

172345

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LPG DÖNÜŞÜMÜ YAPILMIŞ BİR MOTORUN SOĞUKTA İLK  
HAREKETİNİ KOLAYLAŞTIRICI SİSTEMİN  
TASARIMI VE İMALATI


ÖZGÜR SOLMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNA EĞİTİMİ  
(OTOMOTİV)  
ANABİLİM DALI

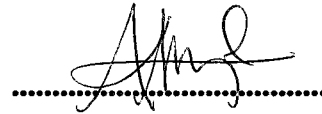
Bu tez 05.01.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir



Prof. Dr. Süleyman YALDIZ  
(Üye)



Yrd. Doç. Dr. Hakan IŞIK  
(Danışman)



Yrd. Doç. Dr. Ali KAHRAMAN  
(Üye)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
(MAKİNA EĞİTİMİ BÖLÜMÜ)**

**028262012001**

**Özgür SOLMAZ**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hakan IŞIK**

**ÖZET**  
**Yüksek Lisans Tezi**

**LPG DÖNÜŞÜMÜ YAPILMIŞ BİR MOTORUN SOĞUKTA İLK  
HAREKETİNİ KOLAYLAŞTIRICI SİSTEMİN  
TASARIMI VE İMALATI**

**Özgür SOLMAZ**  
**Selçuk Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Makine Eğitimi**  
**(Otomotiv)**  
**Anabilim Dalı**

**Danışman : Yrd. Doç. Dr. Hakan IŞIK**

**2005, 85 Sayfa**

**Jüri:**  
**Prof. Dr. Süleyman YALDIZ**

**Yrd. Doç. Dr. Hakan IŞIK**

**Yrd. Doç. Dr. Ali KAHRAMAN**

Bu çalışmada LPG dönüşümü yapılmış bir motorun soğukta ilk hareketini kolaylaştırıcı sistemin tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Deneylede LPG'yi yakıt olarak kullanan taşıtların soğukta ilk hareketini kolaylaştırmak için geliştirilen ısıtma sisteminin performansı araştırılmış ve LPG sisteminde dolaşan motor soğutma suyu ve LPG'nin sıcaklıklarındaki değişimler izlenilmiş ve değerlendirilmiştir. Bu amaçla, 4 silindirli su soğutmalı bir benzinli motor LPG yakıtı ile çalışabilecek şekilde modifiye edilmiştir. Çalışmada farklı çevre sıcaklıklarında ve ısıtma sistemi devrede / devrede değil iken olmak üzere toplam 25 adet deney yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, tasarlanan ısıtma sistemi devrede değil iken 0 °C'nin altındaki çevre sıcaklıklarında motorun LPG ile ilk harekete geçmediği görülmüştür. Fakat ısıtma sistemi devrede olduğunda, sıcaklık kontrol cihazının ayarı 50 °C'ye ayarlı olduğunda ve çevre sıcaklığı -10 °C olduğu durumda motorun 5 sn'lik süre sonunda ilk harekete geçtiği gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** LPG, soğukta ilk hareket, motor soğutma suyu sıcaklığı.

**ABSTRACT**  
**Master Thesis**

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SYSTEM  
TO EASE THE START OF A LPG TRANSFORMED ENGINE IN COLD  
WEATHER CONDITIONS.**

**Özgür SOLMAZ**  
**Selcuk University**  
**Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Machinery  
Education**

**Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Hakan IŞIK**

**2005, 85 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. Süleyman YALDIZ**

**Assoc. Prof. Dr. Hakan IŞIK**

**Assoc. Prof. Dr. Ali KAHRAMAN**

In this study, a system to ease the start of a LPG transformed engine in cold weather conditions is designed and produced. Performance of heating system developed to ease the cold start for the vehicles with engines using LPG is observed, temperature changes of engine cooling fluid flowing through LPG system and LPG is monitored and evaluated experimentally. For this purpose, 4 cylinder water cooled gasoline engine is modified to work with LPG fuel. In this study, 25 experiments are conducted while heating system is on/off, and with different environment temperatures.

According to experiment results it is observed that when designed heating system is off, engine also does not start with LPG at temperature levels below 0 °C. On the other hand, when heating system is on, control device is adjusted to 50 °C and environment temperature is -10 °C, the engine start is observed after 5 seconds.

**Key Words:** LPG, cold weather start, temperature of engine cooling.

## ÖNSÖZ

LPG'nin ucuz olmasından ve ülkemizdeki ekonomik durumdan dolayı bir çok benzinle çalışan taşıt LPG yakıt sistemi ile modifiye edilmiştir. Birinci kuşak LPG yakıt sistemi ile modifiye edilmiş taşıtların kış aylarında ilk harekete geçirilmesi oldukça zor olmakta ve motorun ilk harekete geçirilmesinden sonraki ilk 5-10 dakika sürücülere zor anlar yaşatmaktadır. Birinci kuşak LPG yakıt sistemi ile modifiye edilmiş taşıtların bu dezavantajının giderilmesi amacıyla geliştirilen ısıtma sisteminin deneyleri sonucunda bu problemin giderildiği görülmüştür.

Çalışmalarım sırasında büyük desteğini gördüğüm danışmanım Yrd. Doç. Dr. Hakan IŞIK'a, deneysel çalışmalarımın her aşamasında bilimsel desteğini esirgemeyen Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Faruk ÜNSAÇAR'a ve Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Öğretim Elemanı Öğr. Gör. Recai KUŞ'a, deneysel çalışmalarım sırasındaki yardımlarından dolayı S.Ü.T.E.F. Otomotiv Anabilim Dalı Arş. Gör. Gürol UÇAR'a, deneylerimde kullandığım malzemenin temini için gerekli maddi desteği veren Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, çalışmalarım sırasında manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli eşim Aynur SOLMAZ'a ve Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi'ndeki mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Konya, 2005

Özgür SOLMAZ

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİL LİSTESİ .....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ .....	viii
KISALTMALAR ve SEMBOLLER LİSTESİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
3. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) .....	9
3.1. LPG'nin Çeşitleri .....	10
3.2. LPG'nin Temel Özellikleri .....	11
4. MOTORLU TAŞITLARDA KULLANILAN LPG SİSTEMLERİ .....	15
4.1. Sistemin Elemanları .....	15
4.2. LPG Sistemleri .....	16
4.2.1. Birinci Nesil LPG Sistemleri .....	16
4.2.2. İkinci Nesil LPG Sistemleri .....	18
4.2.3. Üçüncü Nesil LPG Sistemleri .....	19
5. LPG BUHARLAŞTIRICISI (Regülatör) .....	20
6. MATERYAL ve METOT .....	23
6.1. Materyal .....	23
6.1.1. Deney Motoru Teknik Özellikleri .....	24
6.1.2. Deney Tesisatı .....	24
6.1.3. Tasarlanan Isıtıcı Sistemi .....	26
6.2. Deneylerde Kullanılan Ölçü Aletleri .....	29
6.2.1. K/J Termometre .....	29
6.2.2. Manometre .....	30
6.2.3. LPG Terazisi .....	30
6.3. Metot .....	30
6.3.1. Regülatörün Isı Geçişi Hesabı .....	31

7. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA .....	34
8. TASARLANAN ISITMA SİSTEMİ .....	54
9. SONUÇ ve ÖNERİLER .....	55
10. KAYNAKLAR .....	57
EKLER .....	60



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 3. 1:	Propan ve bütanın kimyasal yapısı ..... 11
Şekil 3.2:	Sıcaklığa göre değişen propan ve bütan karışım eğrisi ..... 13
Şekil 3.3:	LPG'nin çiyleşme eğrileri ..... 14
Şekil 4.1:	LPG yakıt sisteminin araçtaki yerleşimi..... 16
Şekil 4.2:	Birinci nesil LPG dönüşüm sisteminin şematik gösterimi ..... 17
Şekil 4.3:	İkinci nesil LPG dönüşüm sisteminin şematik gösterimi ..... 18
Şekil 4.4:	Üçüncü nesil LPG dönüşüm sisteminin şematik gösterimi ..... 19
Şekil 5.1:	Basınç regülatörünün kesit görünüşü..... 21
Şekil 6.1:	Klima odasının genel görünüşü ..... 23
Şekil 6.2:	Deney tesisatının şematik resmi ..... 25
Şekil 6.3:	Deney tesisatının genel görünüşü ..... 26
Şekil 6.4.:	Tasarlanan ısıtma plakası imalat resmi ..... 27
Şekil 6.5:	Isıtıcı modülün genel görünüşü ..... 27
Şekil 7.1:	8,5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi kapalı iken yapılan deney eğrileri ..... 34
Şekil 7.2:	6,5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri ..... 35
Şekil 7.3:	8 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri ..... 36
Şekil 7.4:	10 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri ..... 37
Şekil 7.5:	10 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri ..... 38
Şekil 7.6:	5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri ..... 39
Şekil 7.7:	5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri ..... 39
Şekil 7.8:	0 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan



	deney eğrileri .....	40
Şekil 7.9:	0 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri .....	41
Şekil 7.10:	-5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri .....	42
Şekil 7.11:	-5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri .....	42
Şekil 7.12:	-10 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri .....	43
Şekil 7.13:	-10 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri .....	43
Şekil 7.14:	-5,3 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri .....	45
Şekil 7.15:	-3,5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri .....	46
Şekil 7.16:	-2 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri .....	46
Şekil 7.17:	-2,3 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri .....	47
Şekil 7.18:	-6 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri .....	48
Şekil 7.19:	-12 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 30 °C'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri.....	49
Şekil 7.20:	-5,8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 40 °C'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri.....	50
Şekil 7.21:	-8,8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri.....	51
Şekil 7.22:	-10,1 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri.....	52
Şekil 7.23:	-11,1 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri.....	53
Şekil 8.1:	Tasarlanan ısıtma sisteminin şematik görünüşü .....	54

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No	Sayfa No
Çizelge 3.1: LPG çeşitlerinin özellikleri .....	11
Çizelge 3.2: Propan ve bütanın fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	12
Çizelge 3.3: Avrupa ülkelerindeki yaz ve kış aylarında LPG içerisindeki propan ve bütanın oranları .....	13
Çizelge 6.1: Deney motoru teknik özellikleri .....	24
Çizelge 6.2: Isıtıcı elemanın teknik özellikleri .....	28
Çizelge 6.3: Sıcaklık kontrol cihazının teknik özellikleri .....	28
Çizelge 6.4: K/J Termometre teknik özellikleri .....	29
Çizelge 6.5: -5.8°C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 40°C' ye ayarlı iken yapılan deney sonuçlarına göre hesaplanan $Q_{su}$ , $Q_{LPG}$ ve $Q_{kayıplar}$ .....	33

## KISALTMALAR VE SİMGELER

### Kısaltmalar:

LPG	: Sıvılaştırılmış petrol gazı
LNG	: Sıvılaştırılmış doğalgaz
CNG	: Sıkıştırılmış doğalgaz
NO <sub>x</sub>	: Azot oksitler
HFK	: Hava fazlalık katsayısı
EKÜ	: Elektronik kontrol ünitesi

### Simgeler:

Q	: Isı (kcal)
m	: Kütle (kg)
C <sub>p</sub>	: Özgül ısı (kcal/kg.K)
ΔT	: Sıcaklık farkı (K)
T	: Sıcaklık (°C)

## 1. GİRİŞ

Sınırlı olan petrol kaynaklarının yakın gelecekte buji ile ateşlemeli motorların yakıt gereksinimini karşılayamayacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca motorlar, şehirlerdeki hava kirliliğinin de en önemli kaynağıdır [Bayraktar ve Durgun 2004].

Günümüzde şehirlerin artan hava kirliliği, tüm gelişmiş ülkelerin önemli sorunlarından birisi durumuna gelmiştir. Bu kirlenmede, şehir içi ulaşımında kullanılan taşıtların çıkardıkları zararlı egzoz emisyonlarının önemli bir payı bulunmaktadır. LPG, karışımın oluşturulması, dağıtımı ve yanma kontrolü kolay olan ideal bir yakıt olarak bilinir. LPG, karmaşık ve pahalı ekipmanlar gerektirmeksizin oldukça temiz yanan bir yakıttır [Schoenmaker 1996].

Artan hava kirliliği nedeniyle birçok ülkede özellikle şehir içi ulaşımında LPG bugün için en çok tercih edilen alternatif yakıt durumundadır. Ülkemizde de özellikle büyük kentlerde hava kirliliği artmakta yaz aylarındaki hava kirliliğinin yaklaşık %55'i motorlu araçlardan kaynaklanmaktadır [İçingür ve ark. 1998, Ayhaner 1995]. Kısa vadede alternatif yakıtlar olarak; LPG, Alkoller ve CNG, 2010 yılı sonrası için; hidrojen, biyokütle, yakıt hücresi gibi yakıtlar gündemdedir [Çelik ve Akay 2000, Polat 1999].

ABD'de ilk aracın 1913 yılında LPG ile çalıştığı, 1920'li yıllarda aynı ülkede LPG'nin evsel kullanımda yayıldığı bilinmektedir. Ülkemizde LPG 1990'lı yıllarda alternatif bir motor yakıtı olarak kullanılmaya başlanmıştır [Aktay 2002, Çelik ve Akay 2000].

Gaz yakıtlar yoğunluklarının düşük olması nedeniyle sıkıştırılarak sıvı halde depolanabilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı motorlu taşıtlarda alternatif yakıt olarak tercih edilmektedir [Salman ve ark. 1998].

İçten yanmalı motorlarda benzin, motorin gibi geleneksel yakıtlar kullanılmaktadır. Motorlarda kullanılan alternatif yakıtlar ise şu şekilde sınıflandırılmaktadır;

- Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG),
- Sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG),
- Sıkıştırılmış doğalgaz (CNG),
- Alkol içeren yakıtlar (Metanol (metil alkol), etanol (etil alkol) ve diğer alkollerin saf veya %70'den az olmayan karışımları),
- Hidrojen,
- Elektrik,
- Biyolojik maddelerden üretilen alkol olmayan yakıtlar: soya yağı, ayçiçek yağı, diğer bitkisel yağ esaslı yakıtlar.

Alternatif yakıtlarda önemli olan enerji güvenliği ve hava kalitesidir. Ülkemizde en yaygın olarak kullanılan alternatif yakıt sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG)'dir [Dinler ve Yücel 2002].

Bu çalışmada, buji ile ateşlemeli birinci kuşak LPG sistemi ile çalışan bir motorda, düşük çevre sıcaklığında motorun ilk çalışma esnasında oluşan çalışma zorluğunun giderilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, LPG sistemine ek bir kit geliştirilmiştir. Deneyler esnasında sistemden gerekli sıcaklık ve basınç ölçümlerinin alınabilmesi için bir masa üzerine monte edilmiştir. Masa üzerinde oluşturulan sistem Murat 124 marka otomobile monte edilmiştir. Taşıtın motor soğutma suyu ve motor yağı değiştirilerek sistemin çalıştırılması sağlanmıştır. Çevre sıcaklığı şartlarında kurulan sistemde deneyler yapılmıştır. Deneylerde, motorun ilk çalışma esnasından, çalışma rejimine kadar geçen süre içerisindeki (yaklaşık olarak 25-30 dakika) sabit rölanti devrinde ve farklı çevre sıcaklıklarında kitin giriş ve çıkış sıcaklıkları, regülatörün giriş ve çıkış sıcaklıkları ve motor soğutma suyunun giriş ve çıkış sıcaklıkları incelenmiştir. Çevre sıcaklığının 0 °C'nin altına düşmemesinden dolayı, motor ve LPG sistemi gerekli olan düşük hava şartlarının oluşturulabilmesi için bir klima odasına yerleştirilmiştir. Klima odasında -10 °C, -5 °C, 0 °C, 5°C ve 10 °C

çevre sıcaklıklarında deneyler tekrarlanmıştır. Bu deneylerde ölçülen sıcaklık değerlerinin yanında ayrıca ısıtma sistemi devrede iken ve devrede değil iken yapılan deneylerde motorun marşa basılma süreleri ölçülmüştür. Yapılan deneyler sonucunda, geliştirilen ısıtma sisteminin sıcaklık kontrol cihazının 20 °C olarak ayarlanması durumunda 0°C, 5°C, 10°C çevre sıcaklıklarında motorun ilk harekete geçmesini kolaylaştırdığı, 0 °C'nin altındaki çevre sıcaklıklarında motorun LPG ile ilk harekete geçmediği görülmüştür. Deneylere sıcaklık kontrol cihazının ayarının 30 °C'ye, 40 °C'ye ve 50 °C'ye arttırılması ile devam edilmiştir. -10 °C çevre sıcaklığında yapılan deneylerde sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı olduğu durumda motorun 5 sn gibi kısa bir sürede ilk harekete geçtiği 30 °C ve 40 °C sıcaklıklarda bu sürenin biraz daha fazla olduğu gözlenmiştir.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Selim (2005), çift yakıtlı motorlarda gaz yakıtı tipinin motor parametreleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmalarında doğal emişli, dört zamanlı, Ricardo E6 motoru kullanmıştır. Bu motorun yakıtı olarak dizel + LPG veya dizel + metan kullanılmıştır. Deneyler sonucunda bulunan motor parametreleri gaz yakıtının tipi, sıkıştırma oranı, motor yükü, yakıt püskürtme avansı, püskürtülen yakıtın kütlesi ve motor hızıdır. Her bir çalışma şartlarındaki veriler verilen maksimum basınç artış oranında, yanma gürültüsünde, ortalama basınç analiz edilmiştir. Sonuç olarak, gaz yakıtın tipinin motorun çalışmasının ve tasarım parametrelerinin yanma gürültüsünü etkilediğini bulmuşlardır.

Weilenmann ve arkadaşları (2005), dizel ve benzin motorunun farklı sıcaklıklarda soğuk çalışma emisyonlarını incelemiştir. +23°C, -7°C ve -20°C sıcaklıkta şasi dinamometresi testleri yapmışlardır. Sonuçta soğuk çalışma esnasındaki ekstra emisyonların sürüş şartlarına bağlı olduklarını bulmuşlardır. Deneylerde Euro-1, Euro-2, Euro-3 standartlarına uyan yakıtları kullanmışlar ve bunların sonuçlarını mukayese etmişlerdir.

Price ve arkadaşları (2004), bir LPG evaporatörünün (regülatör) termodinamik performansını Ford Focus marka taşıtta değişik motor çalışma aralıklarında hesaplamışlardır. Testler iki farklı çalışma sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte benzinden gaza geçiş sıcaklıklarını incelemiştir. Maksimum motor çıkış gücünü elde etmek için yaklaşık olarak 300 kW'lık termik enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda LPG bileşiminin motor performansı üzerine etkisini de çalışmışlar ve benzer ısı değerlere sahip minimal yakıt bileşimlerini bulmuşlardır. Evaporatörün girişindeki ve çıkışındaki motor soğutma suyu sıcaklığını da tartışmışlardır. Çünkü motor soğutma suyu sıcaklıkları arasındaki fark, evaporatör içindeki LPG'ye transfer edilen ısı enerjisinin miktarının hesaplanması için gereklidir. Maksimum güçte enerji dengesinde kullanılan  $\Delta T$ 'yi 6 K bulmuşlardır.

Yoong ve Watkins (2004), LPG bileşiminin fiziksel ve kimyasal özelliklerini, ani buharlaşma modelinin gelişimini ve yanmanın laminer alevlenme modeli uygulamasını yapmışlardır. Sprey yanmasının simülasyonu için denk oranlarda karışım ele alınarak gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda çalıştıkları 3 model için çözüm prosedürlerini ortaya koymuşlar ve geliştirilen modeli test etmişlerdir. Buharlaşmalı ve buharlaşmasız LPG spreyleri çok sayıda simülasyon yapmak suretiyle test edilmiştir. Ani parlamasız LPG spreyleri de iyi simüle edebilmek için gösterilmiştir.

Demirbaş (2002), taşımacılıkta alternatif yakıt olarak kullanılan doğalgaz, LPG ve hidrojenin yakıt özelliklerini çalışmıştır. Daha az karbonlu olan LPG daha temiz yandığından yağ kirliliğinin ve motor aşınmasının azaldığını, bazı segmen ve yatakların ömrünü uzattığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda yüksek oktanlı LPG motor vuruntusundan kaynaklanan aşınmayı da minimize etmektedir.

Dinler ve Yücel (2002), yaptıkları çalışmalarında, 2 farklı motor kullanılarak LPG'nin egzoz emisyonuna olan etkilerini deneysel olarak incelemişlerdir. Deneysel silindir hacimleri farklı iki benzinli motor kullanılarak LPG için emisyon deneyleri yapılmıştır. Motorların her ikisine de aynı marka LPG dönüşüm kiti monte edilmiştir. Emisyon deneyleri 40 dev/sn sabit motor hızında motor yükü %0 (yüksüz), %100 (tam yük) arasında %20 değiştirilerek yapılmıştır. Her iki motor önce benzin ile çalıştırılmış daha sonra LPG ile çalıştırılarak emisyon deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçları grafikler halinde sunulmuştur. Sonuçta, gerek benzin ile gerekse LPG ile çalışmada egzoz emisyonları hava fazlalık katsayısına bağlı olarak değişim gösterdiğini bulmuşlardır.

Soruşbay (2002), yaptığı çalışmada, benzin motorlu taşıtların LPG kullanımına dönüşümünü standartlarda tanımlanan kirletici egzoz gazları emisyonları ve karbondioksit emisyonu açısından değerlendirilmiştir. Kyoto Protokolü çerçevesinde, karayolu taşıtlarından kaynaklanan sera gazlarının



kontrolünde LPG uygulamalarının kısa dönemdeki önemi vurgulanmıştır. LPG yakıt ekonomisi ve fiyat politikaları bakımından ayrıca değerlendirilmiştir.

Yamin ve Badran (2002), özellikle genişleme prosesinde motorun ısı kaybını azaltmak için çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında benzinli motorlarda yakıt olarak, benzine alternatif olacak birçok alternatif yakıt arasından LPG'yi kullanmışlardır. Karışım oranı, sıkıştırma oranı, bujinin yeri ve farklı hızlardaki yanma süresinin ısı kayıpları üzerine etkisini incelemişlerdir.

Chen ve arkadaşları (2001), bir dizel motorda yakıt olarak LPG' nin homojen ön karışımı üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmalarında yanmayı ve tutuşmayı kontrol etmek için az miktardaki dimetil esteri LPG'nin içine karıştırmışlardır. Yanma üzerine yapılan deneysel ve analitiksel çalışmalarda, motor performansı ve egzoz karakteristiklerinin deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde, dizel motorlarında kullanılan LPG'nin problemleri ve kullanım imkanları incelenmiştir. Sonuçta, motorun geniş bir yük aralığında yüksek bir verimle çalışabileceği ve NO<sub>x</sub> emisyonunun azaltılabileceği gösterilmiştir.

Emen (2000), yaptığı yüksek lisans çalışmasında 1994 model Lada Samara marka aracı şasi dinamometresinde değişik devir kademelerinde teste tabi tutmuştur. Kararlı rejimde önce benzinli daha sonra LPG'li sistem aynı şartlar oluşturularak 70 km/h ve 90 km/h hız kademelerinde motorun gücünü ve yakıt sarfiyatını belirlemek için deneyler yapmıştır. Sonuçta LPG'li motorun gücünde, benzinli motora göre düşme görüldüğünü ve LPG'li motorun yakıt tüketiminin benzin ve dizel motorlara oranla daha düşük çıktığını belirtmiştir.

Yücel ve Dinler (2000), 6° ateşleme avansı değerinde LPG'nin ve katalitik konvertörün motor performansı ve egzoz emisyonlarına olan etkisini incelemişlerdir. Sonuçlar kurşunsuz benzinle yapılan deneylerinin sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. motor performans parametreleri; motor torku, mil gücü, mil özgül yakıt tüketiminin değişimlerini grafikler şeklinde vermişlerdir. LPG ile yapılan deneylerde motor mil veriminin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Vasiliev ve arkadaşları (1999), son derece önemli bir problem olarak içten yanmalı motorlarda marş durumunda ön ısıtma için ısı depolama cihazının gelişimi üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında ısı depolama maddesinin katı sıvı faz değişiminde ısı enerjisinin alışverişinin etkileri üzerine çalışan termal akümülatör tartışılmıştır. Çalışmaların deneysel kısmında, ısı depolama cihazı için simülasyon şartları, laboratuvar kurulumu tartışılmış ve laboratuvar deneylerinin sonuçları verilmiştir. Toplanan verilerin bir analizi ve karbüratörlü bir motor için ön ısıtma cihazının tam skala testlerini vermişlerdir. Sonuçta teorik sonuçları karşılaştırmak için bir deney seti tasarlamışlardır.

Salman ve arkadaşları (1998), yaptıkları çalışmada, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ve benzin ile çalışan taşıtları şasi dinamometresi üzerinde yol şartları simule edilerek teste tabi tutmuşlardır. Test sırasında egzoz emisyonları ve tekerlek güçlerini ölçmüşlerdir. Her iki yakıt kullanımında egzoz emisyonlarını ve taşıt performanslarını karşılaştırmışlardır.

Çetinkaya (1998), yapmış olduğu çalışmada sıvılaştırılmış petrol gazının (LPG) özelliklerini araştırmıştır. Bu çalışmada taşıtlarda LPG kullanımının yaygın olduğu ülkeler, yakıt seçiminde dikkate alınan kriterler, LPG'nin kimyasal özellikleri, motor yakıtı olarak LPG'nin avantaj ve dezavantajları ele alınmıştır. Sonuçta, gaz yakıtların, karışımın oluşturulması, dağıtım, ateşlenmesi ve yanmasının kontrolüne en az zorluk gösteren yakıtlar olmaları ve egzoz emisyonları bakımından daha az kirletici olmaları sebebiyle ideal yakıtlar olduğunu, gelecekte tüm motorların %20 kadarının tek yakıtlı LPG motorları olacağını ve LPG'nin avantajlarından tam anlamıyla yararlanılabilmesi, motora en uygun dönüşüm sisteminin kullanılması ile sağlanabileceği belirtilmiştir.

Bayındır ve arkadaşları (1997), LPG'nin ülkemizdeki yerli otomobillerde alternatif yakıt amaçlı kullanımı, motor karakteristiklerine ve egzoz emisyonlarına etkisini deneysel olarak araştırmışlardır. Deneylerde benzinli motor kullanılmış, motor önce benzinle çalıştırılarak kararlı rejime geçirilmiş, rejim altında egzoz gazı

emisyonları ve yakıt tüketimi ölçülmüştür. Daha sonra motor aynı koşullarda LPG ile çalıştırılarak aynı parametreler ölçülmüş ve elde edilen değerleri benzinle elde edilen değerlerle karşılaştırmışlardır.



### 3. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG)

Sıvılaştırılmış petrol gazı ve doğal gaz gibi, normal atmosferik koşullarda gaz halinde bulunan yakıtlara gaz yakıtlar denilmektedir. Gaz yakıtlar, depolama hacmini küçültmek amacıyla, orta ve yüksek basınçlarda ( $\approx 20-200$  bar) sıkıştırılarak sıvılaştırılmaktadırlar (LPG ve LNG veya CNG gibi). Sıvılaştırılmış petrol gazı, genellikle propan, bütan, izobütan ve az miktarlardaki propilen ve bütilden oluşan bir karışımdır [Çetinkaya 1998].

Türkiye’de daha çok mutfaklarda ve bu arada ısınma, aydınlatma ve sanayiimizin birçok kesimlerinde kullanılan, dünyada ve özellikle de ABD’de otomotiv sanayiinde araçlarda enerji elde etmede, havalandırma cihazlarının çalıştırılmasında, petrol kuyuları sondaj donanımlarına güç elde etmede karşımıza çıkan LPG; Propan ( $C_3H_8$ ) ve bütanın ( $C_4H_{10}$ ) belli oranlardaki karışımından oluşan ve *Liquefied Petroleum Gases* kelimelerinin baş harfleri ile ifade edilen sıvılaştırılmış bir petrol gazıdır. Dünyadaki LPG üretiminin %61’i doğal gaz, %39’u ise rafineri üretiminden elde edilmektedir [Anonim 2000].

LPG ‘de bulunan az miktarlardaki propilen ve bütilen ise, petrol rafinerilerinde diğer hidrokarbonların parçalanması esnasında elde edilen iki önemli kimyasal hammaddedir. LPG, dolum tesislerinde tüplere doldurularak doğrudan tüketiciye sunulmakta, doğal gaz şebekesine bağlı olmayan evlerde, endüstriyel tesislerde ve taşıtlarda kullanılmaktadır [Çetinkaya 1998].

LPG kokusuz olduğundan, kaza ve sızıntı durumlarında gazın hissedilebilmesi için, tüketiciye ulaştırılmadan önce, yasal bir zorunluluk olarak kokulandırılmakta, kokulandırıcı olarak etil markup ( $C_2H_5SH$ ) kullanılmaktadır [Anonim 2000].

Kokulandırmadaki standart koşul, havadaki gaz konsantrasyonu % 1 ‘e ulaştığında, normal bir insanın kokuyu hissedeceği düzeydir. LPG, teneffüs edilmesi

halinde zehirsizdir. Özgül ağırlığı havadan fazla olduğundan, kaçak olan kapalı ortamlarda dibe çöker ve içerideki havayı kovarak havasızlığa yol açar [Çetinkaya 1998].

### 3.1. LPG'nin Çeşitleri

Gaz karışımında bulunan ana hidrokarbon bileşenine göre;

- a. Ticari propan: Başlıca propan ( $C_3H_8$ ) ve propilen ( $C_3H_6$ )'den meydana gelen fiziki metotlarla sıvılaştırılabilen gaz karışımıdır. Uçuculuğu yüksektir. Özellikle soğuk iklimli bölgelerde, evlerde, ticari ve endüstriyel amaçlı kullanımlara uygundur. Kütlece %95 saflıkta olup düşük devirli motorlar için uygundur.
- b. Ticari bütan: Başlıca bütan ( $C_4H_{10}$ ) ve bütilen ( $C_4H_8$ )'den meydana gelen fiziki metotlarla sıvılaştırılabilen gaz karışımıdır. Uçuculuğu yüksektir. Ilıman iklimli bölgelerde ve buharlaşma problemi olmayan sanayi kuruluşlarında kullanılır. Kütlece %95 saflıktadır.
- c. Ticari propan-bütan karışımı: Bu karışım, ticari propan ve ticari bütan karışımından meydana gelen gazdır. Uçuculuğu orta seviyededir. Karışım nispetleri geniş aralıklarda olabileceğinden belirli ihtiyaçları karşılayabilecek yakıt elde edilebilir. Evlerde, ticari ve endüstriyel amaçlı kullanımlarda zaman ve iklim şartlarındaki uygulamalara göre elverişli özelliklerde yakıt elde edilmesi içinde uygundur.
- d. Özel hizmet propanı: Çoğunlukla içten yanmalı motorlarda vurutusuz çalışmayı sağlayan hidrokarbondur. Kütlece %98 saflıktadır. Orta devirli ve vurutusuz çalışması gereken motorlar içindir. Bu gazlara ait özellikler çizelge 3.1 'de gösterilmiştir [İçingür ve ark. 1998].

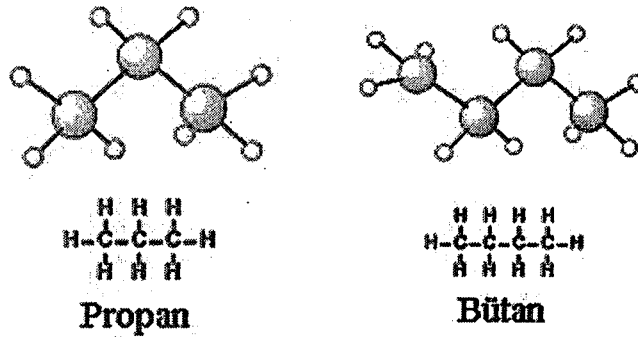
Çizelge 3.1. LPG çeşitlerinin özellikleri [Çetinkaya 1998]

Özellikler	Ticari Propan	Ticari Bütan	Ticari PB Karışımı	Öz.Hizmet Propanı
Max. Buhar basıncı, (kPa) 20°C 55°C	930 2070	103 462	- -	950 2070
Sıvı haldeki LPG'nin nispi yoğunluğu (suya göre, 15,6°C/15,6°C) (kg/dm <sup>3</sup> )	0,509 <sup>(1)</sup>	0,582 <sup>(1)</sup>	0,5474 min 0,5728 max	0,509 <sup>(2)</sup>
Buhar halindeki LPG'nin nispi yoğunluğu (havaya göre), 15,6°C'de	1,52 <sup>(1)</sup>	2,01 <sup>(1)</sup>	-	1,52 <sup>(1)</sup>
Tutuşma sıcaklığı (havada)	493-549	482-538	-	493-549
Buharlaşmadan sonraki toplam ısıtma değeri; sıvı fazında (kJ/kg) gaz fazında (kJ/m <sup>3</sup> )	50020 <sup>(1)</sup> 93470 <sup>(1)</sup>	49140 <sup>(1)</sup> 121280 <sup>(1)</sup>	- -	50020 <sup>(2)</sup> 93470 <sup>(2)</sup>

(1) Tolerans  $\pm\%5$ ' dir.(2) Tolerans  $\pm\%2$ ' dir.

### 3.2.LPG'nin Temel Özellikleri

LPG kimyasal yapı ve özellikleri bakımından parafinler (alkanlar) ve olefinler grubu içinde yer alır. LPG'yi oluşturan propan ve bütanın fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2. de, propan ve bütanın kimyasal yapısı şekil 3.1 'de görülmektedir.



Şekil 3.1. Propan ve bütanın kimyasal yapısı

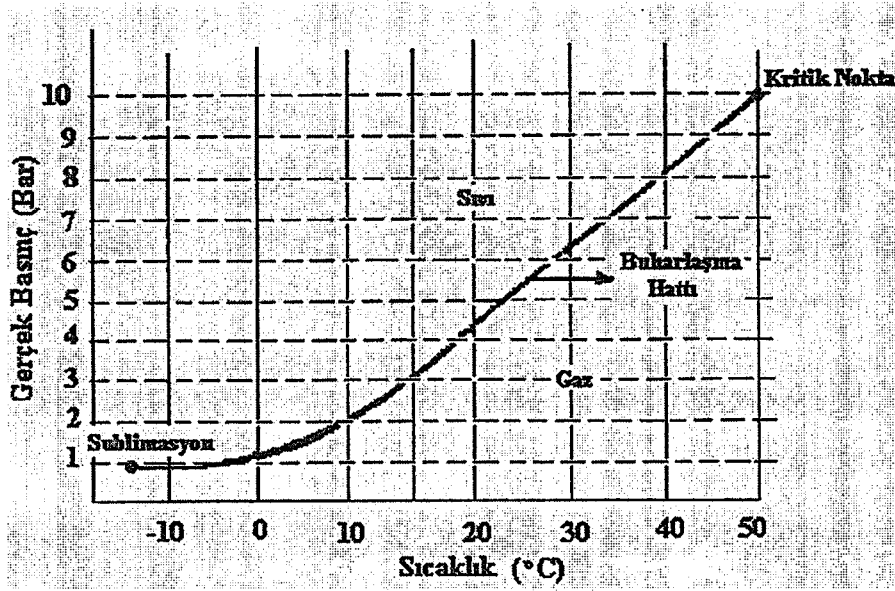
Çizelge 3.2. Propan ve bütanın fiziksel ve kimyasal özellikleri [Başer 1998]

Özellikler	Propan	Bütan
Kimyasal Formülü	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$
Moleküler ağırlığı	44	58
Özgül Ağırlığı (kg/l.)	0.51	0.58
Kaynama Noktası ( $^{\circ}C$ )	-43	-0.5
Alt Isıl Değeri (kcal/kg)	11070	10920
Tutuşma Noktası ( $^{\circ}C$ )	510	490
Tutuşma Sınırları (hacimsel %)	2.1-9.5	1.5-8.5
Yanma Hızı (cm/s)	32	32

Bütan ve propanın belirleyici temel özelliklerinden biri (ki bu kullanım alanlarını da belirler) buhar basıncıdır. Yani sıvının kapalı hacimdeki, buhar ile dengede olduğu basınçtır. EK-1 'de propan ve bütan karışımlarının sıcaklığa bağlı buhar basıncı eğrileri verilmiştir. Örneğin bütanın  $0^{\circ}C$  sıcaklıktaki buhar basıncı 0.2 bar ve  $15^{\circ}C$  sıcaklıkta 1.05 bar'dır. Propanın  $0^{\circ}C$  sıcaklıktaki buhar basıncı ise 4 bardır. Yazın aynı sıcaklıkta bütan karışım oranlarının değişmesi basınç üzerinde belirgin farklılıklara neden olur. Isı arttıkça basınç artar ve LPG 'nin sıvı halindeki hacminde büyük değişikliklere neden olur. Böylece, sıvı halindeki LPG ile dolu olan bir ortamda ısı arttıkça basıncında artmasına ve içinde bulunduğu tankın patlamasına neden olur [Anonim 2000].

Bütan ve propan arasındaki diğer ayırıcı özellik ise kaynama noktası sıcaklığıdır. Sıvı fazdan, gaz faza geçtikleri sıcaklık derecesidir. Propan  $-43^{\circ}C$ 'de sıvı faza geçerken, bütan  $0^{\circ}C$ 'de sıvı faza geçmektedir. Bu özelliğinden dolayı soğuk havalarda daha yüksek propan oranına sahip karışımlara gereksinim duyulur. Böylece gaz fazına dönüşüm kolaylaştırılır. Türkiye'de hava sıcaklığı bölgeden bölgeye değişeceğinden motorlu taşıtlarda kullanılan Sıvılaştırılmış Petrol Gazı karışımının tüm koşullara uygun olacak şekilde ayarlanması gerekmektedir.





Şekil 3.2. Sıcaklığa göre değişen propan ve bütan karışım eğrisi [Ciniviz 2001].

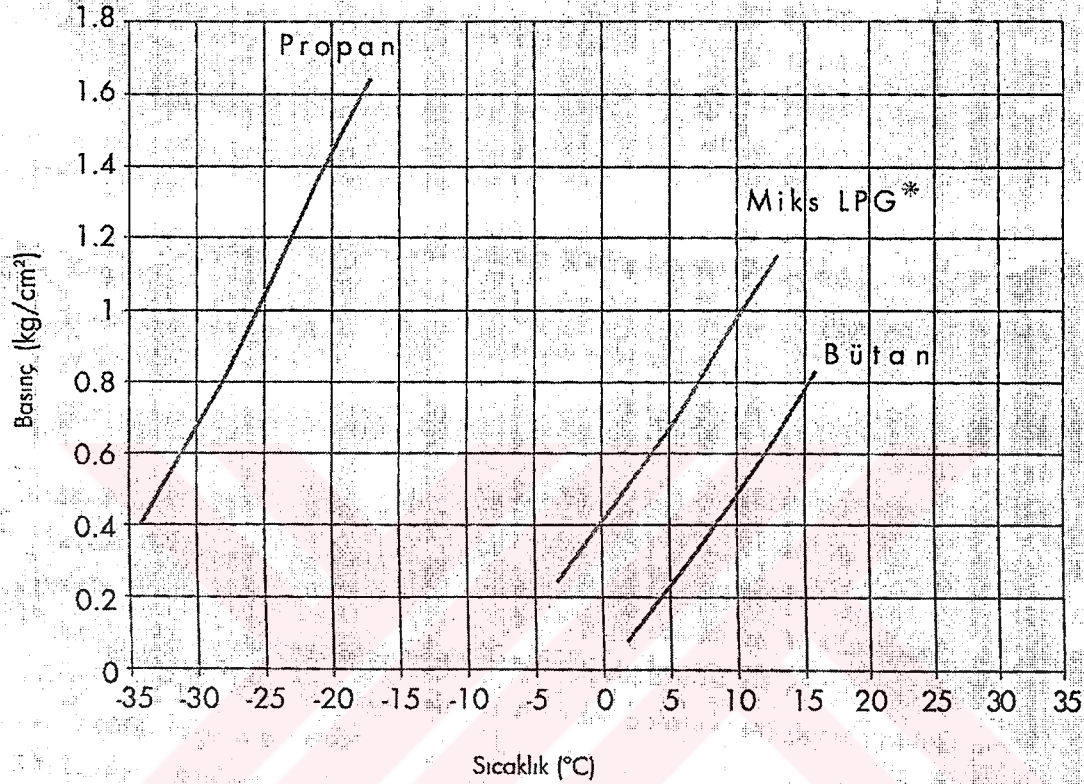
Dünyada LPG, otomobillerde özellikle Avrupa ülkelerinde, Amerika'da ve Japonya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Avrupa ülkelerinde otomobillerde kullanılan LPG'nin propan ve bütan karışım oranları çizelge 3.3' de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Avrupa ülkelerindeki yaz ve kış aylarında LPG içerisindeki propan ve bütan oranları [Ciniviz 2001]

Ülke Adı	Propan / Bütan Oranları (%)	
	Yaz	Kış
Türkiye	30 / 70	50 / 50
Almanya	Propan	Propan
Danimarka	30 / 70	70 / 30
İngiltere	Propan	Propan
Avusturya	20 / 80	80 / 20
Hollanda	30 / 70	70 / 30
İsveç	Propan	50 / 50
İsviçre	Propan	Propan



LPG'ye basınç uygulandığında hacmi içerisindeki bütan ve propan yüzdelere bağlı olarak 230 ile 267 kat küçülür. Normal şartlarda gaz halinde bulunan LPG'nin, belirli bir basınç değerinde sıvılaşmaya başladığı sıcaklık değerine "çiyleşme (sıvılaşma) sıcaklığı" denir.



Şekil 3.3. LPG'nin çiyleşme eğrileri[Aydın ve ark. 1995]

Şekil 3.3' de görüldüğü gibi 1 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında propan -25 °C'de, bütan 20 °C' de, miks LPG ise 10 °C'de çiyleşmeye başlar. Bu durumda basıncı 1 kg/cm<sup>2</sup> olan LPG, sıcaklığının 10 °C'nin altına düşmesi durumunda çiyleşir. Gaz fazının sıvı fazına göre yaklaşık 270 kat daha fazla hacme sahip olması nedeniyle sıvı LPG'nin tüketim noktasına ulaşması gaz ekipmanlarının görevlerini tam olarak yapamamasına neden olur. Bu nedenle LPG sistemi, yukarıdaki grafik yardımıyla gazın çiyleşmeyeceği basınç-sıcaklık değerleri dikkate alınarak kurulur. Propan için çiyleşme sıcaklıkları çok düşük olduğundan, propan kullanılan sistemlerde çok düşük sıcaklıklarda bile çiyleşme problemiyle karşılaşılmaz [Aydın ve ark. 1995].

## 4. MOTORLU TAŞITLARDA KULLANILAN LPG SİSTEMLERİ

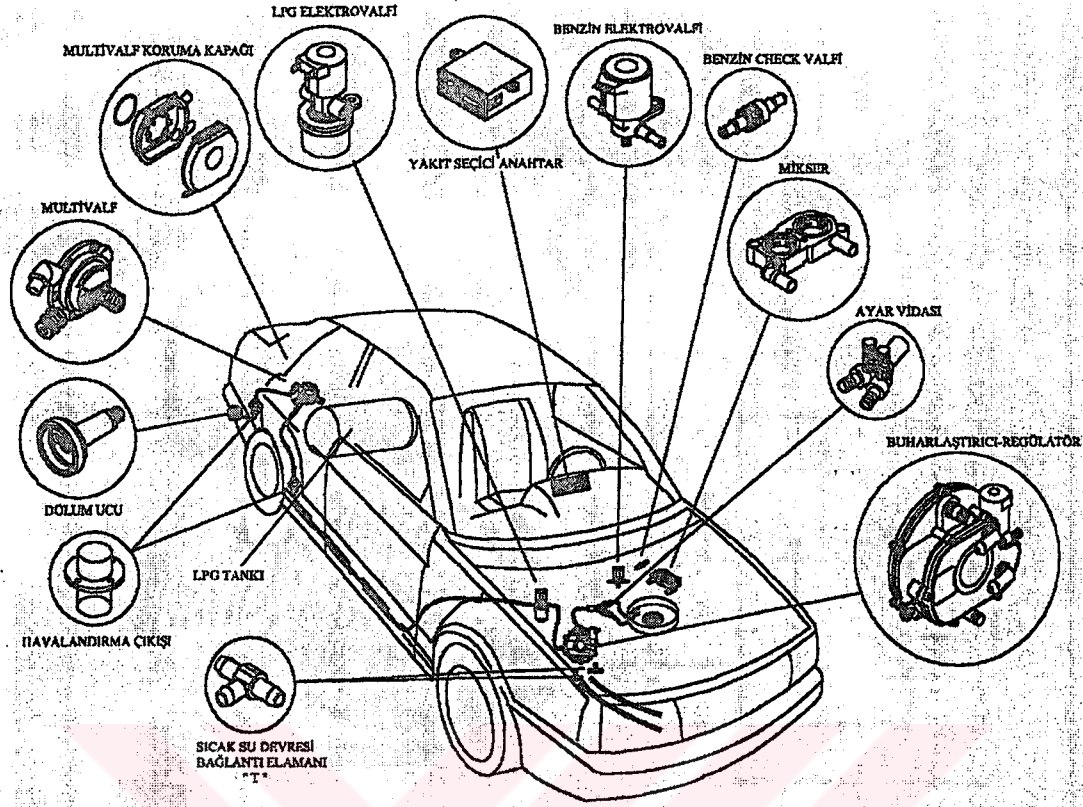
### 4.1. Sistemin Elemanları

LPG sistemi genelde 3 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- Yakıt deposu (LPG deposu),
- Basınç Regülatörü,
- Miktar ayarlayıcısı ve karıştırma tertibatı.

Fakat sıvılaştırılmış petrol gazı kullanmak için dönüşüm yapılan taşıtlarda kullanılan LPG dönüşüm sisteminin ana elemanları şunlardır;

- LPG tankı,
- Multivalf (çokluvalf),
- Yakıt seçici anahtar,
- LPG elektrovalfi,
- Benzin elektrovalfi,
- LPG buharlaştırıcı (regülatör, basınç düşürücü, vaporizer),
- Gaz ayar vidası,
- Karıştırıcı (mikser),
- İletim elemanları,



Şekil 4.1. LPG yakıt sisteminin araçtaki yerleşimi [Anonim 2000]

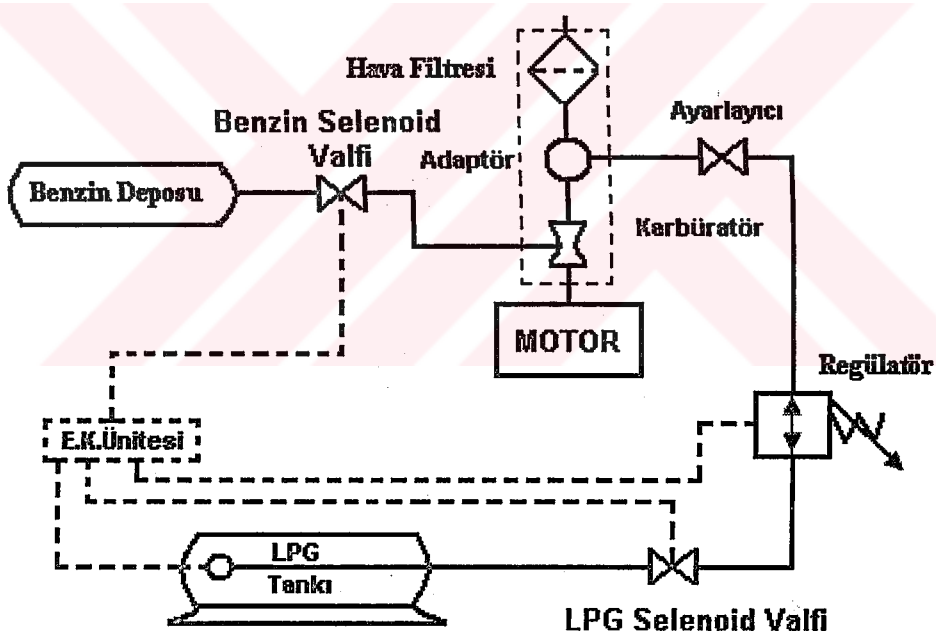
## 4.2. LPG Sistemleri

Benzinli motorların aynı zamanda LPG ile çalışmalarını sağlayacak dönüşüm sistemleri birinci, ikinci ve üçüncü nesil dönüşüm sistemleri olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

### 4.2.1. Birinci Nesil LPG Sistemleri

Birinci nesil LPG dönüşüm sistemleri en basit olan sistemlerdir. Bu sistemlerde açık devreli LPG donanımı kullanılmaktadır. Yakıt deposundan sıvı

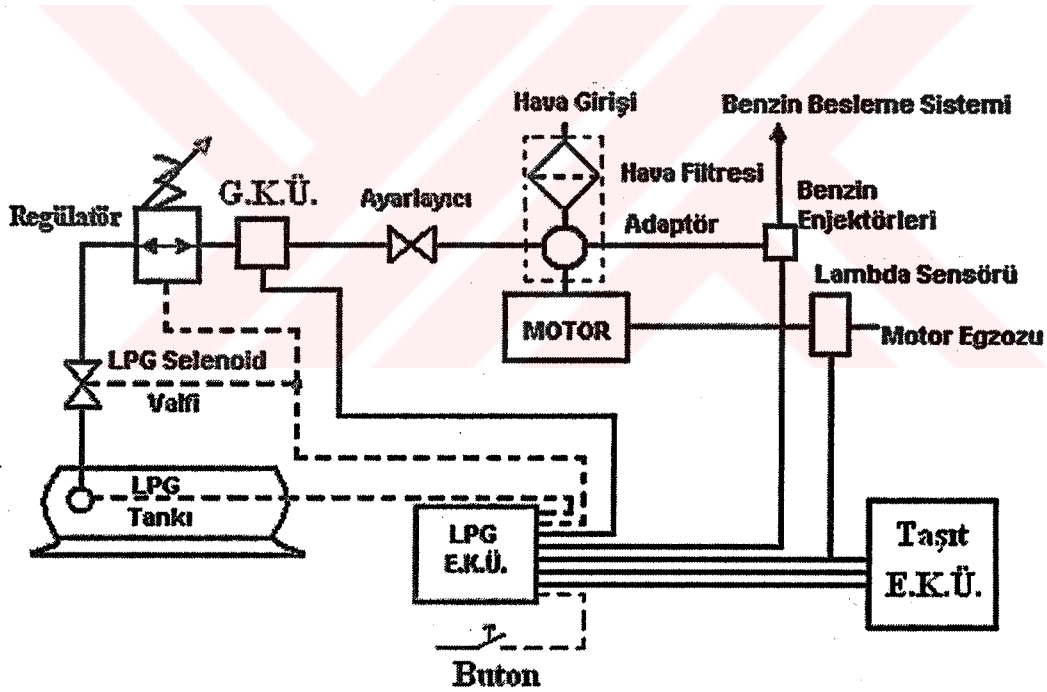
halde alınan yakıt, bir regülâtör ve buharlaştırıcı yardımıyla emme manifoldunda yer alan bir gaz karıştırıcıya gönderilerek hava ile karıştırıldıktan sonra silindirlere yollanmaktadır. Bu sistem karbüratörlü benzin motorlarının dönüştürümünde kullanılmaktadır. Birinci nesil LPG sistemleri regülâtörün diyaframı ayarlamak için aldığı sinyale göre vakumlu veya elektronik olarak 2'ye ayrılmaktadır [Dinler 2001]. Birinci nesil dönüştürüm sistemlerinin en büyük dezavantajı motor yükü arttıkça giderek zenginleşen karışım oranına neden olmasıdır. Bu tür açık devreli sistemlerde hava fazlalık katsayısı (HFK) gaz karbüratörünün sağladığı sınırlar dahilinde değişmekte ve kapalı devre kontrolü yapılmadığı için HFK'yi sabit tutmak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle HFK=1'de çalışarak ve 3 yollu katalitik dönüştürücü kullanarak en son emisyon sınırlarını (EURO 93 ve EURO 96) sağlamak böyle bir sistemle olanaksızdır [Anonim 2000].



Şekil 4.2. Birinci nesil LPG dönüştürüm sisteminin şematik gösterimi

#### 4.2.2. İkinci Nesil LPG Sistemleri

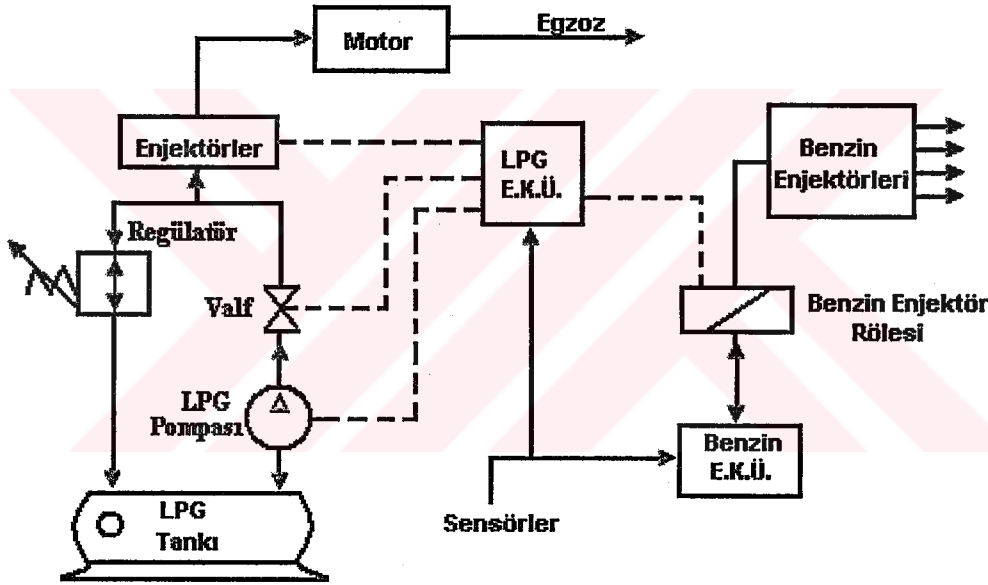
İkinci nesil LPG dönüşüm sistemleri kapalı devreli LPG donanımı kullanırlar. Kapalı devre sistemlerinde egzoz gazı içinde bulunan oksijen miktarı ölçülerek, elektronik kontrol ünitesi yardımıyla yakıt miktarı regülatörde uygun şekilde düzeltilmektedir. Böylece hava fazlalık katsayısı stokiyometrik değerde tutabilmekte ve egzoz sistemine eklenen katalitik konvertör yardımıyla EURO 93 ve hatta EURO 96 emisyon sınırları sağlanabilmektedir [Anonim 2000]. Orjinalinde yakıt enjeksiyon sistemi bulunan taşıtlara uygulanan bu dönüşüm sisteminde ek olarak bir lambda ( $\lambda$ ) sensörü, devir sayısı, gaz kelebeği konumu, motor sıcaklığı gibi motor parametreleri için sinyalleri değerlendiren bir elektronik kontrol ünitesi ve gaz debisini değiştiren debi ayar valfi bulunmaktadır [Dinler 2001].



Şekil 4.3. İkinci nesil LPG dönüşüm sisteminin şematik gösterimi

### 4.2.3. Üçüncü Nesil LPG Sistemleri

Üçüncü nesil LPG dönüşüm sistemleri pek yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu sistem çok noktadan benzin enjeksiyonlu sisteme benzemektedir. Bu sistemde sıvı haldeki LPG, emme supabı üzerine püskürtüldüğü için yakıtın büyük bir miktarı silindire sıvı halde girmektedir. Birinci ve ikinci nesil dönüşüm sistemleri uygulanmış araçlarda LPG'nin gaz halde silindire girmesinden dolayı volumetrik verimdeki kayıplar neticesinde güçteki %2-5 oranındaki azalma üçüncü nesil LPG dönüşüm sistemlerinde görülmemektedir [Anonim 2000].



Şekil 4.4. Üçüncü nesil LPG dönüşüm sisteminin şematik gösterimi

## 5. LPG BUHARLAŞTIRICISI (REGÜLATÖR)

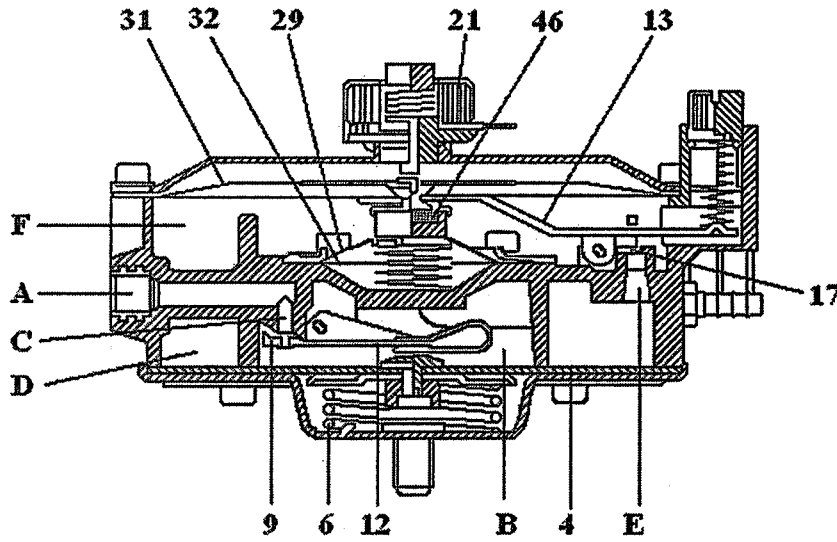
Regülatör motora sıvı fazda gelen yüksek basınçlı LPG'yi genişleterek gaz fazına çevirirken, motorun tükettiği yakıt miktarını sağlayacak şekilde düzenlenmiş bir besleme basıncı sağlar. LPG'nin sıvı fazdan gaz fazına geçerken gerek duyduğu ısı motor soğutma suyundan sağlanmaktadır.

Basınç düşürme ve regülasyon iki kademe yapılmaktadır. Birinci kademe LPG buharlaştırılıp basıncı 1,45-1,65 bara düşürülür. İkinci kademe çıkışında ise gaz yakıt sağlanmaktadır. Bu kademenin çıkış basıncı, motorun dönme sayısı ve gaz kelebeği açıklığının belirlediği gaz yakıt debisini sağlayacak şekilde değişir.

Basınç regülatörü, motor çalışmadığı sürece motora olan gaz akışını önleyecek, soğukta ilk harekette ise gerekli zenginlikte yakıt/hava karışımını sağlayacak ek donanımlara sahip olmalıdır. Bu ikinci kademe giriş supabına kumanda ederek ek gaz akışı sağlayan elektriksiz kumandalı bir zenginleştirici ile sağlanmaktadır.

Basınç regülatörü, basınç regülasyon işini gövde içinde bulunan ve eksenel yönde hareketli membran ve supaplar ile sağladığından, bunların taşıtın ivmelerinden etkilenmemesi için, motor bölmesi içinde eksenel hareket yönüne dik kalacak şekilde monte edilmelidir. Seviyesi radyatör su seviyesinin mümkün mertebe altında kalmalıdır [Aktay 2002].





<b>A : Besleme kanalı</b>	<b>4 : Birinci kademe zarı</b>	<b>21 : Elektromekanik şalter</b>
<b>B : Basınç indirgeme bölümü</b>	<b>6 : Yay</b>	<b>29 : Zar</b>
<b>C : Besleme ağzı</b>	<b>9 : Çek valf</b>	<b>31 : İkinci kademe zarı</b>
<b>D : Birinci kademe bölümü</b>	<b>12 : Birinci kademe manivelası</b>	<b>32 : Yay</b>
<b>E : Meme</b>	<b>13 : İkinci kademe manivelası</b>	<b>46 : Miknatıs</b>
<b>F : İkinci kademe bölümü</b>	<b>17 : İkinci kademe valfi</b>	

Şekil 5.1. Basınç regülatörünün kesit görünüşü [Aydın ve Kaştas 1999]

Yakıt tankından basınçlı olarak gelen sıvı LPG selenoid valften (A) besleme kanalı aracılığı ile birinci kademe basınç indirgeme bölümüne (B) girer. Burada basınç 0,45-0,65 bar civarında olacak kadar azalır. Besleme ağzına (C) yakın manivela (12) 'ya bağlı bulunan birinci kademe zarı (4) üzerindeki gazın oluşturduğu basınçtan yararlanmak suretiyle basınç indirgenmesi oluşmaktadır.

Birinci kademe basınç indirgeme bölümü içerisindeki basınç önceden belirlenen seviyeyi aştığında zar (4) kalibre edilmiş yayı (6) harekete geçirerek, birinci kademe manivelasının (12) hareket etmesini ve bu hareketin besleme ağzında (C) bulunan çek valfe (9) transferine neden olur. Gazın genişlemesinden dolayı oluşan ısı kaybını karşılamak için motor soğutma sistemindeki su, birinci kademe basınç indirgeme bölümü (B) içinde dolaştırılır. Memeden (E) geçen LPG valf (17) tarafından düzenlenerek ikinci kademedeki bölüme (F) geçer. Bölüm, karbüratörde



bulunan karıştırıcıya bağlıdır ve çalışan motorun oluşturduğu endüksiyona reaksiyon verir. İkinci kademe zarı (31) bu endüksiyondan dolayı basınç azaltıcının merkezine doğru içeriye girer. Bu hareket, ikinci kademe valfinin (17) sabitleştirdiği ikinci kademe manivelasının (13) hareket etmesini ve gazın birinci kademedan ikinci kademeye geçmesini sağlar. Ters olarak da karıştırıcının içindeki vakum kaybolduğunda, ikinci kademe zarından (31) ters bir basınç oluşur. Manivelanın hareketi ile gazın geçmesi önlenir.

Motor çalışmadığında, yay (32) manivela üzerine etki yaparak valfin (17) mükemmel bir şekilde gaz geçirmezliğini temin eder. Motor çalıştığında ise yay (32), karbüratör kelebeğinde oluşan basınç düşmesinden dolayı emilen zar (29) tarafından yuvasına itilir. Zarı (29) mıknatıs (46) dahil edilmiştir. Motor çalıştırıldığında mıknatıs ikinci kademe manivelası (13) üzerinde anlık çekme oluşturur ve fazla miktarda gazın geçmesini sağlar [Aktay 2002].

## 6. MATERYAL ve METOT

### 6.1. Materyal

Deneyleer ilk olarak Selçuk Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Taşıt Bakım Laboratuvarında yapılmıştır. Yeterli soğuk hava Şartlarının sağlanamamasından dolayı deneyleere Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İklimlerendirme ve Soğutma Laboratuvarında bulunan klima odasında devam edilmiştir. Deneyleer Murat 124 model bir otomobile birinci nesil LPG dönüşüm sistemi monte edilerek yapılmıştır. Deneyleerin yapıldığı yer olan İklimlerendirme ve Soğutma Laboratuvarındaki klima odasının genel görünüşü Şekil 6.1'de görülmektedir.



Şekil 6.1. Klima odasının genel görünüşü

### 6.1.1. Deney Motoru Teknik Özellikleri

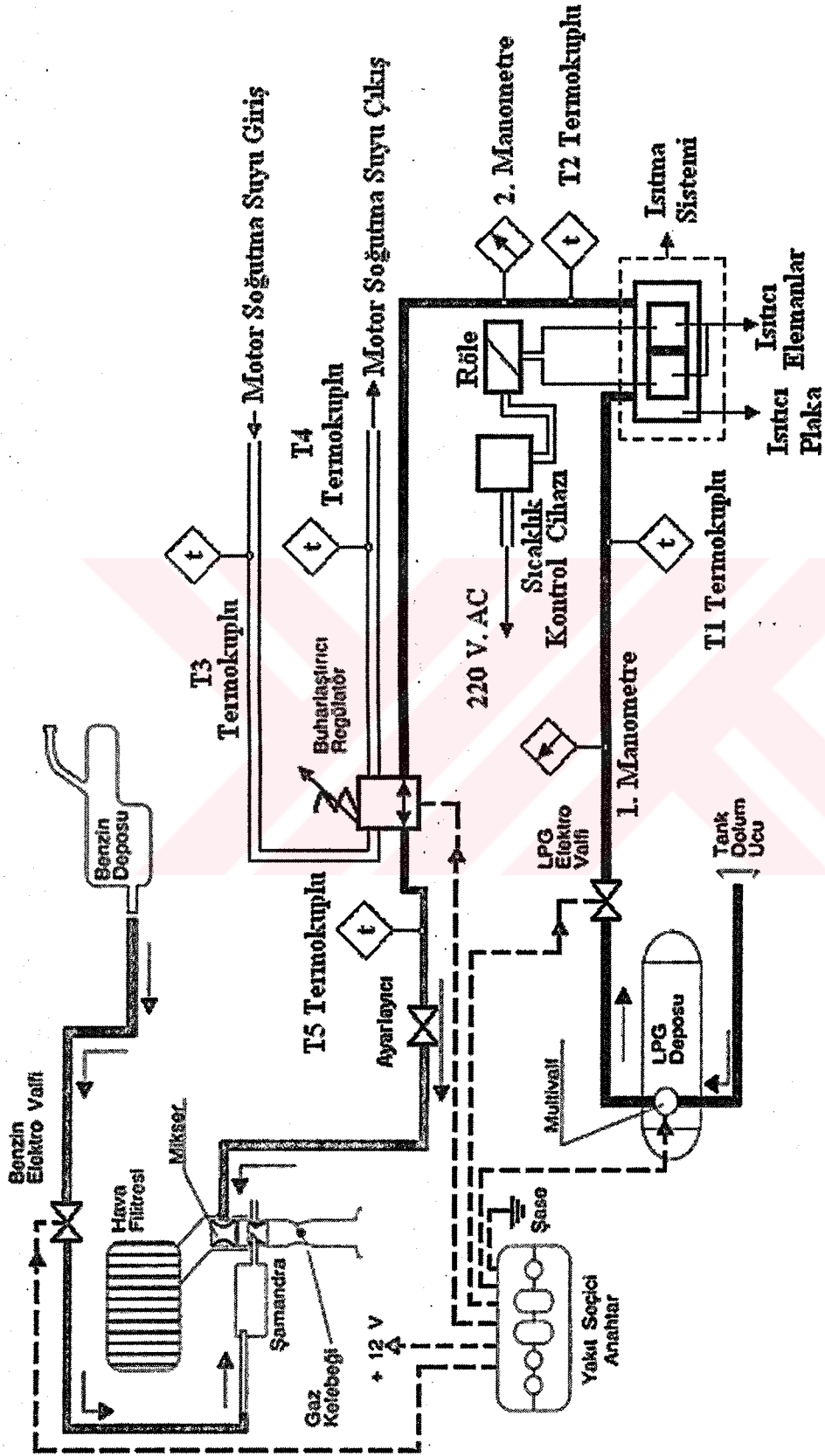
Deneylerde kullanılan motorun teknik özellikleri çizelge 6.1.'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Deney motoru teknik özellikleri.

Markası	: Murat 124
Motor Tipi	: I Tipi
Çalışma Prensibi	: 4 Zamanlı
Silindir Sayısı	: 4
Silindir Çapı	: 73 mm.
Strok	: 71.50 mm.
Toplam silindir hacmi	: 1197 cm <sup>3</sup>
Sıkıştırma Oranı	: 8.8/1
Maksimum Güç	: 60 HP (5600 dev/dk.)
Ateşleme Sırası	: 1 – 3 – 4 – 2
Soğutma Sistemi	: Su
Yağlama	: Basınçlı Yağlama

### 6.1.2. Deney Tesisatı

Deneyler esnasında yapılan ölçümlerin daha rahat alınabilmesi için bir deney masası tasarlanmıştır. Tasarlanan deney masasının üzerine LPG dönüşüm sistemi ve ölçü aletleri monte edilmiştir. Deney tesisatının şematik resmi şekil 6.2'de, deney tesisatının genel görünüşü şekil 6.3'de verilmiştir.



Şekil 6.2. Deney tesisatının şematik resmi



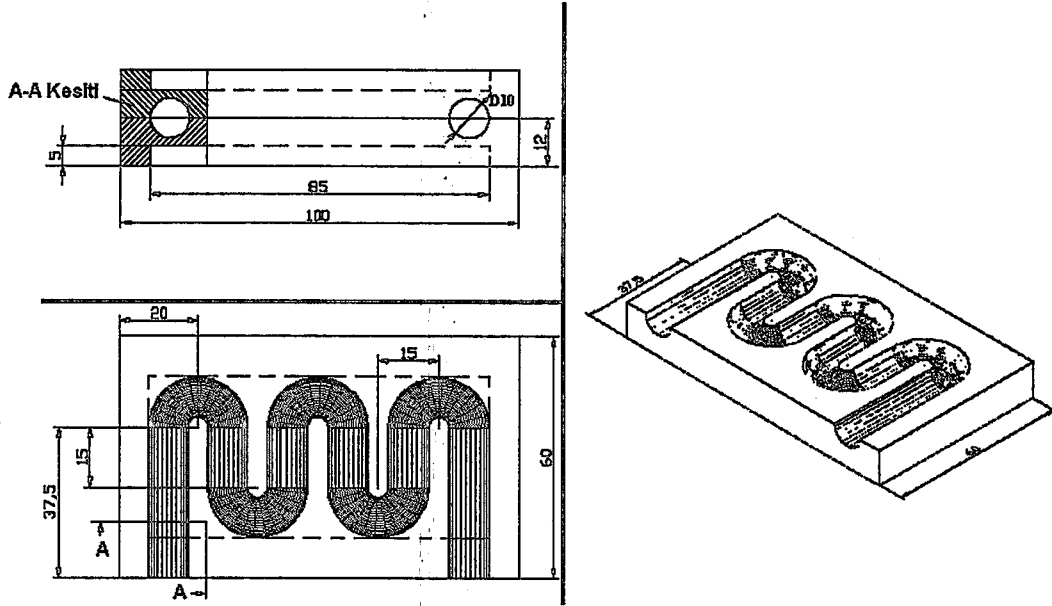


Şekil 6.3. Deney tesisatının genel görünüşü

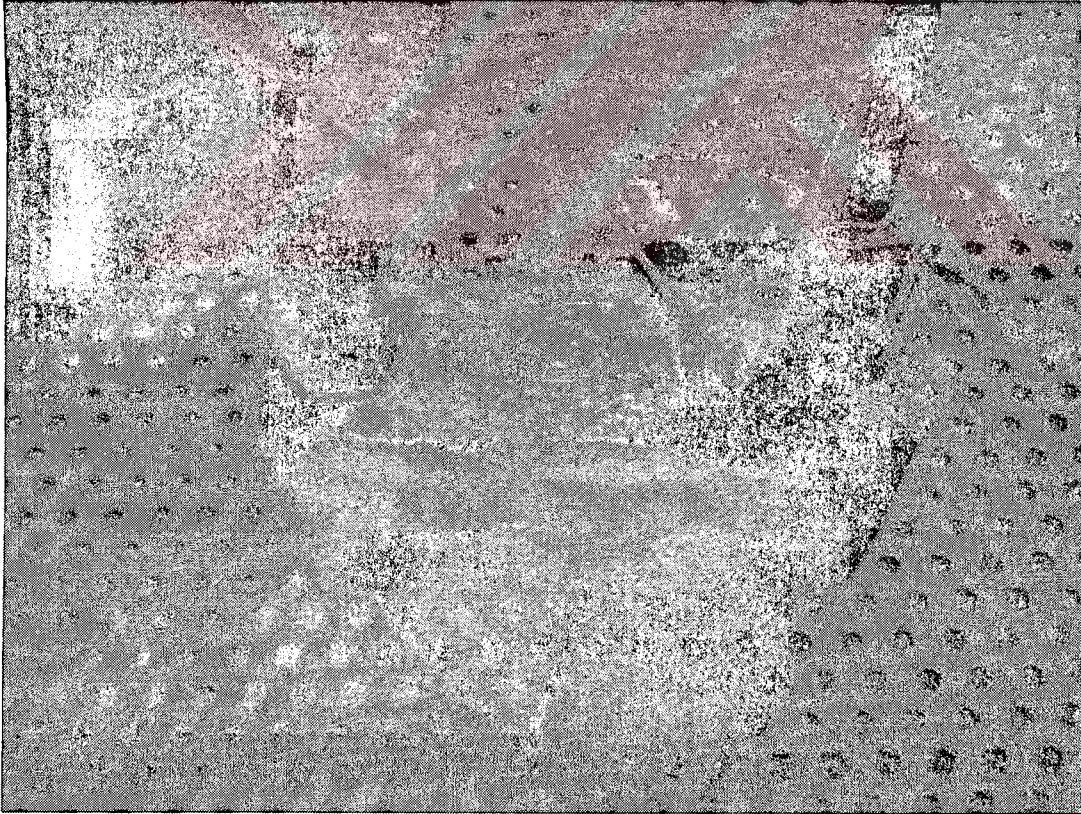
### 6.1.3. Tasarlanan Isıtma Plakası

Regülatör ile gaz selenoid valfi arasına yerleştirilen ve depodan gelen LPG'yi ısıtarak regülatöre gönderen cihaz ısıtma sistemi olarak adlandırılmaktadır. Isıtma plakası bakır malzemeden şekil 6.4 'de görülen ölçülerde dikey işleme tezgahlarında imal edilmiştir. Isıtma plakası ile ilgili imalat şekilleri ve ölçüleri şekil 6.4 ve şekil 6.5 'de görülmektedir.





Şekil 6.4. Tasarlanan ısıtma plakasının imalat resmi (ölçüler mm'dir)



Şekil 6.5. Isıtma sisteminin genel görünüşü

Isıtma plakasının dış yüzeylerine 4 tane ısıtıcı eleman yerleştirilmiştir. Isıtıcı elemanlar klemens yardımıyla dışarıda paralel olarak bağlanarak bir röle yardımıyla bataryadan gelen akım ile beslenmektedir. Sıcaklık kontrol cihazının sensör girişine bir termokupl yerleştirilmiştir. Termokuplun algılayıcı ucu ısıtıcı eleman ile bakır malzeme arasına yerleştirilerek, ısıtıcı elemanın kontrolü hassas olarak sağlanmaktadır. Isıtıcı elemanın teknik özellikleri çizelge 6.2’de, sıcaklık kontrol cihazının teknik özellikleri çizelge 6.3’de verilmiştir.

Çizelge 6.2. Isıtıcı elemanın teknik özellikleri

Maksimum akım (A)	5
Maksimum güç (W)	42.8
Maksimum gerilim (V)	15.4
Oluşturduğu sıcaklık farkı ( $\Delta T$ °C)	67

Çizelge 6.3. Sıcaklık kontrol cihazının teknik özellikleri.

Cihaz Türü	Proses Kontrol Cihazı
Fiziksel Özellikler	48mm*48mm*76mm
Ağırlık	Yaklaşık olarak 0,15 kg.
Çalışma Ortam Sıcaklığı	-15 °C ile +55 °C arasında
Çalışma Periyodu	Sürekli
Besleme Voltajı ve Gücü	100-240 Vac 50/60 Hz. (-%1,5 / +%10)AC 6VA
Proses Girişleri	Üniversal giriş TC, RTD, DC Voltaj/Akım
Termokupl Giriş Tipleri	Parametrelerden seçilebilir L, J, K, R, S, T, B, E, N, C
Doğruluk	Tam ölçeğin $\pm 0,25\%$ 'i termokupl
Okuma Sıklığı	Saniyede 3 okuma
Standart Röle Çıkışları	2 adet 5 A
Proses Göstergesi	10 mm kırmızı 4 dijit LED gösterge
Ayar östergesi	8 mm yeşil 4 dijit LED gösterge

## 6.2. Deneylerde Kullanılan Ölçü Aletleri

### 6.2.1. K/J Termometre

Sıcaklık ölçümlerinde K tipi termokupl ve K/J tipi termokuplarla ölçüm yapabilen termometre kullanılmıştır. K/J termometrenin teknik özellikleri çizelge 6.4'de, görünüş şekli şekil 6.6'da verilmiştir.

Çizelge 6.4. K/J Termometre teknik özellikleri

Cihaz Türü	CHY 503 K/J Termometre
Fiziksel Özellikler	192mm*91mm*52.5mm
Ağırlık	365 g.
Ortam Şartları	-20 °C ile 60 °C arasında sıcaklıklarda
Çalışma Ortam Sıcaklığı	-0 °C ile +50 °C arasında
Çalışma Aralığı	Sürekli
Besleme Voltajı	9 V Pil
Termokupl Giriş Tipleri	Parametrelerden seçilebilir K, J
Kararlılık	0.1 °C veya 0.2 °F
Doğruluk	$\pm(0.3 \text{ °C})$ -50 °C ile 1370 °C arasında
Okuma sıklığı	Saniyede 1 okuma
Gösterge	4 ½ dijital LCD gösterge



### 6.2.2. Manometre

Sıvı haldeki LPG'nin ısıtılması ile basıncının yüksek değerlere çıktığı bilindiği için sistem basıncının devamlı olarak izlenebilmesi ve tehlike anının görülebilmesi için ısıtıcı modülün giriş ve çıkışına bir barometre yerleştirilmiştir. Barometre 0-12 bar basıncı ölçen analog bir cihazdır.

### 6.2.3. LPG Terazisi

Deneylede motorun tükettiği LPG miktarını belirlemek için Çeba marka, tartım aralığı min 2 kg. max 150 kg olan 100 gr. hassasiyetli dijital terazi kullanılmıştır.

### 6.3. Metot

Deneyleler sabit motor devrinde (1000 dev/dak) yapılmıştır. Deneylelere başlamadan önce motor ayarları yapılmış, motor yağı ve soğutma suyu değiştirilmiştir. Klima odasında yapılan deneyleler süresince çevre sıcaklığı sabit tutulmaya çalışılmıştır. Bu yüzden klima odasının kapısı içten ısı yalıtım malzemeleri ile kaplanmıştır. Ölçümlere çevre sıcaklığı istenen değerlere ulaşıldığında başlanmıştır. Bir sonraki deney süresine kadar motor dinlendirilmiş ve çevre sıcaklığı tekrar düşürülmüştür.

Deneyleler esnasında alınan sıcaklık değerleri 1'er dakika aralıklarla alınmıştır. Deneyle sonuçlarına göre oluşturulan eğrilerde ölçülen 5 sıcaklık değerinin karşılaştırılması için hepsi bir şekil üzerinde gösterilmiştir. Şekillerde bulunan sıcaklık değerleri şunları ifade etmektedir.

T<sub>1</sub>: Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı

T<sub>2</sub>: Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı

T<sub>3</sub>: Motor soğutma suyunun regülatöre giriş sıcaklığı

T<sub>4</sub>: Motor soğutma suyunun regülatörden çıkış sıcaklığı

T<sub>5</sub>: Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Deneyler öncelikle motor çalışma sıcaklığının tespiti ve deney tesisatının çalışmasından oluşacak aksaklıkların görülmesi için çevre sıcaklığında ve atölye ortamında yapılmıştır. Daha sonra sabit çevre sıcaklığının sağlanabilmesi ve düşük çevre sıcaklıklarına ulaşabilmek için klima odasında deneylere devam edilmiştir.

Tasarlanan ısıtıcı modülün performansının görülebilmesi için her deney başlangıcında motorun marşa basma süresine dikkat edilmiştir. Deneyler ısıtıcı modül devrede ve devrede değil iken olmak üzere 2 ayrı tipte yapılmıştır.

### 6.3.1. Regülatörün Isı Geçişi Hesabı

Regülatör içerisinde motor soğutma suyu ile LPG arasında ısı geçişi olmaktadır. Bir sistemde kayıplar ihmal edildiğinde alınan ısının verilen ısıya teorik olarak eşit olması gerekmektedir. Regülatör içerisinde, motor soğutma suyundan ısı alınmakta ve LPG'ye ısı verilmektedir.

$$Q_{Su} = Q_{LPG} + Q_{Kayıplar}$$

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Yapılan deneyler sonucunda regülatörün giriş ve çıkışındaki motor soğutma suyu sıcaklıkları ile regülatörün LPG giriş ve çıkışındaki sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Ayrıca her deney süresince motorun tükettiği LPG miktarı deney süresince yaklaşık olarak 1 kg olarak ölçülmüştür. Dakikada tüketilen LPG miktarı ise 40 g olarak hesaplanmıştır. Deneyler bittikten sonra regülatör içerisinden geçen

soğutma suyu miktarı da 1000 dev/dak 'da dakikada 900 g. olarak ölçülmüştür. LPG'yi oluşturan propanın özgül ısısı ( $C_p$ ) 2.512 kcal/kg., bütanın özgül ısısı ( $C_p$ ) 2.386 kcal/kg. 'dır [Anonim 2000]. Deneylede kullanılan LPG'nin %30 propan ve %70 bütan karışımı olduğundan dolayı, ağırlıksal olarak LPG'nin özgül ısısı hesaplandığında 2.4238 kcal/kg olarak bulunmuştur. Soğutma suyunun özgül ısısı ( $C_p$ ) 4.181 kcal/kg'dır [Van Wylen ve ark. 1986]. Deneyle süresince LPG'nin ve soğutma suyunun sıcaklık değerelele ölçülmüştür. -5.8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 40 °C'ye ayarlı iken yapılan deney sonuçları (EK-23) ele alındığında hesaplanan  $Q_{su}$ ,  $Q_{LPG}$  ve  $Q_{Kayıplar}$  çizelge 6.5'de görülmektedir.

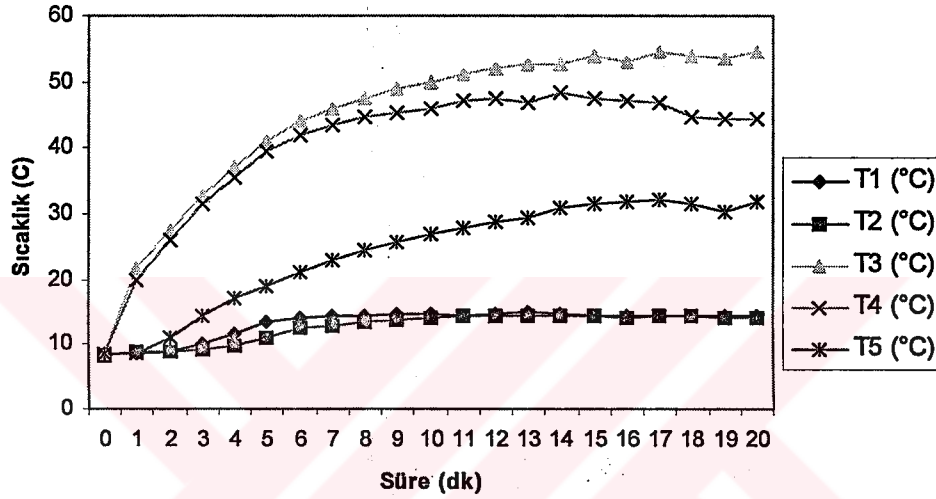
Çizelge 6.5'de -5.8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 40 °C'ye ayarlı iken yapılan deney sonuçlarına göre hesaplanan  $Q_{su}$ ,  $Q_{LPG}$  ve  $Q_{Kayıplar}$  değerelele görülmektedir. Değerelele incelendiğinde deneyin başlangıcında kayıpların fazla olduğu görülmektedir. Başlangıçta kayıpların fazla çıkmasının sebebi regülatörün içerisindeki parçaların sıcaklıkları düşük olduğu için önce parçalar ısınmakta LPG'ye ısı verilememektedir. Parçalar ısındıktan sonra ise LPG'ye ısı verilmektedir. Bunun sonucu olarak da zaman ilerledikçe kayıplar azalmaktadır. Ayrıca  $Q_{LPG}$  ilk 4 dakika boyunca (-) eksi değerelele olarak görülmektedir. Bu da bize ilk 4 dakika boyunca LPG'den ısı çekildiğini göstermektedir. Zaman ilerledikçe  $Q_{su}$  azalmakta,  $Q_{LPG}$  artmakta ve sistem dengelenmektedir.

Çizelge 6.5: -5,8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 40 °C'ye ayarlı iken yapılan deney sonuçlarına göre hesaplanan  $Q_{su}$ ,  $Q_{LPG}$  ve  $Q_{kayıplar}$

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	$\Delta T_{su}$ (°C)	$\Delta T_{LPG}$ (°C)	$Q_{su}$ (kcal)	$Q_{LPG}$ (kcal)	$Q_{kayıplar}$ (kcal)
0	-6	-5,6	-6,7	-6,8	-5,4	0,1	0,2	0,37629	0,01938	0,35691
1	-5,4	-4	0,4	-3,5	-10	3,9	-6	14,67531	-0,5814	15,25671
2	-3,5	4,4	9	4,5	-8,4	4,5	-12,8	16,93305	-1,24032	18,17337
3	-2,1	7,7	19,4	14,2	-1,5	5,2	-9,2	19,56708	-0,89148	20,45856
4	-1,4	9,3	24,8	21,2	3,6	3,6	-5,7	13,54644	-0,55233	14,09877
5	-1,5	7,5	29,5	26,7	8,9	2,8	1,4	10,53612	0,13566	10,40046
6	-1,4	7	35,1	31,9	13,5	3,2	6,5	12,04128	0,62985	11,41143
7	-1,3	6,4	39,6	36,4	17,9	3,2	11,5	12,04128	1,11435	10,92693
8	-1,2	6,4	43,1	40,8	22,2	2,3	15,8	8,65467	1,53102	7,12365
9	-1,1	6,2	46,7	44,9	25,9	1,8	19,7	6,77322	1,90893	4,86429
10	-1	6	50,4	48,9	29,6	1,5	23,6	5,64435	2,28684	3,35751
11	-1,7	6	53,5	52,2	32,8	1,3	26,8	4,89177	2,59692	2,29485
12	-1,5	6,3	57,1	55,5	35,7	1,6	29,4	6,02064	2,84886	3,17178
13	-1,3	6,9	60,6	59,1	39,7	1,5	32,8	5,64435	3,17832	2,46603
14	-1,2	6,6	62,5	60,7	41,4	1,8	34,8	6,77322	3,37212	3,4011
15	-1	6,5	63,8	62,4	43	1,4	36,5	5,26806	3,53685	1,73121
16	-1,1	6,1	65,5	64,3	45,2	1,2	39,1	4,51548	3,78879	0,72669
17	-1,2	6,3	66,9	65,6	46,6	1,3	40,3	4,89177	3,90507	0,9867
18	-1,2	6,2	67,6	66,7	47,7	0,9	41,5	3,38661	4,02135	-0,63474
19	-1	6,1	68,9	67,6	48,9	1,3	42,8	4,89177	4,14732	0,74445
20	-1,2	6	69,1	68	50	1,1	44	4,13919	4,2636	-0,12441
21	-1,2	6,2	69,9	68,5	50,9	1,4	44,7	5,26806	4,33143	0,93663
22	-1,1	6,2	70,3	68,8	51,5	1,5	45,3	5,64435	4,38957	1,25478
23	-1,3	5,9	70,7	69,2	52,4	1,5	46,5	5,64435	4,50585	1,1385
24	-1,3	5,9	70,8	69,4	52,9	1,4	47	5,26806	4,5543	0,71376
25	-1,2	6	70,7	69,6	53,5	1,1	47,5	4,13919	4,60275	-0,46356

## 7. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

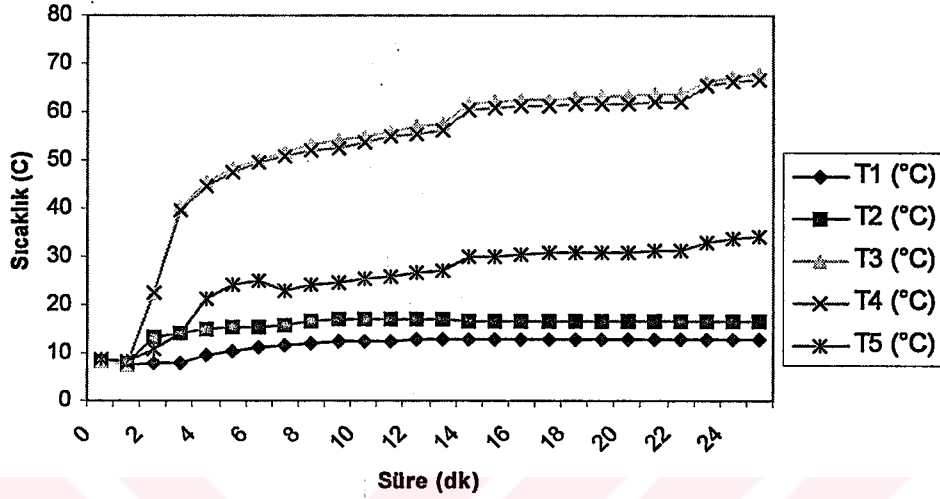
Kurulan deney tesisatı atölye içerisinde ilk deney 8.5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sisteminin çalışmadığı durumda yapılmıştır. Bu çevre sıcaklığında yapılan deney sonuçları ve eğrileri EK-2’de görülmektedir.



Şekil 7.1. 8.5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi kapalı iken yapılan deney eğrileri.

Şekil 7.1’de 8.5 °C çevre sıcaklığında yapılan deney sonuçlarına göre çizilmiş eğriler görülmektedir. Deney sırasında ısıtma sistemi çalışmamaktadır. Sistem çalışmadığı içinde T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> sıcaklıkları yaklaşık olarak birbirine eşittir. Motor soğutma suyunun giriş ve çıkış sıcaklıklarını gösteren T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> sıcaklıkları ise yaklaşık olarak 55-60 °C değerlerinde sabitlenmektedir. T<sub>3</sub> sıcaklığı ise başlangıçta artmakta fakat 15 dakika sonra sabitlenmektedir. İlk deney sonucuna göre yapılacak deneylerin süresini 25- 30 dakika olmasına karar verilmiştir. Çünkü motor suyunun sıcaklığı 20 dakika boyunca incelenmiş ve 20. dakikada motor soğutma suyunun sabitlendiği görülmüştür.

İkinci deney ısıtma sistemi devrede iken 6.5 °C çevre sıcaklığında yapılmıştır. 6.5 °C çevre sıcaklığında yapılan deneyin sonuçları EK-3'de görülmektedir. Bu deney sonuçlarına göre çizilen eğriler şekil 7.2'de görülmektedir.

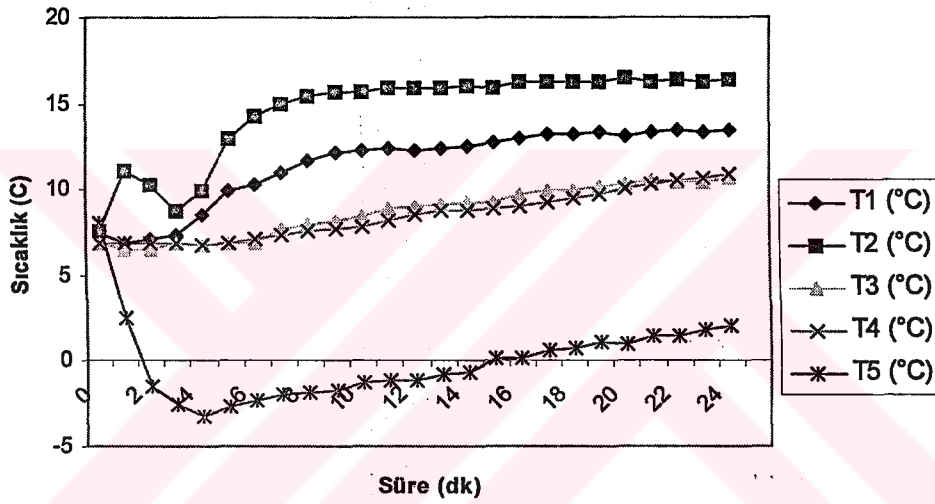


Şekil 7.2 6.5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.2'de 6.5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deneyin sonuçlarına göre çizilen eğriler görülmektedir. Isıtma sistemi 20 °C sıcaklığa ayarlanmış durumda ve deney süresince çalışmaktadır. T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> sıcaklıkları arasında 2. dakikada başlayıp deney süresince devam eden yaklaşık 4 °C'lik bir fark bulunmaktadır. T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> sıcaklıkları arasında oluşan bu fark ısıtma sisteminden kaynaklanmaktadır. T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> sıcaklıkları arasındaki fark ise yaklaşık 2°C 'dir. T<sub>5</sub> 'in ise bir önceki deneyde olduğu gibi önce arttığı daha sonra sabitlendiği görülmektedir. İlk 3 dakika süresince T<sub>2</sub> gazın regülatöre giriş sıcaklığı, T<sub>5</sub> gazın karbüratöre giriş sıcaklığından büyük olduğu görülecektir. Bu süre esnasında gaz ısıtma sistemi tarafından ısıtılmakta fakat regülatörde gaza ısı verileceğine gazdan ısı çekilmektedir. 3. dakikadan sonra motor soğutma suyundan gaza ısı verilebilmektedir. Ayrıca motor soğutma suyu sıcaklığının ilk deneye göre daha hızlı arttığı görülmektedir. Çünkü motorun ilk çalışması esnasında motor soğutma

suyundan ısı çekilmemekte ve gaz regülatöre sıcak geldiği içinde soğutma suyuna ısı vermektedir.

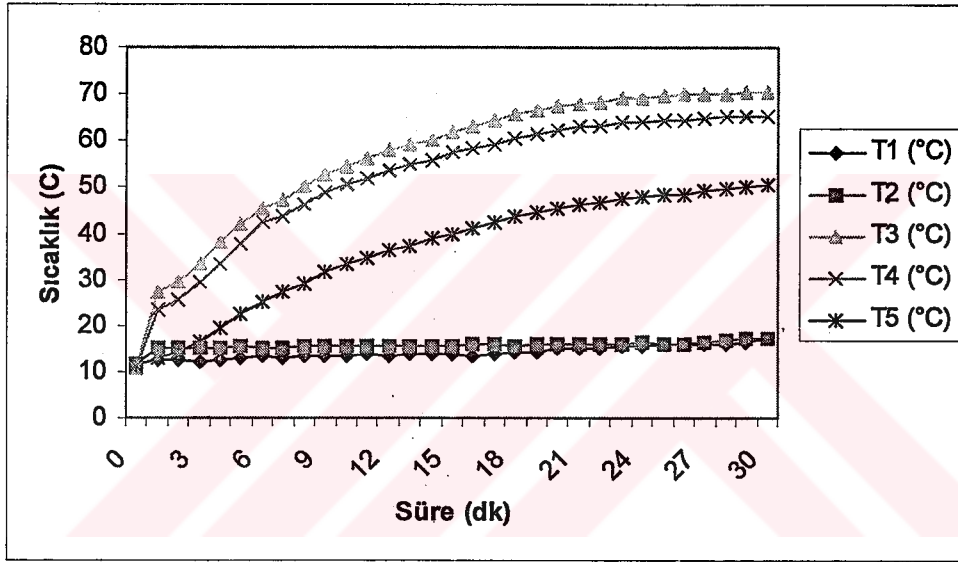
Bu deney sonuçlarına göre deneyler birkaç kere daha tekrarlanmıştır. EK-4, EK-5 ve EK-6'da bulunan deney sonuçları birinci ve ikinci deneylerde yapılan deneylerle aynı ortamlarda yapılmıştır. EK-4'de bulunan deney sonuçları 8 °C çevre sıcaklığında deney tesisatında yaşanan bir aksaklıktan dolayı motor soğutma suyunun regülatörün içerisinde dolaşmadığı durumda bulunmuştur. Bu deney sonuçlarına göre çizilen eğriler şekil 7.3'de görülmektedir.



Şekil 7.3. 8 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri

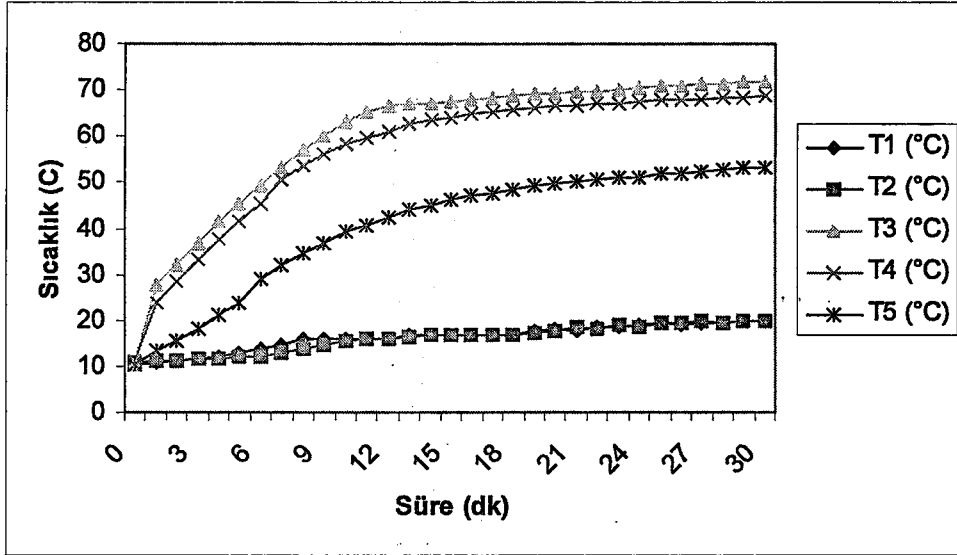
Şekil 7.3 'de 8 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney sonuçları görülmektedir. Fakat motor soğutma suyu regülatör içerisinde dolaşmamaktadır. Bu yüzden T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> sıcaklıkları arasında fark yoktur ve deney süresince sabit kalmaktadır. T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> sıcaklıkları arasındaki fark yine 3-4 °C fakat T<sub>5</sub> noktasındaki gaz ilk 5 dakika boyunca soğumakta daha sonra ısınmaktadır. Bu da gazın regülatör içerisinde buharlaşması esnasında önce soğuduğunu daha sonra ısındığını göstermektedir.

Tekrarlanan deney sonuçlarına göre çevre sıcaklığının günden güne değişmesi ve çevre sıcaklığının eksi değerlere düşmemesinden dolayı eğriler arasında tam bir yorum yapılamamaktadır. Bu yüzden deneylere Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma laboratuvarında bulunan klima odasında devam edilmiştir. Böylece çevre sıcaklığı eksi değerlere indirilebilecek ve yapılan sistemin faydaları daha iyi görülecektir. Ayrıca ısıtma sistemi devrede ve devrede değil iken yapılan deney sonuçları arasındaki farkta görülebilecektir. Çevre sıcaklığını istediğimiz değere ayarlamanın mümkün olmasından dolayı deneylerin -10, -5, 0, 5, 10 °C çevre sıcaklıklarında yapılmasına karar verilmiştir.



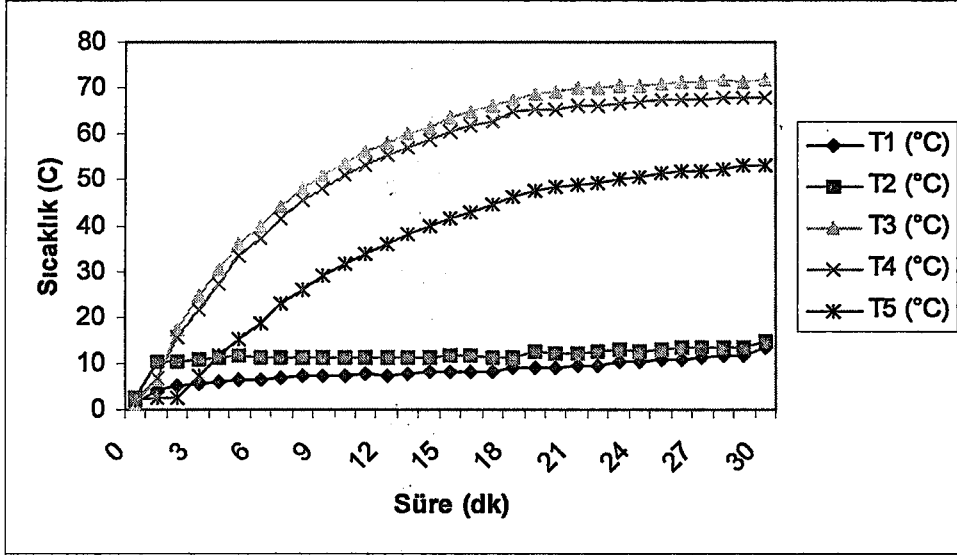
Şekil 7.4. 10 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri



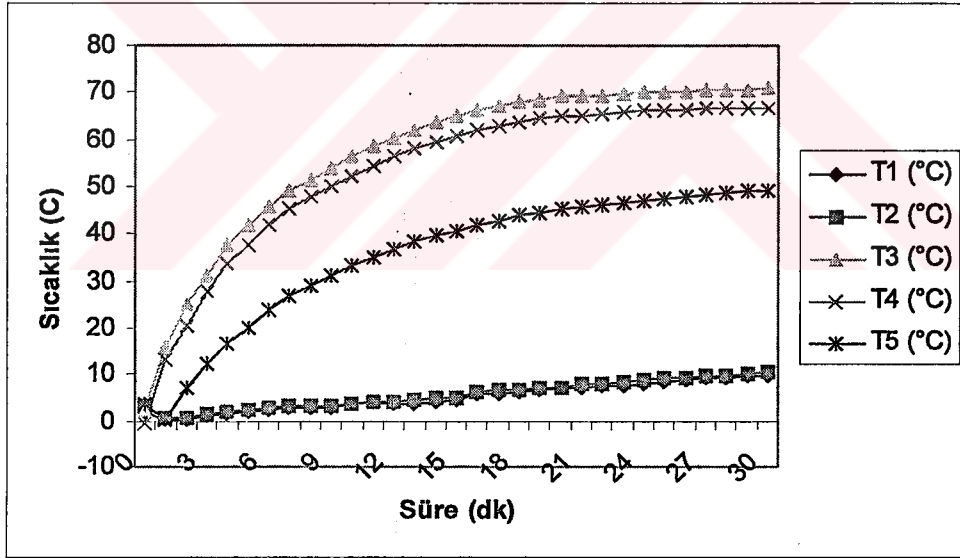


Şekil 7.5. 10 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.4 +10 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken, şekil 7.5 ısıtma sistemi devrede değil iken bulunan deney sonuçlarına göre çizilen eğrilerdir. Şekil 7.4 ve şekil 7.5 'deki eğriler incelendiğinde eğrilerin şekil 7.1 ve şekil 7.2.'ye benzediği fakat daha kararlı eğrilerin elde edildiği görülmektedir. Şekil 7.4'de  $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklıkları arasındaki farkın süre ilerledikçe azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi klima odasındaki ortamın kapalı olması ve motorun çalışırken oluşturduğu ısıdır, klimanın çektiği ısıdan daha fazla olmasıdır. Motor çalıştıkça ortam ısınmakta ve artan çevre sıcaklığından dolayı  $T_1$  sıcaklığı artmaktadır. Isıtma sisteminin sıcaklığı sabit olduğundan  $T_2$  sıcaklığı deneyin başlamasıyla birlikte sabitlenmekte fakat  $T_1$  sıcaklığı çevreden aldığı ısıyla yavaş yavaş artarak  $T_2$  sıcaklığına gelmektedir. Ayrıca bu deneyin başlangıcında sistemin sağladığı faydayı görmek amacıyla motorun marşa basılma süresine de bakılmıştır. Isıtma sistemi devrede değil iken motorun 30 sn. marşa basılması sonucunda çalıştığı, ısıtma sistemi devrede iken bu sürenin 25 sn.'ye indiği gözlenmiştir. +10 °C çevre sıcaklığında yapılan deneylerin sonuçları EK-7 ve EK-8 'de görülmektedir.



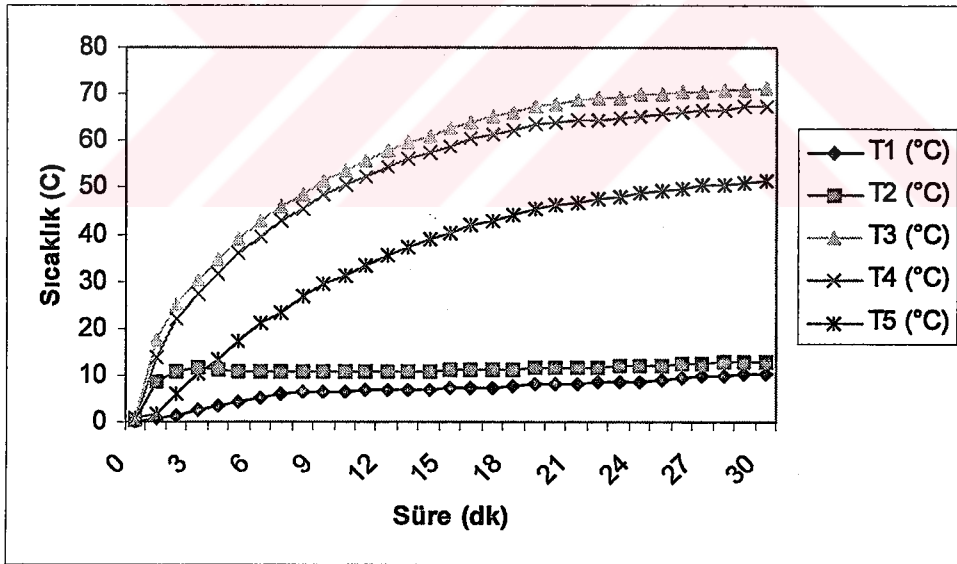
Şekil 7.6. 5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri



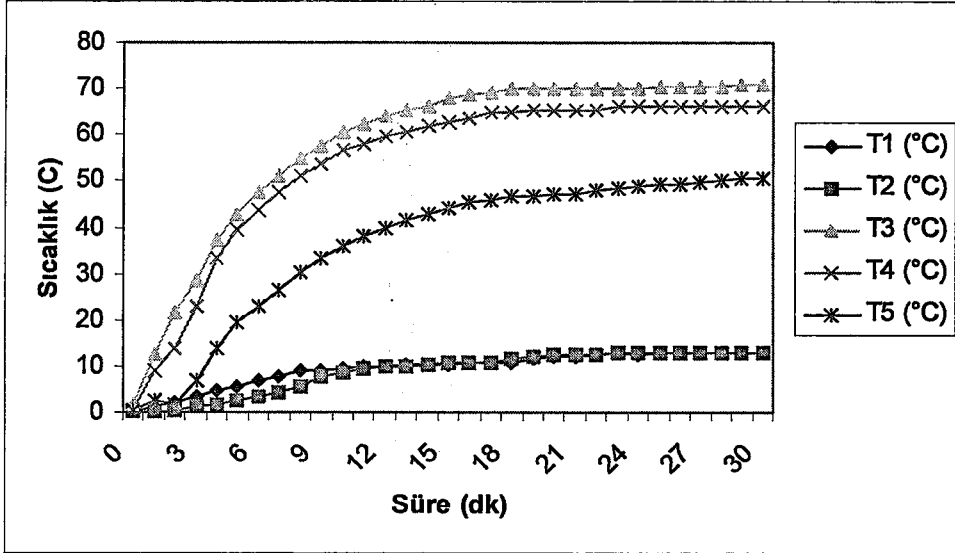
Şekil 7.7. 5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.6 +5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken, şekil 7.7 ısıtma sistemi devrede değil iken bulunan deney sonuçlarına göre çizilen eğilerdir. Şekil 7.6 incelendiğinde T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> sıcaklıkları arasındaki farkın +10 °C sıcaklıkta

yapılan deneye göre daha fazla olduğu görülmektedir.  $T_1$  eğrisi yine çevreden aldığı ısıyla artmakta fakat daha düşük değerden başladığı için  $T_2$  değerini deney süresince yakalayamamaktadır. Bu eğride gazın motor suyuna verdiği ısı açıkça görülmektedir. Deneyin başlangıcıyla birlikte geçen ilk 2 dakika boyunca motor soğutma suyu, gazın regülatöre giriş sıcaklığından düşüktür. Ayrıca gazın regülatörden çıkış sıcaklığı 5 dakika da gazın regülatöre giriş sıcaklığına eşit olmaktadır. Bu da gazın 5 dakika boyunca motor soğutma suyuna ısı verdiğini göstermektedir. Şekil 7.7 incelendiğinde ısıtma sistemi çalışmadığı için  $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklıklarının eşit olduğu görülmektedir.  $T_3$  ve  $T_4$  sıcaklıkları arasındaki farkın deney başlangıcında  $5\text{ }^\circ\text{C}$ , süre ilerledikçe farkın  $4\text{ }^\circ\text{C}$  ye düştüğü görülmektedir. Motor soğutma suyunun girişiyle çıkışı arasındaki bu fark gaz tarafından emilmektedir.  $5\text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklıkta yapılan bu iki deneydeki en önemli nokta ısıtma sistemi devrede değil iken motorun LPG yakıtı ile çalıştırılmaması, ilk hareketin benzin ile yapılmasıdır. Fakat ısıtma sistemi çalıştırılarak yapılan deneyde ise motorun 20 sn'de LPG ile çalışmasıdır.  $5\text{ }^\circ\text{C}$  çevre sıcaklığında yapılan deneylerin sonuçları EK-9 ve EK-10'da görülmektedir.

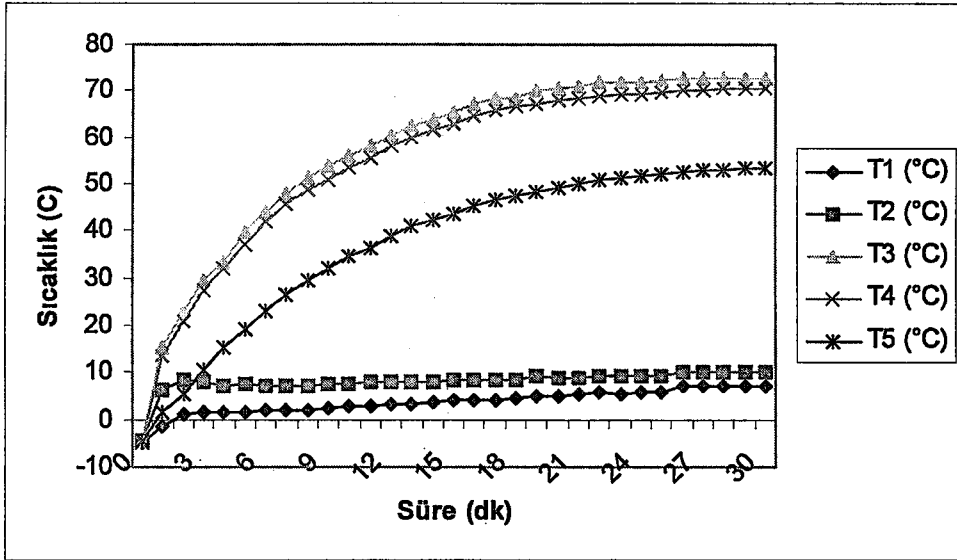


Şekil 7.8.  $0\text{ }^\circ\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri

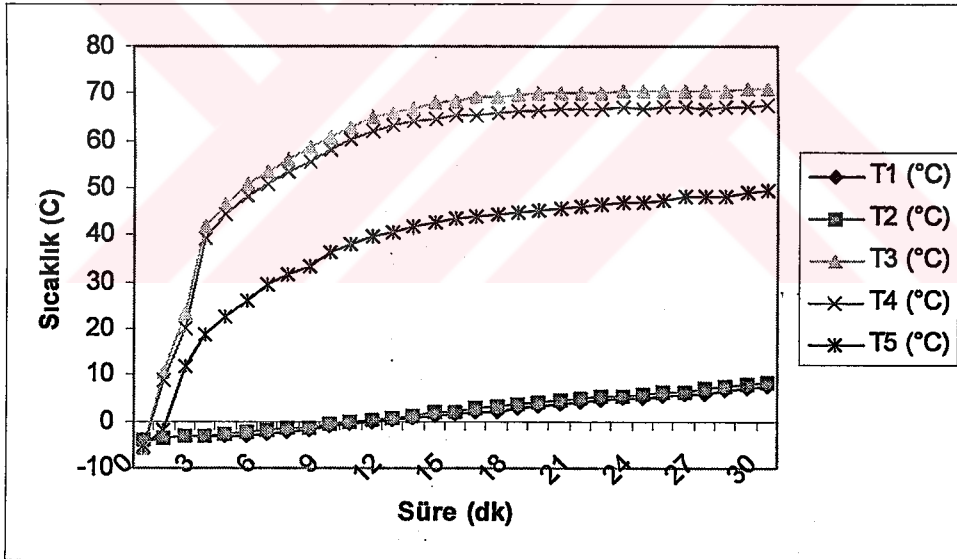


Şekil 7.9. 0 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.8, 0 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken, şekil 7.9 ısıtma sistemi devrede değil iken bulunan deney sonuçlarına göre çizilen eğrilerdir. Şekil 7.8 incelendiğinde T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> sıcaklıkları arasındaki farkın biraz daha arttığı görülmektedir. T<sub>2</sub> ve T<sub>5</sub> sıcaklıklarının eşitlenmesi esnasında geçen sürede kısalmıştır. T<sub>2</sub> eğrisi incelendiğinde başlangıçta sıcaklığın ani olarak arttığı daha sonra bir tepe noktası oluşturarak çok az azalarak sabitlendiği görülmektedir. T<sub>1</sub> sıcaklığı da deney süresince artmaktadır. Bu artış çevre sıcaklığındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Motorun çalışma süresi incelendiğinde ısıtma sistemi devrede değilken motorun LPG ile çalıştırılmadığı, fakat ısıtma sistemi devrede iken motorun 40 sn'de LPG ile çalıştırıldığı gözlenmiştir. 0 °C çevre sıcaklığında yapılan deneylerin sonuçları EK-11 ve EK-12'de görülmektedir.



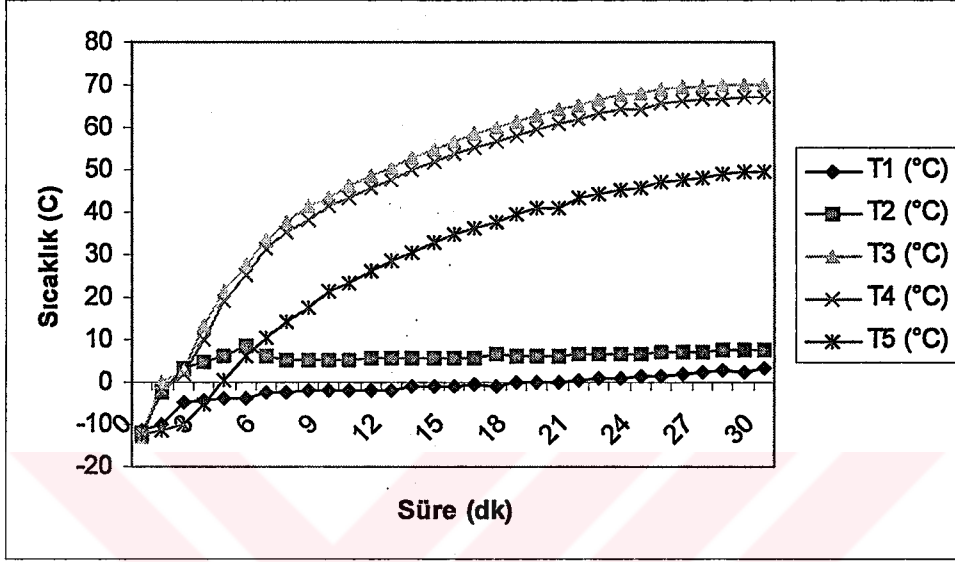
Şekil 7.10. -5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri



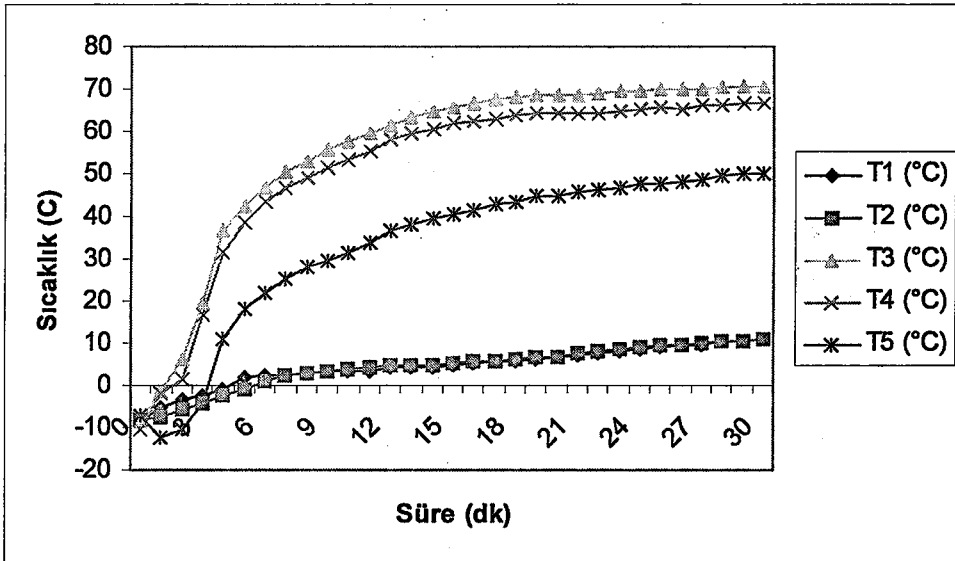
Şekil 7.11. -5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.10 -5 °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken, şekil 7.11 ısıtma sistemi devrede değil iken bulunan deney sonuçlarına göre çizilen eğrilerdir. Şekil 7.10 incelendiğinde T<sub>2</sub> ve T<sub>5</sub> sıcaklıklarının eşitlenmesi esnasında geçen

sürenin daha da kısaldığı görülmektedir. Motorun çalışma süresi incelendiğinde ısıtma sistemi devrede değilken ve devrede iken motorun LPG ile çalıştırılmadığı görülmüştür.  $-5^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında yapılan deneylerin sonuçları EK-13 ve EK-14'de görülmektedir.



Şekil 7.12.  $-10^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri

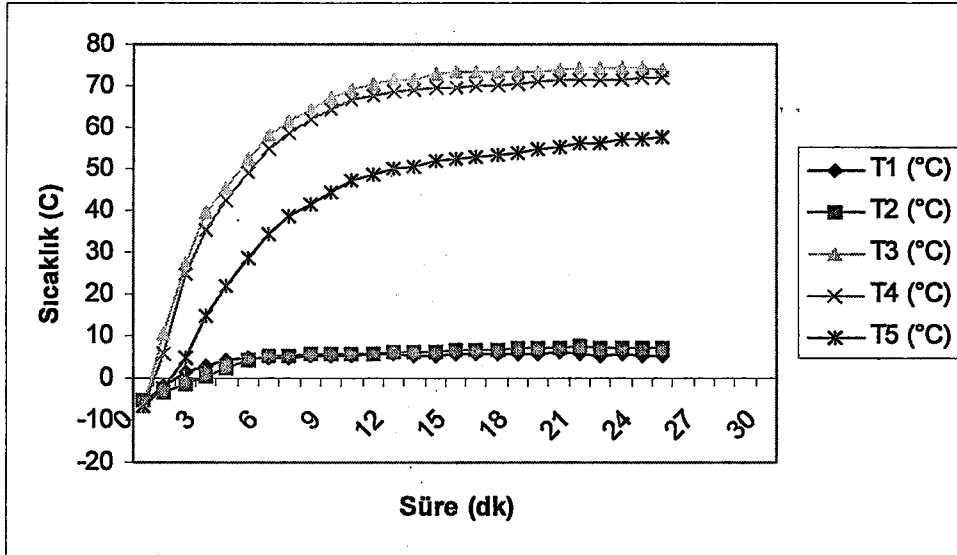


Şekil 7.13.  $-10^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.12,  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken, şekil 7.13 ısıtma sistemi devrede değil iken bulunan deney sonuçlarına göre çizilen eğrilerdir. Şekil 7.12 incelendiğinde  $T_2$  ve  $T_5$  sıcaklıklarının eşitlenmesi esnasında geçen sürenin arttığı görülmektedir. Ayrıca  $T_1$  sıcaklığının çok hızlı bir şekilde artması sonucu çevre sıcaklığından dolayı oluşan kayıpların arttığını göstermektedir. Motor ilk çalıştırma esnasında her iki durumda da LPG yakıtı ile çalıştırılmamıştır. Motor benzinle çalıştırılıp çalışmasına LPG ile devam edilerek değerler alınmıştır.  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında yapılan deneylerin sonuçları EK-15 ve EK-16'da görülmektedir.

Yapılan bu deneyler sonucunda  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altındaki çevre sıcaklığı şartlarında oluşan kayıpların arttığı görülmüştür. Bu yüzden LPG deposunun ısısının sabit tutulabilmesi için deponun soğutucu içerisine yerleştirilmesine boru bağlantılarının ısı yalıtımı yapılmasına ve klima odasının kapısından oluşan ısı kayıplarının azaltılması için kapının içeriden ısı yalıtım malzemesi ile kaplanmasına karar verilmiştir. Böylelikle deney esnasında oluşacak ısı kayıpları daha düşük değerlere indirilebilecektir. Ayrıca  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altındaki hava şartlarında motorun LPG ile çalıştırılabilmesi için ısıtıcı elemanların sıcaklığını kontrol eden sıcaklık kontrol cihazının sıcaklık ayarının kademeli olarak arttırılmasına karar verilmiştir.

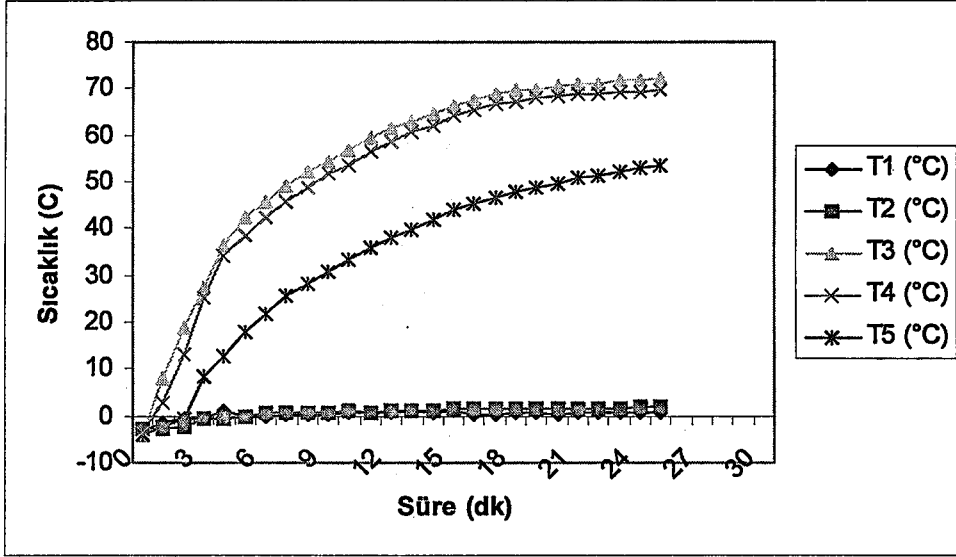
Deney şartlarında yapılan bu değişikliklerden sonra şartların yeterli olup olmadığının anlaşılabilmesi için deney başlangıç sıcaklığı  $-5.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  olan 3 deney yapılmıştır. Üç deneyde de LPG deposunun yerleştirildiği soğutucunun sıcaklığı  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tutulmuştur.



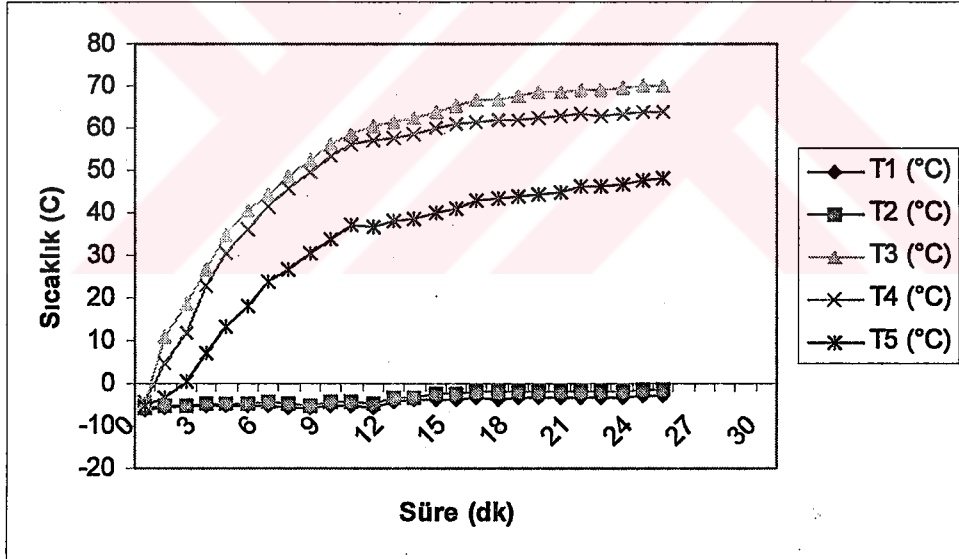
Şekil 7.14.  $-5.3$  °C çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.14'deki eğrilerin elde edildiği deneyde ısıtma sistemi devrede değildir. Bu yüzden  $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklıkları birbirine eşittir. Fakat  $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklıkları deney süresince sabit kalması gerekirken ilk başlangıç esnasında yine bir artış vardır. LPG deposunun içinde bulunduğu soğutucunun sıcaklığı  $-10$  °C'de sabit olmasına rağmen  $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklıklarının yükselmesinin sebebinin LPG deposu ile ısıtma sistemi arasındaki bakır borunun yalıtılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu deney sonucuna göre LPG deposu ile ısıtma sistemi arasında bulunan bakır borunun ısı yalıtım malzemesiyle kaplanmasına karar verilmiştir.  $-5,3$  °C çevre sıcaklığında yapılan deneyin sonuçları EK-17'de görülmektedir.





Şekil 7.15.  $-3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri

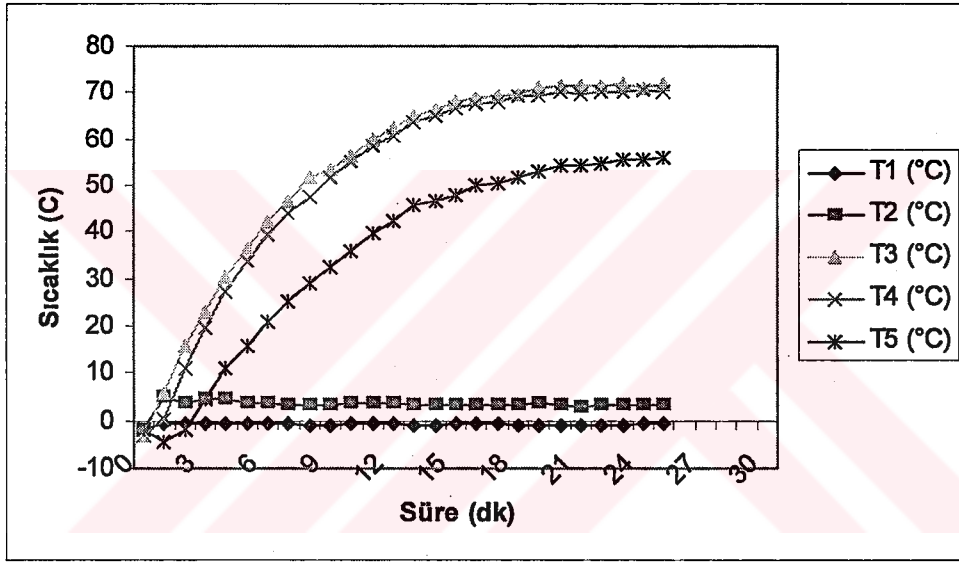


Şekil 7.16.  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deney eğrileri

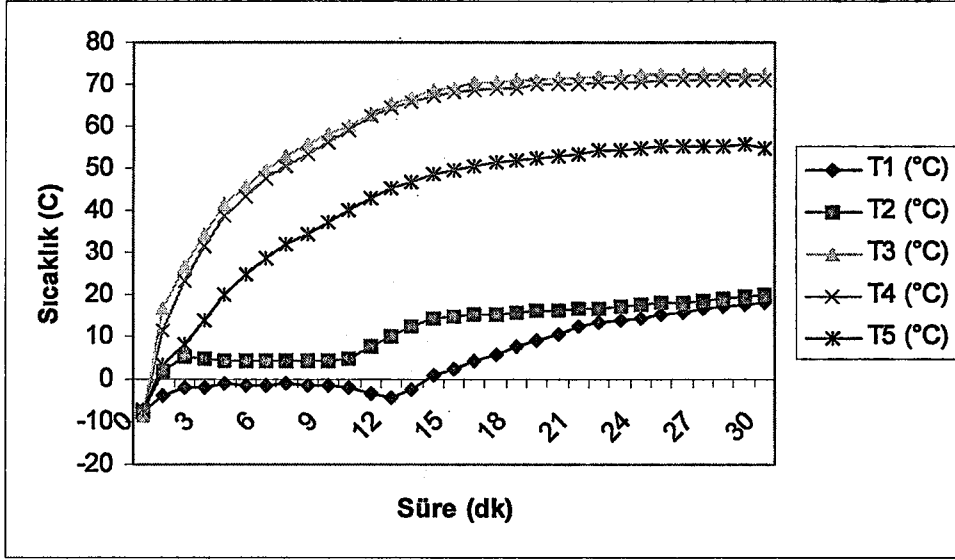
Şekil 7.15 ve şekil 7.16 bakır borunun ısı yalıtım malzemesi ile kaplanmasından sonra  $-3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede değil iken yapılan deneylere ait eğrilerdir.  $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklık eğrilerinden de

görülebileceği üzere bakır borunun ısı yalıtım malzemesi ile kaplanması ile oluşan kayıplar oldukça azalmış ve LPG'nin ısıtma sistemi giriş sıcaklığı, sabit bir değere getirilebilmektedir.  $-3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında yapılan deneylerin sonuçları EK-18 ve EK-19'da görülmektedir.

Yapılan bu 3 deney sonucunda deney şartlarından kaynaklanan olumsuzlukların giderildiği anlaşılmıştır. Aynı deney şartlarında ısıtma sistemi devrede iken  $-2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  başlangıç çevre sıcaklığı şartlarında 2 deney yapılmıştır.



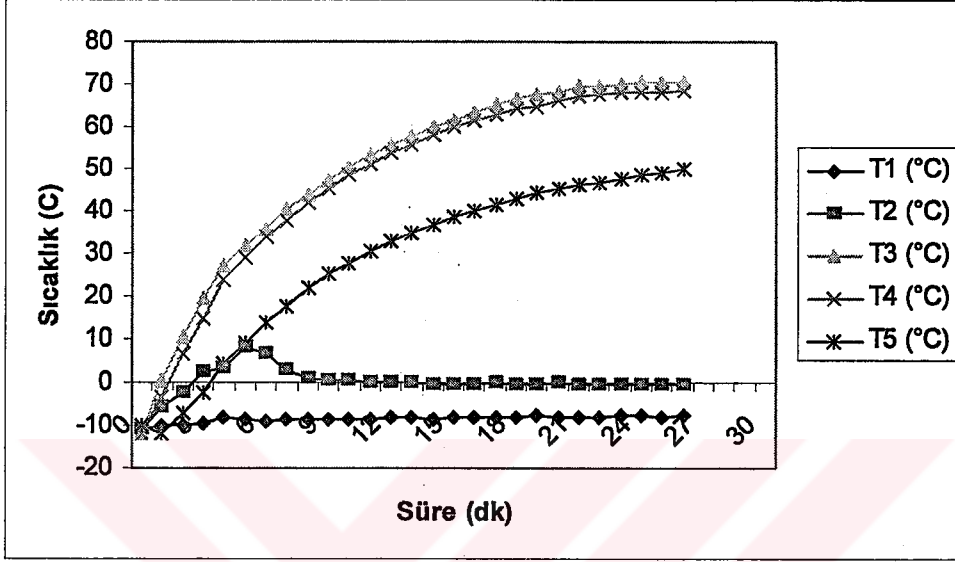
Şekil 7.17.  $-2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri



Şekil 7.18.  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında ısıtma sistemi devrede iken yapılan deney eğrileri

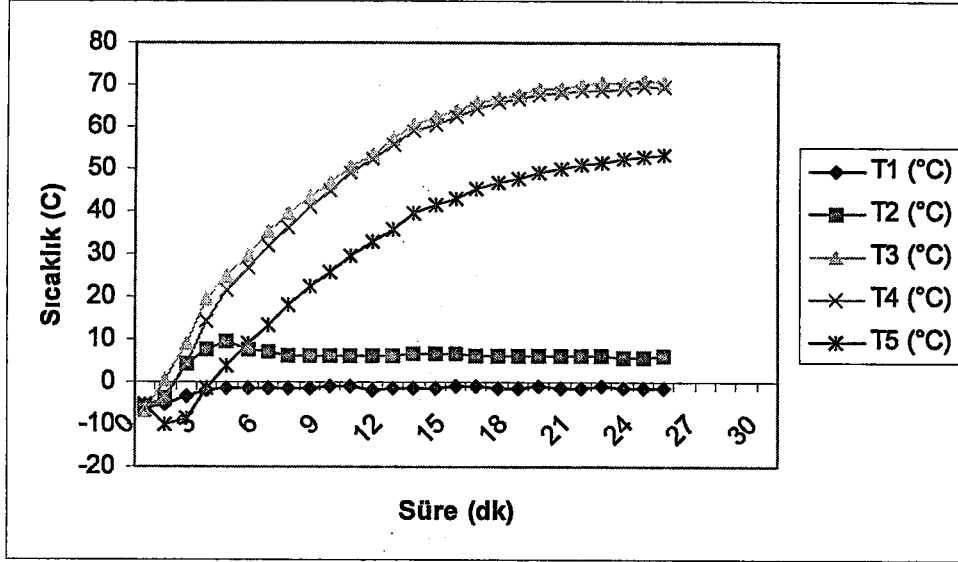
Şekil 7.17 ve şekil 7.18'deki eğrilere ait deneyler sıcaklık kontrol cihazı  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlıyken yapılmıştır. Şekil 7.17 incelendiğinde  $T_2$  sıcaklığı ani olarak maximum değerine çıkmakta ve sabitlenmektedir. Bu deney sonucuna göre ısıtma sistemi tarafından LPG'ye verilen sıcaklık değeri yaklaşık olarak  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  olarak bulunmuştur. Motorun çalışma süresine bakıldığında 25 sn'de motorun çalıştığı gözlenmiştir. Şekil 7.18 incelendiğinde yine  $T_2$  sıcaklığı ani olarak yükselmektedir. Fakat  $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklık değerleri 10. dakikada artmaktadır. Bunun sebebi deney esnasında gaz telinin boşa çıkmasından dolayı motor devrinin değişmesidir. Motor devrinin azalmasıyla birlikte ısıtma sistemi içerisinde geçen yakıtın debisi azalmakta buna paralel olarak  $T_2$  değeri yükselmekte  $T_1$  sıcaklığı önce azalır sonra yavaşça yükselmektedir. Bunun sebebi LPG ısıtma sisteminden geçerken daha uzun süre kalmasından dolayı olabilir. Bu deney sonucunda motor çalışma süresine bakıldığında motorun ısıtma sistemiyle çalıştırılmadığı gözlenmiştir.  $-2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında yapılan deneylerin sonuçları EK-20 ve EK-21'de görülmektedir.

Yapılan bu deneyler sonucunda ısıtma sisteminin ilk çalışma esnasında yakıtta gerekli olan ısıyı veremediği görülmüş deneylere ısıtma sisteminin sıcaklık kontrolünü yapan sıcaklık kontrol cihazının ayarının 20 °C'den kademeli olarak 10 °C arttırılmasına karar verilmiştir.



Şekil 7.19. -12 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 30 °C'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri

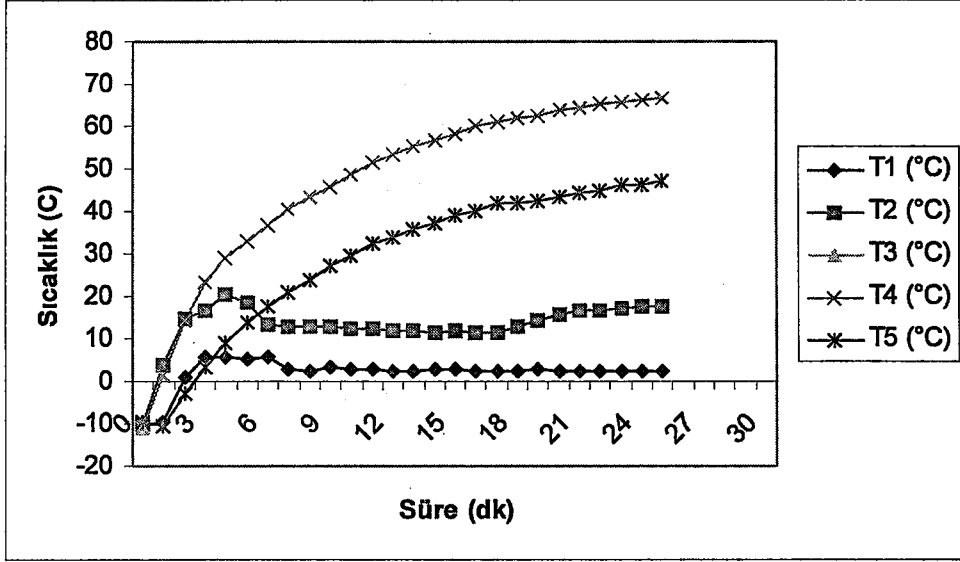
Şekil 7.19'daki eğrilere ait deneyde sıcaklık kontrol cihazının ayarı 30 °C ye çıkarılmıştır. Böylelikle ısıtma sistemi üzerindeki termoelektrik modüller daha yüksek sıcaklıklara çıkacaktır. Eğriler incelendiğinde T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> ve T<sub>5</sub> eğrilerinin diğer deneylerdeki eğrilerle aynı olduğu görülmektedir. Fakat T<sub>2</sub> eğrisi başlangıçta ani olarak artmakta ve daha sonra azalarak sabitlenmektedir. Motor soğutma suyu sıcaklığının da çok hızlı bir şekilde artması bu deney esnasında görülen farklılardan biridir. Motorun çalışma süresine bakıldığında motorun LPG ile 12 sn'de çalıştığı gözlenmiştir. -12 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 30 °C'ye ayarlı iken yapılan deneyin sonuçları EK-22'de görülmektedir.



Şekil 7.20.  $-5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri

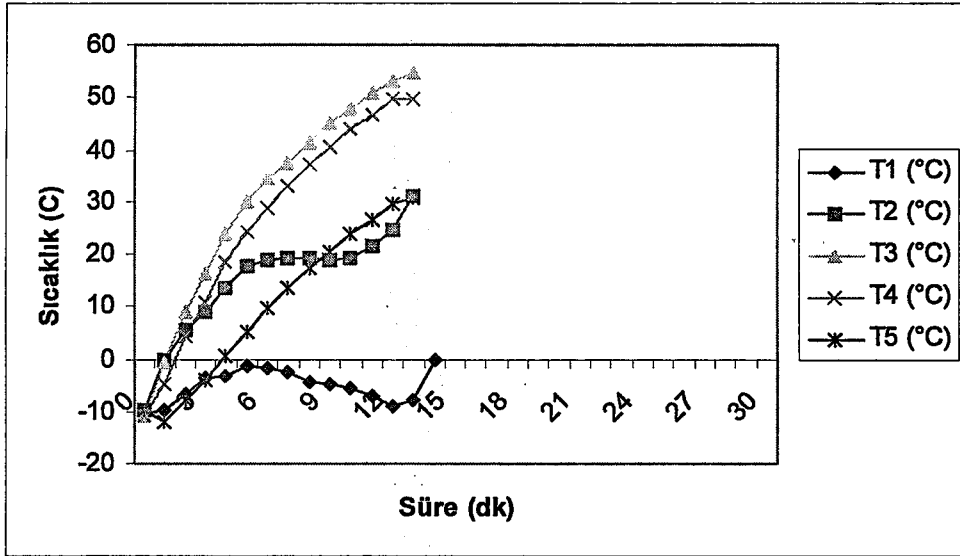
Şekil 7.20'deki eğrilere ait deneyde sıcaklık kontrol cihazının ayarı  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ye çıkarılmıştır.  $T_2$  eğrisinde maximum noktanın bir önceki deneye göre yaklaşık  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  arttığı görülmektedir. Ayrıca  $T_1$  sıcaklığının da başlangıçta arttığı daha sonra sabitlendiği görülmektedir. Isıtma sisteminden geçen LPG'nin debisi az olduğundan ısıtma sisteminin girişindeki LPG'yi de ısıtmasıdır. Motorun çalışma süresinin 10 sn'ye düştüğü görülmektedir.  $-5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken yapılan deneyin sonuçları EK-23'de görülmektedir.

Sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlandığı durumda 3 deney yapılmıştır. Bunun sebebi yapılan ilk deneyde  $T_3$  sıcaklığını ölçen termokuplun arızalanması ve  $T_1$  sıcaklığının ısıtma sisteminden dolayı kaynaklanan artışının çok fazla olmasıdır. Ayrıca ikinci deneyde de depodaki LPG'nin bitmiş ve yeni bir deneyin yapılması gerekmiştir.



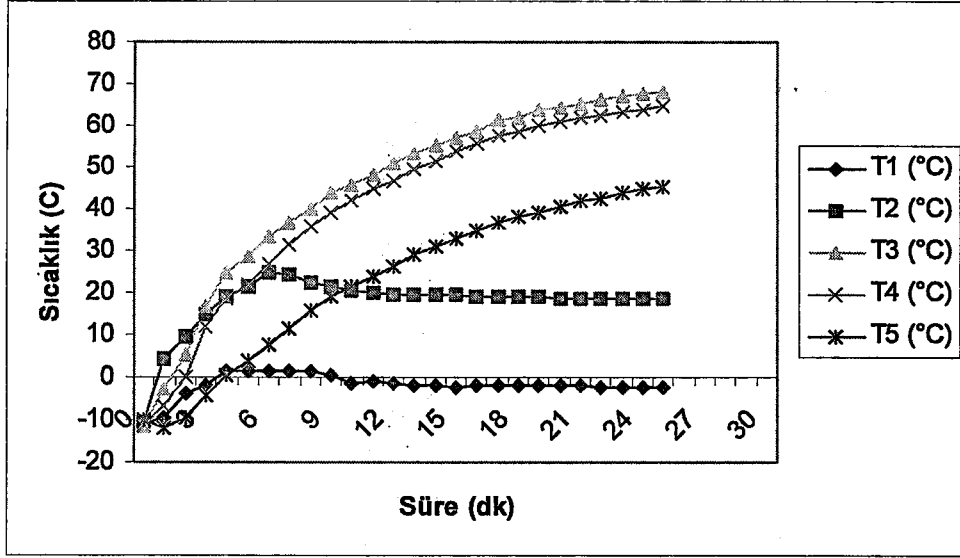
Şekil 7.21. -8.8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.21, -8.8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan ilk deney sonucuna göre çizilen eğrilerdir. Şekil 7.21'de T<sub>3</sub> sıcaklığının eğrisi görülmemektedir. Bunun sebebi T<sub>3</sub> sıcaklığının ölçümünde kullanılan termokuplun arızalanmasıdır. Deneyin başlangıcında yaşanan bu arızaya rağmen deneye devam edilmiştir. T<sub>1</sub> eğrisi incelendiğinde, bir önceki deneyde ısıtma sisteminin debisinden dolayı kaynaklanan artışın bu deneyde daha fazla ve ani olarak arttığı görülmektedir. T<sub>2</sub> eğrisinin maximum noktası da diğer deneylerdeki sonuçlardan daha yüksek çıkmıştır. Motorun çalışma süresi de 5 sn'ye inmiştir. -8.8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan deneyin sonuçları EK-24'de görülmektedir.



Şekil 7.22.  $-10.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.22,  $-10.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken yapılan ikinci deney sonucuna göre çizilen eğrilerdir.  $T_3$  termokuplu değiştirilerek yapılan bu deney esnasında da 13. dakikada depodaki LPG bitmiş ve motor stop etmiştir.  $T_1$  'deki artış bu deney sonucunda da görülmektedir. Fakat 7. dakikada basınç göstergelerinde basıncın düştüğü gözlenmiştir. Bu noktadan sonrada  $T_1$  sıcaklığı düşmekte  $T_2$  sıcaklığı da yükselmektedir. Bu deneyden çıkarılan sonuç bize önemli bir noktayı göstermektedir. Isıtma sistemi depodaki LPG biterken halen çalıştırılmaya devam edilirse  $T_2$  sıcaklığının çok yüksek değerlere çıkarmaktadır. Motor çalışma süresi bu deneyde de 5 sn olarak ölçülmüştür.  $-10.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken yapılan deneyin sonuçları EK-25'de görülmektedir.



Şekil 7.23.  $-11.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken yapılan deney eğrileri

Şekil 7.23,  $-11.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken yapılan üçüncü deney sonucuna göre çizilen eğrilerdir. Sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı olduğu durumda yapılan 3. deneyde de  $T_1$  sıcaklığındaki artışın yüksek olması, bu artışın normal olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken  $T_2$  sıcaklığındaki maximum nokta biraz daha yükselerek  $24.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkmıştır. Motor çalışma süresi de 8 sn olarak ölçülmüştür.  $-11.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı iken yapılan deneyin sonuçları EK-26'da görülmektedir.



## 8. TASARLANAN ISITMA SİSTEMİ

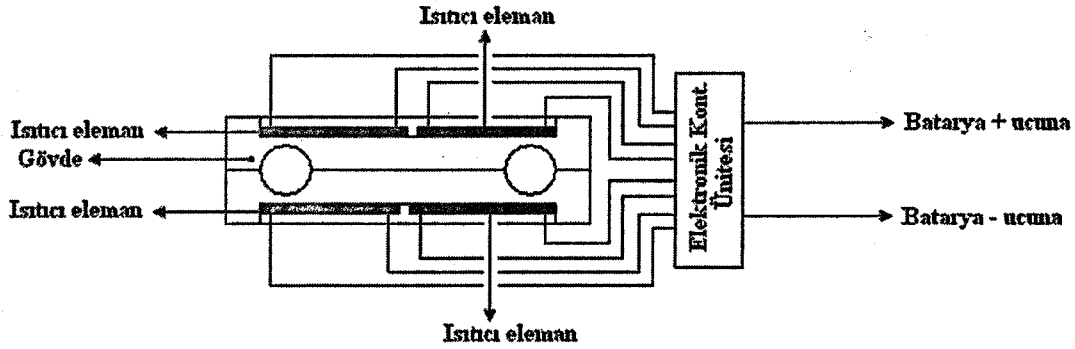
Tasarlanan “LPG’yi yakıt olarak kullanan taşıtların soğukta ilk hareketini kolaylaştırıcı sistem” laboratuvar şartlarında üretilmiştir ve bu tezde anlatılan seri deneylere tabi tutulmuştur. Tasarlanan ısıtma sisteminin endüstriyel tasarımı yapılarak taşıtlara bit kit olarak takılabilecek duruma getirilecektir. Isıtma sistemi temel olarak 3 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- Isıtıcı eleman
- Gövde
- Elektronik kontrol ünitesidir.

Isıtıcı elemanın görevi aküden aldığı elektrik akımını ısıya çevirmektedir. Elektronik kontrol ünitesinin görevi ise çevre hava sıcaklığını ölçerek ısıtıcı eleman üzerine gönderilecek olan akımın süresini ayarlamak suretiyle ısıtma sisteminin sıcaklığını kontrol etmektir. Yapılan deneylerin sonucuna göre elektronik kontrol ünitesinin hesaplamada kullanacağı formül şu şekilde olmalıdır.

$$X = 35 - Y$$

Bu formülde X ısıtıcı elemanın üreteceği sıcaklık değerini, Y ise çevre sıcaklığını belirtmektedir. X ve Y sıcaklık değerleri elektronik kontrol ünitesi tarafından sürekli olarak ölçülecektir. Bu yüzden ısıtma sisteminde 2 termokupl kullanılacaktır. Tasarlanan ısıtma sisteminin şematik görünüşü şekil 8.1’de görülmektedir.



Şekil 8.1. Tasarlanan ısıtma sisteminin şematik görünüşü

## 9. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada LPG'yi yakıt olarak kullanan taşıtların soğukta ilk hareketini kolaylaştırıcı sistemin tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Ayrıca sistem gerçek bir motorda denenerek sonuçlar elde edilmiştir.

Benzinle çalışan içten yanmalı motor LPG ile çalışabilecek şekilde dönüşümü yapılmış ve tasarlanan ısıtma sistemi LPG selenoid valfi ile regülatör arasına yerleştirilmiştir. Çevre sıcaklığı değerleri değiştirilerek motorun ilk harekete geçme süreleri ile tasarlanan ısıtma sisteminin LPG sisteminde dolaşan gazın 5 noktadaki sıcaklık değişimleri incelenmiştir.

Deneyler sabit devirde (1000 dev/dak) farklı çevre sıcaklıklarında ısıtma sistemi devrede ve devrede değil iken olmak üzere 2 tipte yapılmıştır. Kontakın açılmasıyla birlikte devreye giren ısıtma sistemi 30 sn çalıştıktan sonra marş butonuna basılmaktadır. Marş butonuna basıldıktan sonra geçen süre ölçülmektedir.

Motorun ilk harekete geçiş süreleri incelendiğinde ısıtma sistemi devrede değilken +10 ve +5 °C sıcaklık değerlerinde motorun LPG yakıtı ilk harekete geçtiği, 0 °C, -5 °C ve -10 °C çevre sıcaklığı şartlarında ise motorun ilk harekete geçmediği gözlenmiştir. Isıtma sistemi devrede ve sıcaklık kontrol cihazı 20 °C'ye ayarlı iken 0 °C çevre sıcaklığında motorun ilk harekete geçiş süresi 40 sn olarak gözlenmiştir. Fakat -5 °C ve -10 °C çevre sıcaklığı şartlarında motorun LPG ile ilk harekete geçmediği gözlenmiştir. Sıfırın altındaki çevre sıcaklıklarında motorun LPG ile ilk harekete geçmesini sağlamak için sıcaklık kontrol cihazının ayarı 30 °C, 40 °C ve 50 °C'ye çıkarılmasıyla motorun ilk harekete geçiş sürelerinin azaldığı görülmüştür. -10 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken motorun ilk harekete geçiş süresi 5 sn olarak görülmüştür.

LPG sistemi üzerinde ölçüm yapılan 5 noktadan elde edilen sıcaklık değerlerindeki değişimler incelendiğinde, ısıtma sistemi devrede iken LPG'nin

regülatöre giriş sıcaklığı 2 dakika gibi kısa bir sürede arttırılabilmektedir. Ayrıca ısıtma sistemi devrede iken motor soğutma suyundan daha az ısı alınmaktadır. Isıtma sisteminin çıkışındaki sıcaklık 3 dakikalık bir sürede maximum değerine ulaşmakta ve daha sonra bir miktar azalarak sabit bir sıcaklık değerinde regülatöre girmektedir. Sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı olduğu durumda yapılan deneylerde bu sonuç açıkça görülebilmektedir.

Yapılan deneyler sonucunda tasarlanan ısıtma sisteminin kontrolünü yapacak olan elektronik devrenin çevre sıcaklığına bağlı olarak, sıcaklık kontrolünü yapması uygun görülmüştür. Yapılan deneylerde sıcaklık kontrol cihazının 20 °C'ye ayarlı olduğu durumda 5 °C çevre sıcaklığındaki motorun ilk harekete geçişini kolaylaştırdığı, 30 °C'ye ayarlı olduğunda sıfırın altındaki çevre sıcaklığı değerlerinde motorun ilk harekete geçişini kolaylaştırdığı, sıcaklık kontrol cihazının ayarını 40 °C ve 50 °C'ye çıkarıldığında ise motorun ilk harekete geçiş süresinin daha da kısaldığı görülmüştür.

Isıtma sistemi ilk 5-6 dakikalık zaman da çalıştırılmalı daha sonra devreden çıkarılmalıdır. Çünkü motor soğutma suyu bu süre sonun da LPG'nin karbüratöre giriş sıcaklığından yüksek bir değere çıkabilmektedir. Böylelikle LPG'nin ihtiyaç duyduğu ısı motor soğutma suyundan karşılanabilir.

Bundan sonraki çalışmalarda tasarlanan ısıtma sistemi bir taşıt üzerinde dış çevre ortamının düşük olduğu bölgelerde denenebilir. Değişik motor devirlerinde ısıtma sisteminin davranışları araştırılabilir. Tasarlanan ısıtma sisteminin motorların ilk hareket esnasında oluşan egzoz emisyonu değerleri üzerine etkisi olup olmadığı araştırılabilir.

## 10. KAYNAKLAR

Aktay, İ., 2002. Otto Motorlarında LPG Kullanımının Motor Performansına ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin İrdelenmesi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.

Anonim 2000. Araçlarda LPG Dönüşümü Mühendis El Kitabı., Makine Mühendisleri Odası Yayın No: 217/2, Ankara.

Anonymous a, 2005. www.lpga.co.uk

Anonymous b, 2005. www.autogas.nl

Aydın F., Kaştaş Y. 1999. İçten Yanmalı Motorlarda Sıvılaştırılmış Petrol Gazının Kullanımı-Emisyonlara ve Motor Performansına Etkisi, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Otomotiv Öğretmenliği Anabilimdalı Bitirme Projesi, Ankara.

Aydın K., Gizir Ö., 1995. Alternatif Yakıtların Otto Motorlarında Kullanılabilirliğinin, Motor Performansına ve Egzoz Emisyonlarına Etkilerinin Araştırılması, 10.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Ankara.

Ayhaner, M., 1995. Araçlarda LPG ve CNG Uygulaması, Mühendis ve Makine Dergisi, Cilt:36, Sayı:423, Nisan, Ankara.

Başer A., 1998. Benzin Motorlarında Kısmi Gaz Kelebek Açıklığında LPG Kullanımı Üzerine Araştırma, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Bayındır H., İlkılıç C., Sarsılmaz C., 1997. Yerli Otomobillerde LPG Kullanımı, 1. Uluslar arası Katılımlı Otomotiv Teknolojisi Kongresi, Adana.

Bayraktar, H., Durgun, O., 2004. Buji ile ateşlemeli Motorlar İçin Alternatif Yakıtların Teorik Değerlendirilmesi ve Pratik Kullanılabilirliği, Mühendis ve Makine Dergisi, Cilt:45, Sayı:533, Haziran, Ankara.

Chen Z., Konno M., Goto S., 2001. Study on Homogenous premixed charge CI Engine fueled with LPG, JSAE Review, 22: 265-270.

Ciniviz M., 2001. Dizel Motorlarında Dizel Yakıtı + LPG Kullanımının Performans ve Emisyona Etkisi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Çelik, V., Akay, M.E., 2000. Taşıtlarda LPG uygulamasının Ekonomik Açıdan İncelenmesi, LPG Otogaz Sempozyumu, MMO yayın no: E/2001/257, Aralık, İstanbul.

Çetinkaya S., 1998. Taşıtlarda LPG Kullanımı, Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Paneli, Konya.

Demirbaş A., 2002. Fuel Properties of Hydrogen, Liquefied Petroleum Gas (LPG), and Compressed Natural Gas (CNG) for Transportation, Energy Sources, 24: 601-610.

Dinler N., 2001. Benzinli Motorlarda Yakıt Olarak LPG Kullanılması ve Katalitik Konvertör Uygulamasının Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Olan Etkisinin İncelenmesi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Dinler, N., Yücel, N., 2002. Alternatif Yakıt Olarak LPG Kullanan İki Motorun Performansının Deneysel İncelenmesi, LPG ve CNG Uygulamaları Sempozyumu, MMO Yayın No:E/2003/315, Aralık, Ankara.

Emen M., 2000. Benzin ve Motorin Yakıtlı Motorlarda LPG Kullanımı, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, İstanbul.

İçingür, Y., Salman, M.S., Batmaz, İ., 1998. Taşıtlarda LPG Kullanımı, Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Paneli, Konya.

Polat, İ., 1999. Benzin Motorunun LPG ile Çalışacak Şekilde Dönüşümü Yapılarak, Farklı Ateşleme Avansı Değerlerinde Performans ve Emisyon Davranışının İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Price P., Guo S., Hirschmann M., 2004. Performance of an evaporator for a LPG powered vehicle, Applied Thermal Engineering, 24:1179-1194.

Salman, M. S., Batmaz, İ., İçingür, Y., 1998. LPG Dönüşümü Yapılan Taşıtlarda Performans Emisyonlar, Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Paneli, Konya.

Schoenmaker, P., 1996. LPG: Alternative to Urban Public Transportation in the Future, 1. Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul.

Selim M.Y.E., 2005. Effect of Engine Parameters and Gaseous Fuel Type on the Cyclic Variability of Dual Fuel Engines, Fuel, 84: 961-971.

Soruşbay C., 2002. Taşıtlardaki LPG Kullanımının Teknolojik ve Ekonomik Açılardan Değerlendirilmesi, LPG ve CNG Uygulamaları Sempozyumu, Ankara

Van Wylen G. J., Sonntag R. E., 1986. Fundamentals of Classical Thermodynamics, John Wiley&Sons Inc., 3rd Edition, New York, syf: 686.

Vasiliev L. L., Burak V. S., Kulakov A. G., Mishkinis D. A., Bohan P. V., 1999. Heat Storage Device for Pre-heating Internal Combustion Engines at Start-up, Int. J. Therm. Sci., 38: 98-104.

Weilenmann M., Soltic P., Saxer C., Forss A. M., Heeb N., 2005. Regulated and Nonregulated Diesel and Gasoline Cold Start Emissions at Different Temperatures, Atmospheric Environment, 39: 2433-3441.

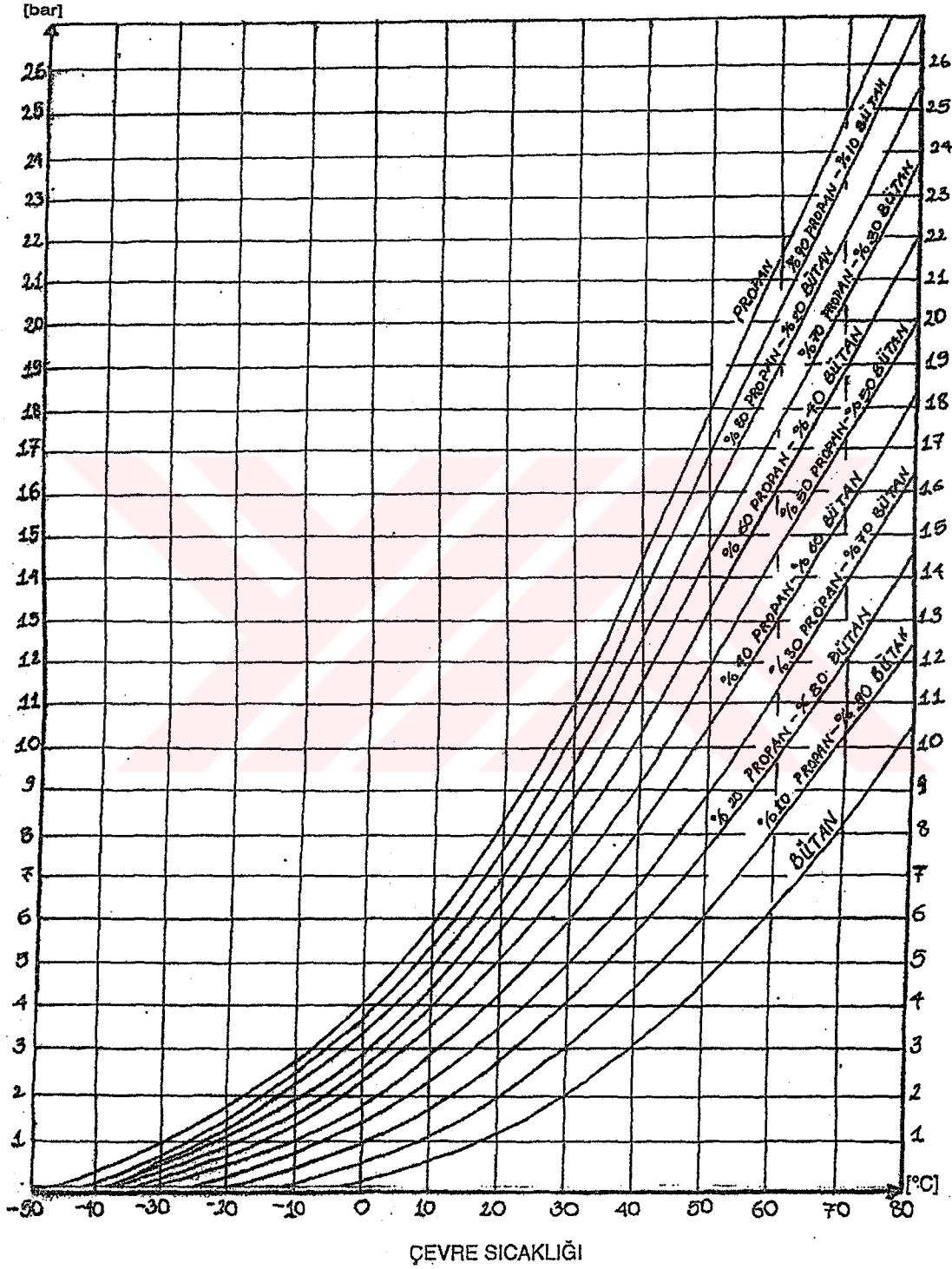
Yamin J. A., Badran O. O., 2002. Analytical Study to Minimise the Heat Losses From a Propane Powered 4-Stroke Spark Ignition Engine, Renewable Energy, 27: 463-478.

Yoong A. P. F., Watkins A. P., 2004. Modelling of Liquefied Petroleum Gas Spray Development, Evaporation and Combustion, Int. J. Engine Res., Vol:5- No:6.

Yücel N., Dinler N., 2000. LPG Dönüşümü Yapılan Bir Motorda Katalitik Konvertörün Motor Performansına ve Egzoz Emilsüyonlarına Etkisi, LPG Oto Gaz Sempozyumu, İstanbul.

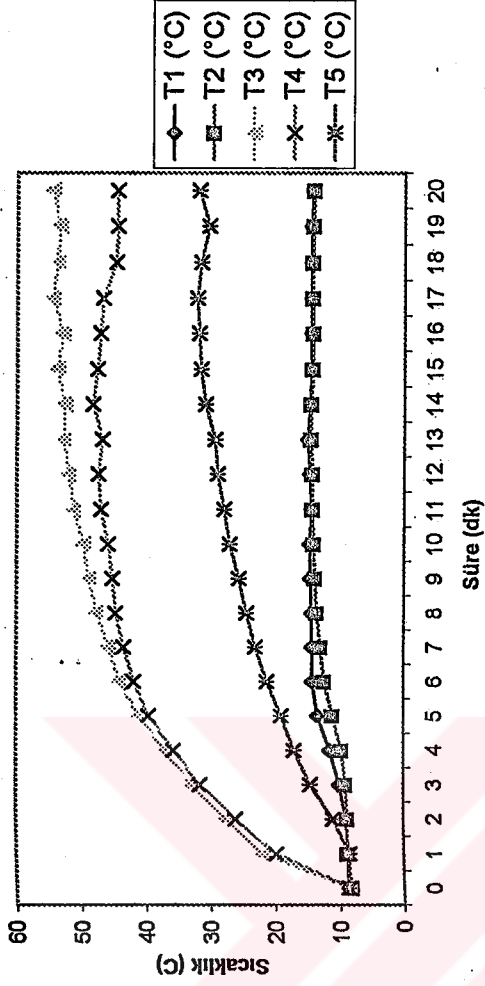


EK-1: Propan ve bütan karışımlarının sıcaklığa bağımlı buharlaşma basınç değişim eğrileri [Anonim 2000]



Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	8,7	8,2	8,5	8,5	8,7
1	8,7	8,8	21,8	19,8	8,5
2	9	8,8	27,5	26	11
3	10	9,1	32,8	31,5	14,5
4	11,5	9,7	37	35,6	17
5	13,4	11,1	41	39,5	19
6	14,2	12,4	44	41,8	21,2
7	14,3	13	45,8	43,4	23
8	14,4	13,6	47,6	44,7	24,4
9	14,6	13,9	48,9	45,2	25,6
10	14,7	14,1	49,8	45,9	27
11	14,5	14,3	51,2	47	27,9
12	14,7	14,3	52	47,4	28,9
13	15	14,5	52,8	46,8	29,3
14	14,7	14,5	52,7	48,3	30,8
15	14,5	14,3	53,8	47,6	31,5
16	14,5	14,2	53	47,1	31,8
17	14,5	14,3	54,5	46,7	32,1
18	14,5	14,3	53,9	44,7	31,5
19	14,5	14,2	53,5	44,5	30,3
20	14,3	14,1	54,5	44,5	31,8

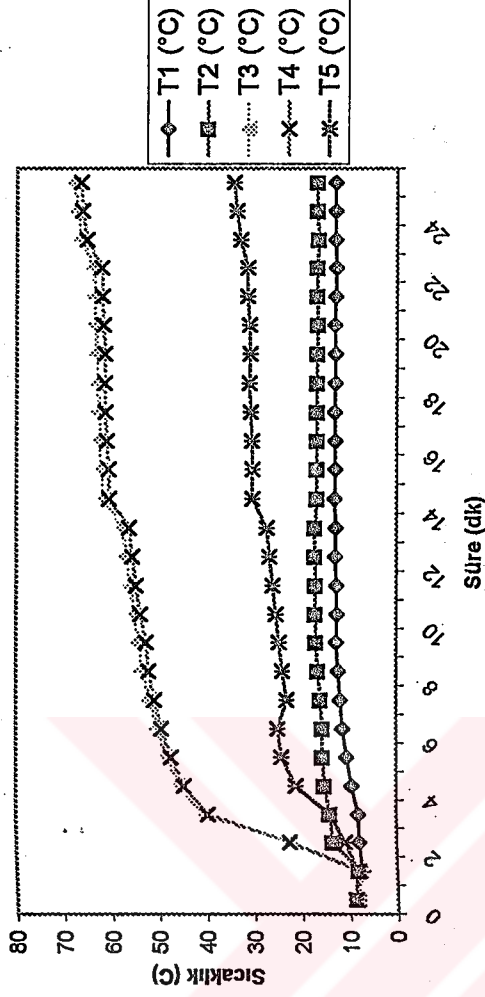
P1max=2 bar (T3-T4)ort: 4,7421 °C  
P2max=2 bar (T5-T2)ort: 12,611 °C  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

EK-2. 8,5 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül kapalı iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	8,5	8,4	8,3	8,7	8,8
1	7,4	8,1	7,5	8	8,3
2	7,9	13,5	22,5	22,5	10,9
3	8,1	14	40,5	39,5	14
4	9,4	15,1	45,5	44,5	21,1
5	10,5	15,5	48,3	47,3	24,1
6	11,3	15,5	50,2	49,4	25
7	11,8	16	51,8	50,8	23,1
8	12,2	16,5	53,4	52	24
9	12,7	16,9	54,1	52,6	24,6
10	12,5	17	55,2	53,8	25,4
11	12,7	17,1	56	54,8	26
12	12,9	17,2	57	55,6	26,7
13	12,8	17,2	57,7	56,3	27,2
14	13,1	16,8	61,8	60,5	30,2
15	13	16,8	62,2	60,7	30,2
16	13	16,7	62,6	61,1	30,4
17	13,1	16,7	62,7	61,3	30,7
18	13	16,8	62,9	61,5	30,9
19	12,9	16,7	63,2	61,5	30,8
20	13,1	16,6	63,4	61,7	31
21	12,9	16,8	63,7	62	31,3
22	12,8	16,7	63,9	62,2	31,4
23	13	16,5	66,4	65,3	32,8
24	13	16,8	67,2	66,2	33,7
25	13	16,7	68	66,5	34,2



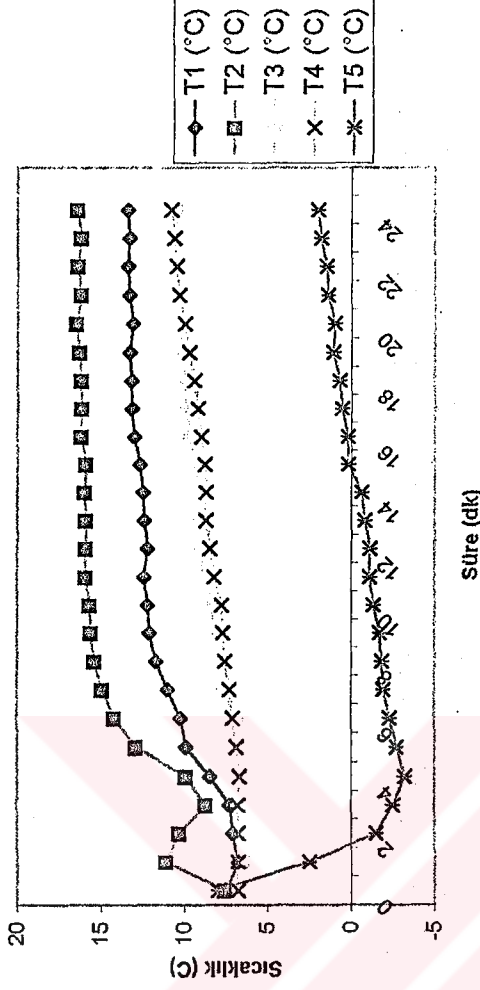
T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P1max=2 bar (T3-T4)ort: 4,025 °C  
P2max=2 bar (T5-T2)ort: 10,74167 °C  
Motor Devri (Yaklaşık) = 850 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır.

EK-3. 6,5 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	7,5	7,6	6,8	6,8	8
1	6,8	11,1	6,5	6,8	2,5
2	7,1	10,3	6,5	6,8	-1,5
3	7,3	8,7	6,8	6,8	-2,5
4	8,5	9,9	6,7	6,7	-3,2
5	9,9	12,9	6,9	6,9	-2,7
6	10,2	14,2	6,9	7,1	-2,3
7	11	14,9	7,7	7,3	-1,9
8	11,7	15,4	7,9	7,6	-1,8
9	12,1	15,6	8,1	7,7	-1,7
10	12,2	15,7	8,4	7,8	-1,3
11	12,4	15,9	8,8	8,2	-1,1
12	12,2	15,9	9	8,5	-1,1
13	12,4	15,9	9,1	8,7	-0,8
14	12,5	16	9,2	8,7	-0,6
15	12,7	15,9	9,2	8,8	0,2
16	13	16,2	9,7	9	0,2
17	13,2	16,2	9,9	9,2	0,6
18	13,2	16,2	9,9	9,4	0,7
19	13,3	16,3	10,1	9,7	1,1
20	13,1	16,5	10,2	10	1
21	13,3	16,2	10,5	10,3	1,4
22	13,4	16,4	10,4	10,5	1,5
23	13,3	16,2	10,4	10,6	1,8
24	13,4	16,4	10,6	10,8	2
25					



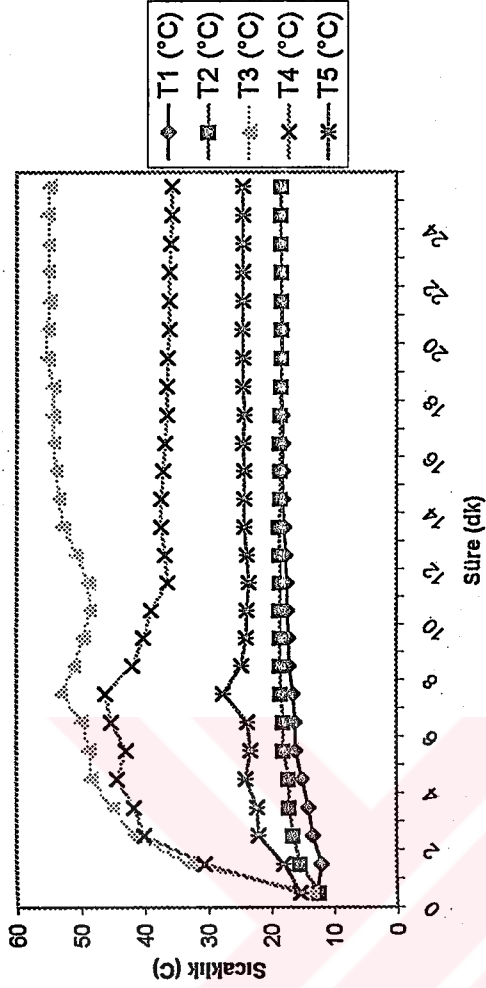
T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P<sub>1max</sub>=2 bar (T3-T4)ort: 0,23913 °C  
P<sub>2max</sub>=2 bar (T5-T2)ort: -15,8435 °C  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır. T3 ve T4 sıcaklıklarından da anlaşılacağı üzere soğutma suyu regülatör içerisinde dolmamaktadır.

EK-4. 8 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)
0	12,7	12,4	13,5	15,4	15,3	15,3
1	12	15,3	32,9	30,5	18	18
2	13,3	16,5	41,5	40	22	22
3	14	17,1	45	41,6	22,2	22,2
4	15	17,2	48,5	44,3	24	24
5	16	18	48,7	42,8	23,2	23,2
6	16,1	18	49,8	45,2	23,7	23,7
7	16,5	18,4	53,1	46,1	27,5	27,5
8	17,1	18,5	51,1	41,8	24,6	24,6
9	17,2	18,5	49,7	40,1	23,9	23,9
10	17,4	18,6	48,6	38,8	23,8	23,8
11	17,5	18,5	48,9	36,3	23,5	23,5
12	17,7	18,6	50,6	36,7	23,8	23,8
13	17,9	18,7	52,8	37,3	24,2	24,2
14	18,1	18,5	53,5	37,3	24,2	24,2
15	18,1	18,5	53,9	37	24,2	24,2
16	18,1	18,6	54,4	36,7	24,4	24,4
17	18,2	18,5	54,4	36,4	24,2	24,2
18	18,4	18,4	54,5	36,4	24,4	24,4
19	18,3	18,3	55,3	36,3	24,4	24,4
20	18,2	18,3	55,3	36	24,5	24,5
21	18,3	18,3	55	36	24,4	24,4
22	18,3	18,3	55,2	36	24,4	24,4
23	18,4	18,4	55,1	35,8	24,4	24,4
24	18,4	18,4	55,2	35,6	24,4	24,4
25	18,5	18,3	55	35,6	24,4	24,4



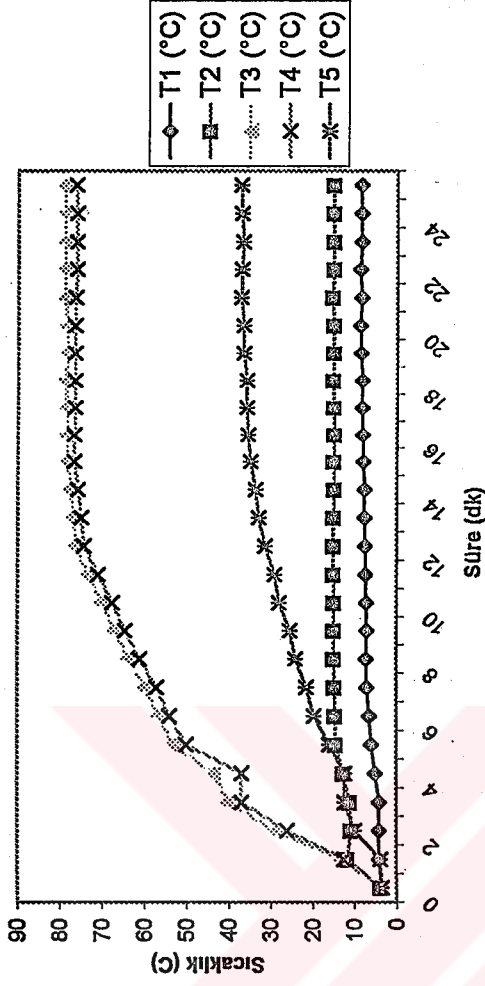
T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P1max=2 bar (T3-T4)ort: 14,875 °C  
P2max=2 bar (T5-T2)ort: 6 °C  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır.

EK-5. 12 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	3,5	3,9	3,6	3,5	3,5
1	4,2	11,6	13	12,4	3,9
2	4,1	10,8	29	26	9,9
3	4,2	11	40	37	12,3
4	5	12,5	43,6	37	12,3
5	6	14,4	53	50	16
6	6,5	14,5	56,4	53,9	19,6
7	7	14,7	60	57	21,5
8	7,2	14,9	63,7	61	24,1
9	7,1	14,9	67	64,5	25,4
10	7,2	14,9	70	67,6	28
11	7,3	15	73,5	71	29,2
12	7,5	15,1	76,4	74,3	31,5
13	7,6	15	77	75	33
14	7,7	14,9	77,4	75,8	33,8
15	7,9	15	78,4	76,6	35
16	8,1	14,9	78,4	76,6	35,6
17	8,3	15,1	78,5	76,5	35,9
18	8,3	15,2	78,6	76,5	35,9
19	8,6	15,1	78,3	76,5	36,7
20	8,7	15,1	78,3	76,5	36,7
21	8,5	15,3	78,8	76,3	37,2
22	8,7	15,1	78,8	76,1	37,1
23	8,5	15,1	78,8	76,1	36,8
24	8,4	15	78,8	76,1	37,1
25	8,4	15,1	78,9	76,2	37,2
26	8,6	15	79	76	37,3



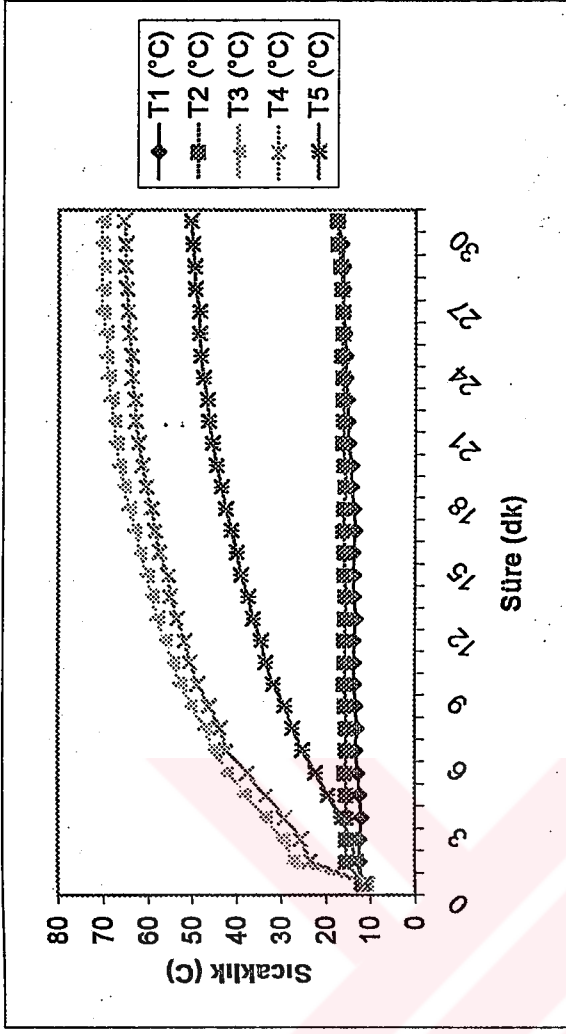
T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P1max=3 bar (T3-T4)ort: 2,604 °C  
P2max=3 bar (T5-T2)ort: 13,06 °C  
Motor Devri (Yaklaşık) = 850 devir/dak.  
Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır.

EK-6. 3 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları



Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	11,8	11,8	10,9	10,6	11,4
1	12,4	15,3	27,3	23,4	13,1
2	12,4	15,3	29,4	25,5	14,4
3	11,9	15,3	33,4	29,2	16,5
4	12,4	15,3	37,9	33,5	19,5
5	12,8	15,5	42	37,7	22,3
6	13,2	15,3	45,3	42,2	25,1
7	12,9	15,3	47,2	43,7	27,4
8	13,3	15,4	50,2	46,1	29,1
9	13,6	15,7	52,6	48,7	31,7
10	13,5	15,6	54,6	50,5	33,4
11	13,7	15,7	56,3	51,8	34,5
12	13,3	15,5	58	53,6	36,4
13	13,7	15,4	59,3	55	37,4
14	13,7	15,7	60,2	55,6	39
15	13,8	15,7	61,8	57,6	40
16	13,4	16	63	58,5	41,2
17	13,7	15,9	64,5	59,4	42,5
18	14,3	15,6	65,7	60,5	43,5
19	14,3	15,9	66,5	61,4	44,7
20	15	16,1	67,4	62,3	45,6
21	15,1	16	68	63	46,4
22	15,3	16,2	68,5	63,2	46,7
23	15,5	16,2	69	63,9	47,5
24	15,5	16,4	69,4	63,8	48,2
25	15,8	16,2	69,6	64,5	48,4
26	16,2	16,2	70,2	64,6	48,5
27	16,1	16,5	70,2	65	49,5
28	16,2	16,8	70,2	65,3	49,6
29	16,6	17,3	70,4	65,2	50
30	17,5	17,4	70,3	65,5	50,4



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= 10,6 °C

Bitiş Hava Sıcaklığı= 26,6 °C

P1max=3,5 bar

P2max=3,5 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

(T3-T4)ort: 4,765517 °C

(T5-T2)ort: 22,26897 °C

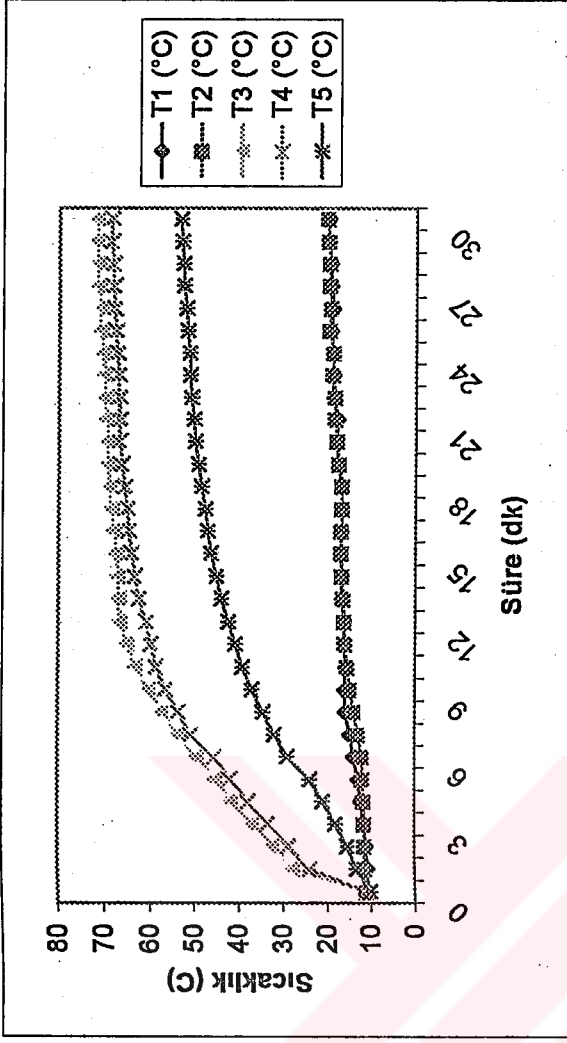
Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra

10 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

**EK-7. 10 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları**



Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T6 (°C)
0	10,5	11	10,5	11,2	10,2
1	10,8	11,4	27,5	24	13,2
2	11,1	11,4	32,1	28,7	15,4
3	11,6	11,5	36,9	33,4	18
4	12,3	11,7	41,4	37,8	21
5	13	11,9	45,2	41,7	23,9
6	14	12,1	49,5	45,6	28,9
7	14,9	12,9	53,4	50,7	31,8
8	15,8	13,9	57,2	53,6	34,5
9	16	14,9	60,2	56,4	36,9
10	15,8	15,4	63,1	58,5	39,2
11	16,2	16	65,2	59,8	40,7
12	16,2	16,2	66,6	60,9	42,3
13	16,7	16,5	66,9	62,5	44
14	16,8	16,7	67	63,4	45,1
15	17	16,9	67,5	64,1	46,2
16	16,9	16,9	67,8	64,7	47
17	16,8	16,7	68,3	65,1	47,5
18	16,9	16,8	68,9	65,7	48,5
19	17,6	17,5	69,1	66,3	49,2
20	18	17,9	69,4	66,7	49,9
21	17,7	18,4	69,5	66,7	50,2
22	18,7	18,3	69,8	66,9	50,7
23	18,7	18,9	70	67,1	51,1
24	18,9	18,8	70,4	67,4	51,2
25	19,3	19,6	70,8	67,7	51,7
26	18,9	19,3	71	67,9	52
27	19,4	19,7	71,4	68,1	52,5
28	19,5	19,6	71,5	68,2	52,7
29	19,9	20	71,8	68,5	53
30	20	20,1	71,7	68,7	53,2



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= 10,9 °C

Bitiş Hava Sıcaklığı= 27 °C

P1max=2,5 bar

P2max=2,5 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

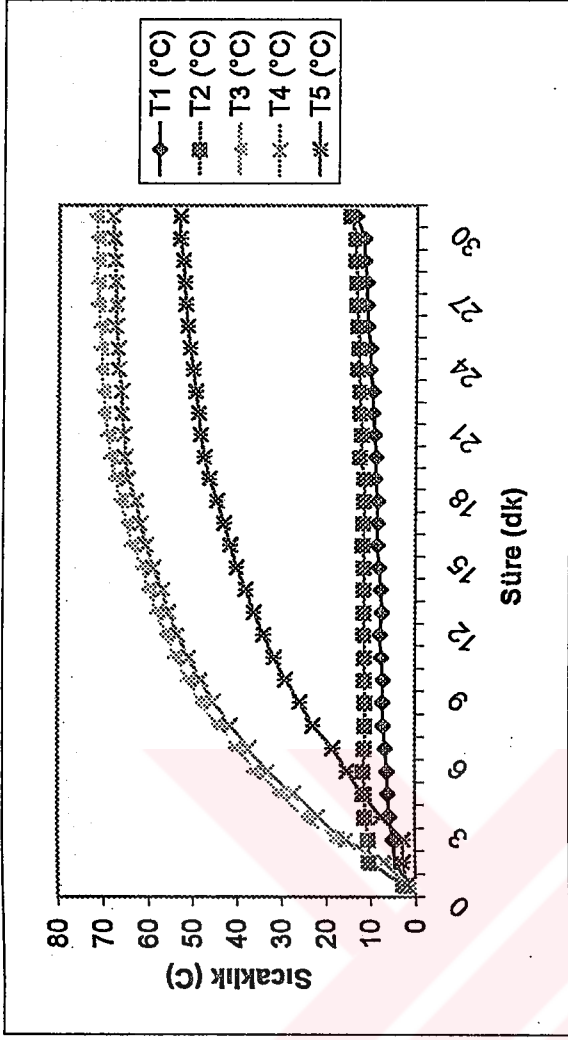
Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı kapalıdır.Motor LPG yakıtı ile 25 sn. 'de ilk harekete geçti.

(T3-T4)ort: 3,596552 °C

(T5-T2)ort: 25,98621 °C

EK-8. 10 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede değilken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	1,5	2,6	1,3	1,8	2
1	4,5	10,2	6,5	6,8	2,7
2	5	10,3	17,5	15,5	2,8
3	5,7	11	24,5	21,7	7,5
4	6,1	11,2	30,1	27,1	11,7
5	6,3	11,5	35,8	33,1	15,2
6	6,7	11,2	40	37,2	18,4
7	7,1	11,1	44,1	41,5	22,8
8	7,3	11,1	48,1	45,3	25,8
9	7,2	11,2	51	48,2	28,9
10	7,5	11,2	53,8	50,9	31,6
11	7,8	11,3	56,2	53,4	33,9
12	7,4	11,3	58,1	55,4	36,1
13	7,7	11,4	59,9	56,9	38
14	8,2	11,4	61,3	58,9	40
15	8,4	11,6	63,7	60,5	41,5
16	8,4	11,5	64,8	61,8	42,9
17	8,4	11,4	66,3	62,9	44,5
18	9	11,4	67,4	64,8	46,2
19	8,9	12,4	68,6	65,3	47,4
20	9,1	12	69,1	65,4	48,3
21	9,6	12,3	69,9	66	48,8
22	9,6	12,4	70,1	66,1	49,4
23	10,4	13	70,5	66,8	50,1
24	10,2	12,7	70,7	66,9	50,7
25	10,9	12,9	70,9	67,4	51,4
26	11	13,3	71,3	67,4	51,8
27	11,1	13,2	71,4	67,5	52,1
28	11,7	13,5	71,6	67,7	52,4
29	11,6	13,5	71,5	67,9	53,1
30	13,5	14,7	71,8	67,9	53,1



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= 3,2 °C

Bitiş Hava Sıcaklığı= 19,1 °C

P<sub>1max</sub>=2,8 bar

P<sub>2max</sub>=3 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

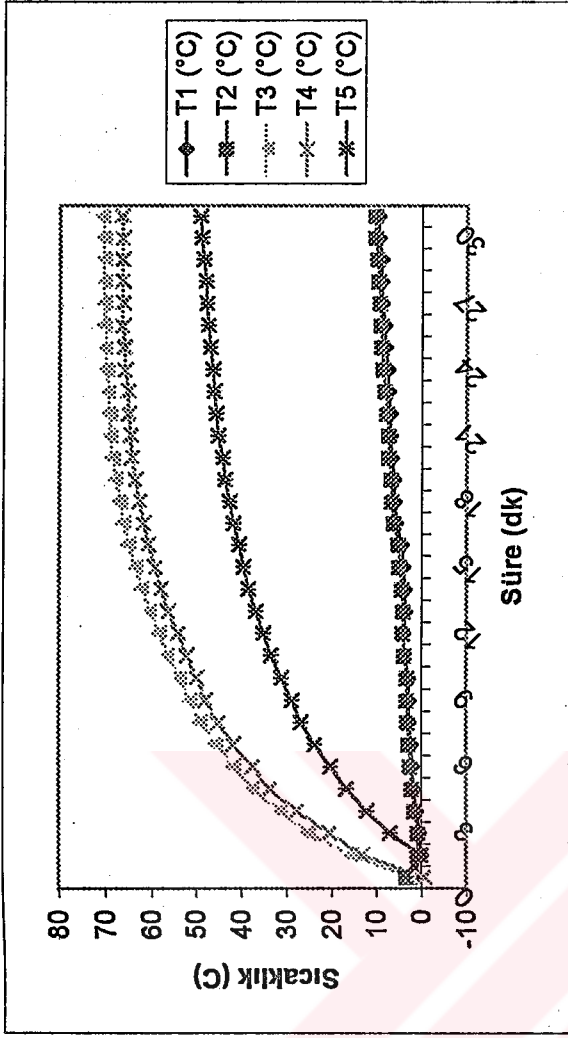
Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 20 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

(T3-T4)ort: 3,182759 °C

(T5-T2)ort: 25,58276 °C

EK-9. 5 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	2,1	3,3	2,6	-0,5	3,5
1	0,1	0,7	15,5	13,1	0,2
2	0,5	0,8	25,2	20,5	7
3	1,2	1,5	31,3	27,7	12,2
4	1,7	2,1	37,4	33,7	16,7
5	2,1	2,4	41,7	37,6	20,2
6	2,3	2,7	45,7	41,7	23,8
7	2,7	3,1	49,1	45,3	26,8
8	2,7	3,2	51,5	47,9	28,9
9	2,9	3,2	53,8	49,9	31,1
10	3,9	3,8	56,3	52,2	33,4
11	4	4,2	58,4	54,1	35,2
12	3,6	4,1	60,4	56,3	36,9
13	3,8	4,4	62,2	58	38,5
14	4	4,9	63,7	59,4	39,6
15	4,5	5,2	65,2	60,8	40,6
16	5,8	6,2	66,2	61,8	41,9
17	6	6,6	67,1	62,8	42,7
18	6,2	6,8	67,8	63,7	43,8
19	6,7	7,3	68,6	64,5	44,3
20	7	7,3	69,1	64,8	45,3
21	7,1	7,8	69,3	65,2	45,7
22	7,5	8,2	69,5	65,4	46,2
23	7,6	8,6	69,9	65,9	46,5
24	8,2	8,9	70,1	66,1	47,1
25	8,3	9,1	70,2	66,5	47,5
26	8,9	9,4	70,3	66,5	47,9
27	9,1	9,7	70,5	66,6	48,1
28	9,1	9,9	70,6	66,6	48,6
29	9,6	10,3	70,5	66,6	49
30	9,7	10,4	70,8	66,7	49,3



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= 3,9 °C

Bitiş Hava Sıcaklığı= 22,4 °C

P1max=2,5 bar

P2max=2,5 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

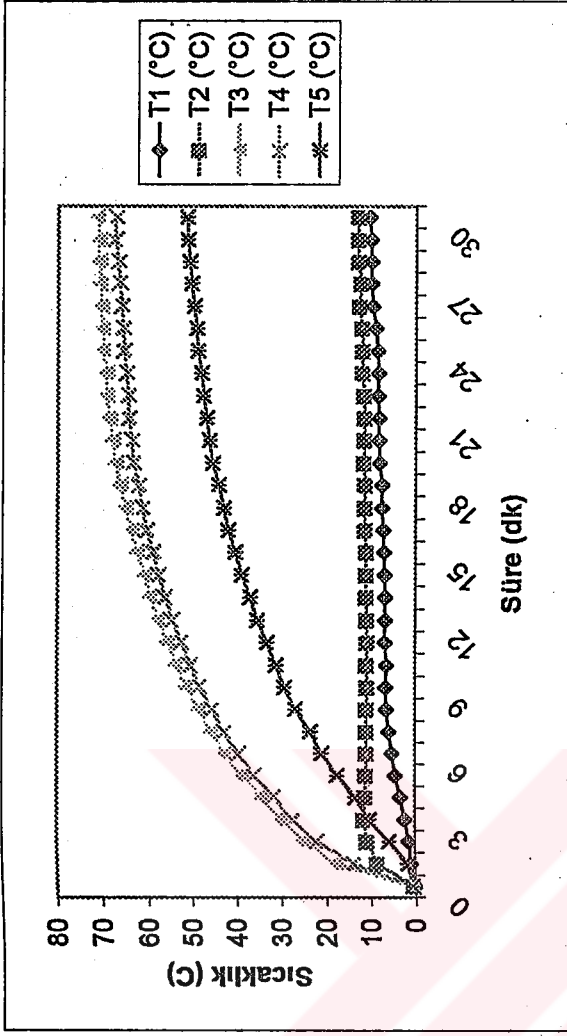
Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı kapalıdır. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı

(T3-T4)ort: 4,137931 °C

(T5-T2)ort: 31,45517 °C

EK-10. 5 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede değilken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T6 (°C)
0	0,2	0,4	0,8	0,6	0,8
1	1	8,6	17,8	13,8	1,7
2	1,4	10,8	24,9	21,9	6
3	2,4	11,5	30,2	27,2	10,3
4	3,4	11,2	34,4	31,5	13,4
5	4,5	11	38,8	35,9	17,5
6	5,2	10,9	42,6	39,5	21
7	5,9	10,9	45,7	42,9	23,4
8	6,5	10,9	48,5	45,5	26,7
9	6,7	10,8	51,3	48,4	29,2
10	6,6	10,9	53,7	50,4	31,1
11	6,9	10,8	55,6	52,5	33,1
12	6,9	10,9	57,8	54,5	35,4
13	6,9	11	59,5	56,2	37
14	7	11	61	57,7	38,8
15	7,2	11,1	62,5	58,9	40,3
16	7,3	11,3	63,9	60,4	41,9
17	7,5	11,3	65,1	61,4	42,9
18	7,6	11,3	66,3	62,3	44,1
19	8,1	11,6	67,4	63,4	45,5
20	8,3	11,5	67,9	63,9	46,3
21	8,3	11,5	68,6	64,4	46,9
22	8,5	11,7	69,2	64,6	47,5
23	8,5	12	69,3	65	48
24	8,6	12	69,9	65,5	48,9
25	9	12,1	70,1	65,8	49,2
26	9,7	12,7	70,4	66	49,7
27	10	12,4	70,7	66,5	50,4
28	10,1	12,9	70,9	66,8	50,7
29	10,2	12,9	71	67,3	51,2
30	10,5	12,9	71,2	67,4	51,4



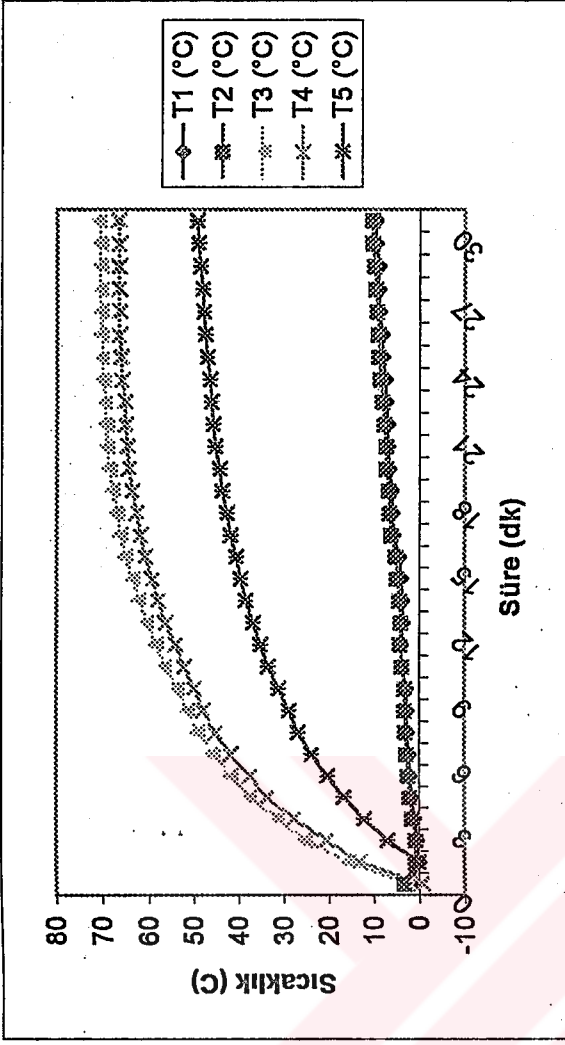
T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= 0 °C  
Bitiş Hava Sıcaklığı= 19,1 °C  
P1max=2,8 bar (T3-T4)ort: 3,748276 °C  
P2max=3 bar (T5-T2)ort: 25,41724 °C  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 40 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

**EK-11. 0 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları**

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T6 (°C)
0	2,1	3,3	2,6	-0,5	3,5
1	0,1	0,7	15,5	13,1	0,2
2	0,5	0,8	25,2	20,5	7
3	1,2	1,5	31,3	27,7	12,2
4	1,7	2,1	37,4	33,7	16,7
5	2,1	2,4	41,7	37,6	20,2
6	2,3	2,7	45,7	41,7	23,8
7	2,7	3,1	49,1	45,3	26,8
8	2,7	3,2	51,5	47,9	28,9
9	2,9	3,2	53,8	49,9	31,1
10	3,9	3,8	56,3	52,2	33,4
11	4	4,2	58,4	54,1	35,2
12	3,6	4,1	60,4	56,3	36,9
13	3,8	4,4	62,2	58	38,5
14	4	4,9	63,7	59,4	39,6
15	4,5	5,2	65,2	60,8	40,6
16	5,8	6,2	66,2	61,8	41,9
17	6	6,6	67,1	62,8	42,7
18	6,2	6,8	67,8	63,7	43,8
19	6,7	7,3	68,6	64,5	44,3
20	7	7,3	69,1	64,8	45,3
21	7,1	7,8	69,3	65,2	45,7
22	7,5	8,2	69,5	65,4	46,2
23	7,6	8,6	69,9	65,9	46,5
24	8,2	8,9	70,1	66,1	47,1
25	8,3	9,1	70,2	66,5	47,5
26	8,9	9,4	70,3	66,5	47,9
27	9,1	9,7	70,5	66,6	48,1
28	9,1	9,9	70,6	66,6	48,6
29	9,6	10,3	70,5	66,6	49
30	9,7	10,4	70,8	66,7	49,3



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= 0 °C

Bitiş Hava Sıcaklığı= 22 °C

P1max=2,5 bar

P2max=2,5 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı kapalıdır. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı

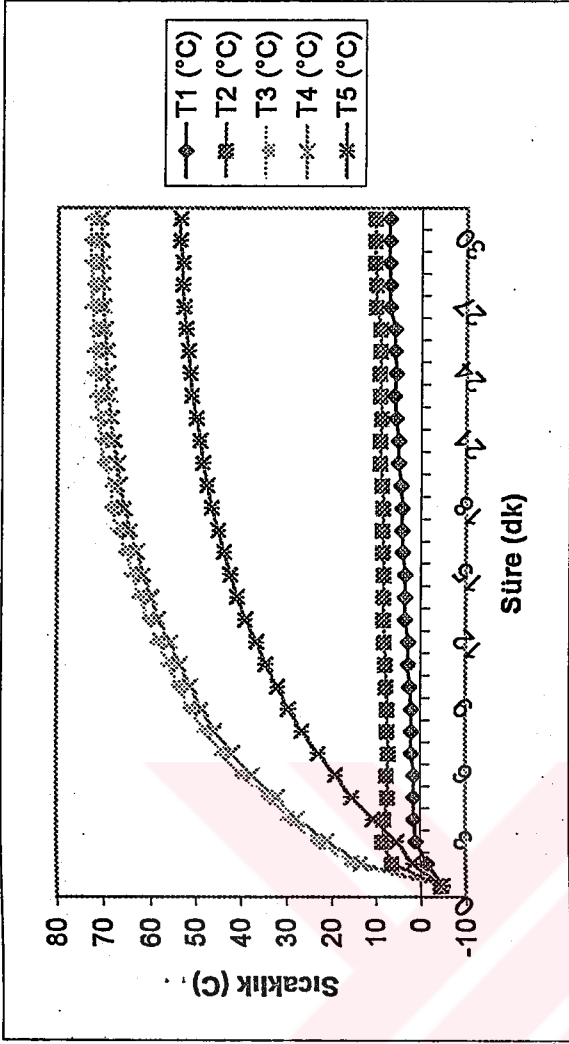
(T3-T4)ort: 4,137931 °C

(T5-T2)ort: 31,45517 °C

**EK-12. 0 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede değilken yapılan deney sonuçları**



Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	-4,8	-4,4	-4,6	-4,9	-4,5
1	-1,4	6,4	15,4	13,4	1,7
2	1,1	8,3	22,8	20,8	5,4
3	1,4	8	29,4	27,4	10,7
4	1,4	7,2	33,5	31,8	15,4
5	1,5	7,5	39,8	37,3	19
6	2	7,1	44,2	41,8	22,8
7	2	7,3	47,8	45,6	26,4
8	2	7,3	51,2	48,6	29,4
9	2,5	7,6	53,9	51	31,9
10	2,7	7,7	55,9	53,5	34,4
11	2,8	8	58,3	55,7	36,5
12	3,4	8,2	60,5	58,2	38,9
13	3,4	8,2	62,4	59,8	40,8
14	3,5	8,2	63,9	61,6	42,3
15	4	8,3	65,4	62,9	43,7
16	4,2	8,5	67	64,5	45,1
17	4,2	8,4	68,4	65,7	46,4
18	4,5	8,6	68,3	66,8	47,5
19	5,1	9,1	70,1	67,3	48,4
20	5	9	70,5	67,9	49
21	5,6	8,8	71,2	68,5	49,9
22	6	9,1	71,7	69	50,9
23	5,6	9,2	72	69,4	51,3
24	5,9	9,1	72	69,4	51,8
25	5,9	9,1	72,2	69,8	52,3
26	7	10	72,6	70,1	52,7
27	7,1	10,1	72,6	70,2	53,1
28	7,2	10,3	72,7	70,4	53,1
29	7,2	10,3	72,8	70,5	53,6
30	7,2	10,3	72,7	70,5	53,6



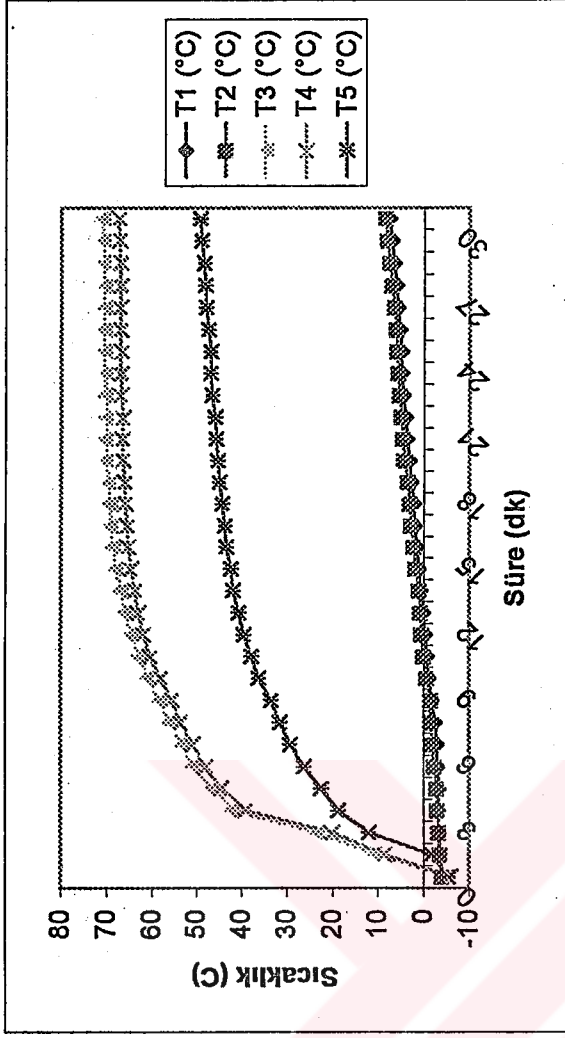
T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= -5 °C  
Bitiş Hava Sıcaklığı= 21,1 °C  
P1max=3 bar (T3-T4)ort: 2,475862 °C  
P2max=3 bar (T5-T2)ort: 31,13103 °C  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 1 dakika marşa basıldı. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı.

EK-13. -5 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	-4,3	-4	-5,5	-5,8	-5,3
1	-3,4	-3,5	10,5	8,7	-1,7
2	-3,2	-3,2	23,3	20,1	12
3	-3,1	-3	42	39,1	18,8
4	-3,2	-2,9	46,6	44,6	22,5
5	-3	-2,2	50,7	48,2	26,2
6	-2,9	-1,9	53,4	50,9	29,3
7	-2,4	-1,6	56	53,6	31,6
8	-1,7	-1,5	58,4	55,7	33,5
9	-1	-0,7	60,9	58,2	36,3
10	-0,7	0	63	60,5	37,9
11	-0,3	0,5	64,8	62	39,6
12	0,2	0,8	66	63,1	40,7
13	0,7	1,1	66,9	64	42
14	1,2	1,8	68	64,7	42,5
15	1,5	2,2	68,5	65,3	43,4
16	2	2,8	69,1	65,6	43,9
17	2,2	3,1	69,3	66	44,5
18	2,8	3,5	69,6	66,2	45
19	3,2	4,3	70,1	66,5	45,5
20	3,7	4,6	70,2	66,7	45,7
21	4	4,9	70,1	66,6	46
22	4,6	5,4	70,3	66,8	46,7
23	4,9	5,6	70,4	67	47
24	4,9	5,9	70,5	66,9	46,9
25	5,3	6,1	70,5	67	47,4
26	5,7	6,5	70,5	67	48,1
27	6	7	70,6	66,9	48,2
28	6,6	7,5	70,7	67,1	48,5
29	7,1	8	70,8	67,3	49,1
30	7,6	8,4	70,8	67,5	49,4



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

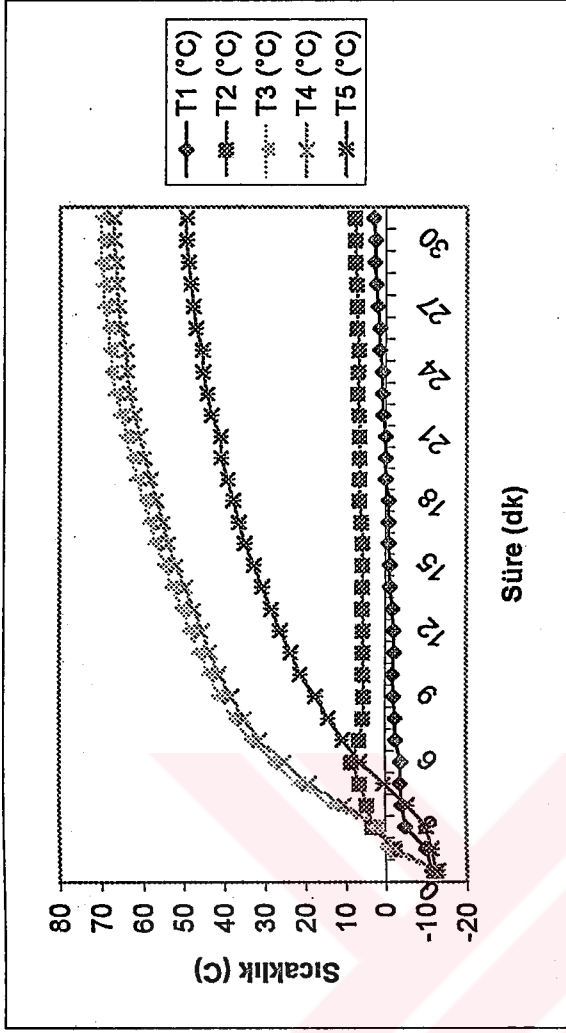
Baş. Hava Sıcaklığı= -5 °C  
Bitiş Hava Sıcaklığı= 23,2 °C  
P1max=2,5 bar (T3-T4)ort: 3,196552 °C  
P2max=2,5 bar (T5-T2)ort: 37,48276 °C  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı kapalıdır. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı

EK-14. -5 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede değilken yapılan deney sonuçları



Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	-11,2	-11,9	-12,7	-12,8	-12,4
1	-10	-2,3	0	-2,1	-11,2
2	-4,9	3,2	2,8	1,7	-10
3	-4,1	4,6	13,1	10,2	-5,4
4	-3,6	6,3	21,5	19	0,5
5	-3,7	8,4	27,8	25,2	6,4
6	-2,5	6,4	33,2	31,2	10,5
7	-2,4	5,4	37,5	35,1	14,2
8	-2	5,3	41,2	38,1	17,5
9	-1,7	5,4	43,5	41,2	21,2
10	-2,1	5,4	46,3	43,5	23,5
11	-2	5,5	48,4	45,5	26,1
12	-1,7	5,7	50,4	47,5	28,4
13	-1	5,7	52,9	49,8	30,6
14	-1,1	5,6	54,7	51,9	32,7
15	-0,8	5,6	56,9	53,9	34,9
16	-0,7	5,9	58,4	55,1	36,3
17	-0,8	6,5	59,9	56,8	37,8
18	0	6,4	61,5	58,2	39,3
19	0	6,4	62,9	59,7	40,9
20	0	6,4	64,2	60,9	41
21	0,7	6,6	65,4	62,1	43,2
22	0,9	6,9	66,8	63,5	44,3
23	0,9	6,7	67,7	64,1	45,3
24	1,5	6,6	67,9	64,3	45,5
25	1,5	7	68,9	65,5	47,1
26	2	7	69,3	66,2	47,7
27	2,4	7,3	69,7	66,5	48,3
28	2,7	7,6	70,1	66,6	48,9
29	2,6	7,5	70	67,1	49,5
30	3,1	7,7	70	67,1	49,5



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= -10,5 °C

Bitiş Hava Sıcaklığı= 23,4 °C

P<sub>1max</sub>=3 bar

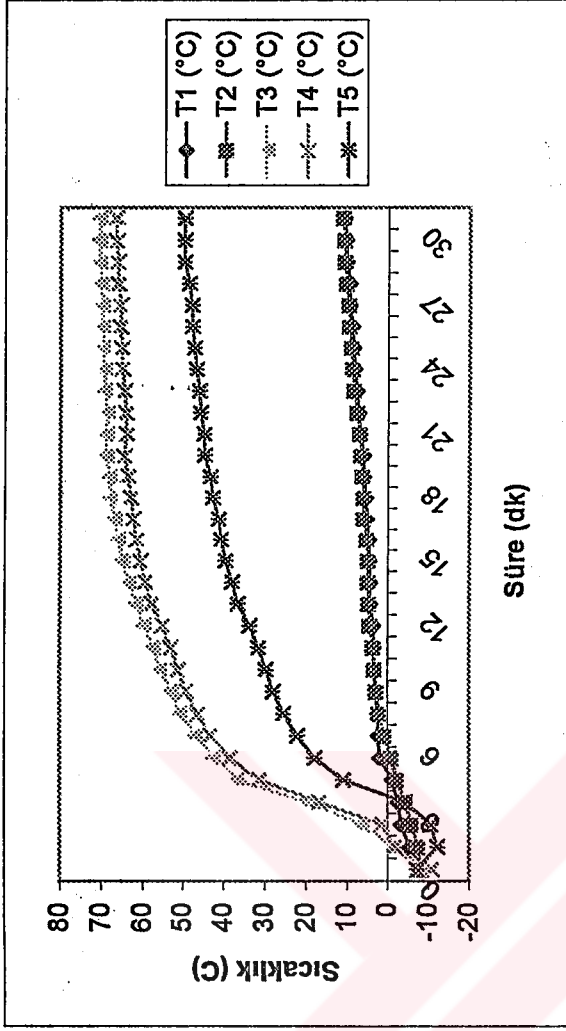
P<sub>2max</sub>=3 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 1 dakika marşa basıldı. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı.

EK-15. -10 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
0	-8,6	-8	-8,4	-10,7	-7,1
1	-5,3	-7,4	-1,4	-1,7	-12,2
2	-3,3	-5,9	6,4	1,5	-10,5
3	-2,5	-4,2	19,5	16,8	-4,2
4	-1	-2,2	36,5	31,3	10,9
5	1,9	-0,9	42,5	38,5	17,9
6	2,3	0,9	46,9	43,4	22
7	2,5	2,2	50,5	46,5	25,4
8	2,9	2,7	53	49,2	27,9
9	3,4	3,2	55,6	51,2	29,7
10	3,4	3,6	57,4	53,1	31,6
11	3,5	4,3	59,6	55,3	33,6
12	4,3	4,7	61,6	57,9	36,6
13	4,4	4,8	63,5	59,4	38
14	4,5	4,9	65	60,6	39,5
15	4,7	5,2	65,9	61,7	40,7
16	5,2	5,9	66,9	62,4	41,3
17	5,5	5,9	67,7	62,9	42,8
18	5,9	6,2	68,2	63,7	43,3
19	6	6,6	68,8	64,5	44,8
20	6,9	6,9	68,8	64,1	45
21	7,3	7,6	68,6	64,1	45,8
22	7,7	8,3	69,1	64,5	46,1
23	8,2	8,7	69,3	65	46,8
24	8,5	9	69,6	65,2	47,4
25	8,9	9,4	69,8	65,5	47,8
26	9,5	9,6	69,8	65,4	48
27	9,5	10,2	70,2	66	48,7
28	10,3	10,6	70,4	66	49,7
29	10,4	10,7	70,5	66,5	49,8
30	10,8	11	70,5	66,5	49,8



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

Baş. Hava Sıcaklığı= -10 °C

Bitiş Hava Sıcaklığı= 22,6 °C

P1max=3 bar (T3-T4)ort: 4,265517 °C

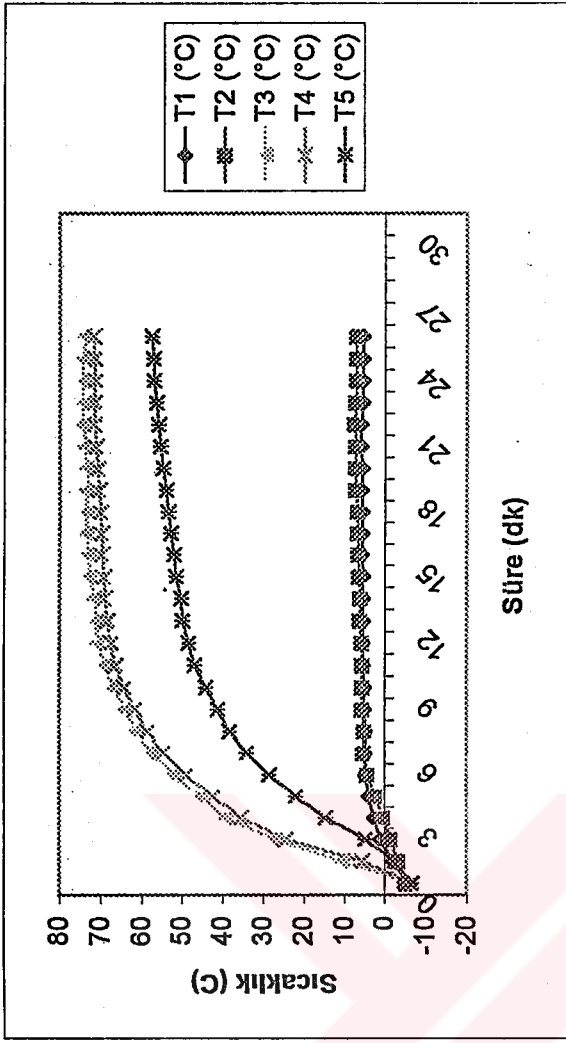
P2max=3 bar (T5-T2)ort: 30,39655 °C

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı kapalıdır. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı

EK-16. -10 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede değilken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Soğutucu
0	-5,9	-5	-6,5	-6,7	-6,5	-5,3	-10,3
1	-1,9	-3,3	10,4	5,7	-2,3	-1,2	-11
2	1,2	-1,3	27,2	24,6	4,9	1,5	-10,6
3	2,7	0,5	39,4	35,4	14,7	3,5	-10,4
4	4,1	2,5	45,4	42,5	22	6,4	-9,1
5	4,8	4,3	52,2	49,2	28,6	8,1	-11,3
6	5	5,3	57,9	54,7	34,2	9,9	-11,6
7	4,8	5,2	61,4	58,8	38,4	10,9	-9,9
8	5,2	5,6	64,3	61,9	41,3	12,6	-10,7
9	5,2	5,6	67	64,5	44,3	13,7	-10
10	5,4	5,7	69,2	66,6	47,1	15,7	-11,3
11	5,6	5,8	70,7	67,8	48,7	17,7	-10,5
12	5,5	6,3	71,3	68,5	50	19,1	-10,4
13	5,4	6,1	71,6	69	50,4	19,4	-9,9
14	5,4	6,4	72,7	69,4	51,7	21,8	-10,2
15	5,8	6,6	73,1	69,7	52,2	24,1	-10,7
16	5,6	6,8	73,4	69,8	52,9	24,6	-10,9
17	5,7	6,8	73,4	70,1	53,5	26,6	-10,1
18	5,8	7,2	73,5	70,4	54	27,2	-9,2
19	5,7	7,2	73,3	70,8	54,9	28	-9,8
20	6	7,2	74	71,3	55,4	30,3	-10,1
21	5,9	7,5	74,2	71,5	56	31	-11
22	5,4	7,2	74,2	71,5	56,4	32,1	-10,7
23	5,5	7	74,2	71,6	57	33,1	-10,6
24	5,4	7	74,2	71,7	57,3	33,5	-10,6
25	5,4	7	74	71,7	57,5	33,8	-10,2
26							
27							
28							
29							
30							



Süre (dk)

T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P1max=2 bar

(T3-T4)ort: 3,0625 °C

P2max=2 bar

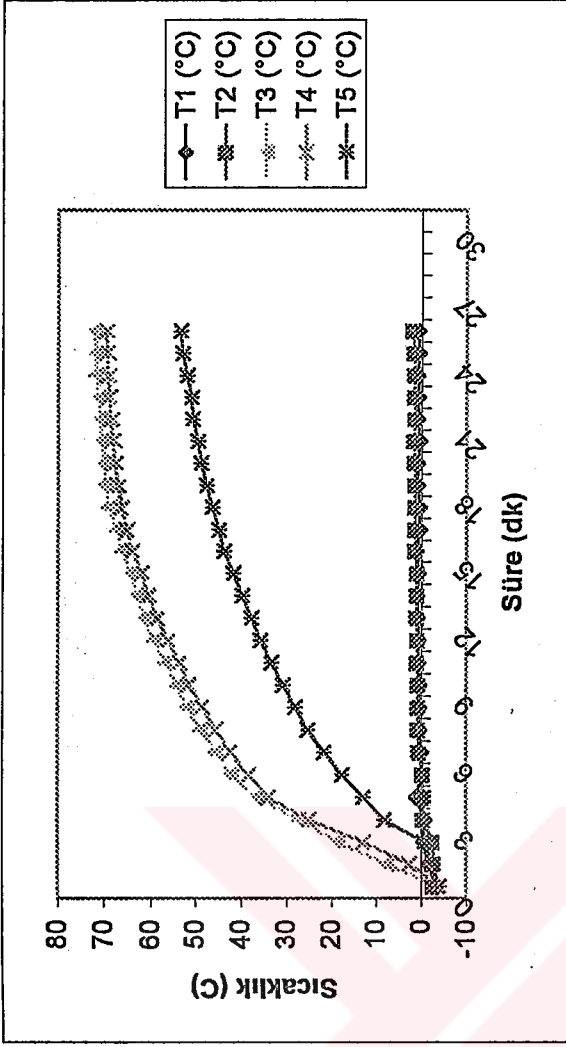
(T5-T2)ort: 39,5375 °C

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı kapalıdır. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı

EK-17. -5,3 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede değilken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Sogutucu
0	-3,1	-2,5	-3,8	-3,7	-3,8	-3,5	-4,2
1	-1,5	-2,7	7,8	2,7	-2,4	-2,3	-6,8
2	-0,4	-2,4	18,7	13,1	-0,6	-1,2	-7,9
3	-0,7	-0,4	27,3	25,1	8,4	-0,8	-8,5
4	1,2	-0,6	36,4	34,2	12,9	-0,1	-10,1
5	-0,1	-0,2	42,2	38,4	17,7	0,9	-10,5
6	0	0,6	45,6	42,4	21,7	1,7	-11
7	0,5	0,7	49	45,6	25,4	2,6	-11,5
8	0,5	0,8	52,1	48,6	28,1	4,2	-12
9	0,4	0,8	54,3	51,6	30,8	5,4	-12,1
10	0,7	1	56,8	53,6	33,4	6,9	-12
11	0,7	0,9	59,3	56,3	35,8	7,7	-12,3
12	0,9	1,2	61,7	58,6	37,8	9,2	-12,3
13	1	1,1	62,9	60,6	39,9	10,2	-12,4
14	0,8	1	64,5	62,1	41,9	10,7	-12,2
15	1,2	1,4	66,4	64,2	43,9	11,2	-12
16	0,5	1,4	67,5	65,4	45,1	12,9	-12,3
17	0,5	1,5	68,9	66,6	46,5	13,9	-12,1
18	0,9	1,5	69,8	67,3	47,7	14,7	-12,1
19	0,9	1,6	69,9	68	48,9	16	-12,1
20	0,5	1,7	70,5	68,3	49,6	16,4	-12
21	0,9	1,5	70,9	68,7	50,7	17,6	-12,2
22	0,7	1,6	71,2	69	51,1	18,9	-12
23	0,9	1,6	71,8	69,2	52,1	19,4	-12
24	0,6	1,8	71,9	69,4	53	21,8	-11,9
25	0,8	2	72,1	69,7	53,5	22,9	-12
26							
27							
28							
29							
30							



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P<sub>1max</sub>=0,5 bar

P<sub>2max</sub>=0,5 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

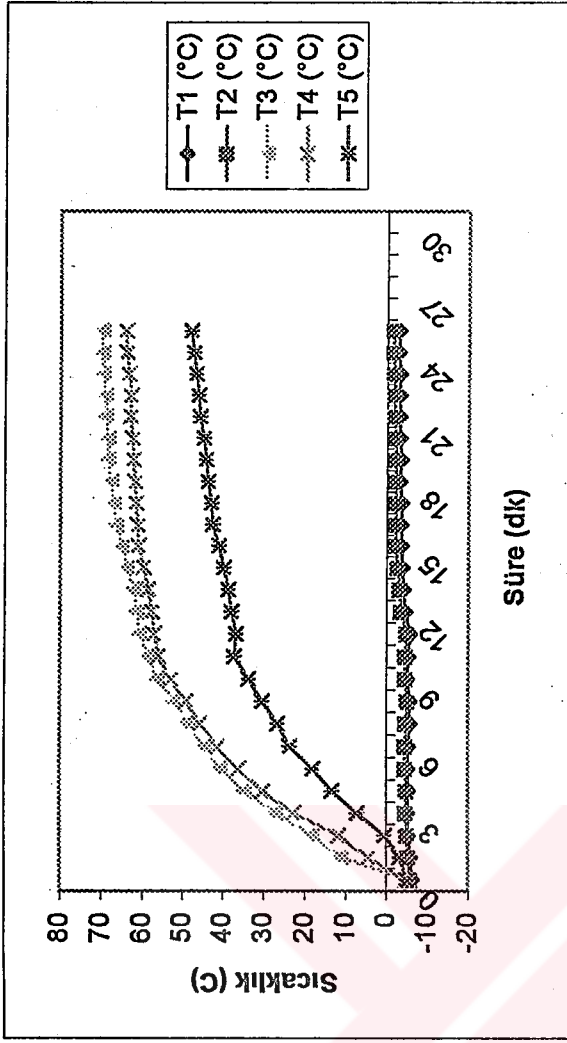
Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı kapalıdır. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı

(T3-T4)ort: 2,95 °C

(T5-T2)ort: 35,5625 °C

**EK-18. -3,5 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede değil iken yapılan deney sonuçları**

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Soğutucu
0	-6,3	-5,8	-4,9	-4,5	-5	-2	-10,1
1	-5,9	-5,3	11	4,7	-3,1	-1,1	-9,3
2	-5,4	-5	18,4	11,8	0,6	0,3	-10,8
3	-5,2	-4,7	26,9	22,7	7,3	0,9	-10,7
4	-5,4	-4,8	34,6	30,3	13,5	1,8	-11,8
5	-5,2	-4,6	40,6	36	18,1	3,8	-12
6	-5,3	-4,5	44,5	41,5	23,8	5,1	-12,9
7	-5,6	-4,7	48,8	45,9	26,7	5,7	-12,7
8	-5,7	-5,1	52,3	49,3	30,4	6,8	-12,4
9	-5,1	-4,5	56,2	53,2	33,9	8,2	-13
10	-5,3	-4,5	58,8	56,1	37,3	9,1	-13,1
11	-5,7	-4,9	60,7	57	36,9	9,9	-13,5
12	-4,5	-3,4	61,4	57,7	37,9	10,6	-13
13	-4	-3,1	62,4	58,6	38,7	11,3	-12,6
14	-3,7	-2,6	63,7	59,8	39,9	12,6	-12,1
15	-3,6	-2,2	65,1	61	41,1	14,1	-11,8
16	-3,4	-2,1	66,5	61,3	42,7	14,1	-12,4
17	-3,6	-2,1	66,9	61,7	43,1	15,3	-12,6
18	-3,1	-2	67,8	62	43,9	15,6	-12,3
19	-3,4	-2,1	68,4	62,3	44,4	16,3	-11,4
20	-3,2	-2	68,5	62,7	45	16,9	-11,7
21	-3,1	-1,9	69	63,1	46	17,8	-11,5
22	-3,1	-1,8	69,1	63	46,3	18,6	-11,7
23	-3,1	-1,7	69,5	63,4	46,8	19,1	-12,4
24	-2,8	-1,5	69,9	64	47,5	19,9	-12,5
25	-2,9	-1,5	70	64	48,1	20,9	-11,5
26							
27							
28							
29							
30							



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P<sub>1max</sub>=0,5 bar

P<sub>2max</sub>=0,5 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı kapalıdır. Motor LPG yakıtı ile çalışmadı

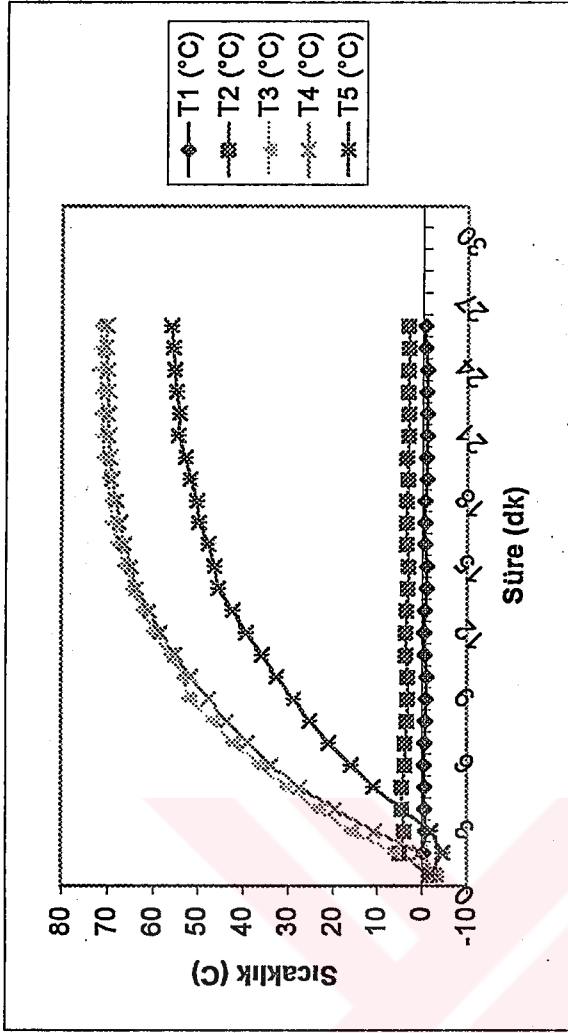
(T3-T4)ort: 4,9125 °C

(T5-T2)ort: 38,30833 °C

EK-19. -2 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede değil iken yapılan deney sonuçları



Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Soğutucu
0	-2	-1,7	-3,2	-3	-1,8	-2,3	-8,6
1	-0,4	4,9	6	0,5	-4,5	-1,3	-8,4
2	-0,7	3,9	15,9	10,8	-1,9	-0,5	-9,6
3	-0,5	4,5	23,2	19,7	4,6	0,2	-10,9
4	-0,5	4,5	30,4	27,5	10,9	0,9	-11,8
5	-0,4	3,7	36,5	33,9	15,9	1,4	-12,3
6	-0,6	3,7	42,2	39,1	20,9	2,1	-12,8
7	-0,7	3,3	46,4	43,8	25,2	2,9	-12,8
8	-0,8	3,2	51,9	47,6	28,9	3,9	-13
9	-0,9	3,2	53,4	51,6	32,5	5,7	-13,1
10	-0,6	3,6	56,3	55,1	35,9	7,8	-13,4
11	-0,4	3,6	59,9	58,5	39,5	8,4	-13,9
12	-0,5	3,5	62,5	60,9	42,4	9,9	-13,5
13	-0,9	3,2	64,8	63,9	45,6	10,9	-14,1
14	-0,9	3,1	66,4	64,9	46,4	11,8	-14
15	-0,5	3,4	67,9	66,6	47,8	13	-13,5
16	-0,5	3,4	68,9	67,6	49,9	13,7	-13,1
17	-0,6	3,4	69,5	68,2	50,4	15	-13,1
18	-0,9	3,2	69,9	69,2	51,7	16,7	-13,2
19	-0,8	3,5	70,8	69,5	52,9	18,9	-13,1
20	-0,9	3,1	71,3	70	54,5	19,9	-13,5
21	-1	3	71,3	69,9	54,2	22,5	-13,5
22	-0,8	3,2	71,5	70	54,9	23,4	-13,1
23	-0,9	3,2	71,9	70,2	55,4	24,7	-13,2
24	-0,6	3,1	71,1	70,5	55,7	25,2	-13,8
25	-0,6	3,2	71,9	70,2	56,1	26,1	-13,5
26							
27							
28							
29							
30							



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

$P_{1max}=1,2$  bar  
 $P_{2max}=1,2$  bar

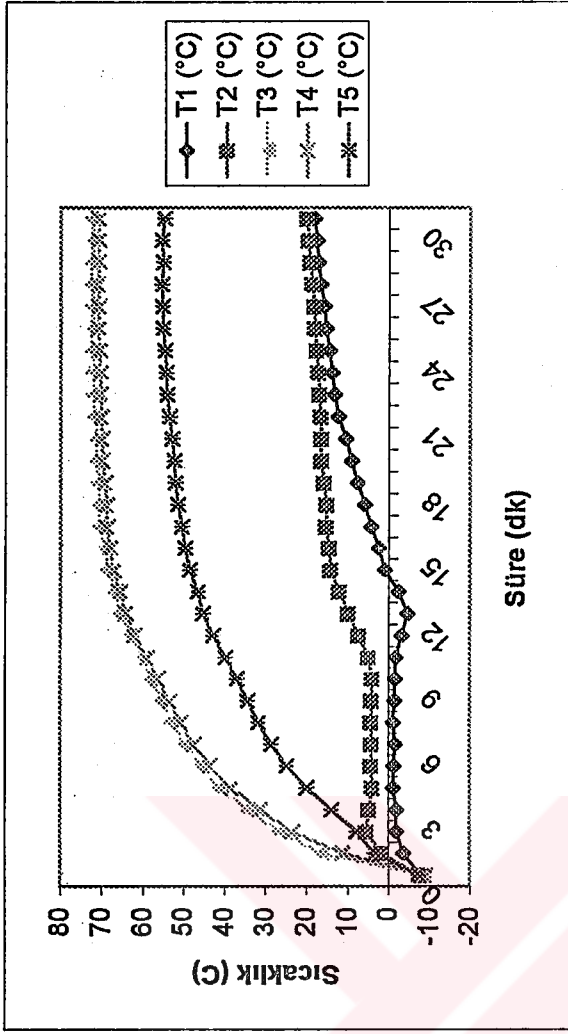
(T3-T4)ort: 2,170833 °C  
(T5-T2)ort: 34,925 °C

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modülü 30 sn çalıştıktan sonra 25 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

EK-20. -2,3 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Sogutucu
0	-7,5	-7,5	-8,6	-8,8	-7,2	-6	-12,2
1	-3,6	2	16,5	11,4	3,5	-0,8	-15,4
2	-1,9	5,4	26,5	23,5	7,9	1,1	-14,2
3	-1,9	4,8	34,4	31,3	13,9	3,8	-13,3
4	-1	4,1	41,4	38,4	19,9	4,9	-14,2
5	-1,2	4,3	45,5	43,5	24,8	5,5	-14
6	-1,5	4,2	49,7	47,7	28,5	6,9	-14
7	-1	4,3	52,9	50,7	31,7	7,4	-13,7
8	-1,3	4,2	55,5	53,5	34,5	8,5	-13,3
9	-1,6	4,1	58,1	56,2	37	9,8	-12,9
10	-1,7	5	60	59,1	39,9	10,2	-12,2
11	-3,2	7,4	62,9	62,2	42,9	10,9	-13,4
12	-4,5	9,9	65,4	64,3	45,4	11,9	-12,8
13	-2,4	12,2	66,8	65,7	46,7	12,9	-11,1
14	1	14,2	68,4	67,1	48,6	13,7	-12,1
15	2,4	14,6	69	68,1	49,7	14,9	-11,4
16	4,3	15,4	70,6	68,7	50,5	16,2	-11,5
17	5,9	15,2	70,7	68,9	51,5	16,7	-10,9
18	7,7	15,9	70,8	69,2	52,1	17,4	-10,7
19	9,1	16,4	71,1	69,8	52,5	18,4	-10
20	10,5	16,4	71,2	69,9	52,9	18,6	-10,3
21	12,4	16,7	71,6	70,1	53,5	19,4	-9,9
22	13,3	16,9	72	70,3	54,2	20,1	-9,5
23	13,9	17,2	72	70,4	54,4	21	-10,1
24	14,5	17,6	72,3	70,6	54,7	22,4	-10,5
25	15,4	18,1	72,4	71	55,1	22,7	-10,9
26	15,9	18,2	72,2	70,8	55,3	23,1	-11,1
27	16,7	18,7	72,4	70,9	55,4	23,6	-11,7
28	17,2	19,1	72,4	70,8	55,2	24	-11,7
29	17,6	19,7	72,2	70,8	55,5	25	-12,5
30	18,2	19,9	72,4	70,9	54,9	25,3	-12,4



Süre (dk)

T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P<sub>1max</sub>=1 bar (T3-T4)ort: 1,844828 °C  
P<sub>2max</sub>=1 bar (T5-T2)ort: 31,74138 °C

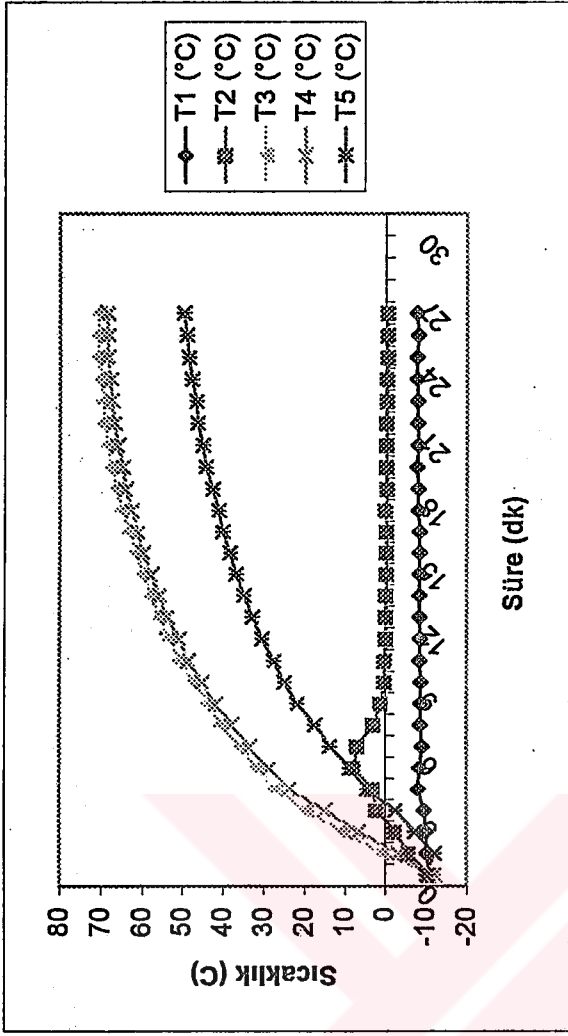
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 20 °C'ye ayarlıdır.Motor LPG yakıtı ile çalışmadı.  
10-11 dakika dabasinç düşmeye başlamış deney sonuna doğru 0 bar olmuştur.

EK-21. -6 °C çevre sıcaklığında ısıtıcı modül devrede iken yapılan deney sonuçları



Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Soğutucu
0	-10,8	-10,8	-12,1	-12	-10	-12,1	-13,3
1	-10,2	-5,6	0,7	-3,3	-12,1	-11,1	-13
2	-10	-2,3	10,6	6,7	-7,2	-11,3	-13,5
3	-9,5	2,2	19,6	14,9	-2,3	-10,2	-14
4	-8,1	3,1	27	23,9	4,5	-9,9	-14,2
5	-8,4	7,9	31,8	28,9	8,9	-8,6	-14,1
6	-9	6,9	35,5	33,7	13,7	-8,3	-14,2
7	-8,6	3	40,5	37,8	17,4	-7,1	-14
8	-8,7	1,1	43,6	41,9	21,9	-6,1	-13,6
9	-8,7	0,3	47,2	45,3	25,1	-5,1	-13,9
10	-8,4	0,3	50,5	48,8	27,6	-4	-13,4
11	-8,5	-0,1	53,3	50,9	30,4	-3,1	-13,4
12	-8,3	-0,1	55,9	53,9	32,9	-2,3	-13,2
13	-8,3	-0,1	57,8	55,9	34,9	-1,6	-13,2
14	-8,4	-0,3	60	57,9	36,9	0,4	-13
15	-8,3	-0,3	61,5	59,9	38,5	0,8	-12,7
16	-8,3	-0,3	63,4	61,4	40,2	1,4	-12,7
17	-8,1	0	65,1	62,7	41,2	2,1	-11,8
18	-8	-0,4	66,5	64,3	42,7	2,7	-12
19	-7,8	-0,3	67,6	64,9	44,3	3,5	-12
20	-8	-0,2	68,3	66,1	45,2	4,1	-11,6
21	-7,9	-0,3	69,3	67	46,4	5,1	-11
22	-7,9	-0,4	69,5	67,6	46,7	5,5	-11,4
23	-7,8	-0,4	69,9	67,9	47,8	6	-11,3
24	-7,8	-0,5	70,7	68,3	48,6	7,1	-11,7
25	-8	-0,5	70,4	68,3	49,1	8,5	-12,2
26	-7,7	-0,5	70,6	68,5	49,8	9,1	-12,4
27							
28							
29							
30							



Süre (dk)

T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

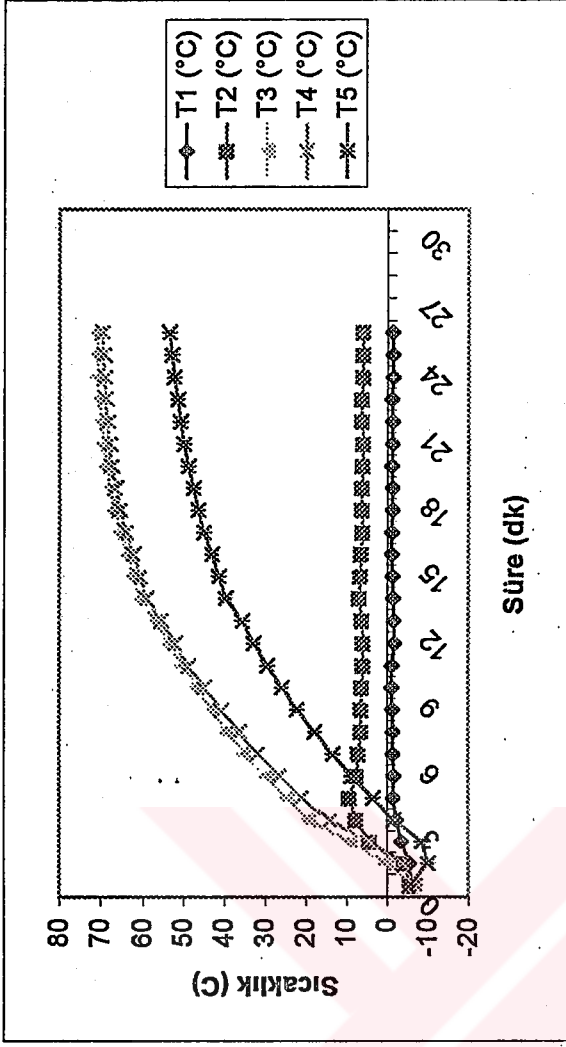
P<sub>1max</sub>=0,5 bar (T3-T4)ort: 2,508 °C  
P<sub>2max</sub>=0,5 bar (T5-T2)ort: 30,436 °C

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 30 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 12 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

EK-22. -12 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 30 °C'ye ayarlı iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Soğutucu
0	-6	-5,6	-6,7	-6,8	-5,4	-5,8	-4,2
1	-5,4	-4	0,4	-3,5	-10	-5,7	-4,7
2	-3,5	4,4	9	4,5	-8,4	-5,6	-5,2
3	-2,1	7,7	19,4	14,2	-1,5	-5,3	-7,9
4	-1,4	9,3	24,8	21,2	3,6	-5,1	-8,6
5	-1,5	7,5	29,5	26,7	8,9	-4,8	-9
6	-1,4	7	35,1	31,9	13,5	-3,8	-9
7	-1,3	6,4	39,6	36,4	17,9	-2,9	-9,6
8	-1,2	6,4	43,1	40,8	22,2	-2,1	-10,4
9	-1,1	6,2	46,7	44,9	25,9	-1,4	-9,9
10	-1	6	50,4	48,9	29,6	-0,5	-9,9
11	-1,7	6	53,5	52,2	32,8	0,3	-9,6
12	-1,5	6,3	57,1	55,5	35,7	1,8	-8,1
13	-1,3	6,9	60,6	59,1	39,7	4,5	-9,4
14	-1,2	6,6	62,5	60,7	41,4	5,4	-9
15	-1	6,5	63,8	62,4	43	5,9	-8
16	-1,1	6,1	65,5	64,3	45,2	6,2	-7,7
17	-1,2	6,3	66,9	65,6	46,6	7,2	-7,6
18	-1,2	6,2	67,6	66,7	47,7	7,9	-7
19	-1	6,1	68,9	67,6	48,9	8,8	-6,5
20	-1,2	6	69,1	68	50	10,2	-7
21	-1,2	6,2	69,9	68,5	50,9	11,3	-7,3
22	-1,1	6,2	70,3	68,8	51,5	12,2	-7,4
23	-1,3	5,9	70,7	69,2	52,4	13,4	-7
24	-1,3	5,9	70,8	69,4	52,9	14,5	-6,3
25	-1,2	6	70,7	69,6	53,5	15,6	-6,1
26							
27							
28							
29							
30							



Süre (dk)

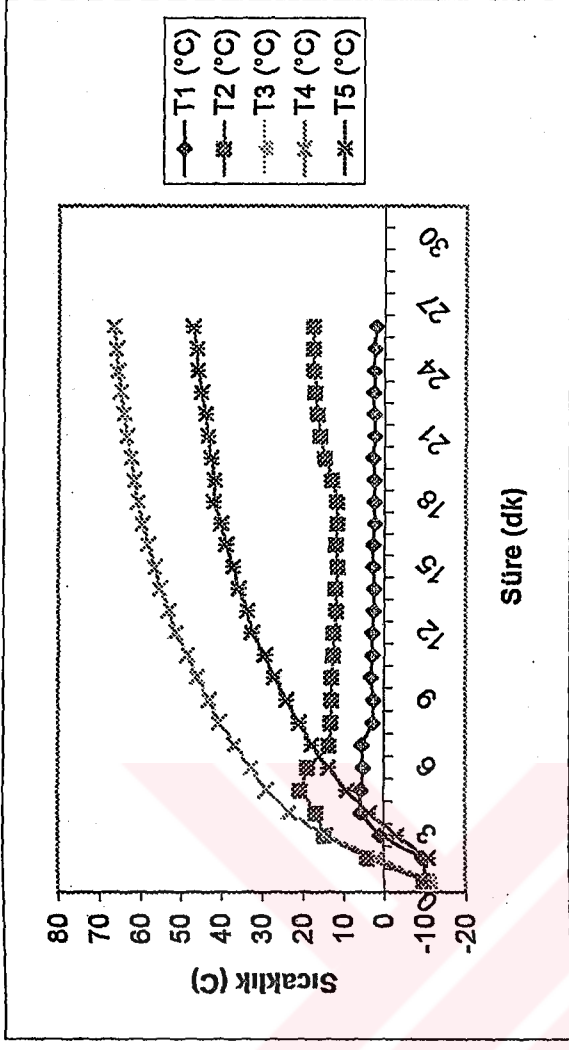
T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P<sub>1max</sub>=1 bar (T3-T4)ort: 2,179167 °C  
P<sub>2max</sub>=1 bar (T5-T2)ort: 26,825 °C  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 40 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 10 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

EK-23. -5,8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 40 °C'ye ayarlı iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam Soğutucu
0	-10,6	-9,8	-11,1	-11	-9,5	-8,8
1	-9,4	4		1,6	-10,7	-8,8
2	1	14,6		14,4	-3	-8,8
3	5,6	16,6		23,4	3,5	-7,7
4	5,7	20,5		28,9	9,1	-7,1
5	5,1	18,7		32,9	13,7	-6,6
6	5,5	13,4		36,7	17,7	-6,4
7	2,7	12,9		40,5	20,9	-5,7
8	2,6	12,8		43,1	23,9	-5,1
9	3,2	12,8		45,9	27	-4,1
10	2,9	12,5		48,5	29,4	-3,5
11	2,9	12,3		51,5	32,5	-2,7
12	2,6	11,7		53,1	33,7	-2,4
13	2,5	11,9		55,1	35,7	-2
14	2,8	11,4		56,6	37,2	-1,2
15	2,7	11,8		58,2	38,9	-0,6
16	2,5	11,5		59,8	40,2	0
17	2,4	11,5		60,9	42	0,7
18	2,5	12,8		61,7	41,8	1,3
19	2,8	14,5		62,5	42,6	1,7
20	2,5	15,9		63,6	43,5	2,8
21	2,6	16,5		64,4	44,2	2,6
22	2,6	16,9		65,1	44,9	4,2
23	2,4	17,2		65,6	46	4,4
24	2,4	17,4		66,2	46,3	5,2
25	2,2	17,5		66,8	47,2	6
26						
27						
28						
29						
30						



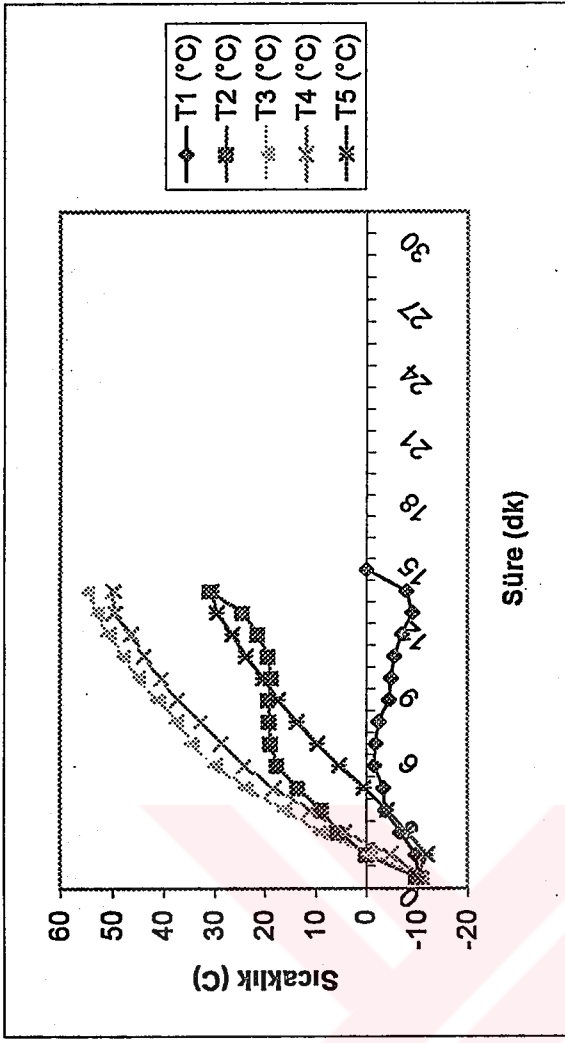
T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P1max=1 bar (T3-T4)ort: 16,60833 °C  
P2max=1 bar (T5-T2)ort:  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 50 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 5 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

EK-24. -8,8 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Soğutucu	
0	-10,3	-9,8	-10,8	-11	-9,9	-10,1	-10	
1	-9,7	0	-0,6	-4,8	-12	-10	-11,3	
2	-6,6	5,7	9,1	4,5	-7,9	-9,5	-11	
3	-3,7	8,8	16,2	10,9	-4,1	-8,8	-11,4	
4	-3,3	13,5	23,7	18,4	0,5	-8,4	-12	
5	-1,5	17,6	29,8	24,2	5,3	-7,7	-11,6	
6	-1,8	18,9	34,4	28,7	9,7	-7	-11,7	
7	-2,4	19,1	37,6	32,9	13,7	-6	-11,7	
8	-4,5	19,2	41,2	37,3	17,5	-5,1	-11,5	
9	-4,8	18,7	45	40,6	20,4	-4,1	-11,8	
10	-5,5	19,4	48	43,9	23,8	-3,5	-11,7	
11	-7	21,4	50,8	46,5	26,5	-2,6	-11,4	
12	-9,1	24,4	53	49,7	29,5	-1,1	-11,2	
13	-7,9	30,9	54,7	49,9	30,6	0,2	-10,9	
14	LPG BİTTİ MOTOR STOP ETTİ							
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								



T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P1max=1 bar

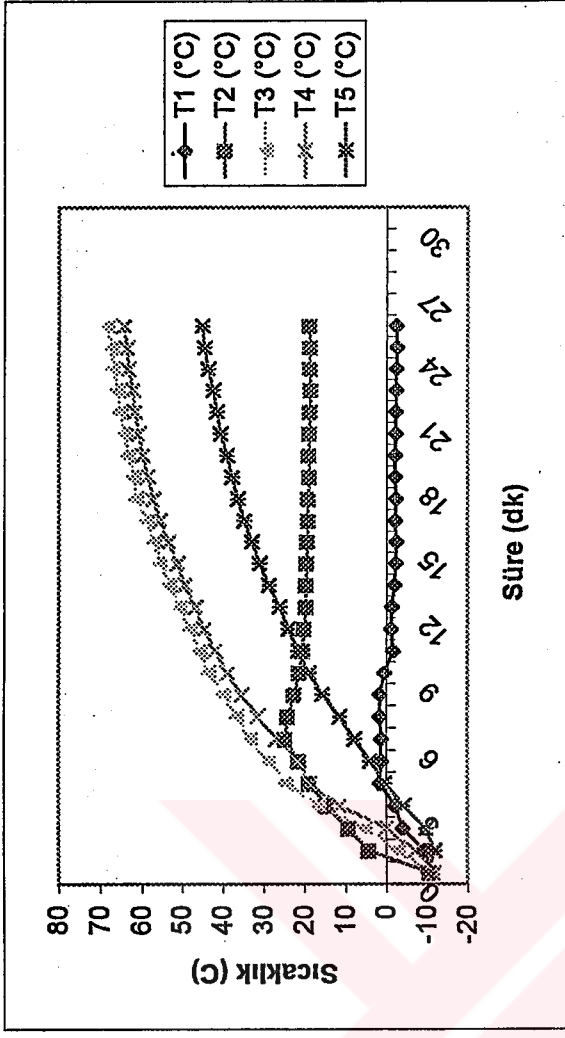
P2max=1 bar

Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 50 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 5 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

EK-25. -10,1 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan deney sonuçları

Süre (Dakika)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Ortam	Soğutucu
0	-10,8	-10,6	-11,2	-11,4	-10,1	-11,1	-8,9
1	-9,3	4,4	-2,7	-6,8	-11,7	-10	-9,8
2	-3,9	9,3	5,2	0	-9,6	-10	-10,3
3	-2	14,7	16,6	11,7	-4,3	-9,2	-10,2
4	1,6	18,9	24,6	18,7	0,5	-8,1	-10,5
5	1,4	21,4	28,8	21,7	4	-7,8	-10,3
6	1,4	24,7	33,5	26,9	7,8	-6,8	-10,1
7	1,6	24,1	36,8	31,4	11,5	-5,5	-9,7
8	1,6	22,5	40,1	35,6	15,6	-4,6	-9,4
9	0,5	21,3	43,6	39,1	19	-3,8	-9,1
10	-1,5	20,5	45,7	41,9	21,5	-3	-9
11	-1	20,1	48,3	44,8	24	-2,1	-9
12	-1,2	19,7	50,8	46,9	26,1	-2	-8,5
13	-1,8	19,6	53,2	49,6	28,9	-1,7	-8,5
14	-2,1	19,5	55,4	51,4	31,1	-1,1	-8,1
15	-2,4	19,4	57,1	53,6	33	-0,6	-7,5
16	-2	19,2	58,8	55,6	35	0,5	-7,1
17	-2,1	19,1	61,3	57,4	36,5	1,5	-6,7
18	-2	18,9	62	58,7	37,9	2,4	-6,4
19	-2	19	63,6	60	39,1	3,2	-5,9
20	-2,1	18,8	64,2	60,9	40,6	3,8	-8,5
21	-2,1	18,7	65,3	61,8	41,7	4,8	-8,9
22	-2,3	18,6	66	62,4	42,5	5,4	-7,8
23	-2,4	18,7	67	63,3	43,7	6,2	-7
24	-2,5	18,7	67,4	63,8	44,7	7,1	-7,2
25	-2,3	18,8	68,3	64,6	45,2	7,3	-7,2
26							
27							
28							
29							
30							



Süre (dk)

T1= Isıtma modülünden önce gazın sıcaklığı  
T2= Isıtma modülünden sonra gazın sıcaklığı  
T3= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Giriş)  
T4= Motor soğutma suyu sıcaklığı (Çıkış)  
T5= Gazın karbüratöre giriş sıcaklığı

P1max=0,5 bar (T3-T4)ort: 4,4125 °C  
P2max=1 bar (T5-T2)ort: 5,654167 °C  
Motor Devri = ~1000 devir/dak.

Not: Sıcaklık Kontrol Cihazı 50 °C'ye ayarlıdır. Isıtıcı modül 30 sn çalıştıktan sonra 8 sn. 'de motor ilk harekete geçti.

EK-26. -11,1 °C çevre sıcaklığında sıcaklık kontrol cihazı 50 °C'ye ayarlı iken yapılan deney sonuçları