

OTOBÜS İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNİN KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ

Buğra Er^{1*}, Samet Altundağ², Ahmet Fenercioğlu³

^{*}¹, ² Kormas Electric Motor, Kocaeli, Türkiye.

³ Bursa Teknik Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Bursa

ORCID Code: <https://orcid.org/0000-0002-3982-5654>

ORCID Code: <https://orcid.org/0009-0009-6017-9093>

ORCID Code: <https://orcid.org/0000-0002-1522-6868>

Investigation of Control of Bus Air Conditioning Systems

ABSTRACT

Commercial vehicle air conditioning systems play an important role in increasing the comfort of the driver and passengers. These systems contain complex structures where different parts come together and work as a whole. There are system main parts such as compressor, condenser, evaporator, pump, valve and expansion valve in the air conditioning system. Each of these parts needs to be checked within the algorithm. Connections, socket features and usage information of the parts in the system are important. There are different sensor types and control structures according to sensor information in the system. Passenger and driver sections are controlled separately. Brushed/brushless DC motors used in the system must be controlled. The entire system is controlled via the air conditioning controller.

In this paper, the basic parts of commercial vehicle air conditioning systems and the working principles of these parts are discussed. These parts include hot water valves, defrosters, rear heaters, convectors, turbo fans and controls. The working principles of the control panel in vehicle air conditioning systems and the sensor/actuator systems it controls are mentioned. By giving place to electronic diagrams, socket structures preferred in control and system explanation for commercial vehicles are given. The structures and algorithms in the control panel structure have been examined in detail.

Keywords: Air Conditioning Systems, Control Panel, Fan Controls

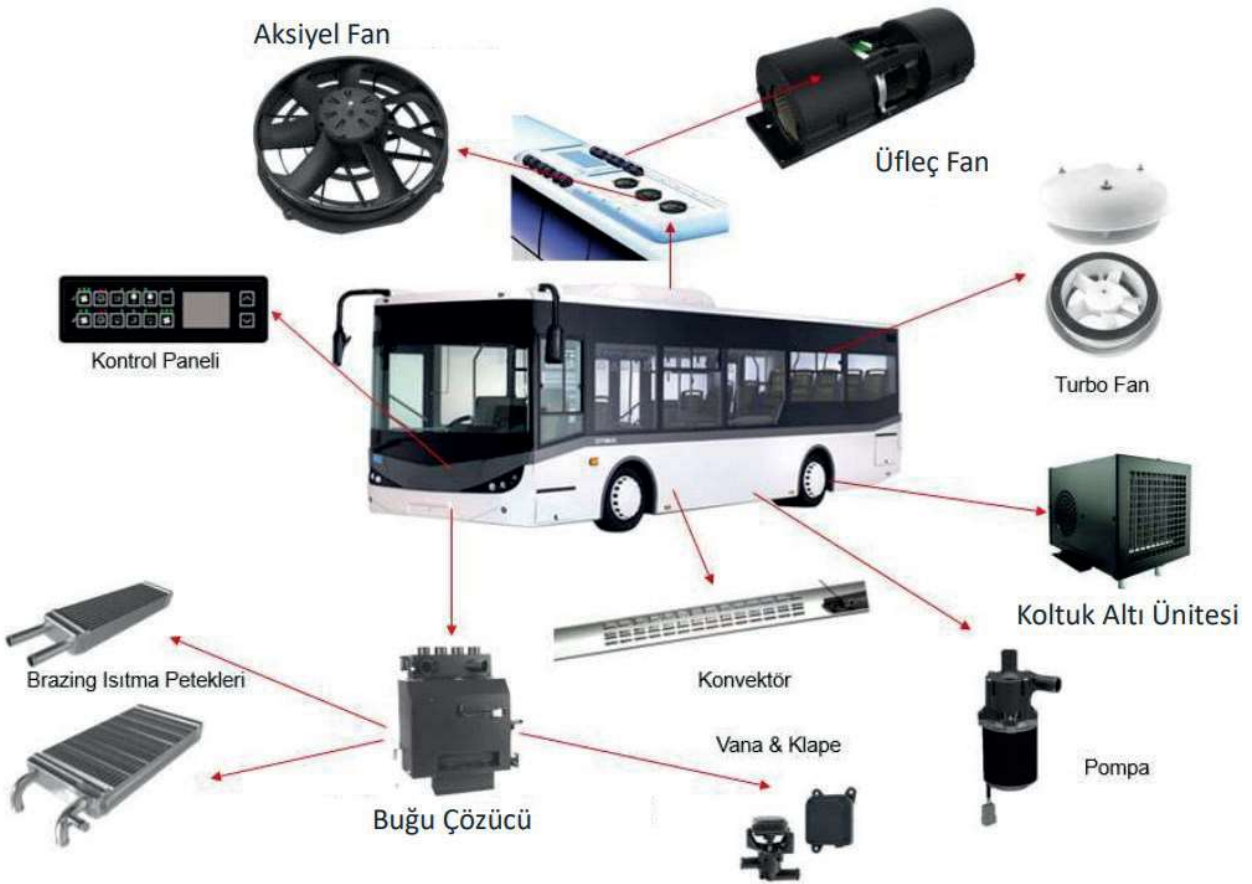
1. GİRİŞ

Ticari araçlar; kamyonlar, otobüsler, iş makineleri gibi çeşitli araç türlerini kapsar ve bu araçlarda konforlu bir iç ortam sağlamak için iklimlendirme sistemleri kullanılır (Türkmen, 2010). Ticari araç iklimlendirme sistemleri, özel ihtiyaçlara ve kullanım koşullarına uygun olarak tasarlanmış parçaların karmaşık bir kombinasyonunu içerir ve doğru kontrol ile sürücü ve yolcuların konforunu artırır.

Günümüzde, otobüslerde klima sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Gündü, 2018). Bu sistemler, otobüsün boyutuna ve yolcu kapasitesine göre değişir ve genellikle otobüsün tavanına veya yan duvarlarına monte edilen ünitelerden oluşur. Bu bildiride, ticari araç iklimlendirme sistemlerinin temel parçaları ve bu parçaların kontrolü ele alınmıştır. Sistemin kontrolünde yer alan iklimlendirme kumandasının algoritmasından ve iç yapısından bahsedilmiştir. İklimlendirme sistemlerinde yaygın olarak kullanılan ürünler üzerinden resimler ile beraber örneklendirilerek anlatılmıştır.

2. Araç İklimlendirme Sistemleri Bileşenleri

Ticari araç iklimlendirme sistemleri, genellikle ısı değiştirici, aksiyel fan, üfleç fan, turbo fan, buğu çözücü, konvektör, vana temel parçalarından oluşur. Bir otobüs iklimlendirme sisteminde yer alan parçalara dair parça yerleşimi Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Araç İklimlendirme Sistemi Bileşenlerinin Gösterimi

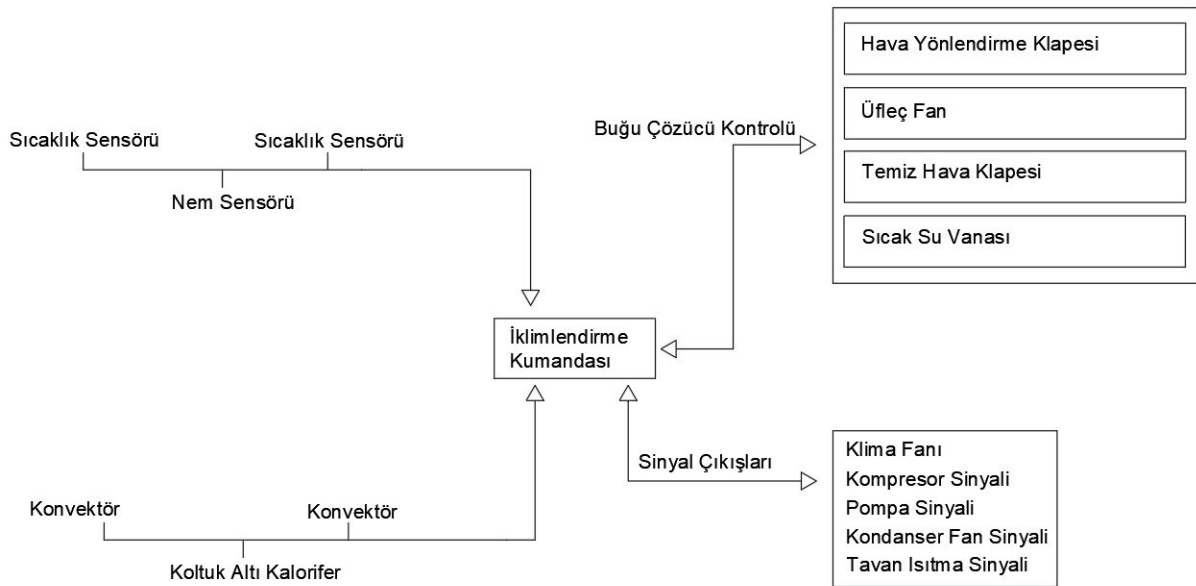
Araç üzerinde ve iklimlendirme ünitelerinin içersinde bulunan, hava akışını sağlayan fanlar kullanım amacına göre çeşitlilik göstermektedir. Aksiyel fanlar, hava akışını aksiyel yönde, yani fanın merkezinden dışa doğru hareket ettiren fanlardır. Genellikle yüksek debi düşük basınç akışları gerektiren yerlerde kullanılırlar. Ticari araçlarda, aksiyel fanlar genellikle araç içindeki hava akışını düzenler, soğutma veya ısıtma için gereken hava akışını sağlar (Czwielong ark., 2019). Üfleç fanlar ise, hava akışını radyal yönde, yani fanın merkezinden dışa doğru veya dıştan içe doğru hareket ettiren fanlardır. Genellikle daha yüksek basınç gerektiren yerlerde kullanılırlar. Ticari araçlarda, üfleç fanlar genellikle klima sisteminin hava dağıtımını ve havalandırma sistemini kontrol eder. Araç içindeki hava akışını

yönlendirir, hava miktarını ayarlar ve farklı bölgelerde istenilen hava akışını sağlar (Tupov, 2016). Turbo fanlar, genellikle yüksek hava debisine ve basınca ihtiyaç duyan uygulamalarda, özellikle havalandırma, klima ve soğutma sistemlerinde kullanılır. Turbo fanlar, daha büyük bir hava akışı sağlamak için normal bir fanın yanı sıra bir veya daha fazla türbinle donatılmıştır.

Batarya, temel olarak ısı enerjisini üzerinde barındırarak fan yardımıyla hava akışını üzerinden geçirerek ısı enerjisini ileten iletkenlerdir. Isı değiştiriciler kaynak yöntemlerine göre farklı yapılara sahiptir. Mikrokanal, hidrolik çapı 1 mm'nin altında, genellikle 100 µm altında olan kanallardır (Şentürk, 2020). Mikrokanallı bataryalar içerisinden sıcak su veya soğutucu akışkanı geçirerek ısı transferi sağlar. Farklı çaplarda bakır veya alüminyum borular birbirine kaynatılarak bir batarya devresi kurulur. Aynı şekilde bataryalar, içerisinden sıcak su veya soğutucu akışkanı geçirerek ısı transferi sağlar (Girginer, 2022).

Vana, iklimlendirme sistemi içindeki akışkanın yönlendirilmesini sağlayan valf'dir. Vanalar sistem gereksinimlerine göre iki yollu veya üç yollu olarak kullanılabilir. Klape motoru iklimlendirme sisteminde hava akışını kontrol etmek için kullanılan parçalardır (Ok, 2008). Klape motoru, iklimlendirme ünitesinde kullanıldığında hava akışını farklı bölgelere yönlendirerek, araç içindeki hava dağılımını sağlar. Aynı zamanda sıcak suyun araç içerisinde istenilen tarafa, istenilen yoğunlukta yönlendirilmesi için sıcak su vanası üzerinde entegre bir şekilde çalışır (Pesiridis ark., 2015).

Sıcak su pompası, genellikle araç içindeki ısıtma sistemlerinde kullanılır. Isıtma sistemi, motorun çalıştığı süre boyunca veya ayrı bir ısı kaynağından sağlanan sıcak suyu araç içindeki tüm ısıtma ünitelerine taşıyan bir döngüyü içerir (Direk, 2011). Sıcak su pompası, sıcak suyu bir noktadan diğerine pompalayarak, ısıtma sistemini besler. Sıcak su pompası, ısıtma sistemine gerekli düzeyde sıcak su temin ederek, araç içinde konforlu bir ısıtma sağlar. Sıcak su pompaları, araç içinde konforlu bir ısıtma deneyimi sağlamak için iklimlendirme sistemi içinde önemli bir parçadır (Onat, 2022).



Şekil 2. İklimlendirme Sistemi

Şekil 2'de iklimlendirme sistemine ait diyagram verilmiştir. Ticari araçlarda iklimlendirme sistemi, kondenser, evaporatör, buğu çözücü, konvektör ve vana gibi parçaların birbirleriyle uyumlu çalışmasıyla araç içinde konforlu bir iklim oluşturur. Bu parçalar, sıcak ve soğuk hava akışını düzenler,

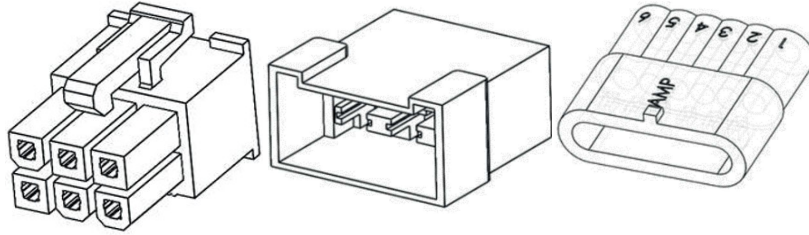
nem ve buğulanma kontrolünü sağlar ve araç içindeki yolcuların ve şoförün rahat bir ortamda seyahat etmelerini sağlar. Bu parçalar, otobüs iklimlendirme sisteminin temel bileşenleridir ve otobüs içindeki hava sıcaklığı, nem seviyesi ve hava akışını kontrol etmek için kullanılır. (İsa ve Onat, 2017).

Buğu çözücü ünitesi, cam buğulanmasını önleme görevi gören ve aynı zamanda şoför tarafına sıcak veya soğuk hava iletebilen bir iklimlendirme ünitesidir. Buğu çözücü ünitesinin içerisinde iklimlendirme ekipmanlarının temel elemanları olan, ısı değiştirici bataryalar, üfleç tipi fan, vana ve klape motorları kullanılmaktadır.

Araçlarda ilave ısıtıcı olarak kullanılan, buğu çözücü ünitesine göre daha basit bir sisteme sahip olup, araçlarda yolcu koltuk altlarına yerleştirilen ve sadece ısıtma görevi gören iklimlendirme ünitesidir. Koltuk altı ısıtıcılarda ısı değiştirici batarya ve üfleç tipi fan kullanılmaktadır. Yan duvar ile zeminin birleştiği noktada bulunan, yüksek sıcaklıkta araç içinde dolanan suyu içinden geçirerek ortama ısı iletimi sağlayan ısıtıcı tipleridir (Ahmad ark., 2016).

3. Araç İklimlendirme Sistemleri Elektriksel Bağlantıları

Ticari araç iklimlendirme sistemlerinde kullanılan elektronik modüller ve soketler, araçların iç mekân iklimlendirmesini kontrol etmek, sıcaklık, hava akışı ve hava dağıtımını düzenlemek gibi işlevleri yerine getirmek için kullanılan bileşenlerdir. Her bir bileşenin kontrolü ve montajı araç dinamiği için önemlidir.



Şekil 3. İklimlendirme Sistemlerinde Kullanılan Soket Yapıları

Soketler ticari araç iklimlendirme sistemlerinde kullanılan elektronik bileşenlerin birbirine bağlanmasını sağlayan önemli bir role sahiptir. Şekil 3'te soketlere dair örnek paylaşılmıştır. Bu soketler, elektronik modüllerin, sensörlerin ve diğer bileşenlerin araç içinde doğru bağlantıları yapmasını sağlar ve veri iletimi, güç kaynağı gibi işlevleri yerine getirir. Soketlerde seçimler sızdırmazlık, yanmazlık ve dayanım referans alınarak yapılır. IP seviyesi elektrik motoru ve elektronik cihazlarda kablo soketi oldukça önemlidir (Slade, 2017). Soketler, sinyal ve güç hatlarının iletimi için kullanılır. Sinyaller PWM sinyali, lojik giriş, lojik çıkış, CAN haberleşmesi veya LIN haberleşmesi olabilir. Haberleşmede kullanılan kabloların burgulu olması ve filtre edilmesi tercih edilir (Er ve Bingöl, 2022).

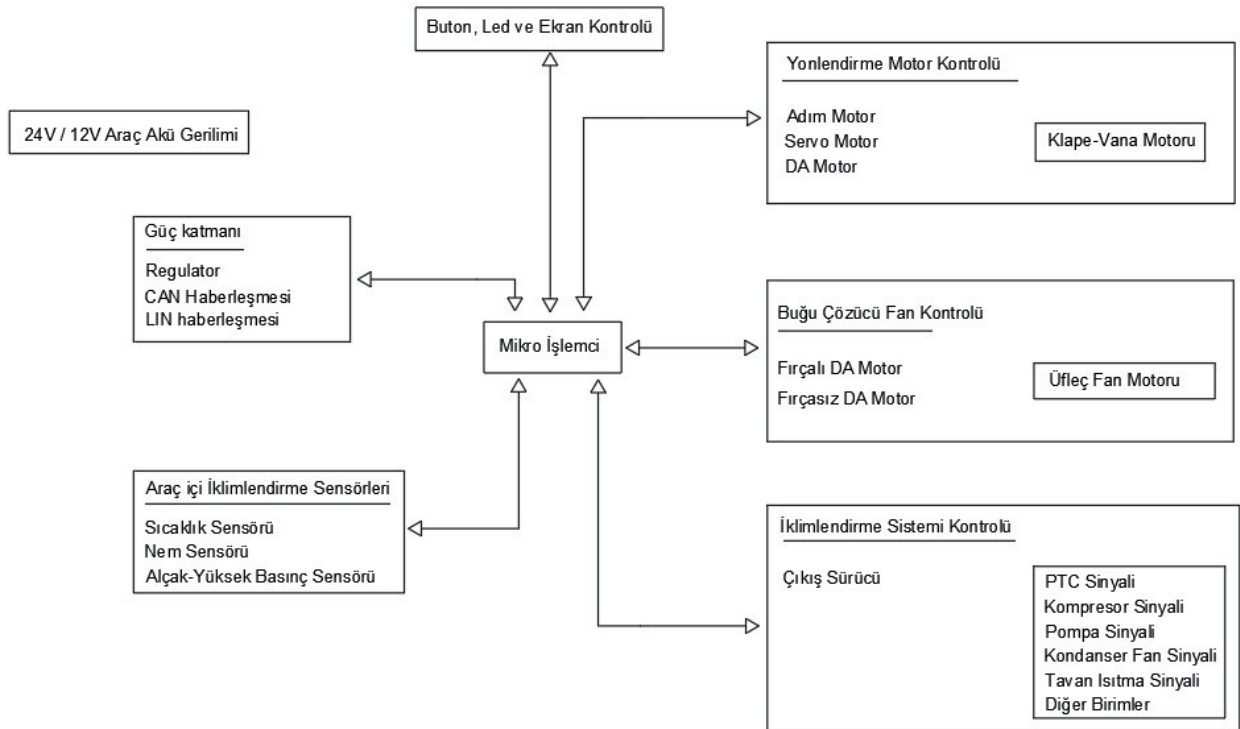
4. Otobüs İklimlendirme Sistem Kontrolü

Otobüs iklimlendirme kontrol paneli, otobüs içindeki iklimlendirme sistemini yönetmek için kullanılan bir cihazdır (Er ve Bingöl, 2022). Kontrol paneli Şekil 4'te gösterildiği üzere otobüs içindeki sıcaklığı, nem seviyesini, hava akışını ve fan hızını kontrol etmek için butonlar, göstergeler ve ayar çubukları gibi çeşitli kontrol cihazlarına sahiptir. İklimlendirme kumandası otobüsün içindeki hava sıcaklığını ve nem seviyesini kontrol etmek, yolcuların konforunu artırmak ve iç ortamı sağlıklı ve güvenli hale getirmek için önemlidir.



Şekil 4. İklimlendirme Kumandası

Araç iklimlendirme kumandası, sürücülerin veya yolcuların araç içi sıcaklık, hava akışı ve nem gibi parametreleri kontrol etmelerine izin veren bir cihazdır. Kumanda, bir dizi buton, gösterge ışıkları ve ekranlar içerir. Ticari araçlarda iklimlendirme sistemi için kullanılan sıcaklık sensörleri, sıcaklık seviyesini ölçer ve bu verileri klima kontrol modülü ve fan kontrol modülü gibi elektronik modüllere ileterek iklimlendirme sisteminin çalışmasını yönetir. Sıcaklık sensörü sıcaklığını ölçer ve iklimlendirme sistemi tarafından gerektiğinde sıcaklık ayarlamaları yapmak için kullanılır. Nem sensörü iç mekan nemini ölçer ve iklimlendirme sistemi tarafından gerektiğinde nem ayarlamaları yapmak için kullanılır. Araç iklimlendirme kumandası, araç içi sıcaklık ayarlamak için genellikle “sıcaklık artırma” ve “soğutma” butonları ile donatılmıştır. Ayrıca, hava akışını ayarlamak için “fan hızı” butonu bulunur ve belirli bir ısı ayarlamak için “otomatik sıcaklık” seçeneği de mevcuttur. Kumandada, hava akışının yönünün kontrolü için de “hava yönlendirme” butonları bulunur. Bu butonlar klapeelerin hareketini kontrol eder. Sistemde iklimlendirme kumandası tarafından kontrol edilen her bir arabirim Şekil 5’te verilmiştir (Emirler ark., 2015).



Şekil 5. İklimlendirme Kumanda Yapısı

Ticari araç iklimlendirme sistemlerinde kullanılan elektronik modüller ve soketler, araç içinde konforlu bir iklimlendirme deneyimi sağlamak için kritik bir rol oynar. Kontrol yöntemleri ve stratejileri ticari araç iklimlendirme sistemlerinde kullanılır. Sürücü ve yolcuların iklimlendirme sistemi bileşenlerini doğrudan kontrol etmesine izin veren manuel kontrol seçenekleri mevcuttur. Otomatik

kontrol sistemleri, sensörler ve algoritmalara dayalı olarak iklimlendirme sistemini otomatik olarak kontrol eder. Sensörler, ortamın sıcaklık, nem, güneş ışığı seviyesi gibi değişkenlerini ölçer ve sistem, bu verilere göre iklimlendirme bileşenlerini ayarlar. Bu, kullanıcıların sürekli olarak sistem parametrelerini kontrol etmesine gerek kalmadan konforlu bir iç ortamın sürekli olarak korunmasını sağlar. Sensörler, ortam koşullarını sürekli olarak ölçer ve iklimlendirme sistemi bileşenlerini buna göre kontrol eder. Bu, enerji verimliliğini artırır ve kullanıcılar tarafından manuel olarak ayar yapma ihtiyacını azaltır. İklimlendirme sistemine dair görsel Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. İklimlendirme Sistemi Test Sistemi

Araç iklimlendirme sistemleri, iç mekân sıcaklığını, nemini ve hava kalitesini kontrol etmek için bir dizi sensör kullanır. Bu sensörler, sistem bileşenleri arasında veri alışverişini sağlayarak, sistem performansını optimize etmek için gerekli olan bilgileri sağlar. Araç iklimlendirme kumandası, sürücülerin ve yolcuların araç içi ortamı istedikleri şekilde ayarlamalarına olanak sağlayan önemli bir bileşendir (Gökozan ve Taştan, 2018). Testler IATF 16949 gereksinimleri göz önünde bulundurularak yapılır.

5. SONUÇ

Ticari araç iklimlendirme sistemleri parçalarının ve kontrolünün doğru bir şekilde yönetilmesi, sürücü ve yolcuların konforunu ve iç ortam kalitesini artırmak için kritik bir öneme sahiptir. Manuel kontrol, otomatik kontrol, zaman ayarlı kontrol, sensör tabanlı kontrol ve veri analitiği ve akıllı kontrol gibi çeşitli kontrol yöntemleri ve stratejileri kullanarak, iklimlendirme sistemleri enerji verimliliğini artırabilir, gereksiz enerji tüketimini azaltabilir ve kullanıcıların konforunu optimize edebilir. Bunun sonucunda, ticari araçlarda kullanılan iklimlendirme sistemlerinin doğru ve etkili bir şekilde kontrol edilmesi hem kullanıcı deneyimini artırabilir hem de çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek enerji tasarrufu sağlayabilir. Bu nedenle, ticari araç iklimlendirme sistemlerinin parçaları ve kontrolü konusu, araştırmacılar, mühendisler ve endüstri profesyonelleri için önemli bir alandır ve sürekli olarak geliştirilerek daha yüksek performans ve enerji verimliliği sağlamak için çeşitli inovasyonlara ve iyileştirmelere olanak tanır.

Teşekkür: Bu çalışma KORMAS Elektrikli Motor San.Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezinde Hamle programı kapsamında 1219040 numaralı proje ile TÜBİTAK TEYDEB tarafından desteklenmiştir.

REFERENCES

- Ahmad MW, Mourshed M, Yuce B, Rezgui Y 2016. Computational intelligence techniques for hvac systems: A review. In Building Simulation. Tsinghua University Press, Vol. 9, pp. 359-398.
- Er B, Bingöl O 2022. Can haberleşmesinde gürültü filtreleme yöntemleri. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 14(3), 138-143.
- Czwielong F, Krömer F, Becker S 2019. Experimental investigations of the sound emission of axial fans under the influence of suction-side heat exchangers. In 25th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, p. 2618.
- Direk M 2011. Isı kaynağı olarak çevre havası, motor soğutma suyu ve egzoz gazı kullanabilen R134a soğutucu akışkanlı otomobil ısı pompasının performansının deneysel analizi.
- Emirler MT 2015. Yol taşıtları için ileri kontrol sistemleri. Doctoral Dissertation. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Girginer RC 2022. Reküperatör (eşanjör) mekanizması tasarımı. Master's Thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gökozan H, Taştan M 2018. Akıllı taşıtlar ve kontrol sistemleri. Mesleki Bilimler Dergisi (MBD), 7(2), 58-62.
- Gündü İ 2018. Isı pompasında ejektör yardımı ile ısıtma kapasitesi ve etkinliğinin artırılması. Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- İsa K, Onat A 2017. İklimlendirme ve soğutma sistemlerinde enerji verimliliği. Doğa Yayıncılık, 136-139.
- Ok S 2008. Otomobil klima sistemi ve klima sisteminin motor performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Doctoral Dissertation.
- Onat A 2022. Isı pompası sistemleri ve örnek bir uygulama.
- Pesiridis A, Barber M, Cairns A 2015. A comparison of variable valve strategies at part load for throttled and un-throttled SI engine configurations/throttled ve un-throttled SI motor yapılandırılmaları part yükte değişken valf stratejilerinin karşılaştırılması. International Journal of Automotive Engineering and Technologies, 4(2), 82-101.
- Slade PG 2017. Electrical contacts: principles and applications. CRC press.
- Şentürk S 2020. Elektronik elemanların soğutulmasında mini kanallı blok içinde sıvı akışkan uygulamasının performans analizi, Doctoral Dissertation, Bursa Uludağ University.
- Tupov V 2016. Noise reduction from air intakes of compressors and blower fans. In INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings. Institute of Noise Control Engineering, Vol. 253, No. 6, pp. 2137-2143.
- Türkmen Z 2010. Kent içi toplu taşıma aracı olarak kullanılan otobüslerin tasarım tipolojisi yönünden incelenmesi. Master's Thesis, Güzel Sanatlar Enstitüsü.