

**TAŞITLARDA ÖN ISITICILAR
ISIL KONFORA ETKİLERİ
VE
ÖN ISITMA SÜRESİ OPTİMİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. S.Seçkin ŞEKEROĞLU
503991109**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 28 Haziran 2002

Tezin Savunulduğu Tarih: 29 Mayıs 2002

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ahmet Güney (İ.T.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri: Prof.Dr. Metin ERGENEMAN (İ.T.Ü)

Prof.Dr. Orhan DENİZ (Y.T.Ü.)

MAYIS 2002

ÖNSÖZ

Taşıt motorlarında yakıt tüketiminin teknolojik gelişmeler, egzoz emisyonları sınırlamaları ve ekonomik nedenlerle her geçen gün azalması, taşıt tahrik sisteminden atılan ısıyı kullanarak yolcu kabinini ısıtan kalorifer sistemlerinin kullanabileceği ısı gücünde azaltmaktadır. Bu eğilim özellikle yeni nesil püskürtme sistemlerinin kullanıldığı dizel motorlarda çok belirgindir. Bu nedenle, dizel motorlu taşıtlarda kalorifer sistemine destek olmak amacı ile motordan bağımsız olarak ısı üreten ek ısıtma sistemleri geliştirilmektedir.

Isıl konforun soğuk bir gün başlanılan bir yolculuğun ilk dakikalarından itibaren sağlanabilmesi içinde bu ek ısıtıcı sistemlerin taşıt tahrik sisteminden bağımsız olarak çalışan modelleri geliştirilmekte ve bu yeni modeller artan bir hızla kullanım alanlarını genişletmektedirler.

Bu eğilimin bir sonucu olarak Ford Transit Connect'in dizel motorlu modelinde bulunan ek ısıtma sistemine ısıl konforu arttırmak amacı ile ön ısıtma fonksiyonunu kazandıracak çalışmanın yapılması kararı alınmıştır. Bu yeni fonksiyonun taşıt ile müşteri açısından iyi ve kötü yönlerinin belirlenmesi yapılan çalışmanın ilk ve en önemli adımı olmuştur. Sistemin taşıtta kullanılabilirliğinin kararının verilebilmesi için bu tez kapsamında ulaşılan sonuçlara ihtiyaç duyulmaktadır

Tez konum kapsamında gerçekleştirdiğim testler boyunca bana destek olan şirketim Ford-Otosan yöneticilerinden Ernur Mutlu'ya, Ford Motor Company yöneticilerinden Scott Henker'a, testler süresince benimle birlikte aracı teste hazırlayan ve testlere jüri üyesi olarak da katılan Visteon firmasından John Jolly'e, Eberspaecher firmasından Lucas Siegel'e, Ford-Otosan Ürün Geliştirme'den Burak Fırlar'a ve tez çalışmam sırasında yoğun iş temposu içinde desteğini benden esirgemeyen danışmanım Prof.Dr. Ahmet Güney'e teşekkür ederim.

28/6/2002

Suavi Seçkin Şekeroğlu

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
2. TAŞITLARDA ÖN ISITMA TEKNOLOJİSİ	3
2.1. Ön Isıtıcılar İdeal Taşıt Isıtıcısı Olabilirler mi?	3
2.2. Ön Isıtıcılar ve Taşıt Tasarımı	4
2.3. Soğukta İlk Çalışma	5
2.4. Ön Isıtıcı Alt Sistemleri	5
2.4.1. Yakıt Sistemleri	6
2.4.2. Hava Emiş Sistemleri	6
2.4.3. Isı Değiştirici	6
2.4.4. Ateşleme Sistemi	6
2.4.5. Kontrol Sistemi Tasarımı	7
2.5. Taşıtlarda Ön Isıtıcı Montajı	7
2.6. Transit Connect Ön Isıtıcı Sistemin Çalışması	8
2.7. Ön Isıtıcının Motor ve Egzoz Emisyonu Üzerine Etkileri	8
2.8. Transit Connect Ön Isıtıcı Sistemi	10
3. ISIL KONFOR TESTİ	11
3.1. Isıl Konfor Nedir?	11
3.2. Test Prosedürü	11
3.2.1. Test Prosedürü	12
3.2.2. Notlama Sistemi	12
3.3. Kalorifer Performansı Analizi	13
3.3.1. 30 Dakika Ön Isıtmalı Testte Kalorifer Performansı Analizi	13
3.3.2. 60 Dakika Ön Isıtmalı Testte Kalorifer Performansı Analizi	16
3.3.3. Ön Isıtmalı ve Ön Isıtmasız Kalorifer Performansı Karşılaştırılması	18
3.4. Isıl Konfor Değerlendirmesi Sonuçları	20
3.4.1. Ön Isıtmasız Test Sonuçları	20
3.4.2. 30 Dakika Ön Isıtmalı Kalorifer Performansı Jüri Testi Sonuçları	20
3.4.3. 60 Dakika Ön Isıtmalı Kalorifer Performansı Jüri Testi Sonuçları	21
4. ÖN ISITMA VE MOTOR SICAKLIĞI ARTIŞI	23
5. AKÜ DAYANIM TESTİ	25
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	27
KAYNAKLAR	28
EK-A	29
ÖZGEÇMİŞ	33

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1 Isıl Konfor Değerlendirme Notları Tanımları.....	13
Tablo 3.2 Ön Isıtmasız Kalorifer Testi Isıl Konfor Notları.....	20
Tablo 3.3 30 Dakika Ön Isıtmalı Kalorifer Testi Jüri Üyeleri Isıl Konfor Notları.....	21
Tablo 3.4 60 Dakika Ön Isıtma Jüri Üyeleri Isıl Konfor Notları.....	22

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 Dizel Motorlarda Yakıt Tüketiminin Dağılımı [4]	4
Şekil 2.2 Paralel Konfigürasyon [3].....	7
Şekil 2.3 Seri Konfigürasyon [3]	7
Şekil 2.4 Silindir Gömleği Sıcaklığının Aşınma Üzerindeki Etkisi [5]	9
Şekil 2.5 Ön Isıtmanın Egzoz Emisyonlarını İyileştirmesi [4]	9
Şekil 2.6 Transit Connect Ön Isıtıcı Montaj Şeması.....	10
Şekil 3.1 Ön Üfleçler Hava Çıkış Sıcaklıkları	14
Şekil 3.2 Kabin Sıcaklığı.....	14
Şekil 3.3 İkinci Sıra Koltuk Üfleçleri Hava Çıkış Sıcaklıkları.....	15
Şekil 3.4 İkinci Sıra Ayak Boşluğu Sıcaklığı.....	15
Şekil 3.5 Birinci Sıra Koltuk Üfleçleri Hava Çıkış Sıcaklıkları	16
Şekil 3.6 Kabin Sıcaklığı.....	17
Şekil 3.7 İkinci Sıra Koltuk Hava Üfleçleri Çıkış Sıcaklıkları.....	17
Şekil 3.8 İkinci Sıra Koltuk Ayak Boşluğu Sıcaklığı.....	18
Şekil 3.9 Ön Üfleçlerden Çıkan Hava Sıcaklığı Değişiminin Karşılaştırması	19
Şekil 3.10 Kabin İçi Sıcaklık Değişiminin Karşılaştırılması.....	19
Şekil 4.1 Ön Isıtma Sonunda Motor Soğutma Sıvısının Sıcaklığı	23
Şekil 4.2 Silindir Gömleği Sıcaklığının Aşınma Üzerindeki Etkisi [5]	24
Şekil 4.3 Karter Yağı Sıcaklığı.....	24
Şekil 5.1 Akü Geriliminin Ön Isıtma Süresince Düşmesi.....	26

TAŞITLARDA ÖN ISITICILAR, ISIL KONFORA ETKİLERİ VE ÖN ISITMA SÜRESİ OPTİMİZASYONU

ÖZET

Bu çalışmada; Ford Transit Connect'in dizel motorlu modelinde, taşıt tahrik sisteminden atılan ısıyı kullanmayıp, aracın yakıt deposundan çektiği yakıtı yakarak ısı üreten 5 kW gücünde bir ısıtıcının motor çalıştırılmadan kullanımının, ısı konfor üzerine etkileri ve bu ısıtıcının ön ısıtıcı olarak soğuk iklim şartları altında en çok güç tüketerek çalışacağı durumda araç aküsünü ne oranda tükettiği deneysel olarak belirlenmiştir.

Tez kapsamında yapılan bu deneysel çalışma için Ford Motor Company'nin Finlandiya'da yer alan kış testleri merkezinde 4 test yapılmıştır. Ön ısıtıcının, ısı konforu en düşük kalorifer fanı üfleme hızında ne oranda arttırdığını görmek için yapılan 2 testte ön ısıtıcı tamamen soğutulmuş bir araçta 30 ve 60 dakika çalıştırılmış ve ön ısıtma sürelerinin ardından yapılan 30 dakikalık 50 km/h sabit hızda sürüşler boyunca, aracın birinci ve ikinci sıra koltuklarında oturan 2'şer jüri üyesi ısı konfor seviyesini zamanın bir fonksiyonu olarak değerlendirmiştir. Jüri üyelerinin notları göstermiştir ki, araca ilk binildiği anda ve sürüş boyunca ön ısıtıcının çalışmadığı duruma karşılık çalıştığı zamanlarda ısı konfor seviyesinde artış olmuştur.

Ön ısıtma sisteminin, araçta kullanılabilecek yeterli yakıt ve elektriksel güç olduğu sürece, izin verdiği 120 dakikalık en uzun çalışma periyodunu, en çok güç tüketilen ön ısıtma ayarlarında taşıt aküsü destekleyememiştir.

Isı konfor ve akü dayanım testleri sonucunda elde edilen veriler kullanılarak, taşıt ve kullanıcı açısından en uygun ön ısıtma süresi saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isı Konfor, Ön Isıtıcılar, Ek Isıtıcılar

Bilim Kodu: 625

**PRE-HEATERS IN VEHICLES, EFFECTS ON THERMAL COMFORT
AND
PRE-HEATING DURATION OPTIMIZATION**

SUMMARY

In this study; the effects of running a 5 kW pre-heater, on thermal comfort and power consumption of the pre-heating system under severe running conditions were determined experimentally.

This experimental study was conducted in Ford Motor Company's cold climate test centre in Finland. The study based on a battery power consumption test and thermal comfort evaluations which were conducted during 30 minutes drives at a steady speed of 50 km/h in a completely soaked vehicle after 0, 30 and 60 minutes of pre-heating at the lowest possible heater blower setting. During the subjective maximum heater performance test, evaluators seated 2 by 2 in front and second row seats recorded their thermal comfort level as a function of time. The results showed that pre-heating improves thermal comfort.

Pre-Heating system of Transit Connect, which is able to run for 120 minutes when there is enough fuel and electrical power available on the vehicle, could not be supported by the vehicle starter battery under maximum power consumption settings.

By utilizing the thermal comfort evaluation tests results and battery power consumption figures, the optimum pre-heating duration was determined.

Keywords: Thermal Comfort, Pre-Heaters, Auxiliary Heaters

Science Code: 625

1. GİRİŞ

Otomotiv sektöründe hızlanarak gelişen rekabet ortamında, otomotiv firmaları müşterilerinin beklentilerini karşılamak için yeni teknolojiler geliştiriyorlar veya daha önce taşıtlarda kullanılmamış bir sistemi ürünlerinin beğenilirliğini arttırmak için, müşterilerine sunabiliyorlar. Geçmişte kendilerini otomobillerine uyduran yolcular ve sürücüler artık hızla değişen bir şekilde otomobillerin kendilerine uymalarını bekliyorlar.

Günümüz taşıt müşterilerinin geliştirilmesini beklediği özelliklerden biri olan kabin içi ısı konfor¹, taşıt ile seyahat eden insanların sadece genel konforlarını ve ürünün tercih edilirliliğini arttırmak açısından değil aynı zamanda sürüş ve trafik güvenliği açısından da önemlidir. Geçmişte havalandırma sistemleri dahi olmayan taşıtlar, gelişen rekabet ortamının değiştirdiği ve arttırdığı müşteri beklentilerini karşılamak için önce kabin içi ısıtma sistemleri ile ardından da kabin içi soğutma sistemleri ile donatıldılar ve artık çoğu model taşıtta ısıtma/soğutma sistemleri standart aksesuar olarak sunulmaya başlandı.

Ancak otomobilin tahrik sistemi yardımı ile çalışan bu sistemlerin kabin içini arzu edilen ısı şartlara getirebilme hızları; iklim şartlarına, trafik durumuna, yolcu sayısına, taşıt özelliklerine ve iklimlendirme sisteminin iç özelliklerine bağlı olarak istenmediği halde değiştiği için, kabin iç ısı konfor hala geliştirilmesi yönünde yoğun bir şekilde çalışılan bir taşıt özelliğidir.

Yakıt tüketiminin azaltılması yönünde yapılan çalışmalar ve yasal yaptırımlar nedenleri ile yeni motor teknolojilerinin uygulama alanlarının genişlemesi, dizel motorlarda yaygınlaşmaya başlayan Common Rail püskürtme teknolojisi sonucunda yanma verimi artması, yakıt tüketiminin azalması, artık günümüz dizel motorlarını taşıt ısıtma sistemleri için yeterli bir ısı kaynağı olmaktan çıkarmıştır. Yüksek verimli bu motorlara sahip taşıtlar ısı konforun sağlanabilmesi için ek ısı kaynaklarına ihtiyaç duymaktadırlar.

¹ Isıl Konfor: Ağırlıklı olarak, taşıt içi sıcaklık, hava dolaşım hızı ve nem oranı ile şekillenen ancak yolcuların subjektif yargıları ile seviyesini öğrendiğimiz bir taşıt özelliğidir. Bölüm 3.1'de açıklanmıştır.

Bu çalışmanın amacı: Dizel motorlu bir taşıtta, taşıt tahrik sistemlerinden bağımsız olarak ısı üreten bir ek ısıtıcının, motor çalıştırılmadan belirli süreler motor soğutma suyunu ısıtması için çalıştırılmasının soğuk iklim şartlarında yolcuların ısı konfora erişme sürelerini nasıl değıştirdiğini belirlemek; ön ısıtma yaparak yapılan testlerde elde edilen sonuçları, ön ısıtma yapmadan tekrarlanan testte elde edilen sonuçlarla karşılaştırıp, son kullanıcı açısından fayda olarak kabul edilecek kabin içinin ve motorun ısınmasının ve zarar olarak algılanacak akü kapasitesinin ön ısıtma süresince kullanılmasının miktarlarını ölçerek, ön ısıtma sistemi kullanım şartlarını belirlemektir.

Tez kapsamında yapılan testler Ford Motor Company'nin Finlandiya'nın kuzey bölgesinde, kutup dairesi içinde yer alan kış testleri merkezinde, Transit Connect model araç ile yapılmıştır.

2. TAŞITLARDA ÖN ISITMA TEKNOLOJİSİ

Zaman içinde otomobillerin kullanım kolaylıkları ve yolculara sundukları konfor seviyesi artmıştır. İnsanların üretilen ilk otomobilleri kullanırken giydikleri koruyucu kıyafetler, üstü kapalı otomobillerin üreilmeye başlanması ile yavaş yavaş ortadan kalkmıştır. Kabin içini ısıtma sorunu basit ve şık bir şekilde motorda ortaya çıkan atık ısının kullanılması ile çözülmüştür.

Motor soğutma sıvısı devresi üzerine yerleştirilen ısı değiştiricileri 1930'lu yıllarda piyasaya sunulmuştur [4]. Bu tip ısı değiştiriciler Avrupa ülkelerinde üretilen taşıtlarda 1950'li yıllarda başlayarak standartlaşmıştır. Aynı dönem içerisinde ABD'tinde klima sistemleri yaygınlaşmaya başlamış ve günümüzde endüstri standardı haline gelmiştir. Bu gelişim Avrupa'da daha yavaş olmuş, klima uzun bir süre lüks modellerde sunulan bir sistem olmuştur.

Taşıtlarda kullanılan iklimlendirme sistemlerinde yaşanan bu gelişim günümüzde yolcuların konforlu bir ortam içerisinde seyahat etmesini sağladıysa da, yolculuğun ilk dakikalarında taşıtlar hala çok sıcak veya çok soğuk olabilmekte, pahalı iklimlendirme sistemleri müşteri memnuniyetini beklenen ölçüde arttırmamaktadır.

2.1. Ön Isıtıcılar İdeal Taşıt Isıtıcısı Olabilirler mi?

Bir taşıt ısıtma sisteminde olması istenen özellikler; hızlı, doğa dostu, verimli, hafif, küçük ve otomatik olmasıdır [4]. Taşıt yakıt sisteminden beslenen ve ön ısıtma fonksiyonuna sahip bir ek ısıtıcı² yukarıda sıralanan özellikleri karşılamaya adaydır.

Taşıt yakıtının yüksek enerji kapasitesinin sağladığı fayda yanında taşıt üzerinde hali hazırda bulunan elektrik enerjisi kaynağı, kullanıma hazır ısı değiştirici ve hava dolaşım kanalları bu tip bir ısıtıcının tercih edilmesi için gerekli koşulları oluşturmaktadır.

² Ön ısıtma fonksiyonuna sahip ek ısıtıcılar, bu noktadan sonra ön ısıtıcı olarak anılacaktır

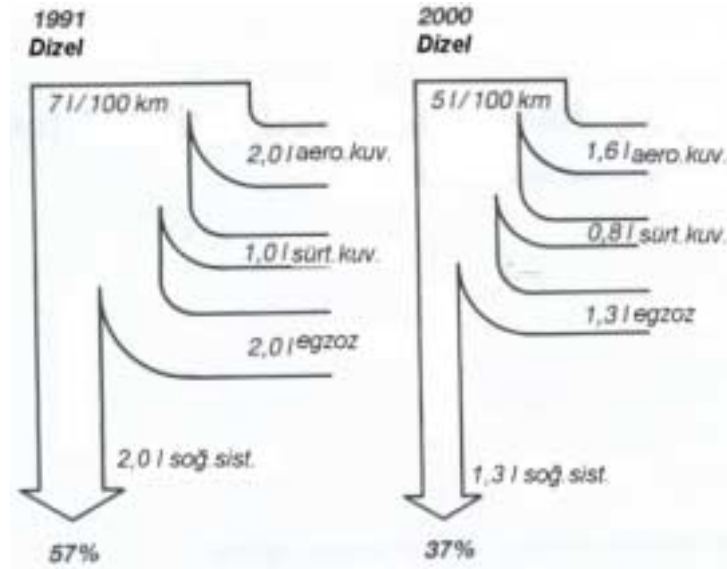
2.2. Ön Isıtıcılar ve Taşıt Tasarımı

Standart taşıt ısıtma sistemlerine eklenecek bir ön ısıtıcı taşıt tasarımı açısından da yeni fırsatların doğmasına neden olacaktır.

Günümüz kalorifer sistemleri, soğuk bir günde yolcu kabinini hızla ısıtacak şekilde tasarlanmış, bu yüzden de önceden ısıtılmış bir kabini konforlu noktada tutmaya yetecek güçten daha fazlasına sahiptirler. Ön ısıtıcı, kalorifer sisteminin ihtiyaç duyulan kapasitesini düşürülebileceğinden, kalorifer sistemin boyutları küçülecek, tepki hızı artacak ve küçük boyutlar taşıt göğüsü içerisine tasarımcının klima evaporatörünü, yan camlar ve arka koltuklar için daha büyük hava kanallarını yerleştirmesi için ihtiyaç duyduğu hacimi arttıracaktır.

Taşıt üzerinde ek bir ısı kaynağı olduğu için daha çabuk ısınan motor, daha az egzoz emisyonları üretecek, daha az yakıt tüketecek ve daha az aşınacaktır.

Günümüzde üretilen dizel araçlarda, soğuk iklim koşullarında kalorifer sistemine, kabin içini arzu edilen ısı konfor seviyesine ulaştırmak için yeterli ısı enerjisini atmayan, Common Rail püskürtme sistemli motorlar vardır. Motor teknolojisindeki bu gelişim yakıt tüketimini azaltmasına rağmen, bu gelişim ısı konforun azalmasına neden olacak şekilde olmuştur. Bir otomobil müşterisinin, kalorifer sisteminden beklediği minimum performansı karşılamak, ve motoru ideal çalışma sıcaklığına hızla çıkarıp o noktada tutarak aşınma ve emisyonları azaltmak, ek ısıtıcıların kullanımını zorunlu hale getirmiştir.



Şekil 2.1 Dizel Motorlarda Yakıt Tüketiminin Dağılımı [4]

Şekil 2-1'de de gösterildiği gibi, 90'lı yıllarda elektronik kontrol sistemlerinin ve yeni püskürtme sistemlerinin kullanımının genele yayılması, dizel motorların ortalama

yakıt tüketimlerini yaklaşık %28 oranında, atık ısı olarak motorda harcanan enerji ise %35 oranında azalmıştır.

Sürdürülen motor geliştirme çabalarının sonucunda arttırılan motor verimini, yolcu kabinini ısıtmak için motordan daha fazla ısı atarak azaltmak bütün bu çalışmaları anlamsız kılacaktır. Bunun yanında üst limitleri her sene azalan egzoz emisyonları ile ilgili kanunlara uymak çabasında olan otomobil endüstrisi, nispeten verimsiz bir ısıtıcı olan motoru yolcu kabinini ısıtmak için kullanmayacaktır.

2.3. Soğukta İlk Çalışma

Merkezi ısıtma sistemlerinin rahatlığına alışmış olan günümüz insanı, soğuk bir günde sıcak bir ortamdan çıkarak bindiği taşıtını, kalorifer sistemi ısınıp taşıt içinde arzulan sıcaklığa getirene kadar, yolcular taşıt içindeki nispeten konforsuz iklim içinde seyahat etmek zorundadır, ve bu zaman dilimi içerisinde hareket kabiliyetini kısıtlayan kışlık kıyafetlerinin içinde, gün geçtikçe kalabalıklaşan trafikte; hızla buğu ile kaplanan camı temizlemek için önlem almak, kabinin çabuk bir şekilde ısınması için kalorifer ayarlarını değiştirmek ve aynı zamanda güvenli bir şekilde taşıtı yönetmek zorundadır.

Soğuk bir günde motoru çalıştırmak ise ikinci bir sorundur. Yüksek yakıt tüketimi, motor parçalarının yıpranması, artan egzoz emisyonları, taşıt kullanıcılarına ek maliyetler çıkartacaktır.

Bu sorunlar yolculuk öncesi yolcu kabininin ve motorun ısıtılması için araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bu sorunun en basit çözümü olan motoru boşa ısınana kadar çalıştırmak ise Avrupa ülkelerinin çoğunda yasaktır. Bu gelişmelerin ardından Almanya'da yakıt ile çalışan motordan bağımsız ek ve ön ısıtıcılar yaygınlaşmıştır.

İki ana tipi olan bu ısıtıcılardan havayı ısıtan tipleri ile doğrudan yolcu kabini ısıtılabilceği gibi, suyu ısıtan tipler ile de önce motor soğutma sıvısı ısıtılıp daha sonra kalorifer fanı kullanılarak yolcu kabini ısıtılıp, camlar buğudan arındırılabilir. Ancak bu sistemlerinden beklenen özellik sistemlerinin otomatik çalışabilmesidir.

2.4. Ön Isıtıcı Alt Sistemleri

Bir ön ısıtıcı sisteminin analizi altı konu incelenerek yapılabilir: yakıt sistemi, hava emiş sistemi, soğutma sıvısı, ateşleme, kontrol ve ısı transferi [3]. Her bir konu ile

ilgili olarak değişik tasarımlar mevcuttur. Bu konuların birbirleri ile ilişkileri ve nasıl biraraya gelecekleri son ürünü şekillendirir.

2.4.1. Yakıt Sistemleri

Ön ısıtıcılarda kullanılan yakıt sistemleri düşük ve yüksek basınçlı sistemler olarak iki ana gruba ayrılır. Düşük basınçlı bir sistem yakıt emme borusu, yakıt iletim borusu, ve pompadan oluşur. Pompa yakıt miktarını kontrol ettiği için çalışma frekansı kritiktir.

Yüksek basınçlı (7 bar) yakıt sistemleri ise; yakıt emme borusu, yakıt iletim borusu, yakıt filtresi, enjektör, enjektör ısıtıcısı ve yakıt tahliye borusundan oluşur. Bu sistemlerde yakıt miktarı sistem basıncının kontrolü ile belirlenir.

2.4.2. Hava Emiş Sistemleri

Ön ısıtıcılarda hava emiş sistemlerini fan ve doğru akım motoru oluşturur. Fan tiplerindeki çeşitlilik, fan üzerinde yer alan kanatların tasarımı ve fanın tahrik tipi (kayışlı, direk) ile ilgilidir.

2.4.3. Isı Değiştirici

Isı değiştirici sistem; bir devirdaim pompası, su ceketinde yer alan bir ısı değiştirici, sıcaklık sensörü ve hortum bağlantılarından oluşur. Pompa tipi ve karakteristikleri farklılıklar gösterir. Sıcaklık sensörü sistem kontrolü içindir, sıcaklık sensörü sistemin soğutma sıvısının sıcaklığını kontrol ederek sistemi açar veya kapatır.

2.4.4. Ateşleme Sistemi

Ön ısıtıcılarda kullanılan ateşleme sistemleri elektrik arklı veya dirençlidir. Dirençli ateşleme sistemleri, düşük basınçlı yakıt sistemleri olan ön ısıtıcılarda kullanılır. Direnç elemanı seramik veya metal olabilir.

Elektrik arklı sistemler yüksek basınçlı yakıt sistemine sahip ön ısıtıcılarda kullanılır. Bu sistemlerin ihtiyaç duyduğu yüksek gerilim ateşleme bobini vasıtası ile üretilir.

Ateşleme sistemi sadece ön ısıtıcının çalıştığı ilk anda devreye girdiğı ve yakıt alev aldıktan sonra ateşlemeye ihtiyaç duyulmadığı için, ateşleme sistemleri ön ısıtıcıların ana enerji tüketen sistemleri değillerdir.

2.4.5. Kontrol Sistemi Tasarımı

Kontrol sisteminin amacı bütün ön ısıtıcılar için aynı olmakla beraber, sistem ayarları diğer alt sistemlerin tipine bağlı olarak değişiklikler gösterir. Ön ısıtıcı kontrol sistemleri, röle veya mikro işlemci kontrollü olabilir. Kontrol sisteminin karmaşıklığı, ön ısıtıcıdan beklenen dayanıklılık, fonksiyon zenginliği ve maliyet hedeflerine göre değişir. Bir ön ısıtıcı kontrol sistemi kontrol ünitesi, açma/kapama anahtarı, sıcaklık sensörü, su pompası, yakıt pompası, fan motoru, termostatlar, ve kontrol saatinden oluşur. Sisteme uzaktan kumanda üniteside entegre edilebilir.

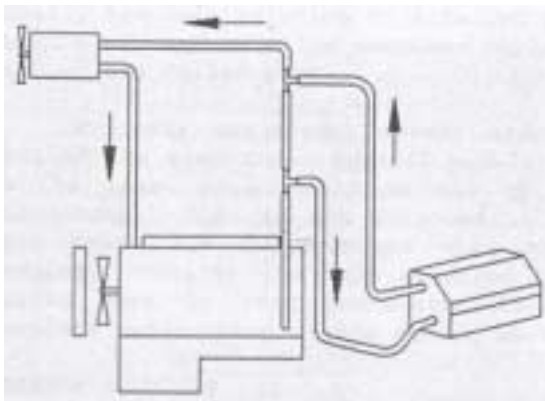
2.5. Taşıtlarda Ön Isıtıcı Montajı

Bir çok taşıt sistemi için olduğu gibi, doğru montaj ön ısıtıcılar içinde kritiktir. Yanlış montaj; düşük performans ve aşırı bakım, müşteri memnuniyetsizliğine neden olur.

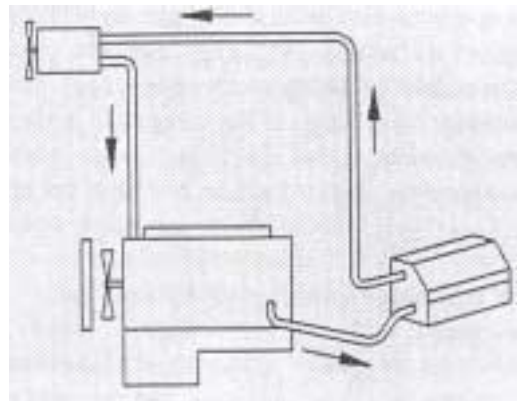
Bütün alt sistemler gözönüne alındığında yakıt besleme sistemi en kritik olanıdır. Doğru bir montajda; bütün yakıt boruları hava toplanmasına neden olmayacak kadar düzgün, bütün bağlantılar hatasız, borular hasarsız olmalıdır.

İkinci önemli alt sistem ise elektrik sistemidir. Ön ısıtıcı sistem fiziksel olarak doğru bir şekilde araç üzerine takılsa dahi, elektrik sistemindeki hatalar: yanlış kablo seçimi, yanlış terminal seçimi, terminallerin korozyona uğraması, voltaj düşüklüğü tüm sistemin doğru bir şekilde çalışmasına engel olur.

Ön ısıtma sistemlerinin ısıtıcı ünitesi motor soğutma sıvısı devresine iki farklı şekilde, seri veya paralel olarak bağlanır.



Şekil 2.2 Paralel Konfigürasyon [3]



Şekil 2.3 Seri Konfigürasyon [3]

2.6. Transit Connect Ön Isıtıcı Sistemin Çalışması

Sistem çalışma sinyali kontrol sistemi üzerinde yer alan 2 üniteden alır, bunlardan birincisi, taşıt motoru çalıştığı zaman devrede olan dış sıcaklık sensörüdür. Araç çalıştığı anda veya yolculuk sırasında dış sıcaklık 8°C'nin altına düştüğü zaman sensör, ısıtıcıya çalış sinyali gönderir. Sisteme ikinci çalış sinyali gönderen kaynak ise taşıt göğüsü üzerine monte edilmiş olan elektronik kontrol saatidir, bu saat 24 saatlik bir periyot içerisinde, sisteme en fazla 3 farklı zamanda çalışma sinyali gönderebilecek şekilde ayarlanabilir ve sistem çalışmaya başladıktan sonra ne kadar süre ile ısıtıcının devrede kalacağı kontrol edilebilir. Isıtma süresi 10 ile 120 dakika arasında ayarlanabilmektedir. Çalışma sinyali alan sistemde fonksiyonlar şu şekilde çalışır.

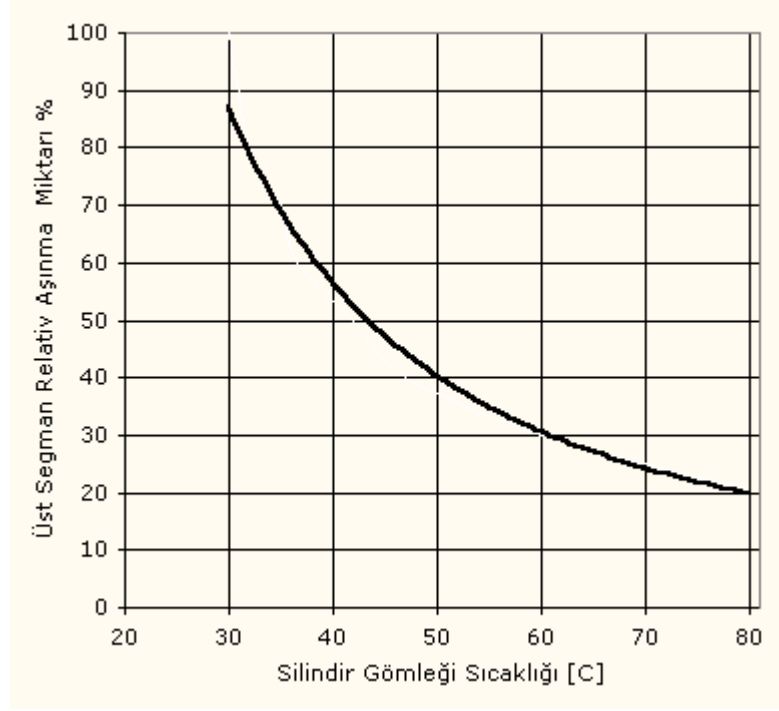
- 1- Isıtıcı elektrik devresi anahtarı açılır.
- 2- Ateşleme öncesi; hava emiş fanı, püskürtme sistemi ısıtıcısı, yakıt pompası, aşırı ısınma sensörü, alev kontrol sensörü kontrol edilir. (1, 2 saniye)
- 3- Sistem çalışır; yanma odasına hava emilir, püskürtme sistemi ısıtılır, yakıt pompası çalışır.
- 4- Alev sensörü alev var sinyali gönderir, püskürtme sistemi ısıtma devresi kapanır.
- 5- Isıtıcı, soğutma sıvısı sıcaklığı 80 °C'a ulaşınca yarım güç moduna geçer, soğutma sıvısı sıcaklığı 85 °C'a ulaşınca yakıt pompası ve hava emiş fanı kapanır, su pompası çalışmaya devam eder. soğutma sıvısı sıcaklığı 70°C'a düşünce ısıtıcı yeniden devreye girer. Sistem programlanan süre boyunca kullanıcı tarafından kapatılmadığı sürece bu şekilde çalışmaya devam eder.

2.7. Ön Isıtıcının Motor ve Egzoz Emisyonu Üzerine Etkileri

Ön ısıtma sistemi soğutma sıvısı devresi üzerinde çalıştığı için, sistemin çalışması ile beraber, ön ısıtıcı devirdaim pompası, soğutma sıvısını motordan çekerek, ısıtıcının içine basar, ısıtıcıdan çıkan sıvı, kaloriferin ısı değiştiricisi üzerinden geçtikten sonra motora girer. Soğutma sıvısının sıcaklığının artması ile beraber, motor bloğu ve silindir kafaları ısınmaya başlar.

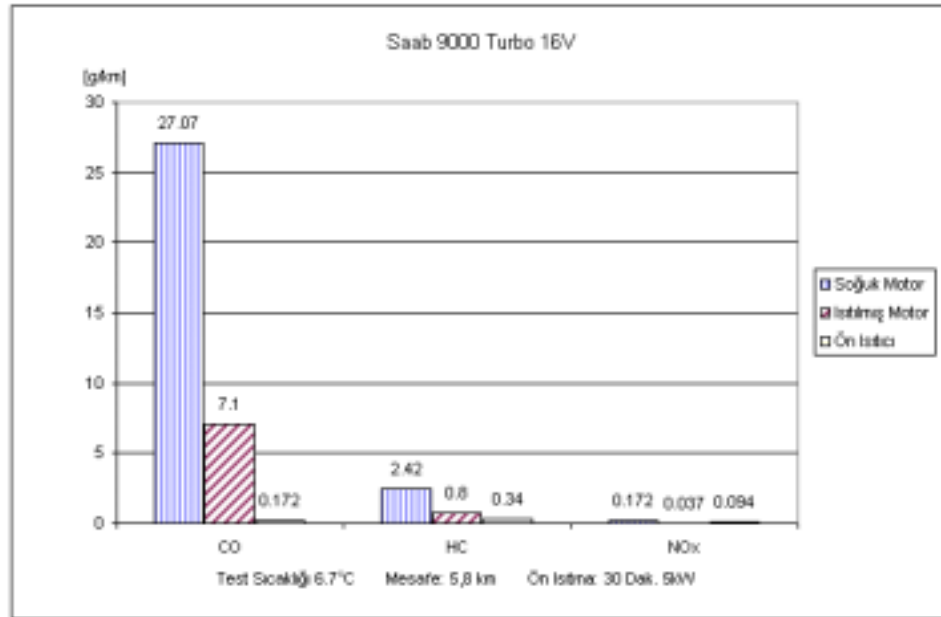
Segman aşınması üzerine yapılan bir çalışma ön ısıtma yapılmış bir motorda düşük silindir gömleği sıcaklıklarında aşınmanın hızla arttığını göstermiştir. 40°C'ın

altındaki sıcaklıklarda 90°C sıcaklıktaki silindir gömleği üzerinde çalışan kompresyon segmanının 5 kat daha az aşındığı ölçülmüştür. Motor bloğunu ön ısıtıcı ile ısıtmak aşınmayı büyük oranda azaltacaktır.



Şekil 2.4 Silindir Gömleği Sıcaklığının Aşınma Üzerindeki Etkisi [5]

Egzoz emisyonları açısından da ısınan motor nedeni ile beklenen iyileşme, benzinli bir motorda yapılan ölçümlerin sonuçlarında Şekil 2.5'te görülebilir.

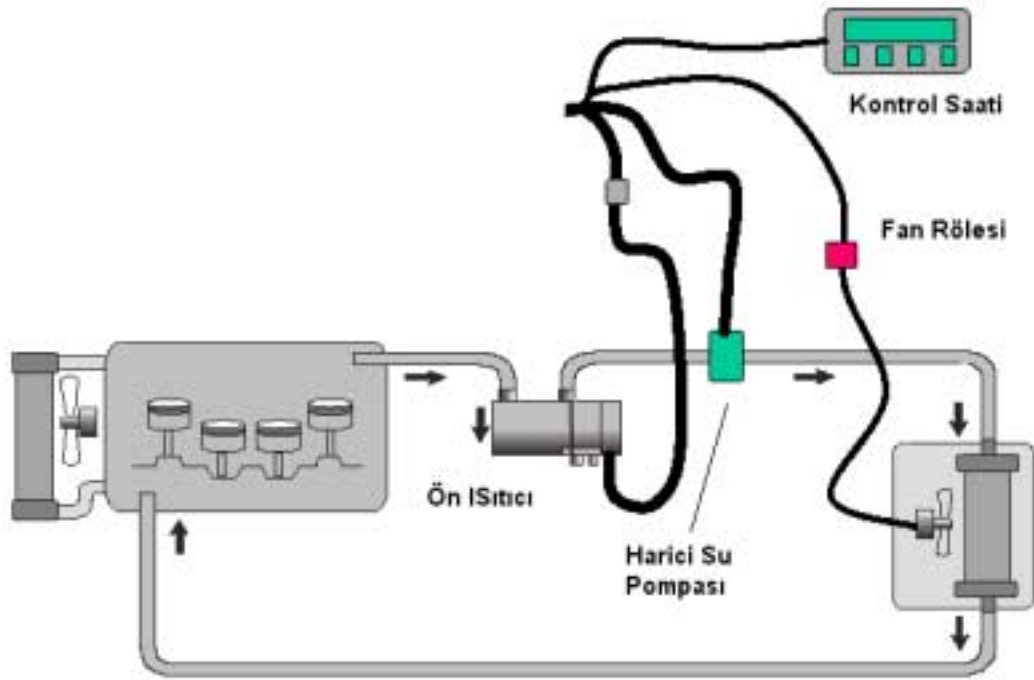


Şekil 2.5 Ön Isıtmanın Egzoz Emisyonlarını İyileştirmesi [4]

Grafikte görüldüğü gibi, soğuk motor bloğunun yanma verimini düşürmesi nedeni ile ısıtılmamış motor, ısıtılmış motordan yaklaşık 4 kat daha fazla CO, 3 kat daha fazla HC üretmektedir. Motorda yanma odası sıcaklıklarının araç çalıştıktan kısa bir süre sonra yükselmesi nedeni ile NOx emisyon değerlerinde artış olmaktadır.

2.8. Transit Connect Ön Isıtıcı Sistemi

Transit Connect Ön ısıtıcısı düşük basınçlı yakıt pompalı, seramik püskürtme sistemi ısıtıcılı, harici devirdaim pompalı, ön göğüs üzerinde yer alan elektronik kontrol saatli bir sistemdir.



Şekil 2.6 Transit Connect Ön Isıtıcı Montaj Şeması

Ön ısıtıcının tam güç ısıtma kapasitesi 5 kW, yarım güç ısıtma kapasitesi 2.4 kW, yakıt tüketimi tam güçte 0.62 l/h, yarım güçte 0.3 l/h, ön ısıtıcının ısı değiştiricisinin hacimi 0.13 l, sistemin debisi ise 300 l/h'dir.

Kontrol saati, sistemi en az 10 en fazla da 120 dakika çalıştırabilecek şekilde programlanabilmektedir.

3. ISIL KONFOR TESTİ

3.1. Isıl Konfor Nedir?

İnsan, her zaman ısı olarak konforlu olduğu ortamlar yaratmıştır. Bu eğilim oturduğumuz evlerden başlayarak, çalışma ortamlarına ve taşıtlara kadar genişlemiştir. Otomobil pazarında da genel taşıt konforuna önem veren müşteri kesiminin endüstriyi kontrol etmeye başlaması ile genel taşıt konforunun bir alt konusu olan ısı konfor, otomobil endüstrisinde üzerinde yoğun olarak çalışılan ve hala uygulama alanı genişlememiş uygulamaları olan bir dal olmuştur.

Isıl konfor ISO 7730 standartında "ısı ortamdan memnun olma hali" [1] olarak tanımlanmaktadır. Her ne kadar ısı konfor değerlendirmeleri subjektif sonuçlarsa da, soğuk ve sıcak hakkında bir toplumsal fikir birliğı oluşmuştur. Bu fikir birliğı sonucu olarak, soğuk diye adlandırılan ısı ortamda insanlar ısı kazanmak, sıcak olarak isimlendirilen ortamda ise insanlar ısı kaybetmek isterler.

Isıl konfor, ortam sıcaklığı, nem oranı, giyilen kıyafet ve ortamdaki hava hızının bir fonksiyonudur. Bu fiziksel değerlerin yanında etkili olan psikolojik etkilerde sonuçlar üzerinde etkili olabilir.

Isıl olarak konforlu olmak için iki gerek şart sağlanmalıdır. İlk olarak deri sıcaklığı ile vücut iç sıcaklığı ısı olarak dengede olmalıdır. İkinci olarakda metabolizmanın ürettiğı ısı, vücuttan kaybedilen ısıya eşit olmalıdır. Deri sıcaklığı, vücut iç sıcaklığı ve metabolik hızın birbirleri ile ilişkileri deneysel çalışmaların istatistiksel analizleri ile elde edilmiştir.

3.2. Test Prosedürü

Ford Motor Company tarafından geliştirilmiş olan, otomobil müşterilerinin günlük kullanım alışkanlıkları incelenerek, ısıtma sisteminin kendi kendini ısıtmasını etkileyen değışkenlerin değerlerini belirleyen, soğuk iklim şartlarında günün ilk kullanımı süresince sürücü ve yolcuların ısı konforlarının saptanmasını sağlayan standart test prosedürü, Transit Connect model araç için yapılan ön ısıtıcı performans değerlendirmesi testlerinde kullanılmıştır. Bölüm 3.2.1'de testler süresince uyulan prosedür verilmiştir.

Ön ısıtıcılı araçta, ısı konforun araç çalıştırılmadan yapılacak ön ısıtma nedeni ile ne oranda artacağını belirlemek için 3 test planlandı. Birinci testte ön ısıtma sistemi 30 dakika çalıştırdıktan sonra, jüri üyeleri test prosedürüne uygun şekilde 30 dakika süren kalorifer sistemi ısınma performansı testini gerçekleştirip ısı konforlarını kayıt ettiler. İkinci testte ön ısıtma sistemi 60 dakika çalıştırılıp, bir önceki testte olduğu gibi kalorifer performansı ısı konfor değerlendirme ile belirlendi. Üçüncü olarak da ön ısıtma yapılmadan ısı konfor değerlendirme testi yapıldı. Testler sırasında ısı konfor değerlendirme Bölüm 3.2.2'de verilen notlama sistemi ile yapıldı.

3.2.1. Test Prosedürü

- Kalorifer sistemi tasarım noktasında çalışmalıdır.
- Her bir otuma sırasında 2 adet jüri üyesi oturmalıdır.
- Normal kışlık elbise giyilmelidir. Kutup iklimi kıyafetleri giyilmemelidir. Farklı testlere jüri üyeleri aynı kıyafetlerle katılmalıdır.
- Kalorifer sistemi dış hava emiş noktasına, kalorifer sıcaklığı maksimuma, üfleme yönü buğu çözme moduna, üfleç hızı en yüksek değere, ayarlanmalıdır. Testin 5.dakikasında üfleme yönü ayaklara yönlendirilmelidir.
- Karter yağ sıcaklığı -12°C 'a düşene kadar araç soğutulmalıdır.
- Jüri üyeleri araca binmeden önce araç dışarısında test başlamadan önce 5 dakika beklemelidirler. Bekleme sırasında jüri üyelerinin ısınmasına neden olacak aşırı fiziksel hareketlere izin verilmemelidir. Bütün jüri üyeleri aynı şartlar altında beklemelidir.
- 5 dakika sonunda jüri üyeleri araca aynı anda binmeli ve ilk konfor notunu kayıt etmelidirler.
- Test süresince her 2 dakikada bir jüri üyeleri konfor notlarını kayıt etmelidirler.

3.2.2. Notlama Sistemi

Tablo 3.1'de yer alan notlama sistemi, soğuk çalışmada maksimum kalorifer performansı testi için kullanılmaktadır.

Tablo 3.1 Isıl Konfor Değerlendirme Notları Tanımları

Not	Isıl Konfor Seviyesi	Tanım
9	Çok Sıcak	Dayanılmaz rahatsızlık hissi
8	Sıcak	Rahatsızlık hissi
7	Ilık	Makul rahatsızlık hissi
6	Konforlu-Hafif Sıcak	Konfora yakın, ama biraz sıcak
5	Konforlu	Keyifli, sıcaklıkla ilgili bir şikayet yok
4	Konforlu-Hafif Serin	Konfora yakın ama biraz serin
3	Serin	Makul rahatsızlık hissi
2	Soğuk	Rahatsızlık hissi
1	Çok Soğuk	Dayanılmaz rahatsızlık hissi

3.3. Kalorifer Performansı Analizi

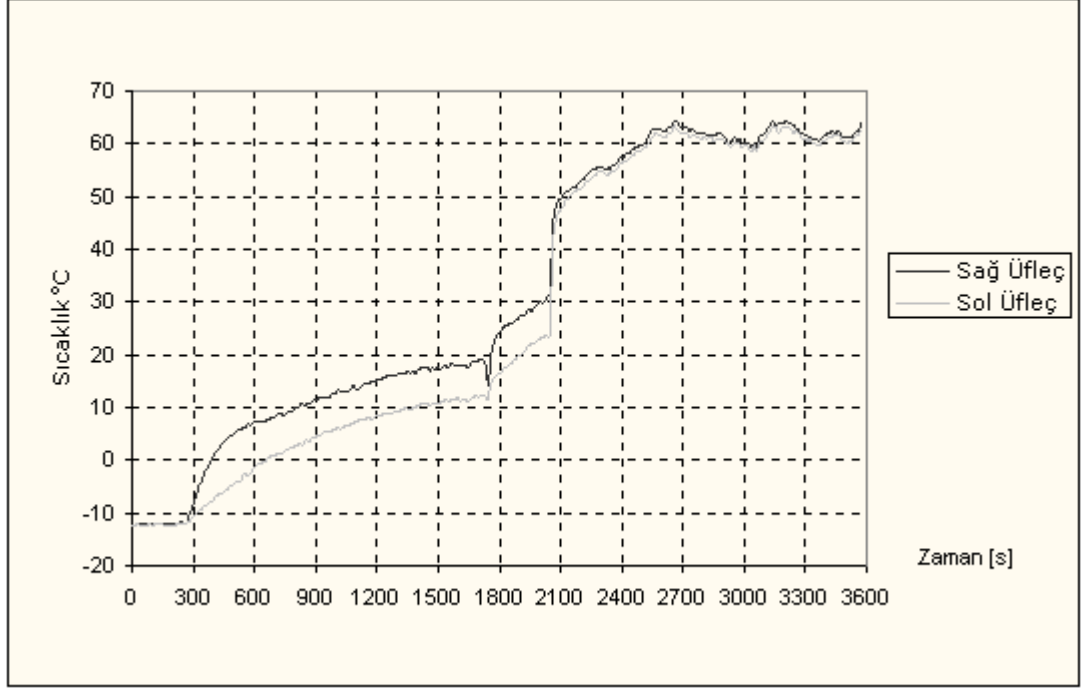
Taşıtlarda kullanılan ısıtma sistemleri sadece sürekli çalışma şartları altında değil aynı zamanda geçiş çalışma şartları altında da ısıl konfora bir an önce ulaşılmasını sağlamak üzere tasarlandıklarından, ısıl konfora erişilmiş bir ortamı o noktada tutacak gerekli güçten daha fazlasını sahiptirler. Ancak soğuk iklim şartlarında kalorifer sistemi ısınıp, kabin içine sıcak hava üfleyerek, kabin içini ısıl olarak konforlu noktaya getirene kadar kadar bir süre geçer. Bu süre, iklim şartlarına, ısıtma sistemin tasarım kriterlerine, müşterinin tercih ettiği kullanım ayarlarına, taşıtın seyir hızına, ortalama motor devirine ve motor tipine bağlı olarak değişiklikler gösterir.

Transit Connect ile gerçekleştirilen ön ısıtma sisteminin çalıştırılarak yapıldığı testlerde elde edilen sonuçlar Bölüm 3.3.1 ve 3.3.2'de verilmiştir.

3.3.1. 30 Dakika Ön Isıtmalı Testte Kalorifer Performansı Analizi

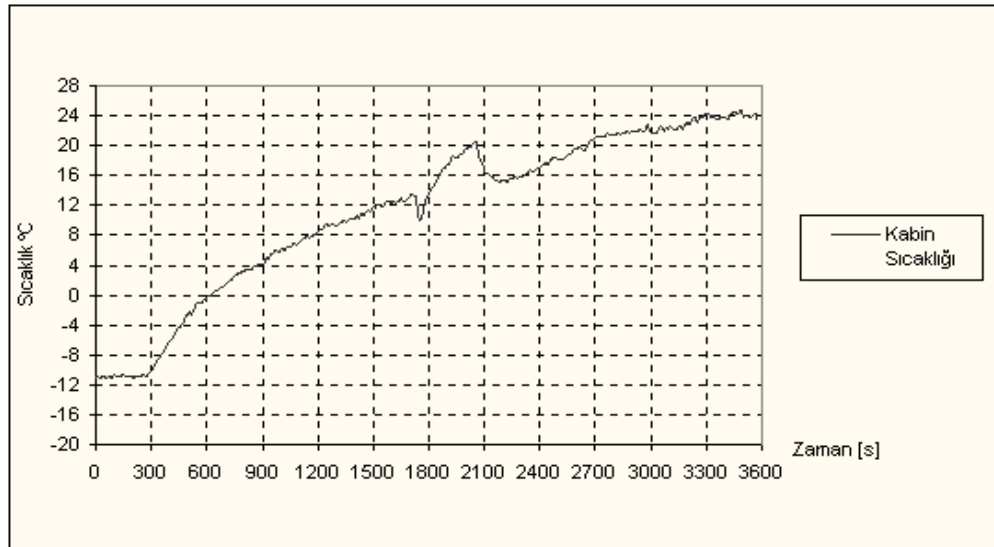
Test 3 Şubat 2002 tarihinde yapıldı. Taşıt yaklaşık 20 saat süre ile dış ortamda bekletilerek karter yağı sıcaklığının -12°C 'nin altına düşmesi sağlandı. Jüri testi başlamadan önce ön ısıtıcı 30 dakika çalışma süresi programlanarak çalıştırıldı. Üfleç yönleri cama, üfleme hızı 1/4 moduna getirildi, 30 dakika bitiminde taşıt ile test prosedürüne uygun bir şekilde ısıl konfor testi yapılırken, taşıt üzerinde, ön ve arka üfleç çıkışlarına, 2.sıra ayak boşluğuna, 2.sıra koltukta nefes alma seviyesine, ısı değiştirici giriş ve çıkış noktalarına, sıcaklık ölçerler yerleştirilerek sıcaklık ölçümü

yapıldı. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de gösterilen grafikler testte ile elde edilmiş veriler ile çizilmiştir.



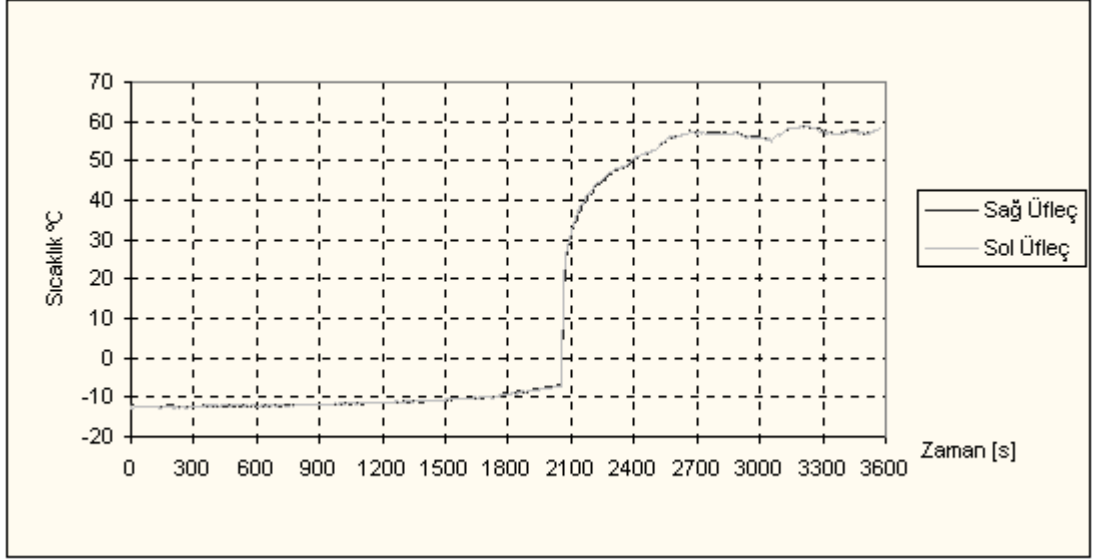
Şekil 3.1 Ön Üfleçler Hava Çıkış Sıcaklıkları

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi ön ısıtma sisteminin kalorifer fanına aç sinyalini göndermesi ile beraber, motordan bağımsız olarak çalışan ön ısıtıcının ısıttığı kalorifer sistemi, kabin içine sıcaklığı zamanla artan bir şekilde hava üflemeye başlamıştır. Üfleçlerden üflenene ortalama hava sıcaklığı -12°C 'den başlayarak 10.dakikada 3.5°C 'a, 20.dakikada 12°C 'a, 30.dakikada ise 14.5°C 'a yükselmiştir.



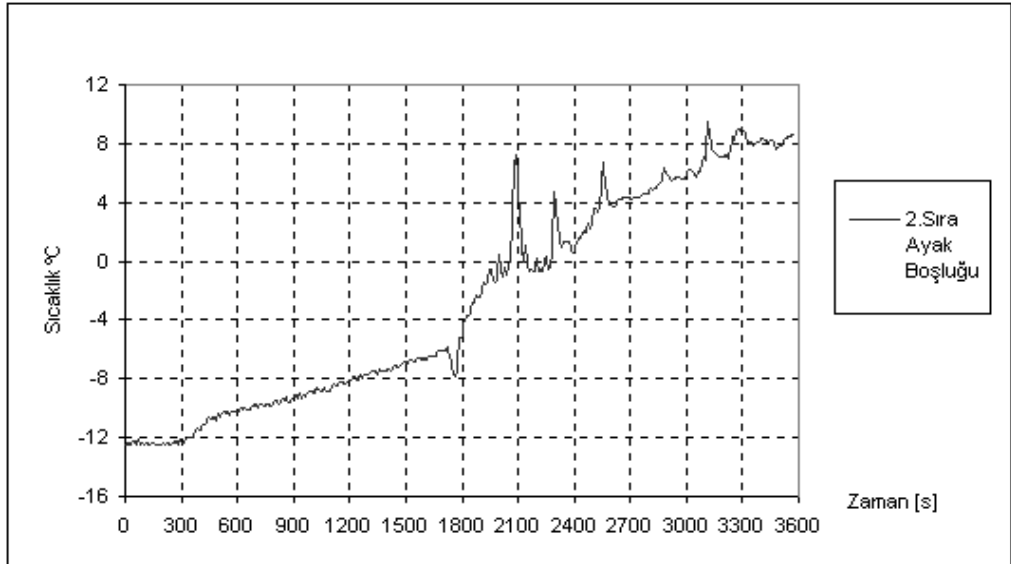
Şekil 3.2 Kabin Sıcaklığı

İkinci sıra koltukta nefes alma seviyesinde bulunan sıcaklık ölçer ile ölçülen kabin sıcaklığı ise benzer bir artış göstererek, Şekil 3.2'de gösterildiği gibi 10.dakikada 0°C'a, 20.dakikada 9°C'a, 30.dakikada ise 13°C'a yükselmiştir.



Şekil 3.3 İkinci Sıra Koltuk Üfleçleri Hava Çıkış Sıcaklıkları

Şekil 3.3'te gösterildiği gibi üfleme yönünün cam seçilmesi nedeni ile ön ısıtma süresince üfleçlerden hava çıkmamıştır ancak testin 5.dakikası sonunda üfleme yönünün ayaklara çevirilmesi ile hava çıkış sıcaklıkları hızla artmıştır.



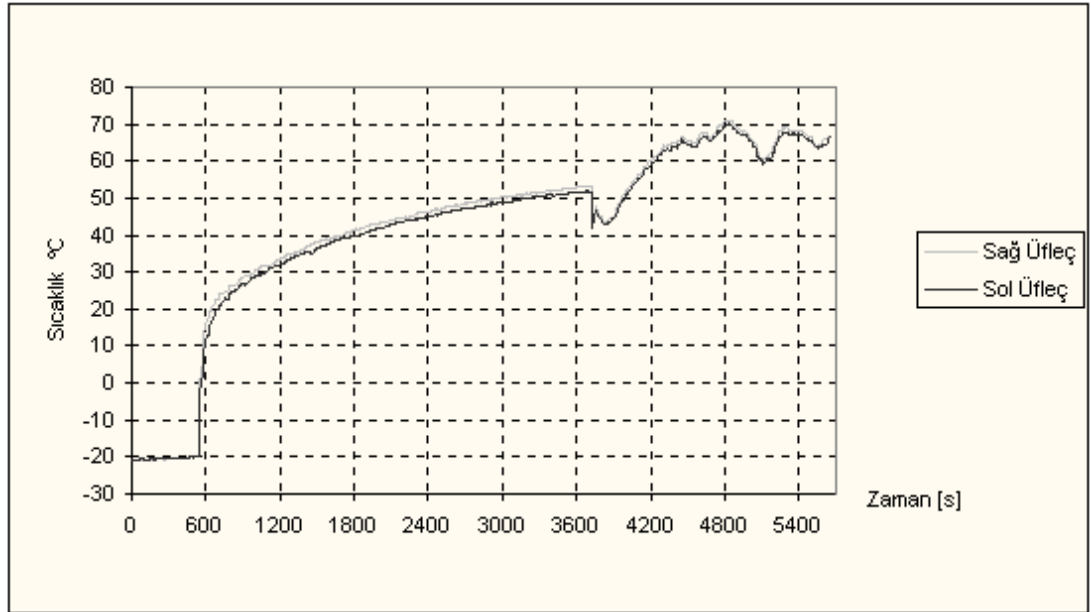
Şekil 3.4 İkinci Sıra Ayak Boşluğu Sıcaklığı

İkinci sıra koltuk ayak boşluğunda ölçülen hava sıcaklığı ön ısıtma süresince belirgin bir artış göstermemiş ancak testin 5.dakikasında, üfleme yönünün ayaklara çevrilmesi ile sıcak hava ayak bölgesine yönlendirilmiştir.

3.3.2. 60 Dakika Ön Isıtmalı Testte Kalorifer Performansı Analizi

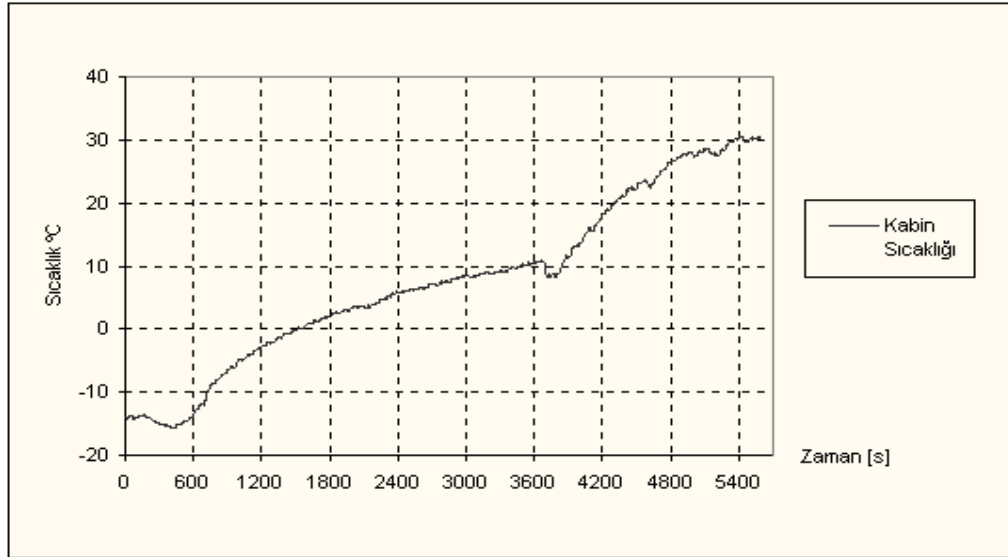
Test 4 Şubat 2002 tarihinde yapıldı. Meteoroloji servisinden bir gün önce alınan sıcaklık artışı bilgisine dayanarak, araç -20°C sıcaklıkta soğuk odada bu test için soğutuldu. Ön ısıtıcı soğuk odada 60 dakika süre ile çalıştırıldı. Testin 55. dakikasında jüri üyeleri soğuk odaya girerek soğudular ve 60.dakikada araç içine girerek 30 dakika sürecek ısı konfor değerlendirmesine başlandı.

Şekil 3.5'te gösterildiği gibi ön ısıtma sisteminin kalorifer fanına aç sinyalini göndermesi ile beraber, motordan bağımsız olarak çalışan ön ısıtıcının ısıttığı kalorifer sistemi, kabin içine sıcaklığı zamanla artan bir şekilde hava üflemeye başlamıştır. Üfleçlerden üflenen hava sıcaklığı -20°C 'tan başlayarak 20.dakikada 32°C 'a, 40.dakikada 45°C 'a, 60.dakikada ise 52°C 'a yükselmiştir.



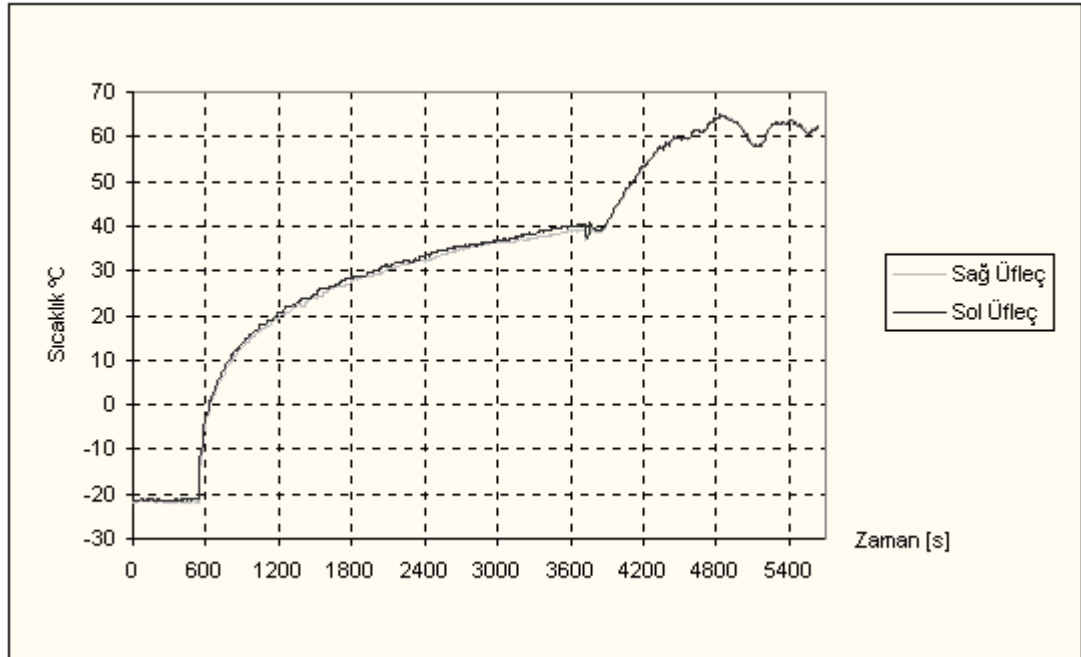
Şekil 3.5 Birinci Sıra Koltuk Üfleçleri Hava Çıkış Sıcaklıkları

İkinci sıra koltukta nefes alma seviyesindeki sıcaklık ölçer ile ölçülen kabin sıcaklığı ise benzer bir artış göstererek, Şekil 3.6'da gösterildiği gibi 20.dakikada -4°C 'a, 40.dakikada 7°C 'a, 60.dakikada ise 11°C 'a yükselmiştir. 60 dakika ön ısıtmalı kalorifer performansı testinde üfleme yönü ayak/cam olarak seçilmiş, üfleme hızı ise 1/4'e ayarlanmıştır.



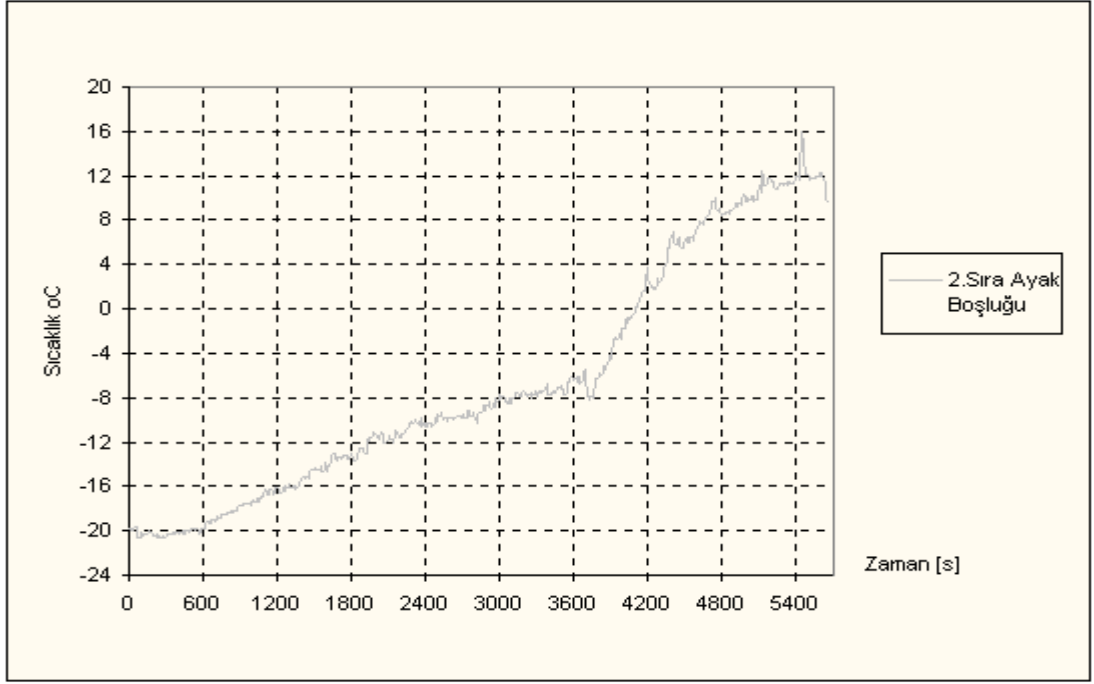
Şekil 3.6 Kabin Sıcaklığı

İlk testten farklı olarak, Şekil 3.7'de gösterildiği gibi üfleme yönü ayak/cam seçildiği için ikinci sıra koltuk üfleçlerinden fanın çalışması ile beraber sıcak hava üflenmeye başlamıştır.



Şekil 3.7 İkinci Sıra Koltuk Hava Üfleçleri Çıkış Sıcaklıkları

Üfleme yönünün farklı seçilmesi etkisini ikinci sıra koltuk ayak boşluğunda ölçülen hava sıcaklığının, fanın çalışması ile beraber artışı ile göstermiştir. Sıcaklık değişimi Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 İkinci Sıra Koltuk Ayak Boşluğu Sıcaklığı

3.3.3. Ön Isıtmalı ve Ön Isıtmasız Kalorifer Performansı Karşılaştırılması

Ön ısıtmalı ve ön ısıtmasız kalorifer sistemlerinde performans karşılaştırılması yapılırken analiz edilmesi gereken ana veri kabin içi sıcaklık değişimidir. Kalorifer üfleçlerinden çıkan havanın sıcaklığının değişimi, kalorifer sisteminin gücünün ön ısıtma ile artmayıp sadece kullanım süresinin arttığını göstermektedir. Yolcu konforu açısından farklılık kabin içi sıcaklıkların değişimi olduğundan bu verinin analiz edilmesi müşteri memnuniyeti açısından zorunludur.

Araç çalıştıktan sonra sıcaklık artış karakteristikleri birbirlerine benzedi, ön ısıtmanın neden olduğu kabin içi sıcaklık artışı, yarım saatlik test süresince kapatılamamaktadır. Bu süre şehirlerde yaşayan büyük bir çoğunluk için günlük otomobil kullanım süresine yaklaşık eşit olduğundan, ilk yarım saatteki performans otomobil kullanıcısının kalorifer sistemi hakkındaki fikrini belirlemektedir.

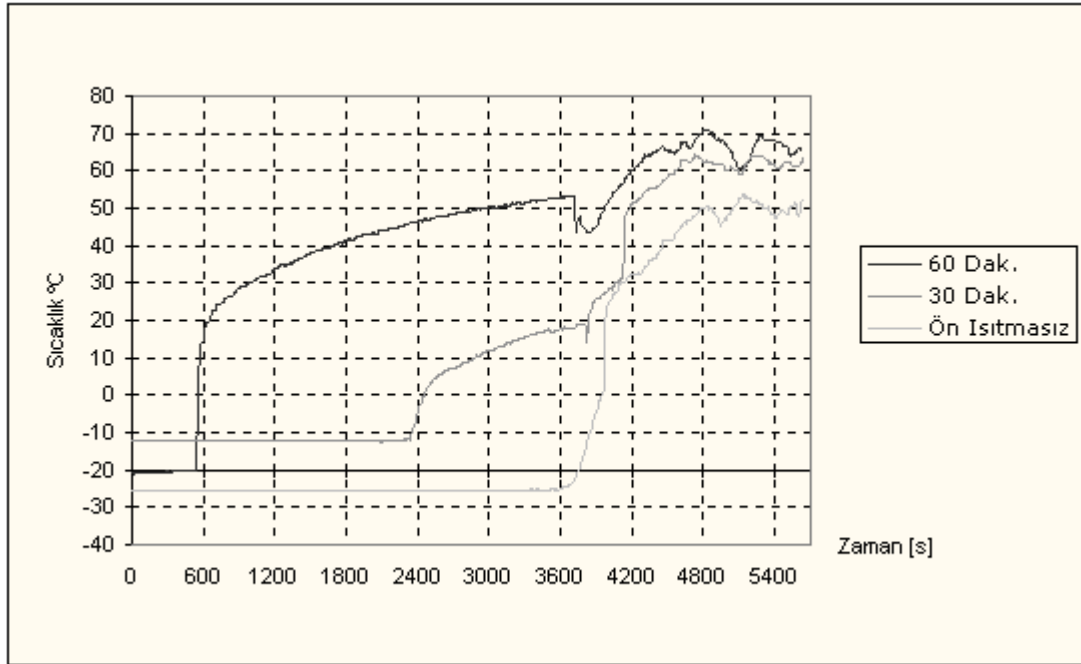
İlk yarım saatlik kullanımdan önce yapılacak bir ön ısıtma kaloriferin ısıtma gücünü arttırmamasına rağmen, taşıt kalorifer sisteminin ısıtma yeteneğinin müşteri tarafından algılanması değiştirecek, müşterinin soğuk iklim şartları altında taşıt kaloriferinin daha iyi ısıttığı kanısına varmasını sağlayacaktır.

Şekil 3.9'da ön üfleçlerden çıkan hava sıcaklığının değişimi 30 dakika ön ısıtmalı, 60 dakika ön ısıtmalı ve ön ısıtmasız testler için çizilmiştir. Şekil 3.10 ise yapılan 3 test süresince kabin içindeki sıcaklık artışının değişimini göstermektedir.

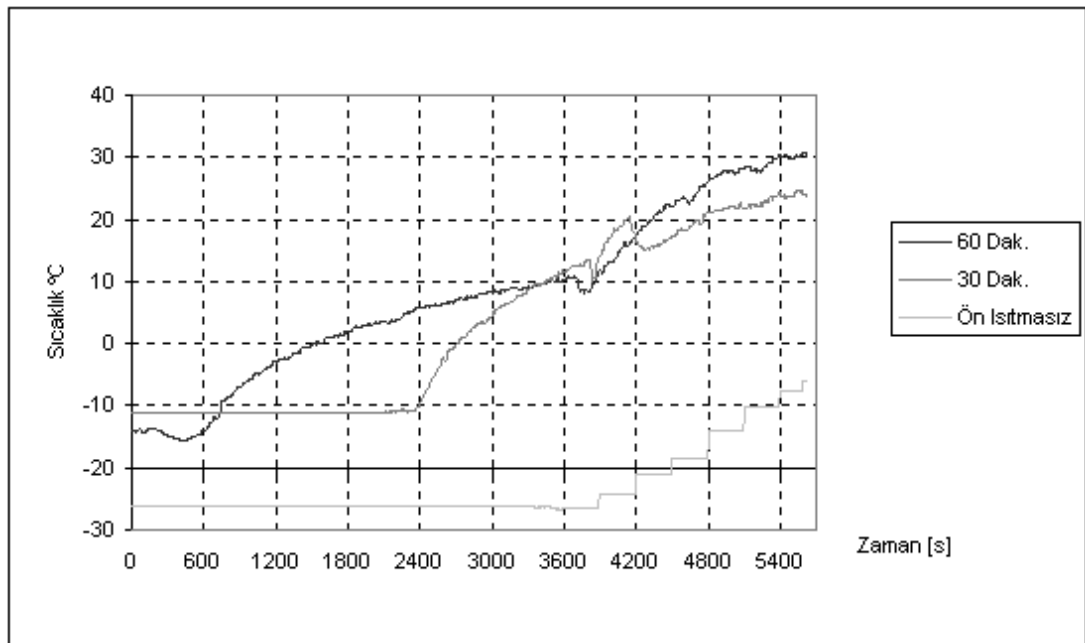
60 dakika ön ısıtılmalı ısı konfor değerlendirme testi sonunda kabin içi sıcaklık 0°C çevre sıcaklığında 29°C 'a yükselmiştir.

30 dakika ön ısıtılmalı testin sonunda ise -11°C çevre sıcaklığında kabin içi sıcaklık 23°C 'a yükselmiştir.

Ön ısıtmasız testte ise -25°C sıcaklıkta, kabin içi sıcaklık -6°C 'a yükselmiştir.



Şekil 3.9 Ön Üfleçlerden Çıkan Hava Sıcaklığı Değişiminin Karşılaştırması



Şekil 3.10 Kabin İçi Sıcaklık Değişiminin Karşılaştırılması

3.4. Isıl Konfor Değerlendirmesi Sonuçları

Isıl konfor analizi için geliştirilen 1/1 insan boyutunda modeller henüz Ford Motor Company test prosedürlerince geçerli veriler üretmek için kullanılmamaktadır. Ancak bilgisayar destekli otomobil tasarım vizyonunun mühendisler için ortaya çıkardığı yazılım ve donanımlar yavaş yavaş test ekipmanlarının yerini almaya başlamıştır.

3.4.1. Ön Isıtmasız Test Sonuçları

Transit Connect'in ön ısıtma özelliği çalıştırılmayan kalorifer sistemi ile 2 Şubat 2002 tarihinde yapılan ısı konfor değerlendirme sonucunda jüri üyelerinin değerlendirme notları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2 Ön Isıtmasız Kalorifer Testi Isıl Konfor Notları

Zaman	1.Sıra Şöför	1. Sıra Yolcu	2.Sıra Yolcu-Sol	2.Sıra Yolcu-Sağ
0	1.5	1	1	1.5
2	1.5	1	1	1.5
4	1.5	1.5	1.5	2
6	2	2	1.5	2
8	2.5	2.5	2	2.5
10	2.5	2.5	2	2.5
12	3	3	2	2.5
14	3	3	2.5	3
16	3.5	3.5	2.5	3
18	3.5	4	2.5	3
20	4	4	2.5	3.5
22	4	4.5	3	3.5
24	4.5	4.5	3	3.5
26	5	5	3	3.5
28	5	5	3	4
30	5.5	6	3	4

Birinci sıra yolcuları 20. dakika sonunda ısı konfor seviyesi 4'e, 26. dakikada ise ısı konfor seviyesi 5'e ulaşmışlardır. İkinci sıra yolcuları 30 dakika sonunda 5 seviyesi ısı konfora ulaşamamışlardır.

3.4.2. 30 Dakika Ön Isıtmalı Kalorifer Performansı Jüri Testi Sonuçları

Tablo 3.3'de 30 dakika süren ön ısıtmanın ardından, ısı konfor test prosedürüne uygun bir şekilde yapılan kalorifer sistemi performans değerlendirme ısı konfor notları verilmiştir.

Tablo 3.3 30 Dakika Ön Isıtmalı Kalorifer Testi Jüri Üyeleri Isıl Konfor Notları

Zaman	1.Sıra Şöför	1. Sıra Yolcu	2.Sıra Yolcu-Sol	2.Sıra Yolcu-Sağ
0	3	3.5	2.5	3
2	3	3.5	2.5	3
4	3	3.5	3	3.5
6	3.5	4	3	3
8	3.5	4	3	3
10	4	4.5	3	3
12	4	5	3	3
14	4.5	5	3.5	3.5
16	4.5	5	3.5	3.5
18	5	5.5	3.5	4
20	5	6	4	4
22	5.5	6	4	4
24	6	6	4	4
26	6	6	4	4.5
28	6.5	7	4	4.5
30	6.5	7	4	4.5

Kalorifer üfleme sisteminin ön sıraya daha fazla sıcak hava üflemesinin bir sonucu olarak, birinci sıra yolcularının ısı konfor notları, ikinci sıra yolcularının ısı konfor notlarına nazaran daha hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır.

Isıl Konfor analizi için ilk değerlendirme noktası ısı konfor seviyesi 4'e ulaşmaktır. Bu değere birinci sıra yolcuları testin 6.dakikasında, ikinci sıra yolcuları ise ancak 18. dakikada ulaşmışlardır.

5 notuna birinci sıra yolcuları 16.dakikada ulaşmışlardır, ikinci sıra yolcuları ise test sonuna kadar 5 notunu verememişlerdir. İkinci sıra jüri üyelerinin başlıca şikayetleri ayak bölgesindeki soğuk havanın neden olduğu sıcaklık farkıdır. İkinci sıra jüri üyelerinin belden yukarı bölgeleri, 5 notu verilebilecek sıcaklığın üzerinde olmasına rağmen sıcaklık farkının neden olduğu konforsuzluk hissi, notların yükselmesine engel olmuştur.

3.4.3. 60 Dakika Ön Isıtmalı Kalorifer Performansı Jüri Testi Sonuçları

Soğuk odada -20°C'ye soğutulmuş taşıtın ön ısıtma sistemi ısı konfor testi başlamadan önce üfleme yönü buğu çözme ve üfleme hızı 1/4 olacak şekilde çalıştırılmıştır. 60 dakika sonunda jüri üyeleri prosedüre uygun bir şekilde yerlerini almış ve test başlamıştır.

Tablo 3.4'te 60 dakika ön ısıtmalı kalorifer testi sonucunda jüri üyelerinin ısı konfor notları verilmiştir.

Tablo 3.4 60 Dakika Ön Isıtma Jüri Üyeleri Isıl Konfor Notları

Zaman	1.Sıra Şöför	1. Sıra Yolcu	2.Sıra Yolcu-Sol	2.Sıra Yolcu-Sağ
0	3	4	3	3
2	3.5	4	3.5	3
4	4	4.5	3.5	3.5
6	4.5	5	3.5	4
8	5	5	4	4.5
10	5	5.5	4	4.5
12	5.5	6	4	4.5
14	6	6.5	4.5	4.5
16	7	7	4.5	4.5
18	7	7	5.5	4.5
20	7	7	6	5
22	7	7	6	5
24	7	7	6	5
26	7	7	6	5
28	8	7.5	6	5
30	8	7.5	6	5

30 dakika ön ısıtmalı kalorifer testinde olduğu gibi ön sıraya daha fazla sıcak hava üflenmesinin bir sonucu olarak, birinci sıra yolcularının ısı konfor notları beklendiği gibi ikinci sıra yolcularının ısı konfor notlarına nazaran daha hızlı bir şekilde artmıştır.

Birinci sıra yolcularının ısı konfor seviyesi testin 4.dakikasında 4'e, 8.dakikada ise 5'e ulaşmıştır.

İkinci sıra yolcuları ise 7.dakikada ısı konfor seviyesi 4'e, 18.dakikada da 5'e ulaşmışlardır.

Bir önceki testte olduğu gibi, taşıtın havalandırma sistemi ve iç tasarım karakteristikleri nedeni ile ikinci sıra koltukta ısı konfor iyileşmesi birinci sıra kadar hızlı olmamıştır.

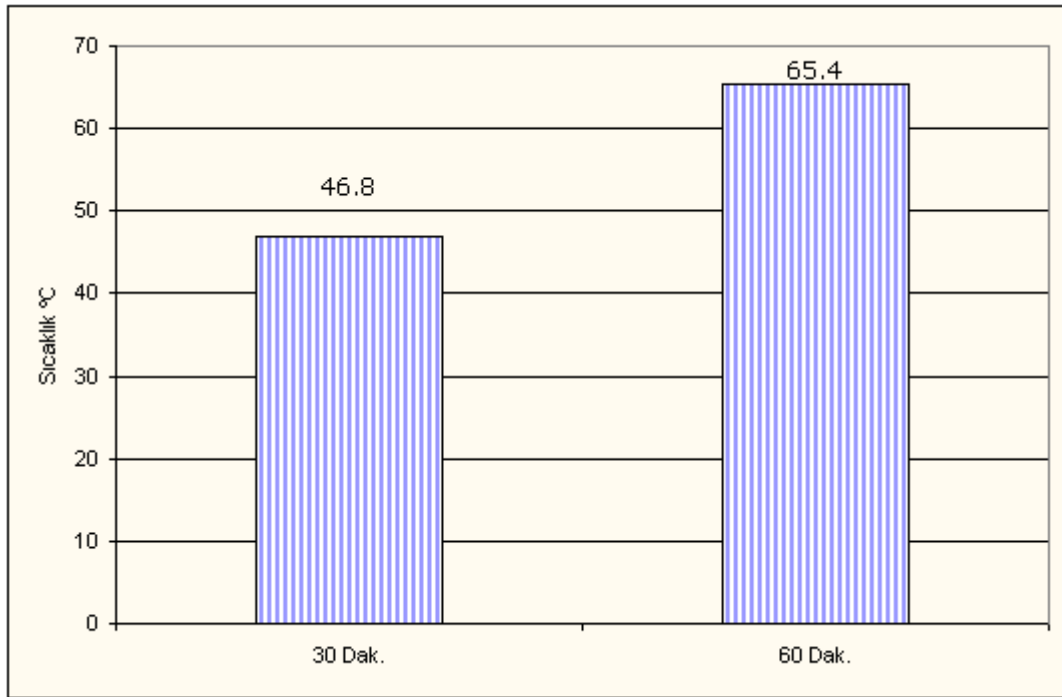
Yapılan 3 test sonucunda karşılaştırmalı bir değerlendirme yapmak için, jüri konfor notlarının analiz edildiği grafikleri Ek-A'da verilmiştir.

4. ÖN ISITMA VE MOTOR SICAKLIĞI ARTIŞI

Ön ısıtma sistemi, kendi devirdaim pompası ile, motor soğutma sıvısı devresine seri bağlı olduğu için kalorifer sistemi ısı değiştiricisinin olduğu gibi, motor bloğunun içinde de ısıtılmış soğutma sıvısını dolaştırır.

Ön ısıtma süresince motor bloğu ve silindir kapağı içerisinde akan ve gittikçe ısınan su, silindir gömleklerini ısıtarak ilk çalışma sırasında yanma odası sıcaklıklarını, ön ısıtma süresine ve dış ortam sıcaklığına bağlı olarak artırır.

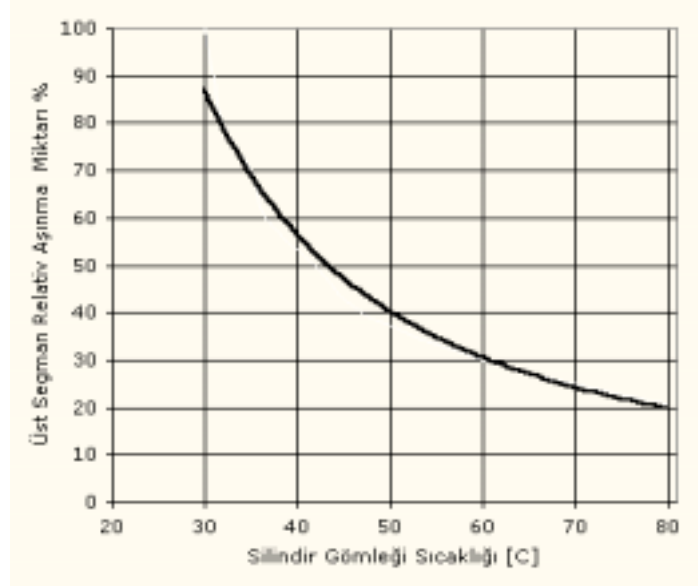
Motor'dan çıkıp ısıtıcıya giren sıvı sıcaklığının ön ısıtma sonunda ulaştığı değerler Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Ön Isıtma Sonunda Motor Soğutma Sıvısının Sıcaklığı

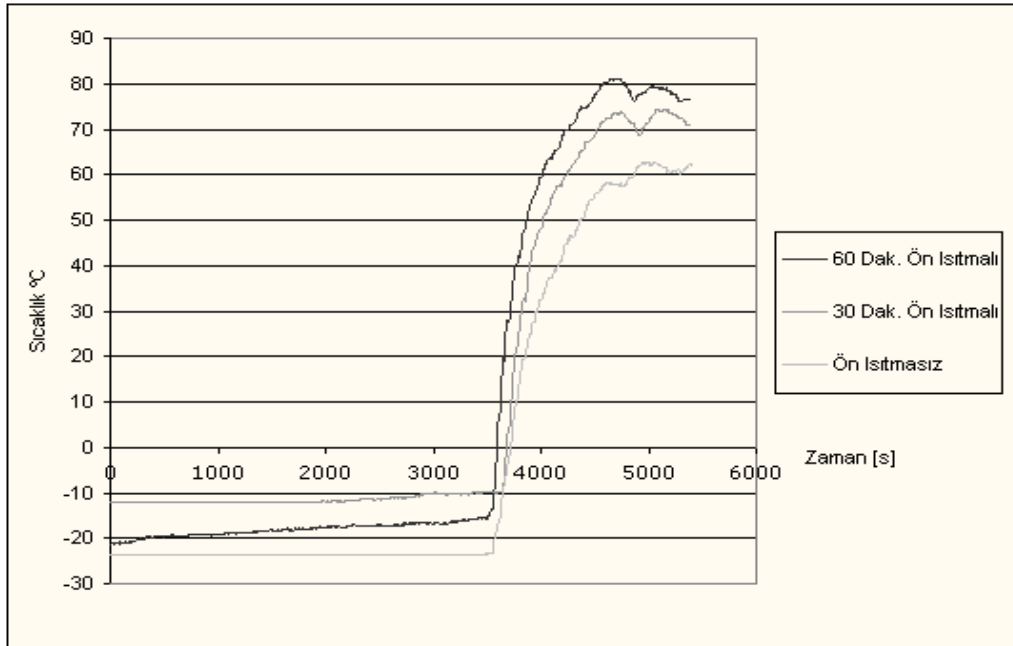
Soğutma sıvısı sıcaklığının, silindir gömleği sıcaklıklarına yaklaşık eşit olduğunu kabul edersek. Şekil 4.2'de verilen ilişki uyarınca. Piston segmanlarının aşınmasının testin yapıldığı ortamda 30 dakika ön ısıtma için 1 kat, 60 dakika ön ısıtma sonucunda ise yaklaşık 4 kat azaldığı görülür.

Ön ısıtılmalı olarak yapılan 2 testte de dizel motorlu Transit Connect soğuk iklim şartlarında ilk denemede kolaylıkla çalışarak, yanma odası sıcaklığının artmasının çalışma kolaylığı üzerine olumlu etkisini göstermiştir.



Şekil 4.2 Silindir Gömleği Sıcaklığının Aşınma Üzerindeki Etkisi [5]

Ön ısıtma sırasında yağ pompası çalışmadığı için karter yağında ciddi bir sıcaklık artışı olmamış ancak, taşıtın çalışmaya başlaması ile yağ sıcaklığı ısınan motor bloğu ile temas sonucu ön ısıtma süresinin uzunluğu ile doğru orantılı olarak daha hızlı artmıştır.



Şekil 4.3 Kartar Yağı Sıcaklığı

5. AKÜ³ DAYANIM TESTİ

Ön ısıtıcı sistemler, ısı enerjisini yakıt yakarak sağladıklarından, taşıtın elektrik sisteminden sadece hava emiş fanı motoru, devirdaim pompasını, yakıt pompasını ve kontrol saatini beslemek için güç çekerler. Araç çalışmadığı için bu gücün tek kaynağı aracın aküsüdür.

Transit Connect ön ısıtıcısı ilk çalışmanın ardından 20 W elektriksel güce ihtiyaç duymaktadır. Bu miktar kalorifer fanının en düşük hızda ihtiyaç duyduğu miktarın yaklaşık dörtte biridir.

Dört farklı hızda çalıştırılabilen kalorifer fanı 1,2,3 ve 4 hızlarında sırasıyla 7,12,18 ve 25 A akım çekmektedir.

Eğer ön ısıtıcı sistemden kabin içinde ısıtmak üzere faydalanmak için, kalorifer fanı ayarı açık pozisyonlardan birini ayarlanırsa, ön ısıtıcı soğutma suyu sıcaklığı 35 °C sıcaklığa ulaşınca fan rölesini kapatarak akü ile fan arasında ki devreyi tamamlar. Bu noktadan itibaren akü gerilimi daha hızlı bir şekilde düşer.

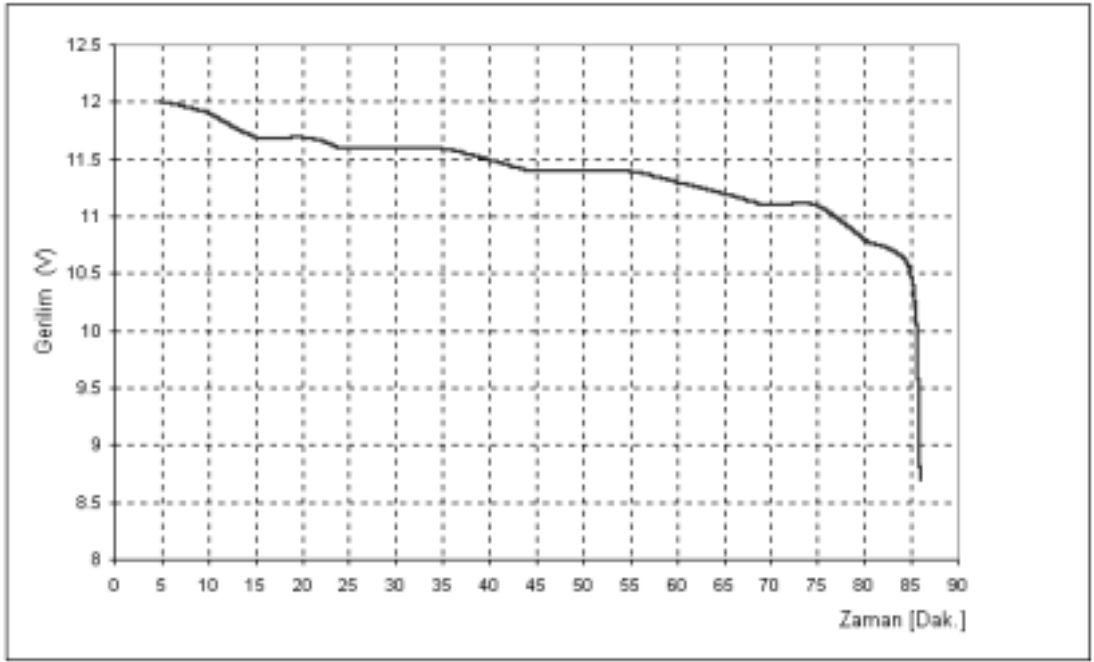
Son kullanıcı açısından ön ısıtıcı sistemin yarattığı kritik durum, akünün motoru çalıştırmak için ihtiyaç duyulan elektriksel gücü sağlayamamasıdır.

Ön ısıtıcının, aküyü tüketerek arttırılması için çaba harcanan müşteri memnuniyetini ciddi bir şekilde azaltmaması için. Akü geriliminin 10.5V noktasının altına düşmeyecek noktada çalıştırılması kararı alındı.

Akü geriliminin düşüş karakteristiğini belirlemek için planlanan testte, kalorifer fanı en hızlı konumda, ön ısıtıcı ise tam güçte çalıştırıldı. Amaç, ön ısıtıcı sistem elektronik kontrol saati aracılığı ile en fazla 120 dakika çalıştırılabildiğinden, akünün bu süre boyunca sistemi besleyip besleyemeceğini görmektir.

Gerçekleştirilen testin sonucunda akü gerilimi Şekil 5.1'de gösterildiği gibi düşerek, 85. dakikada akünün bittiği gözlemlendi.

³ Dayanım testi uygulana Transit Connect aküsü 12V 70 Ah kapasitelidir. Bu akü soğuk iklim ülkelerinde standart olarak müşteriye sunulmaktadır.



Şekil 5.1 Akü Geriliminin Ön Isıtma Süresince Düşmesi

Akü 30.dakikada 11.6 V, 60.dakikada, 11.3 V, 75.dakikda ise 11.1 V gerilim yaratabilmiştir. Sistem, en kötü çalışma koşulları altında taze bir akü ile 75 dakikalık bir ön ısıtma yapabilmekte ve hala motoru çalıştırabilecek güce sahip kalmaktadır.

Ancak akü ön ısıtıcı sistemi en fazla çalışma süresi olan 120 dakika boyunca besleyememiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ön ısıtma sisteminin, soğuk iklim şartlarında yolculuğun ilk yarım saatlik kalorifer sistemi için geçiş bölgesi sayılan zaman diliminde, kabin içi sıcaklığının hızlı bir şekilde artmasını sağladığı, sistemin ısıl konforu arttırmasının yanında, camlarda buğu oluşumunu önlediği, motorun soğukta ilk çalışmasını kolaylaştırdığı gözlenmiştir.

Testler sırasında gözlenen ve ölçülen bu iyileşmeler müşteri memnuniyetini arttırmanın yanında şöförün ısıl konforunda arttıracağı için, şöför daha rahat hareket edebileceği ince kıyafetler ile taşıtı yönetebilecek bu da trafik güvenliğinin artmasına neden olacaktır.

Ancak sistemin izin verilen en uzun çalışma süresi tüm sistemin en çok güç tükettiği durumda akü tarafından desteklenmediği için, yanlış kullanım sonucu taşıt aküsünün aşırı kullanımı veya bitirilebilmesi mümkündür.

Otomotiv endüstrisinde çok yaygın kullanımı olan ve motor bölümünde paketlemeye uygun büyüklükte Kurşun/Asit aküsü mevcut olmadığından ve -20° C sıcaklıkta yapılan 60 dakika ön ısıtmanın hemen ardından taşıt içinde ısıl konfor seviyesi sınırına yaklaşıldığından, elektronik kontrol saatinin sistemi en fazla 60 dakika çalıştıracak şekilde modifiye edilmesi, Transit Connect'in aküsünün aşırı kullanım sonucu bitmesi sorunu için en basit çözüm olacaktır.

Akü sorununa getirilecek en doğru çözüm ise, sistemi kullanıcının seçtiği fan üfleme hızından bağımsız hale getirip, akü ömrü ve en uzun çalışma süresi değişkenleri için en uygun üfleme hızında çalıştırmaktır. Bu noktanın tespitinden sonra akü ile fan arasına koyulacak bir direnç ile fanın doğru akım motoruna istenen büyüklükte akım yönlendirilebilir. Yapılan testlerde ön ısıtma sırasında fan en yavaş noktada çalıştırıldığından, fan hızındaki artış, ısıl konfora ulaşma süresini daha da kısaltacaktır.

Bu çözümler hayata geçirilene kadar ise, sistemin en fazla 30 dakika ve en düşük fan hızında çalıştırılması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Cline H., Thornton S., Nair S.**, Simulation Study of Human Thermal Comfort Indices, 31st International Conference on Environmental Systems Orlando, Florida; July 9-12, 2001
- [2] **Koch P., Neumeyer F., Waas P., Nothen M.**, Optimization of Water Heating Systems, Subzero Engineering Conditions Conference, Finland; January 01, 1989
- [3] **Kelling G., Nelson K., Byrnes B.**, Diesel Fuel Fired Heaters, International Truck and Bus Meeting and Exposition; Toledo, Ohio, USA; November 16-19, 1992
- [4] **Boltz N., Renner M., Koch P.**, A Fast Auxiliary Defrosting/Heating System, Subzero Engineering Conditions Conference, Finland; February 3-6, 1992
- [5] **Shepard L.**, Engine Independent Heaters in Heavy Duty Applications: The European Experience, Truck and Bus Meeting and Exposition; Charlotte, North Carolina, USA; November 6-9, 1989
- [6] **CETP:12.02-R-201** Ford Motor Company Corporate Engineering Test Procedure, Subjective Maximum Heater Performance Test Procedure

EK-A

Bu bölümde yer alan şekiller:

Şekil A.1 Test Başlangıcı Ortalama İlk Isıl Konfor Seviyeleri

Şekil A.2 Isıl Konfor Seviyesi 4'e Ulaşma Süresi

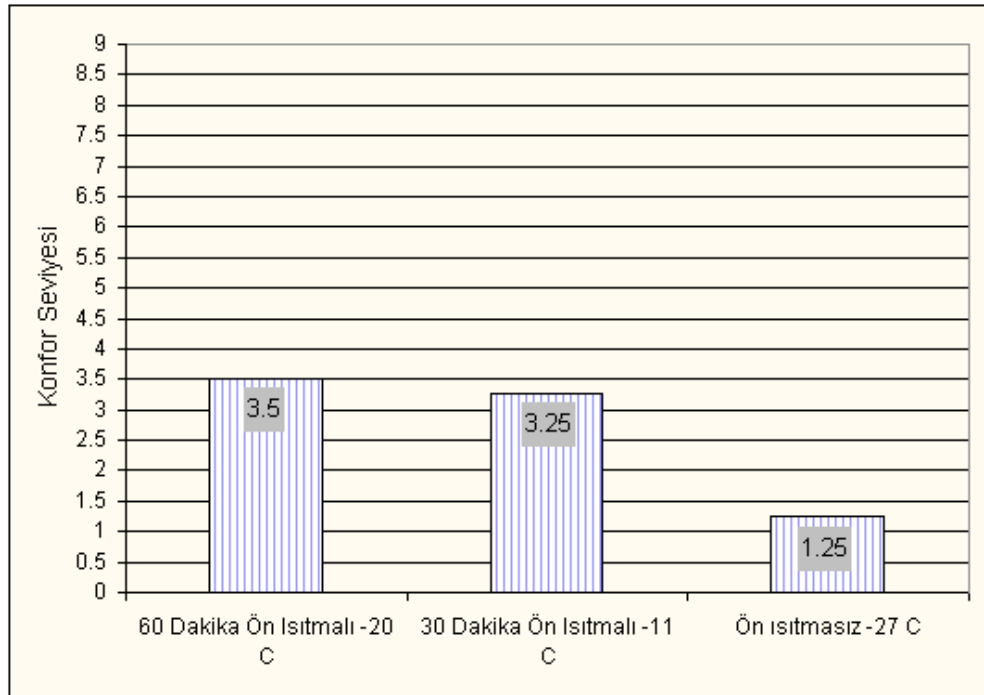
Şekil A.3 Isıl Konfor Seviyesi 5'e Ulaşma Süresi

Şekil A.4 30 Dakika Ön Isıtma-Birinci Sıra Isıl Konfor Notunun Değişimi

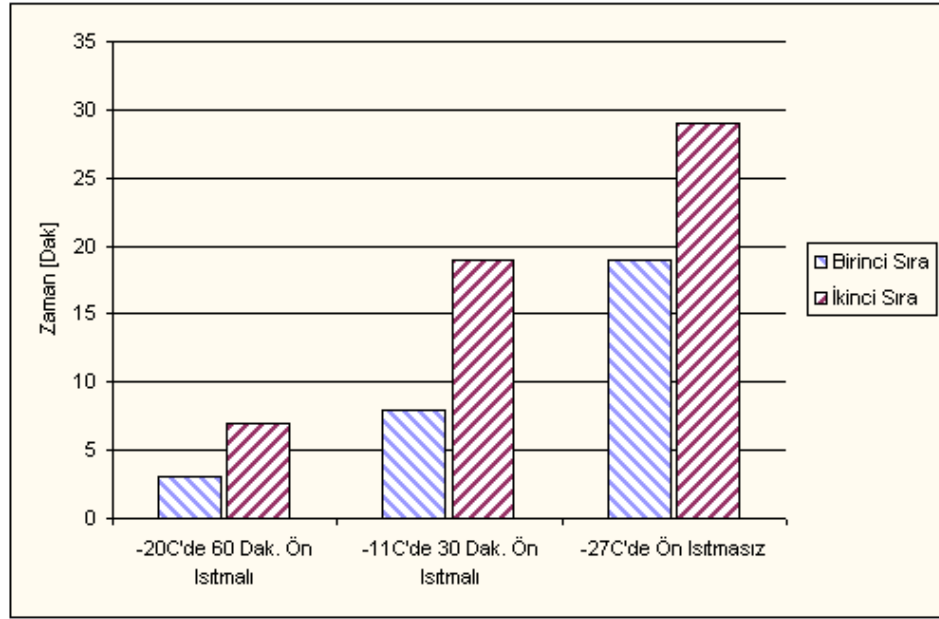
Şekil A.5 30 Dakika Ön Isıtma-İkinci Sıra Isıl Konfor Notunun Değişimi

Şekil A.6 60 Dakika Ön Isıtma-Birinci Sıra Isıl Konfor Notunun Değişimi

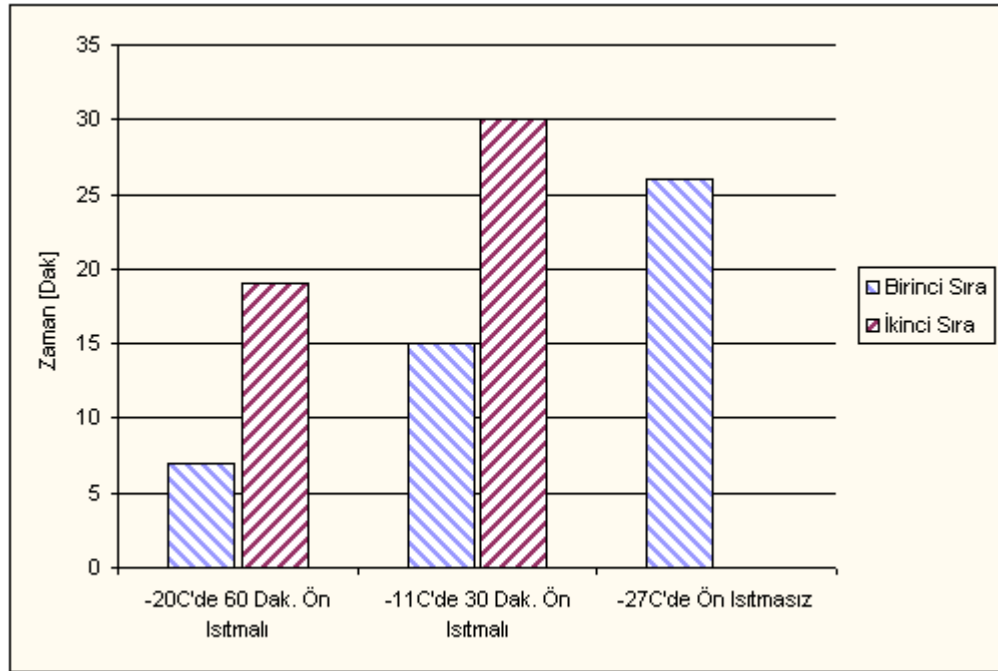
Şekil A.7 60 Dakika Ön Isıtma-İkinci Sıra Isıl Konfor Notunun Değişimi



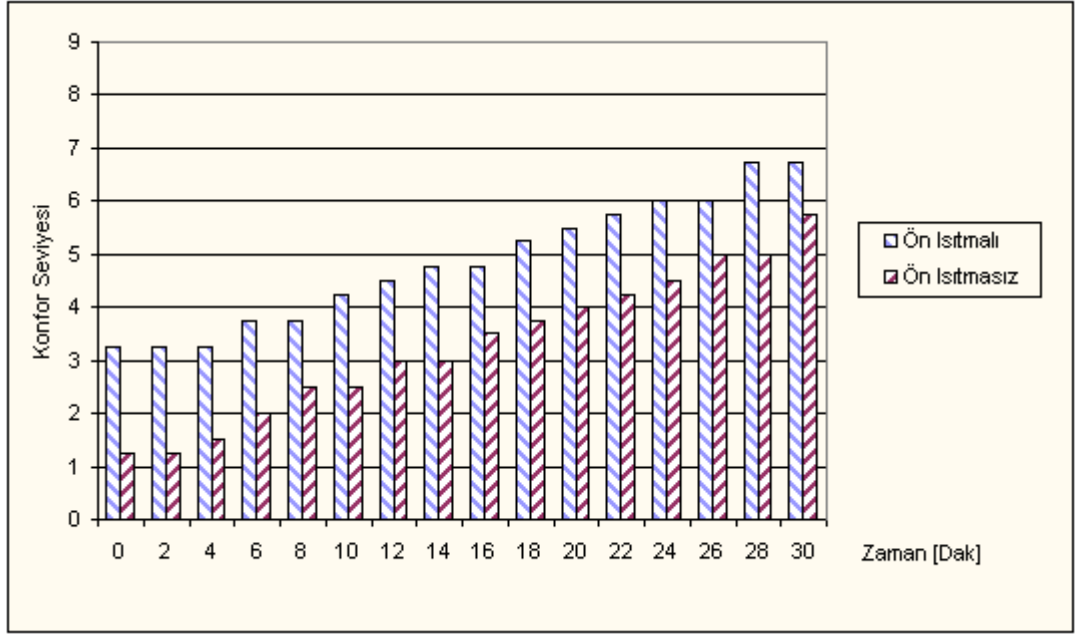
Şekil A.1 Test Başlangıcı Ortalama İlk Isıl Konfor Seviyeleri



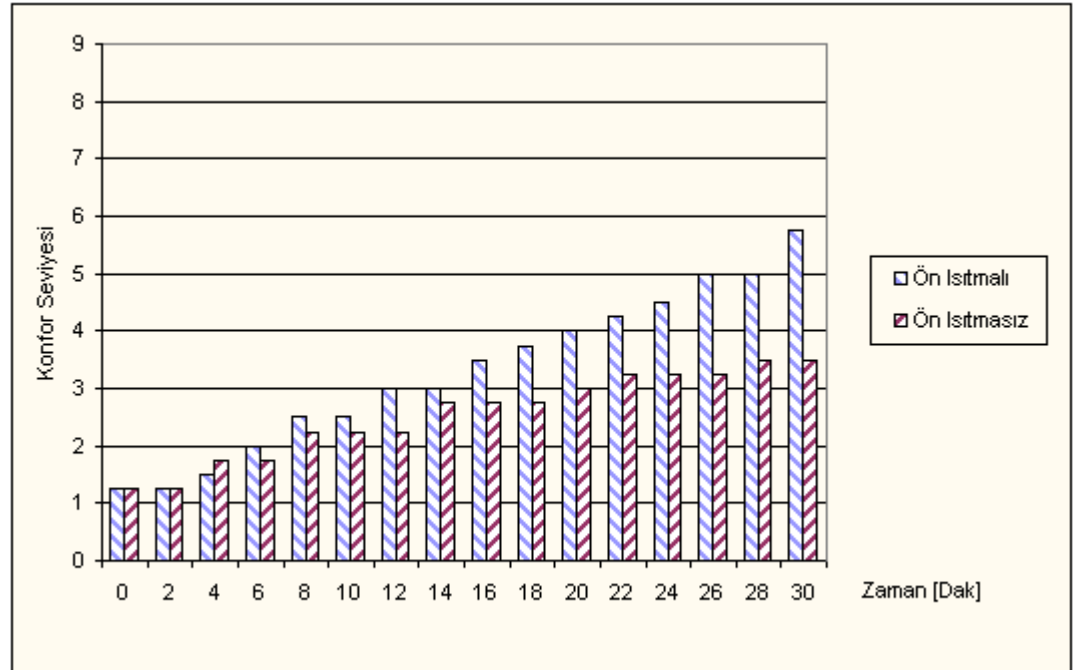
Şekil A.2 Isıl Konfor Seviyesi 4'e Ulaşma Süresi



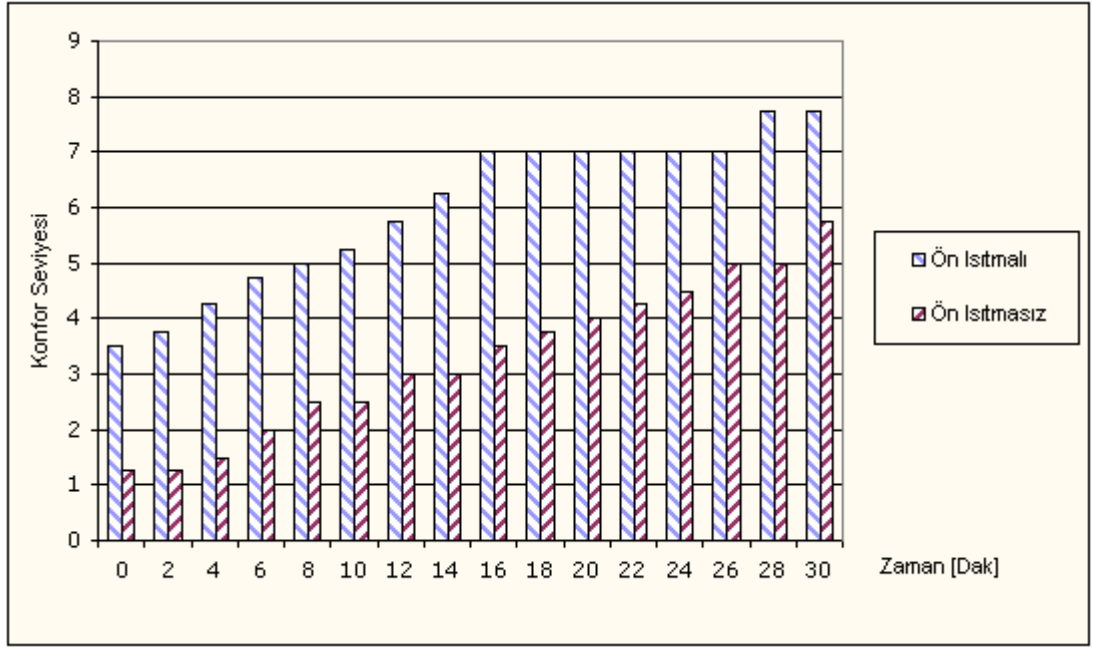
Şekil A.3 Isıl Konfor Seviyesi 5'e Ulaşma Süresi



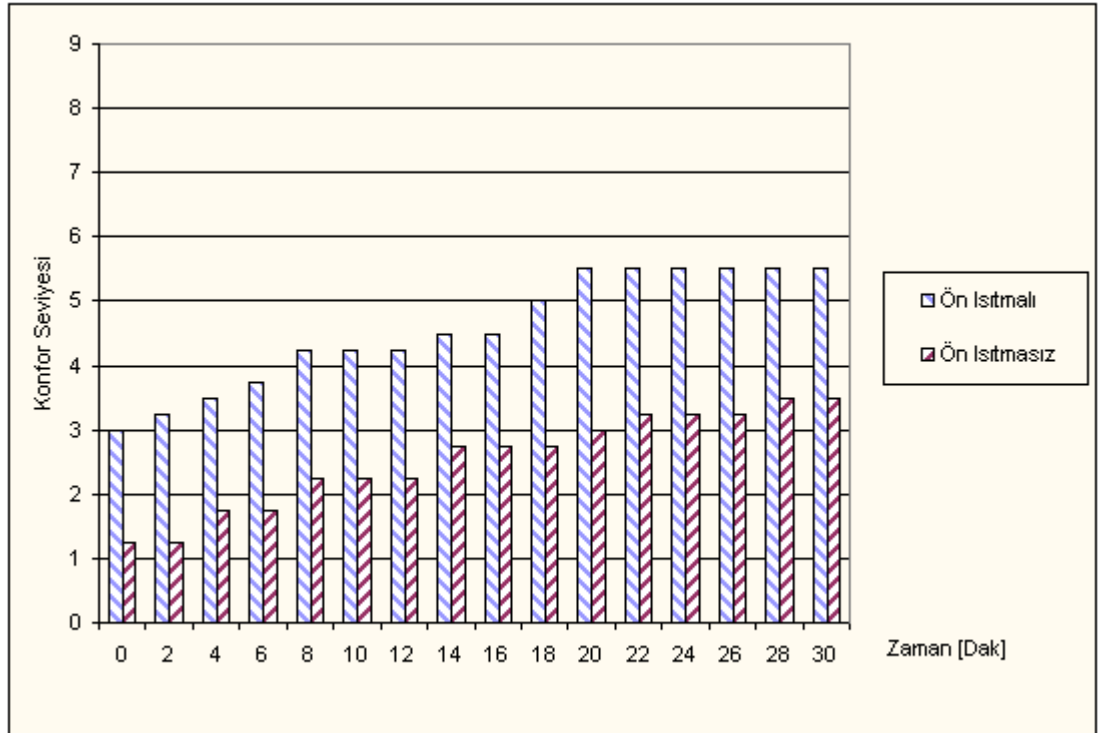
Şekil A.4 30 Dakika Ön Isıtma-Birinci Sıra Isıl Konfor Notunun Değişimi



Şekil A.5 30 Dakika Ön Isıtma-İkinci Sıra Isıl Konfor Notunun Değişimi



Şekil A.6 60 Dakika Ön Isıtma-Birinci Sıra Isıl Konfor Notunun Değişimi



Şekil A.7 60 Dakika Ön Isıtma-İkinci Sıra Isıl Konfor Notunun Değişimi

ÖZGEÇMİŞ

Suavi Seçkin Şekeroğlu, 4 Haziran 1975 tarihinde Elazığ'da doğdu. Orta öğrenimini Üsküdar Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesinde, Lisans öğrenimini İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünde tamamladı.

Yüksek Lisans çalışmasına devam ederken işe girdiği Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.'nde halen Ürün Geliştirme Mühendisi olarak çalışmaktadır.