine mühendisliği, Ballarat Üniversitesi Mühendislik bölümü (Avustralya), Victoria Teknik Üniversitesi, makine mühendisliği bölümü (Avustralya), Nebraska Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü(A.B.D.), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümlerinde çalışmıştır. Halen Ege Üniversitesi Makine Mühendisliğinde enerji konularında çalışmaktadır.

Volkan ERYÜKSEL

1978 yılında Balıkesir'de doğdu. İlk ve orta okulunu Balıkesir'de tamamladı. 1998 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi İzmir Meslek Yüksekokulu'nun Kontrol ve Otomasyon Programından mezun oldu. 2000 yılından bu yana sektörde otomasyon ve elektronik kart tasarımları üzerinde çalışmaktadır.VEBS Mekatronik adlı bir firması bulunmaktadır.