OKU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
9(1): 167-182, 2026

OKU Journal of The Institute of Science and Technology, 9(1): 167-182, 2026

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Osmaniye Korkut Ata University Journal of The Institute of Science and Technology

PLC Kontrollü ve Operatör Panelli Split Klima Arıza Eğitim Simülatörü ve Kullanımı

Ganime Tuğba ÖNDER[1*]

[1]Çukurova Üniversitesi, Adana Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, İklimlendirme ve Soğutma Teknolojileri Programı, 010160, Adana

[1]https://orcid.org/0000-0002-7504-7394
*Sorumlu yazar: gercoskun@cu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi:
Geliş tarihi: 14.05.2025
Kabul tarihi:20.07.2025
Online Yayınlanma: 13.01.2026

Anahtar Kelimeler:
Operatör Paneli
PLC
Split klima
Eğitim simülatörü

ÖZ

İklimlendirme sektöründe arıza tespiti stratejik bir öneme sahiptir. Arızaların giderilmesi ve sistem sorunlarının çözülmesinde, sektörün deneyimli ve yetkin teknik personele ihtiyacı oldukça fazladır. Bu çalışmada, split klimaların kontrol sistemlerinde kullanılan mikro denetleyici tabanlı elektronik kart (PCB) yerine, operatör panelli programlanabilir mantıksal denetleyici (PLC) kullanılan bir split klima eğitim simülatörü geliştirilmiştir. Sistemdeki sıcaklık değişimlerini izlemek için sıcaklık sensörü ve sistem ısıtma modunda iken dış ünite fanını belirlenen basınç aralığında çalıştırabilmek için basınç sensörü kullanılmıştır. Bu algılayıcılar vasıtasıyla, sistem çalışırken basınç ve sıcaklıklar PLC ekranından takip edilerek kayıt altına alınabilmektedir. Ayrıca sisteme ilave edilen datalogger vasıtasıyla tüm sistem sıcaklıkları ve elektrik değerleri gözlemlenebilmektedir. Operatör paneli ya da sistem üzerindeki harici butonlar kullanılarak, sistem çalışır durumda iken ana elemanların enerjileri kesilerek, yapay arızalar oluşturulabilir, böylece sistemin olası bir arıza durumundaki tepkisi gözlemlenebilir. Bu eğitim simülatörünün kullanımı, split klima arıza eğitiminin yanında PLC eğitim ve programlama yöntemlerini de birlikte sunmaktadır. İklimlendirme sektöründe büyük öneme sahip olan, split klima arızalarının çözümünde rehber olması amaçlanmaktadır.

Split Air Conditioner Malfunction Training Simulator with PLC Control and Operator Panel and Its Use

Research Article

Article History:
Received: 14.05.2025
Accepted: 20.07.2025
Published online: 13.01.2026

Keywords:
Operator panel
PLC
Split air conditioner
Training simulator

ABSTRACT

Fault detection has a strategic importance in the air conditioning sector. The sector needs experienced and competent technical personnel in troubleshooting and solving system problems. In this study, a split air conditioning training simulator using a programmable logic controller (PLC) with an operator panel was developed instead of the microcontroller-based electronic card (PCB) used in the control systems of split air conditioners. A temperature sensor was used to monitor temperature changes in the system and a pressure sensor was used to operate the outdoor unit fan in the specified pressure range when the system is in heating mode. With these sensors, pressures and temperatures can be monitored and recorded from the PLC screen while the system is running. In addition, all system temperatures and electrical values can be observed through the datalogger added to the system. Artificial faults can be created by using the operator panel or external buttons on the system by cutting off the energy of the main elements while the system is running, so that the system's response in the event of a possible fault can be observed. The use of this training simulator offers PLC training and programming methods together with split air conditioning fault training. It is

intended to be a guide in solving split air conditioning faults, which are of great importance in the air conditioning sector.

To Cite: Önder GT. PLC Kontrollü ve Operatör Panelli Split Klima Arıza Eğitim Simülatörü ve Kullanımı. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2026; 9(1): 167-182.

1. Giriş

Günlük hayatta, kapalı ortamlardaki havanın şartlandırılmasını sağlamak amacıyla, duvar tipi split (ayrık) klimalar, hem yaz hem de kış mevsimlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu cihazlar, tanımlanan sıcaklıkta çalışmak üzere tasarlanmışlardır. Soğutma konumunda çalıştırıldıklarında, ortamın sıcaklığını düşürmenin yanında, ortamdaki nemi yoğuşturarak soğutulan ortam dışına transfer eder ve ortamın nemini düşürürler. Duvar tipi split klimalarda iç ortam havası, fanın farklı devirleriyle ayarlanabilir ve hava yönlendirme kanatçıkları vasıtasıyla sabit ya da farklı yönlerde hareket ettirilebilir. İç ünite serpantinleri, hava girişine monte edilen farklı filtreler vasıtasıyla iklimlendirilen ortama üflenen havanın kalitesini artırır ve iç hava kalitesi yüksek bir ortam sağlanır. Bazı yeni modellerde, dış ortamdan iç ortama taze hava girişi farklı oranlarda sağlanarak, tam iklimlendirme cihazına yaklaşım gerçekleştirilmiştir. Yeni geliştirilen soğutucu akışkanlar, düşük sıcaklıklarda da verimli bir şekilde ısıtma yapabilme özelliğine sahiptir. Yeni nesil soğutucu akışkanlarla çalışan split klimaların kullanımı, gün geçtikçe artmaktadır (Şimşek ve ark., 2012). En çok kullanılan split tip klima sistemi, duvar tipi split klimalardır (Arçelik, 1993). Sistem ana parçaları, iç ortam ve dış ortam arasında ısı transferi yapan bir iç ünite ve dış ortamdan ısı alışverişi yapan bir dış ünitedir. Soğutucu akışkan sirkülâsyonunu, iç ve dış ünite, sinyal alışverişini ve yoğuşan suyun dışarıya atılmasını sağlayan plastik boru, elektrik kabloları, soğutkan besleme ve dönüş boruları beraber sağlar. Mekanik buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimine göre çalışan duvar tipi split klimaların, dış ünitesinde kompresör, kondenser (yoğuşturucu), dört yollu vana ve akışkan kontrol cihazı (kılcal borular), iç ünitesinde ise evaporatör (buharlaştırıcı) bulunur. Split klima sistemi, ısıtma modunda çalışırken dört yollu vana soğutkanı evaporatöre (iç üniteye) yönlendirir. Kızgın buhar halinde yüksek basınç ve sıcaklıkta iç üniteye giren soğutkan, burada yoğuşarak dış ortama ısıyı verir ve ortamın sıcaklığının artmasını sağlar. Soğutkan, iç-dış ünite arasındaki borularda bir miktar basınç düşümüne uğrar. Kılcal borudan geçerken tekrar bir basınç düşümüne uğrar ve dış ünitede buharlaşırken ortamın ısısını çeker, buharlaşır. Dönüşte dört yollu vanadan geçen soğutkan, kompresöre gelir. Kompresör sargılarının ısısını alan soğutkan, burada tamamen buharlaşarak kızgın buhar haline gelir ve kompresör silindirine emilir. Bu şekilde bir çevrim tamamlanmış olur. Dış ünitede buharlaşırken ortamın ısısını üzerine alan soğutkan, iç ünitede yoğuşurken, dış ortamdan aldığı ısıyı ısıtılacak ortama verir. Split klima sistemi, soğutma modunda çalışırken dört yollu vana vasıtasıyla soğutkanı yüksek basınç ve sıcaklıkta kızgın buhar halinde dış ünite serpantinine (kondenser) basar. Kondenserde yoğuşarak dış ortama ısı veren soğutkan, kılcal borudan ve çek valften geçerek basınç düşümüne uğrar. Bir miktar basınç düşümü de iç-dış ünite bağlantı borularında gerçekleşir. İç ünite içerisindeki dağıtıcı vasıtasıyla alt ve üst evaporatöre dağıtılan soğutkan, buharlaşırken ortamın ısısını çeker ve dört yollu vanadan geçerek kompresör tarafından emilir. Sargıların ısısını da alan soğutkan, kızgın buhar fazında olup yeni bir çevrim için hazırdır. İç ünitede

buharlaşırken ortamın ısısını alan soğutkan, dış ünitede yoğuşurken iç ortamdan aldığı ısıyı dış ortama (çevreye) verir. Böylece ortamın soğutulması sağlanır. Montaj yeri ve iklim şartları değiştikçe, klimalar farklı şekilde hizmet vermeye başlarlar. Bu durum, beraberinde performans sorunları ve arızaların da oluşmasına neden olabilir.

Bu çalışmada kullanılan deney seti, Şimşek ve ark. (2016b) tarafından yapılan, split klima eğitim simülatörü temel alınarak geliştirilmiş bir sistemdir. Şimşek ve ark. (2016b) tarafından imalatı yapılan sistemde; var olan ortam sıcaklık, iç ünite gaz giriş sıcaklığı, iç ünite hava üfleme sıcaklığı ve iç ünite serpantin yüzey sıcaklığı tespiti yapılabilmektedir. Bu sisteme, yeni bir datalogger, yeni bir PLC programı ve daha fazla ölçme-kontrol noktası eklenmiştir. Farklı noktalardan sıcaklık ölçme işlemi ve yeni bir program ile verilerin analiz edilebilme imkânı elde edilmiştir. Evaporatör gaz giriş, evaporatör gaz çıkış, kondenser gaz giriş, kondenser gaz çıkış, kondenser hava giriş, kondenser hava çıkış sıcaklıklarının da ölçülmesi sağlanmıştır. Sisteme ampermetre eklenerek kompresörden çekilen akım, voltmetre eklenerek gerilim değerlerinin ölçme ve kontrolü sağlanmıştır. Deney setinde kullanılan split klima, on/off (aç-kapa) kontrollü yapıdadır. Split klimanın elektriksel ekipman kontrolü, sistemin beyni olarak adlandırılan mikro denetleme tabanlı elektronik kartlar ile sağlanmaktadır. Mikro denetleyicide yüklü olan yazılım, tüm sistemin çalışma prensibini belirlemektedir (Şimşek ve ark., 2008; Şimşek ve ark., 2012). Bu çalışmada, split klimalardaki elektronik baskı devre kartı yerine, tüm kontroller PLC' ye önceden yüklenilen senaryoya göre yapılmaktadır. PLC, zamanlayıcı, sayıcı ve hafıza birimlerinin tamamını bir arada gerçekleştirerek otomasyon sistemini sayısal olarak yönetir (Şimşek ve ark., 2016b). Boru, eleman giriş çıkışları ve ortam sensörlerinden algılanan değerler, yazılım üzerinden girilen değerler ile karşılaştırılmakta, bu sonuçlar görsel ekrandan ve sistem değerlerinden takip edilebilmektedir. Sonuçlara göre, klima elektrikli parçalarına sırayla komut gönderilebilir. Bu sayede hem sistem arızları ve sonuçları takip edilebilir, hem de sistemin verimli çalışması için elemanlar kumanda edilebilir.

Türkiye iklimlendirme sektörünün ihracatı günden güne artmaktadır ve sektör oldukça hızlı büyümektedir (Kabasakal, 2025). Bu büyüme ile beraber sektörün arıza teşhisi gerçekleştirebilen ve onarım yapabilecek iyi yetişmiş eleman ihtiyacı da artmaktadır. Bu çalışmada Adana Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, İklimlendirme ve Soğutma Teknolojisi Programı laboratuvarlarında imalatı yapılan "PLC Kontrollü ve Operatör Panelli Split Klima Arıza Eğitim Simülatörü" nün eğitim amaçlı kullanımı ve teknik yapısı açıklanmıştır.

2. Eğitim Simülatörü

Monte edilmiş hali Şekil 1' de yer alan, PLC kontrollü ve operatör panelli split klima arıza eğitim simülatöründe, 18000 BTU' lük duvar tipi bir split klima bulunmaktadır. Simülatörde röle çıkışlarının bağlantısı, PLC' ye yapılmıştır. Sistemdeki soğutucu akışkanın basınç düzeylerini izlemek amacıyla, emme ve basma hatlarının üzerinde, vana çıkışlarının olduğu yerlerde birer adet alçak ve yüksek basınç sensörü kullanılmıştır. Basınç sensörü, 30 bar basınca kadar ölçüm yapabilen, 1/4" dıştan dişli bağlantılı,

2 telli 4-20 mA çıkışlı, 24 VDC beslemeli, akım çıkışı maksimum 25 mA olan, -20/+80°C sıcaklık aralığında ± 0,2% doğrulukla ölçüm yapabilmektedir.



Şekil 1. PLC kontrollü ve operatör panelli split klima arıza eğitim simülatörü

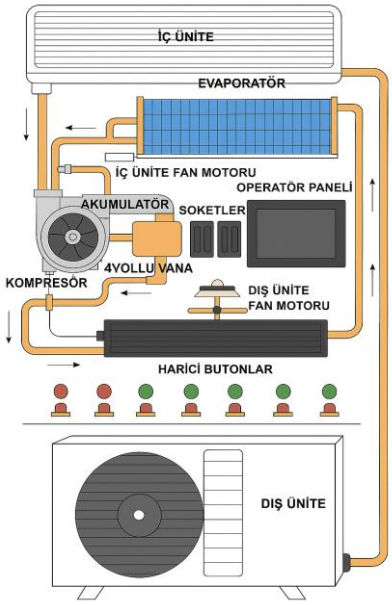
Eğitim simülatörü üzerinde sekiz adet sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Kullanılan sıcaklık sensörlerinden T1 kondenser gaz giriş, T2 kondenser gaz çıkış, T3 kondenser hava giriş, T4 kondenser hava çıkış, T5 evaporatör gaz giriş, T6 evaporatör gaz çıkış, T7 evaporatör hava giriş, T8 evaporatör hava çıkış sıcaklığını göstermektedir. Sistemin şebeke elektriğine bağlandığı noktada, wattmetre bağlantısı yapılmış ve sistemin çektiği güç bu noktadan takip edilmiştir. Ayrıca, sistemin farklı noktalarından sıcaklıkları okumak, elektrik değerlerini görebilmek ve değişimlerini kaydedebilmek için bir datalogger eklenerek, sistemin sıcaklığı ve çektiği akımın sürekli gözlemlenmesi sağlanmıştır. Sistemdeki basınçları ve değişim değerlerini okuyabilmek için tesisatta yüksek basınç (P1) ve alçak basınç (P2) manometresi bulunmaktadır. Gövde üzerine, operatör paneli, soket, butonlar ve anahtarlar yerleştirilmiştir. Datalogger ise dış ünite üzerinde bulunmaktadır. Sistemde yer alan algılayıcılar ile

- Kompresörün emme-basma basınçları,
- Ortam sıcaklığı,
- Üfleme sıcaklığı,
- Evaporatör giriş ve çıkış sıcaklıkları

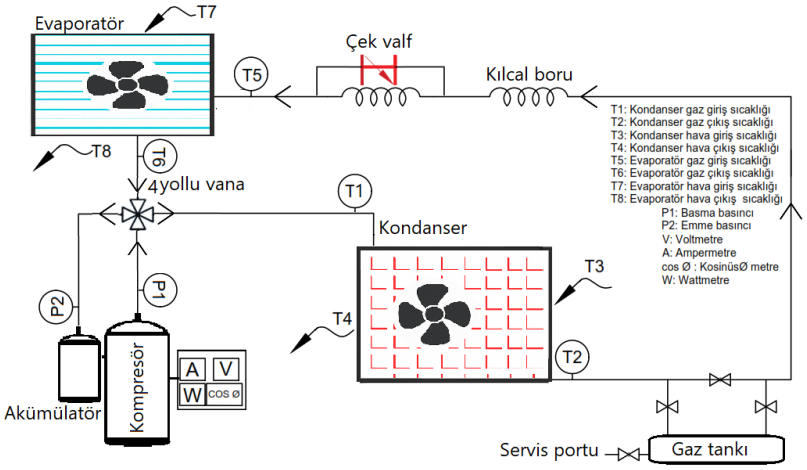
ölçülerek, kayıt altına alınabilmektedir. Bu değerler, PLC ekranından da takip edilebilmektedir. Sistem üzerinde yer alan harici tip butonlar ve ikaz lambalarının kumanda ettiği sistem bileşenleri, Tablo 1'de listelenmiştir. Harici tip butonlar ya da operatör paneli aracılığı ile sistemin herhangi bir arızaya olan tepkisi gözlemlenerek, kullanıcıların teknik arıza tecrübelerinin arttırılması sağlanır. Sistemin şeması, sıcaklık, basınç gösterge ve sensörleri Şekil 2' de gösterilmiştir.

Tablo 1. Eğitim simülatörünün teknik özellikleri (Şimşek ve ark., 2016b).

Buton No	Buton İşlevi	Buton No	Lamba İşlevi
1	Flap Motor	10	İç Ünite Fan Motoru Devri 3
2	İç Ünite Fan Motoru 1	11	İç Ünite Fan Motoru Devri 2
3	4 Yollu Vana	12	İç Ünite Fan Motoru Devri 1
4	İç Ünite Fan Motoru 2	13	Flap Motor
5	Dış Ünite Fan Motoru	14	4 Yollu Vana
6	Kompresör	15	Dış Ünite Fan Motoru
7	Sıcak	16	Kompresör
8	Soğuk	17	Soğuk
9	Stop	18	Sıcak



Şekil 2. PLC kontrollü ve operatör panelli split klima arıza eğitim simülatörü şematik resmi



Şekil 3. Simülatör bağlantı şeması

PLC' nin üzerine en fazla 8 adet yüksek hızlı modül takılabilmektedir. Bunlardan "ethernet" bir ağa bağlanmak için, "deviceNet" endüstriyel cihazlarla haberleşme imkânı için, "profibus" farklı otomasyon sistemleriyle iletişim kurmak için kullanılan önemli ünitelerdir. Yüksek hız gerektiren uygulamalar için yüksek hızlı analog ve sıcaklık üniteleri yer almaktadır. MPU sensör kartının sağına ve soluna yapılabilecek 16 adet bağlantı, 200 Khz dört eksen bağımsız pulse çıkışı ve iki grup lineer/arc

interpolasyon dahili özellikleri ile özellikle eğitim amaçlı kullanımlarda önemli avantajlar sunmaktadır. Ethernet, deviceNet ve profibus donanım yapısı, bu eğitim setine geniş hizmet olanakları sağlamakta ve özelliklerinin genişletilebilir olmasına imkân tanımaktadır. Şekil 3 üzerinde, eğitim simülatörü bağlantı şeması yer almakta, burada algılayıcıların hizmet noktaları görülebilmektedir. Devreye eklenen gaz toplama tankı sayesinde, sistemde fazla gaz şarjı ve gaz eksikliğine bağlı servis işlemleri eğitimi verilebilmektedir. Eğitim simülatörü operatör paneli, toz, nem, ısı gibi dış ortam şartlarından etkilenmemesi için kapalı alanda kullanılmalıdır. Devreye elektrik verildikten sonra "Power LED" ışığının yanması gözlemlenmelidir. Bu, sistemin haberleşme noktalarının çalıştığını gösterir. "USB Host" fonksiyonu ve "USB Flash memory" foksiyonları, operatör panelinin bir bilgisayar gibi kullanılabilmesini ve diğer cihazlar ile iletişim kurmasını, verilerin USB bellek (flash disk) ile aktarılabilmesini sağlar. Bir otomasyon kontrol cihazı olan PLC ile sistemin elektrik devresinin kontrolü yapılmaktadır. Burada giriş komutu olan değerler veya manuel butonlar (16 adet) kullanılarak giriş bilgisi alınması, alınan bilgiye göre de fan motoru gibi elektriksel bir elamanın devreye girmesi veya devreden çıkarılması sağlanabilir. PLC çıkışları doğrudan bir cihazı çalıştıramadığı için, çıkışa uygun röle grupları kullanılarak elektrikli sistem elemanlarına enerji verilmesi sağlanmıştır. Sistemin ayarlanan set değerine göre açılması, kapatılması veya sıcak - soğuk çalışma modlarının seçilmesi gibi temel komutlar, simülatör üzerinde bulunan butonlar ya da operatör paneli ile gerçekleştirilebilir. Tablo 2, kullanılan PLC' ye ait teknik özellikleri göstermektedir. PLC sistemi, otomatik ve güvenli kumanda işlemi yapabilmenin yanı sıra, arızalara simülatör üzerinden müdahale edebilmeyi, yapılan müdahalelerin etkilerini görebilmeyi sağlamaktadır. Yapılan her bir işlemin karşılığında oluşan tepkiler anlık olarak takip edilebilmektedir. Bu çalışmada, sistemin her bir elemanı için meydana gelen tepkiler gözlemlenebilmiştir.

Tablo 2. PLC teknik özellikleri (Delta, 2025).

1-32 istasyon PLC link haberleşme ve 4 adet çift faz encoder bağlanabilme
2- Gerçek zaman saati ve 2 eksen interpolasyon ile dairesel hareketler
3- CPU üzerinde 8 bit 2 adet analog potansiyometre
4- RS-232, RS-485 haberleşme portları
5- Dahili gerçek zaman saati ve RTC işleme komutları
6- NPN-PNP giriş ve mikro modüler tasarım
7- Röle ve transistör çıkışlı modeller
8- CPU için password koruma fonksiyonu

2.1. Kontrol Paneli ve Çalıştırılması

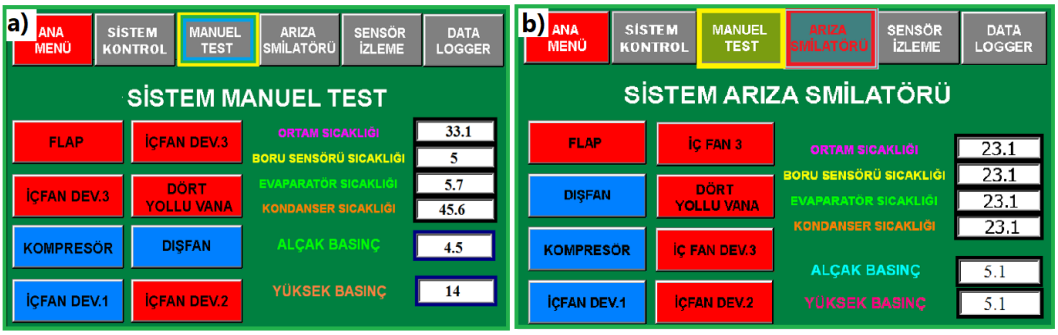
Şekil 4a'da gösterilen ekran, operatör paneline ait sistemin kullanıcıyı karşılama ekranıdır. Ekrandaki "Start" butonu ile seçim menüsüne giriş yapılır. Şekil 4b'deki sistemin kumanda ekranı olan "sistem ayarları", "sıcaklık set değeri" bölümünde, istenilen ortam sıcaklık değeri tanımlanabilir. Sistem çalışmaya başladıktan sonra, tüm basınç ve sıcaklık sensörlerinden gelen veriler, sürekli olarak takip edilebilir. Isıtma konumunda, veri elde edebilmek için "dış ünite defrost sıcaklığı" değeri kumanda

ekranında tanımlanmalıdır.

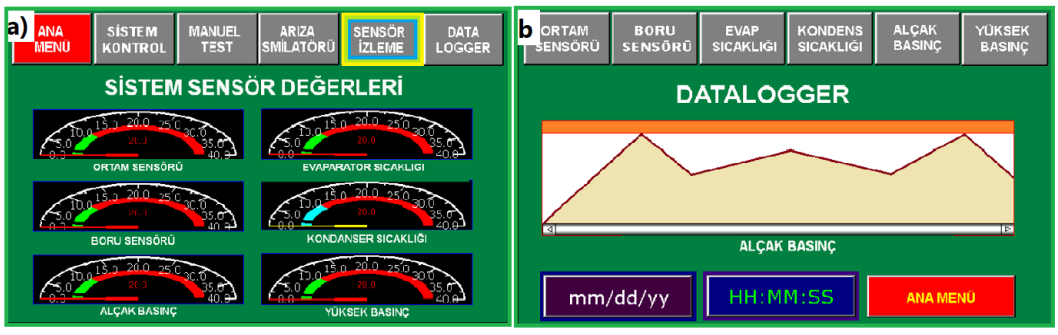


Şekil 4. a) Başlangıç ekran görüntüsü ve b) arıza eğitim simülatörünün sistem kumanda ekranı

Sistem manuel kumanda edilmek istenirse, Şekil 5a'da yer alan manuel kumanda ara yüzü kullanılmaktadır. Sistem üzerinde yerleştirilmiş olan alıcıların elle devreye alınmasından sonra ara yüzde, kırmızı renkli butonlar pasif, mavi renkli butonlar aktif olan durumu simgelemektedir. Şekil 5b'de gösterilen, "sistem arıza simülatörü" ekranı, sıcaklık modu olan "soğuk çalışma" ya da "sıcak çalışma" seçimi yapıldıktan sonra, sistemde yer alan alıcıların tepkisini gözlemlemek için müdahale edilebilen ekrandır. Sistem çalışırken herhangi bir alıcı devre dışı bırakılırsa, sisteme bağlı tüm elamanlar için elektrik, sıcaklık ve basınç tepkileri buradan gözlenebilir. "Sistem sensör değerleri" izleme arayüzü (Şekil 6a) ise sistem üzerinde kullanılan sensör değerinin gözlemlendiği farklı bir kullanıcı ekranıdır. Şekil 6b'de datalogger ekranı yer almaktadır. Datalogger vasıtasıyla sıcaklık ve basınç değerleri, grafik gösterimi üzerinden izlenebilmekte ve sayısal verilerin depolanabilmesi ile istenildiği zaman kullanılmasına imkân sağlanmaktadır.

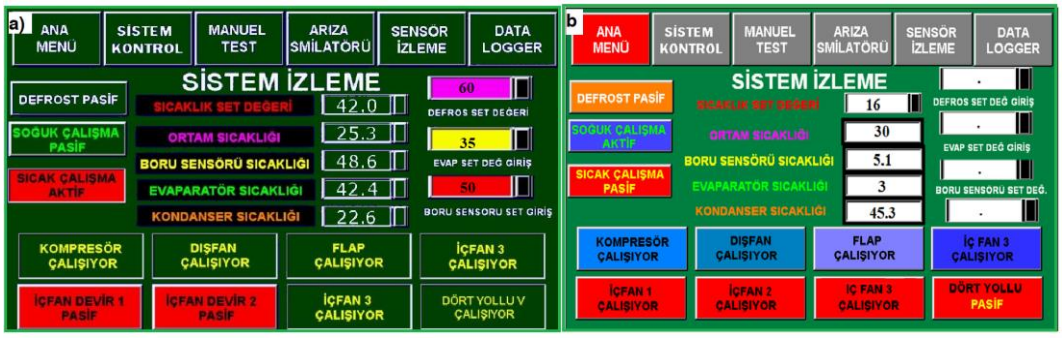


Şekil 5. a) Arıza eğitim simülatörünün manuel kumanda ekranı b) Arıza eğitim simülatörü ekranı



Şekil 6. a)Arıza eğitim simülatörü sensör değerleri izleme ekranı b) datalogger ekranı

Simülatörün işleyiş sürecinde, sayısal ve görsel olarak veri izleme ve kaydetmek amacıyla tüm sensör değerleri kullanılmaktadır. Kullanıcılar menü üzerinden istenilen sensör değeri seçerek, zamanla değişen verileri gözlemleyebilirler. Burada amaç, gerçek zamanlı bir sensör çalışma takibi yapılabilmesidir. Veri kaydı ve raporlama amacıyla, PLC kontrolü altında operatör paneli üzerine yerleştirilebilen USB belleğe Excel dosya formatında aktarım sağlanabilmektedir. Kayıt işlemi, istenilen zaman aralıklarında yapılabilir. Burada verilerin saklanabilmesi, daha sonra incelenebilmesi, analiz edilebilmesi ve raporlanması amaçlanmıştır. Sistem performans değerlerinin hesaplanarak analiz edilebilmesi için daha fazla sıcaklık ve elektrik modüllerine ihtiyaç vardır. Eğitimde şu anda faal kullanımda bu eksikliği giderebilmek için portatif bir datalogger imal edilmiş ve sisteme entegre edilerek, sistem performans değerlerini alabileceğimiz konuma getirilmiştir. PLC sensör değerleri ile datalogger değerleri karşılaştırılarak, alınan değerlerde farklılık olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 7. Eğitim simülatörü a) ısıtma b) soğutma modunda çalışma operatör panel görüntüsü

Cihaz ısıtma konumunda çalışırken (Şekil 7a), ortam sensörü oda sıcaklığını algılar. Manuel olarak sisteme yüklenen sıcaklık değeriyle karşılaştırır. Oda sıcaklığı istenilen ve sisteme yüklenilen ayar değerinin altındaysa, klima ısıtma modunda çalışır. Bu durumda, ilk önce dört yollu vana bobini tetiklenir. Kompresör ile dış ünite fan motoru çalışmaya başlar, soğutucu akışkan kompresör tarafından iç üniteye basılır. Sistem, ayarlanan değere ulaştığında durur. PCB kartla çalışan split klimalarda ayar sıcaklığının ortalama 0,5°C altına düştüğünde sistem tekrar çalışmaya başlar (Şimşek ve ark., 2016a; Şimşek ve ark., 2016b). Isıtma konumunda çalışma devam ederken, simülatör boru sensörü 50°C sıcaklık algılarsa, dış ünite fan motoru devreden çıkar, sıcaklık 48°C'a düştüğünde, dış ünite fanı yeniden çalışmaya başlar. Uygulamalarda, ısıtma konumunda R22 ile çalışan klimalarda 200-260 PSI basınçta fan motoru devreye girer, 300-360 PSI basınçta devreden çıkar. Geliştirdiğimiz sistemde sınır değerler 250-360 PSI aralığındadır. Cihaz soğutma konumunda çalışırken, yazın bir klimada hava sıcaklığı düştüğünde basınç değeri 60 PSI' nin altına düşer. Kışın sistemdeki bu değeri koruyabilmek için, soğutucu akışkan eklenirse, sistem aşırı şarj edilmiş olur. Sisteme eklenecek gaz miktarı tüm sistemin dengesini değiştireceğinden (Önder, 2024), katalog değerlerine bağlı kalınması ve boru mesafesi uzadıkça katalog değerleri miktarınca ilave yapılması gerekir. Cihaz ısıtma konumunda çalışırken, operatör panelinde kompresör, iç ünite fan motoru, dış ünite fan motorunun devreye girdiği ve ilgili lambaların da aktif olduğu, sistem üzerindeki butonlarda görülebilir. Eğitim simülatöründe, sistem vakumlanması ya da soğutucu akışkan şarjı esnasında, yaz ve kış mevsimleri için gaz şarjı etkileri

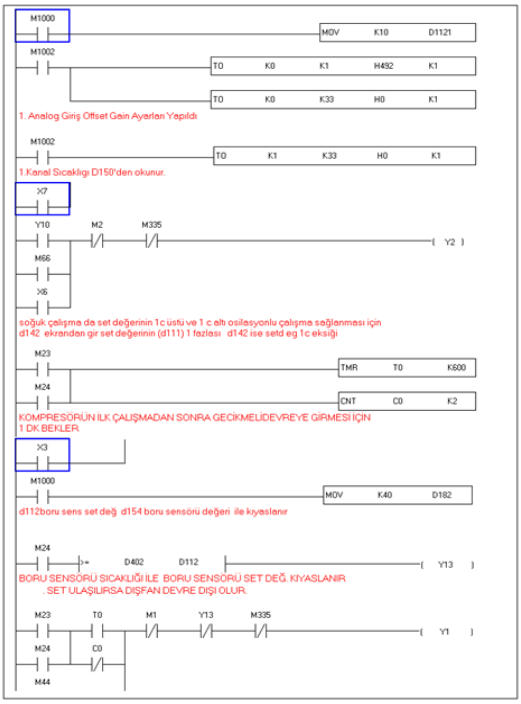
gözlemlenebilir. Bu eğitim, teknik eleman için önemli bir uygulamadır. Simülatörde split klima soğutma konumuna alındığında, belirlenen oda sıcaklığı elde edilene kadar, kompresör, iç ünite ve dış ünite fan motoru çalışmaktadır. Bu konumda çalışan klimada, dört yollu vana bobininde enerji yoktur (Şekil 7b). Sıcaklık istenilen değere ulaştığında, kompresör ve dış ünite fan motoru durur. Oda sıcaklığı istenilen sıcaklığın ortalama 0,5°C üzerine çıktığında kompresör ve dış ünite ve iç ünite fan motoru yeniden çalışmaya başlar (Şimşek ve ark. 2016b). Bu simülatörde, wattmetreden soğutma ve ısıtma konumunda, ortalama 1600-1900 Watt aralığında güç tüketimi okunmaktadır. Simülatör soğutma konumunda çalıştırılmak istendiğinde, operatör paneli üzerinde ortam sıcaklığından daha düşük bir değer girilmiş olmalıdır. Soğutma modu için, panel üzerinde soğutmaya ait sinyal lambaları aktif olmaktadır. Soğutmada çalışan elemanların sensör değerleri ve zamana bağlı değişimler, grafik ekranında izlenebilmektedir. Arıza durumunda sensörlerdeki sıcaklık değerlerine paralel olarak, elektrik değerlerindeki değişim de sistemdeki datalogger üzerinden anlık olarak izlenebilmekte ve PLC ekranı ile karşılaştırma yapılabilmektedir. Sistemde kompresör, iç ünite ve dış ünite fan motoru, dört yollu vana, arıza durumları oluşturulduğunda, arıza durumuna ait basınç değerleri alçak ve yüksek basınç sensörlerince okunabilmekte ve bu basınçlar manometrelerde de gözlemlenebilmektedir. Bu şekilde, sensörlerin de doğruluğu kontrol edilmiş olur. Soğutma modunda çalışan sisteme ait alçak ve yüksek basınç manometrelerinin bir ölçme görüntüsü Şekil 8'de yer almaktadır.



Şekil 8. Farklı dış ortam sıcaklıklarında soğutma modunda çalışan sistemin basınç manometrelerindeki görüntüsü

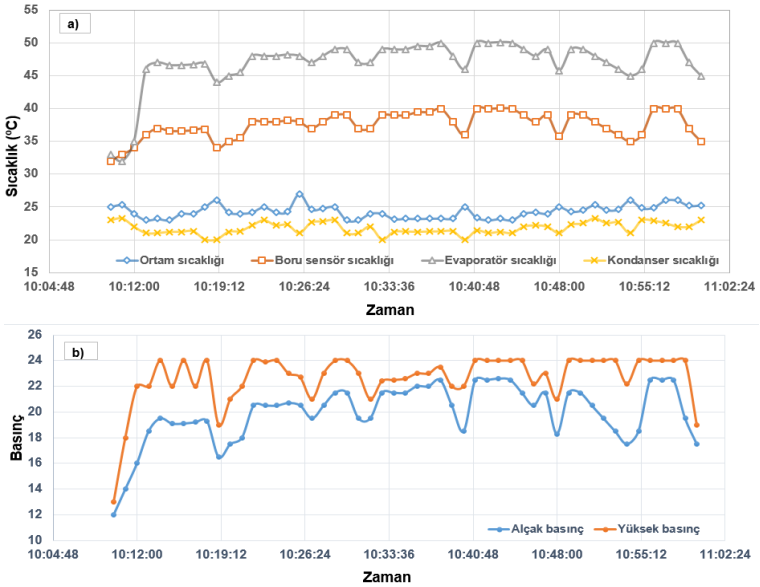
PLC kontrollü ve operatör panelli split klima arıza eğitim simülatöründe kullanılan PLC programının, bir bölümü Şekil 9'da verilmiştir. Simülatörde split klima ısıtma konumuna alındığında, soğutmaya göre temel farklılık olarak dört yollu vana bobini enerjilenir, gaz akış yönü ise tersine hareket eder. Dış ve iç ünite bu mod değişiminde, görevlerini değiştirerek çalışırlar. Dış ünite serpantinlerinin kanatçık aralıklarına ısıtma konumunda çalışırken, hava içerisindeki nem yapışarak buzlanmaya neden olur. Bu durumda dış ortam ve soğutkan arasında ısı transferi azalır. Klima iç ünitesinde üfleme sıcaklığında düşüş gözlenir. İlk çalışma anında, klima sistemi bir süre defrost modunu devreye almaz. Yapılan çalışmada simülatör için yazılan programa göre, ilk 15 dakikada defrost işlemi gerçekleşmez. Çalışma şartlarında buz giderme işleminin tekrar gerçekleşebilmesi için ortalama bir saat süre geçmesi gerekir. İlk 15 dakikalık süre geçtikten sonra, iç ünite boru sensörü, 45°C'nin altında bir sıcaklığı sürekli algılarsa, dört yollu vana bobinin enerjisini keser, yani sensör yaptığı tespit ile sistemi defrost işlemine geçirir. Ardından iç ve dış ünite fan motoru durdurulur.

Defrost işlemi ortalama 6 dakika sürmektedir ve bu işlem bittiğinde klima ısıtma konumunda çalışmaya kaldığı yerden devam eder. Isıtma modunda evaporatör kondenser, kondenser ise evaporatör pozisyonuna döner.

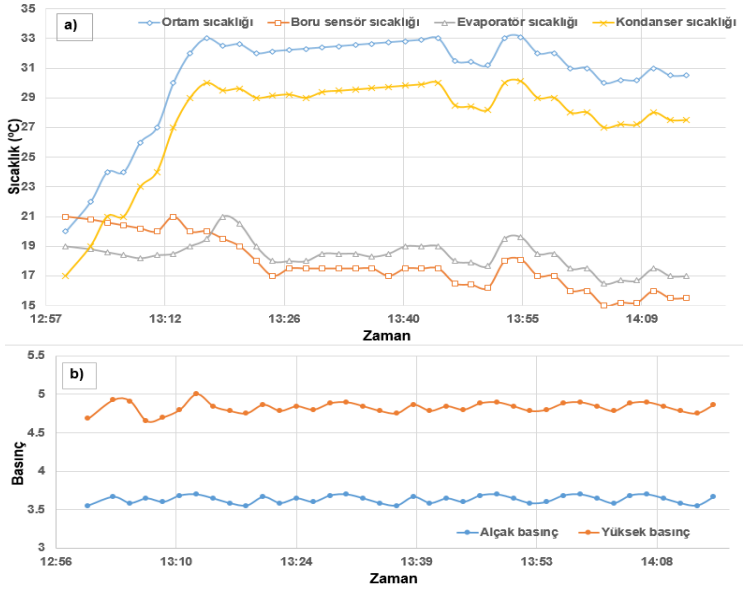


Şekil 9. Simülatörde kullanılan PLC programı

Bu çalışmada elde edilen değerlerde, deney ortamı olarak hem iç hem dış ünite aynı ortamda yer almıştır. Gelecek çalışmada, sisteme yeni modüller eklenecek, dış ünite iklimlendirilecek ortamın dışına taşınarak gerçek çalışma koşullarında program kalibre edilip gerçeğe en yakın değerler elde edilecektir. Şekil 10 ve Şekil 11 kalibrasyon öncesi elde edilmiş değerlere ait grafiklerdir. Isıtma modu basınç sensörlerinin çalışması ile ortam sıcaklığı sensörlerden ve basınç sensörlerinden alınan sıcaklık değişimleri Şekil 10'da, dış ünite fanının durması esnasında, soğutmada sistemdeki basınç değerleri Şekil 11'de gösterilmiştir. Grafiklerde ısıtma modunda, evaporatör sıcaklıklarının 44-48 ºC, boru sensör sıcaklığının 33-40 ºC, kondenser sıcaklığının 20-26 ºC aralığında çalıştığı gözlemlenebilmektedir. Sisteme gaz şarjı uygulaması için, sistem soğutma konumuna alınmalıdır. Kış aylarında gaz şarjı yapılacaksa, dört yollu vananın enerjisinin kesilerek, devreden çıkartılması gerekir. Bu işlem, dört yollu vana bobini enerji soketi yerinden çıkartılarak yapılır. Şekil 11'de grafiklerde görüldüğü gibi, dış ünite fanının gaz şarjına bağlı olarak, belirli değerler arasında çalışıp durduğu gözlemlenmelidir. Dış ve iç ortam sıcaklıkları, basınç ve nem değişimlerinde meydana gelen her değişim, sistemin çalışmasını farklı etkilemektedir. Her durum için sensör değerleri, ekran ve ikaz butonları gözlemlenebilir. Şekil 11'de soğutma modunda sıcaklık sensörlerinden alınan sıcaklık ve basınç değerlerinin zamana göre oldukça dar bir aralıkta gerçekleştiği gözlemlenebilir.

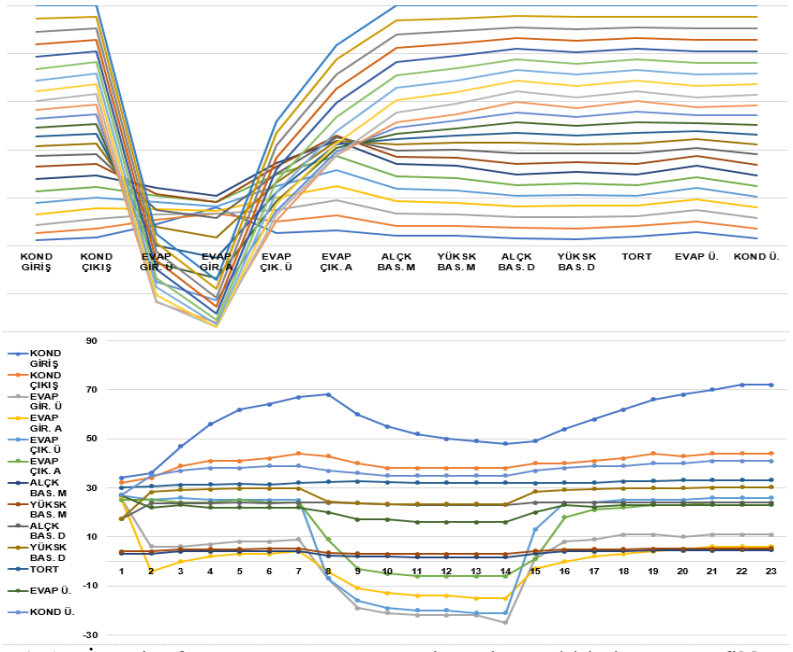


Şekil 10. Isıtma modunda (a) sıcaklık ve (b) basınç sensörlerinden alınan değerlerin zamana göre değişiminin panel görüntüsü



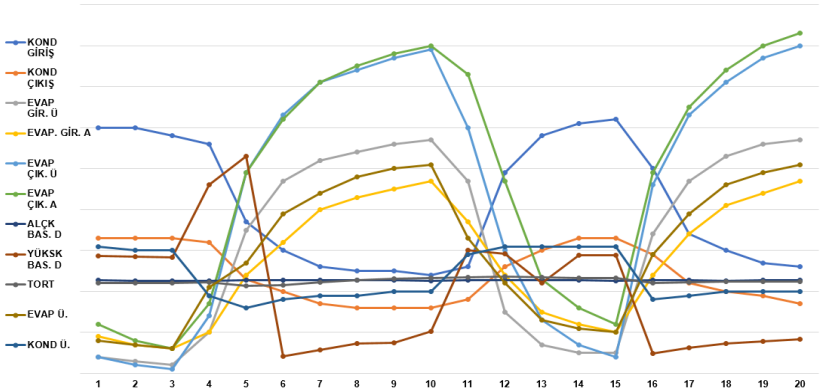
Şekil 11. Soğutma modunda dış ünite fanının durması anında fandaki (a) sıcaklığın ve (b) basıncın zamana göre değişiminin operatör panel görüntüsü

Eğitim simülatörü soğutma modunda çalıştığında ve iç ünite fan arızası verildiğinde (Şekil12), iç ünite serpantinleri arasından hava geçişi olmaması sebebiyle basınçlarda arıza anında düşme görülür. Bir süre sonra iç ünite serpantinlerinde ve iç-dış ünite arasındaki akışkan taşıyan borularda karlanma gözlemlenir. Evaporatör serpantin giriş ve çıkış sıcaklıklarında eksi derecelere aniden düşme grafikte de görülebilmektedir. Bu durum, alçak basınç hattında da düşme olarak kendini göstermiştir. Kondenser gaz giriş sıcaklığı, arızayla birlikte düşmektedir. Bu durum gaz çıkış sıcaklığını da etkilemektedir. Sistemdeki düşük basınç ve evaporatörde sisteme alınamayan ısı, kondenserde de kendisini net olarak göstermiştir. Sistemdeki iç ünite fan arızasında kondenser üfleme sıcaklığı sabitlenmiştir. Sistem istenilen soğutmayı yapamadığı için enerji sarfiyatı oldukça fazla olacaktır. Şekil 12 ve Şekil 13 kalibrasyon sonrası, geliştirilen yeni sisteme aittir.



Şekil 12. İç ünite fan arızası sonucu tüm sistemin sıcaklık, basınç grafikleri

Sistemdeki dört yollu vana arızasından elde edilen değerler, grafik olarak Şekil 13'te verilmiştir. Isıtma modunda sistem çalışırken, normalde 4 yollu vana devrededir, bu çalışmada soğutma modunda 4 yollu vana için değişkenlik sağlanmıştır. Sistem soğutma modunda bir süre çalıştırılarak, sistemde denge sağlanmış, daha sonra dört yollu vana devreye alınıp, devreden çıkartılmıştır. Bu durumda, sistemdeki sıcaklık, basınç ve harcanan enerjideki değişimler gözlemlenerek yorumlanabilmektedir. Dört yollu vana bobini enerjilendirildiğinde, kompresör soğutucu akışkanı iç üniteye basacaktır. İç ünite gaz giriş ve üfleme sıcaklıklarındaki artış, grafiklerde gözlemlenebilmektedir. Buna paralel olarak, dış ünite serpantinleri evaporatör konumuna dönüşeceği için evaporatör gaz giriş çıkış sıcaklıklarında düşme de grafiklerde gözlemlenmektedir. Gaz, kompresörle iç üniteye basıldığı için yüksek basınç tarafı ve alçak basınç tarafı yer değiştirir. Yüksek basınçtaki dengesizlikler grafiklerden gözlemlenebilir. Bu dengesizlik, aynı zamanda kompresör sesindeki değişimle de anlaşılabilir. Kompresörün tükettiği enerji artar, çünkü sistem normal basınç değerleri dışında çalışır. Bu da, güç tüketiminin artmasına neden olur. Sistemde kompresörde oluşacak aşırı zorlanma durumunda termik atabilir ya da kompresörü arızalandırabilir (Şimşek ve ark., 2016; Önder, 2024).



Şekil 13. Dört yollu vana arızası sonucu tüm sistemin sıcaklık, basınç grafikleri

Uygulamalarda, hem ısıtma hem de soğutma konumunda, sırayla her elemanın enerjileri kesilerek arıza oluşturulmakta ve bu durumda sistemin basınç, sıcaklık ve elektrik değerleri gözlemlenebilmektedir. Tüm değerlerin, elektronik ortamda saklanması USB bağlantısı sayesinde farklı cihazlar arasında veri aktarımı mümkündür. Bu durum, günümüzün popüler konularından birisi olan enerji verimliliği hesaplamalarının da yapılabilmesine olanak tanır.

3. Yöntem

Bu makalede, duvar tipi split klimaların kumanda sisteminde kullanılan PCB yerine, PLC kullanılarak, "PLC kontrollü ve operatör panelli split klima arıza eğitim simülatörü" nün arıza eğitiminde kullanılması anlatılmıştır. Arıza gidermenin ilk şartı, sistemin nasıl çalıştığı hakkında bilgi sahibi olmaktır. Bu nedenle, imal edilen bu setin çalıştırılması ile ilgili bilgiler detaylı olarak anlatılmıştır. Sistem üzerindeki tüm sıcaklık, akım ve elektrik güç değerlerini alabilmek için bir datalogger imal edilerek sisteme monte edilmiştir. Geliştirilen bu eğitim setinde, sıcaklık, basınç, güç ve akım değerleri takip edilebilmektedir. Eğitim simülatörü ile akademisyen, öğrenci ve eğitim alan tüm teknik eleman adayların, split klima çalışma program algoritmalarını belirlemesi ve sistemi istenilen şartlarda programlayarak çalıştırması amaçlanmıştır. Bu split klima eğitim seti ile sistemin vakumlanması, sisteme ideal soğutucu akışkan şarjının yapılması ve dış üniteye gaz toplama eğitimi verilebilmektedir. Eğitim seti üzerinde, elektrik değerlerinin ölçümü ve şemalara göre elektrik bağlantılarının yapılması eğitiminin verilmesi de sağlanabilmektedir. Farklı çalışma sıcaklıkları ve basınçlarda sistem davranışlarının gözlenmesi, farklı bölgelerde çalışacak cihazlarda ideal değerlerle çalıştırılması ve en yüksek verimi almak için soğutma sistemlerinin test edilmesi sağlanmıştır. Bu eğitim seti, farklı noktalardaki kullanıcılar için farklı programlama, farklı değerlerde denemeler yapma, sonuçları akademik olarak ortaya çıkarma özelliğine sahiptir. Set üzerine yerleştirilen harici butonlar kullanılarak, sistem elemanlarının manuel olarak çalıştırılması ya da çalışırken manuel olarak durdurulması mümkündür. Bu durum, teknik elemanların, oluşabilecek arızalarda sistemi ve tepkilerini gözlemleyerek arıza eğitimi gerçekleştirebilmelerini sağlar. Bu eğitim simülatörü, split klima eğitimi yanında, PLC eğitim ve programlama yöntemlerini de kapsamaktadır. Teknik elemanların sistemi tanıma, sistemin farklı sıcaklık ve basınçlardaki davranışlarını görme ve sistemdeki arızaları tanıma yeteneği kazanması için önemli bir araçtır. Bu sayede, sektörde ihtiyaç haline gelen (Aksoy ve ark., 2022; Esengül, 2025), split klima sistemlerini gözlemleyen, yorumlayan, arızayı teşhis edip çözüm üretebilen nitelikli teknik elemanlar yetiştirilebilecektir. Ayrıca enerji verimliliği uygulamalarında da kullanılabilecek niteliktedir.

4. Sonuç

İklimlendirme sektöründe, deneyimli teknik elemanların yetişebilmesi için teorik bilgilerin pratiğe aktarılması gereklidir. Nitelikli teknik elemanların yetişebilmesi için laboratuvar ortamlarında kullanılan deney setleri ve eğitim simülatörleri en uygun araçlardır. Deney setleri ve eğitim simülatörleri üzerinde eğitim almak, bilgilerin somut hale gelmesini sağlar. Yapılan müdahaleler ya da oluşan

arızların sonuçlarını, hem sistem elemanları hem de grafik üzerinde görebilmek; tekrar edilebilir işlemler yapabilmek; ölçme ve kontrol cihazlarını kullanmak; veri toplamak ve analiz işlemleri gerçekleştirmek, teknik elemanı endüstriyel ortama hazırlamak için son derece önemli uygulamalardır. Deneyler, yanlış ve doğru işlemleri ayırt edebilmeyi, nedenleri ve sonuçlarıyla birlikte öğretir. Gözlem becerileri ve dikkat unsurları geliştiren teknik elemanlar, sorunları analiz etme ve çözüm üretme becerisi kazanmış olurlar. İklimlendirme sistemleri için bu çalışmada geliştirilen "PLC kontrollü ve operatör panelli split klima arıza eğitim simülatörü" de teknik elemanların yeteneklerini geliştirmek amacıyla yapılmış bir uygulamadır.

Simülatörde, operatör paneli ekranı ya da sistem üzerinde bulunan harici butonlar kullanılarak, split klimanın kompresör, dört yollu vana, iç ünite fanı, dış ünite fanı gibi 220 Volt ile beslenen elektrik alıcıları manuel olarak devreye alınabilir. Yapılan işlemlerin sonucunda, sisteme ait tüm elemanların tepkisi anlık olarak gözlemlenebilir. Sistem stabil çalışırken, aktif durumda olan ve 220 Volt gerilim ile beslenen ana elemanların enerjileri kesilerek arıza oluşturulabilir. Sistemin bu sefer arızalara karşı; sıcaklık, basınç ve elektrik sinyallerinde oluşturduğu tepkileri gözlemlenebilir. Sistem çalışırken, sıcaklık ya da basınç sensör değerlerindeki değişimler, operatör paneli üzerinden takip edilebilir. Soğutkan şarj miktarı değiştirilerek, sistemin sayısal değerleri grafik olarak bilgisayar ortamına direkt aktarılabilir. Elektrik, güç ve akım değerleri, zamana bağlı olarak manuel kaydedilip grafiklendirilebilir. İç ve dış ortamdaki sıcaklık, basınç ve nem miktarındaki değişiklikler sistemin çalışmasını etkilemektedir. Meydana gelen değişiklikler, sensörlerden alınan değerlerle panel ekranında rahatlıkla gözlemlenebilir. İç ve dış ortamlardaki sıcaklık ve sistem üzerindeki sayısal değişimler gözlemlenerek, sistemin optimum çalışma koşulları hakkında yorumlar yapılabilir. Operatör panelli PLC ile çalışan split klima arıza eğitim simülatöründe vakumlama, sistem kapasitesine uygun miktarda gaz şarjı gibi servis işlemleri yanında, ana elemanlardaki elektrik değerlerinin ölçümünü yapma eğitimi, PLC eğitim ve programlama yöntemlerini de kapsamaktadır. Farklı programlarda sistem davranışı ve karşılaşılan arızalar öğrenilebilir, sistemin ideal şartlarda arızasız çalışması için gereken değerler tespit edilebilir. Akademisyenler, teknik elemanlar ya da mesleki eğitim alan öğrenciler, kendi belirledikleri split klima çalışma program algoritmalarını oluşturup, sistemi istedikleri şartlarda programlayarak farklı açılardan da inceleyebilirler. Akademik çalışma ve deneylerde akademisyenler sisteme istedikleri kadar sensör ya da elektrik alıcısı ekleyerek deneylerindeki verileri gözlemleyebilir ve bu verileri sistem otomatik olarak kaydettiği için gerekli durumlarda verileri alıp, bilgisayar ortamına aktarabilirler. Elde edilen bu sayısal değerler ile grafikler çizebilir, soğutma sistemi ile ilgili hesaplamalar yapılabilirler. Bu sistemi geliştirerek, kendi atölyelerinde imal edebilir, laboratuvar derslerinde ve bu konudaki derslerin uygulama bölümlerinde kullanabilirler.

Bu arıza eğitim simülatörü, teknik elemanların arızayı doğru bir şekilde teşhis edebilmesini, çözüm yöntemleri için fikir geliştirebilmesini, çözüme yönelik alternatifler sunabilmesini ve sonunda arızayı giderme konularında deneyim kazanmalarını sağlamaktadır. Eğitim kurumlarımızda bu tür sistemlerin üretilmesi, öğrencilerimize uygulamalı deneyimler kazandırırken, ithalat ihtiyacını da minimize

edecektir. Geliştirilen bu sistemler, yeni setlerin tasarımına zemin hazırlayarak sektörün ihtiyaçlarına yönelik çözümler sunabilir. Bir sonraki aşamada, farklı deneysel koşullarda elde edilen veriler kullanılarak, sistemin farklı tepkilerini daha net görebilmek amacıyla, sisteme verilen birim enerji karşılığında elde edilen ısı üretiminin hesaplanması hedeflenmektedir.

Teşekkür

Çalışmadaki yardımları ve destekleri için Sayın Öğr. Gör. Erdoğan Şimşek'e çok teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

Aksoy A., Özdemir FN., Avcıoğlu Ü. Nitelikli işgücü sorunu üzerine çalışma. Journal of Life Economics 2022; 9(3): 159-169.

Arçelik. Teknik destek ve eğitim yöneticiliği eğitim birimi. split klima eğitim el kitabı 1993; no: 3, istanbul.

Delta. Delta Otomasyon DVP-28SV. https://www.delta-emea.com/en-GB/products/Industrial-Automation/ALL/. (Erişim tarihi 07.03.2025).

Esengül M. Klima sektörü büyürken nitelikli işgücü sıkıntısı artıyor. https://www.milliyet.com.tr/kariyer/klima-sektoru-buyurken-nitelikli-isgucu-sikintisi-artiyor-977002. (Erişim 13.05.2025).

Kabasakal. Türk iklimlendirme sektöründen 2024'te 7,14 milyar dolarlık ihracat. https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turk-iklimlendirme-sektorunden-2024te-7-14-milyar-dolarlik-ihracat/3445458. (Erişim 13.05.2025).

Önder GT. Pressure controlled coolıng system,traıning set. Full Texts Book volume-2,Ed. Kardaşlar A., Mike F., 3th Internatıonal Scıentıfıc Research Conference, November 22-24, 2024; Bahçe, Osmaniye, Türkiye.

Şimşek E., Bilgili M., Küçükatay O. Programlanabilen mantıksal denetleyici Plc ile çalışan split klima tasarımı. Mühendis ve Makina Dergisi 2016a; 57(675): 30-40.

Şimşek E., Karaçaylı İ., Küçükatay O. Sıcaklık ve basınç kontrollü operatör paneli PLC ile çalışan split klima eğitim simülatörü geliştirilmesi. 1st International Conference on Engeneering Technology and Applied Sciences 2016b; 1433-1440.

Şimşek E., Bilgili. M. , Sahin B., Polat, Y. Duvar tipi split klimanın elektronik kartları, arızaları ve çözüm yöntemleri. I. Soğutma Teknolojileri Sempozyumu, İzmir, 2008; p. 89-96.

Şimşek E., Bilgili. M., Yasar A., Sahin B. Influences of variation in air flow passing through the evaporator filters and condenser coils on the performance of wall type split air conditioning system. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 2012; 27 (2): 375-383.