

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



MEGEP

**(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)**

MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ

LPG/ DOĞAL GAZ MOTORLARI

ANKARA 2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ 1	3
1. LPG VE DOĞAL GAZ YAKIT SİSTEMLERİ	3
1.1. LPG/ Doğal Gazın Özellikleri.....	3
1.2. LPG/ Doğal Gaz Motorunun Çalışma Prensibi.....	4
1.2.1. LPG ve LNG Yakıt Sisteminin Çalışması	4
1.2.2. CNG Yakıt Sisteminin Çalışması	6
1.3 LPG / Doğal Gaz Yakıt Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları	6
1.4. LPG/ Doğal Gaz Yakıt Sisteminde Emniyet Kuralları ve Güvenlik.....	8
1.5. Karbüratörlü Motorlarda LPG/ Doğal Yakıt Sisteminin Uygulaması	8
1.5.1. Yakıt Sistemin Parçaları ve Çalışması.....	8
UYGULAMA FAALİYETİ	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	29
ÖĞRENME FAALİYETİ 2	31
2. ENJEKSİYONLU MOTORLARDA LPG/DOĞAL GAZ YAKIT SİSTEMLER	31
2.1. LPG/doğal Gaz Enjeksiyon Sisteminin Parçalarının Özellikleri Çalışma Prensipleri	33
2.1.1. Sensörler	33
2.1.2. Enjektör Rampası	35
2.1.3. Enjektör Boruları	35
2.1.4 Enjektörler	36
2.1.5 Elektronik Kontrol Ünitesi (ECU).....	37
2.1.6. Elektrik Bağlantıları.....	37
2.2. LPG/Doğal Gaz Enjeksiyon Sisteminin Ayarları	38
2.2.1. Ayar Cihazının Motora Bağlanması	38
2.2.2. Ayarın Yapılması.....	39
UYGULAMA FAALİYETİ	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	45
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	46
MODÜL DEĞERLENDİRME	47
CEVAP ANAHTARLARI.....	48
KAYNAKLAR.....	50

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0020
ALAN	Motorlu Araçlar Teknolojisi
DAL/MESLEK	Otomotiv Elektro Mekanikerliği
MODÜLÜN ADI	LPG / Doğal Gaz Motorları
MODÜLÜN TANIMI	Otomobillerde LPG ve doğal gaz yakıt dönüşüm sistemlerinin kontrol, bakım ve onarımının yapılabilecek bir öğrenme metaryelidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Otomotiv Motor Mekaniği 4 modülünü başarmış olmak.
YETERLİK	LPG/doğal gazlı motorların kontrol, bakım ve onarımlarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç</p> <p>Standart süre içerisinde LPG/doğal gaz yakıt sisteminin kontrol, bakım ve onarımını yapabileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Karbüratörlü motorlarda LPG/doğal gaz yakıt sisteminin kontrol, bakım ve onarımlarını yapabileceksiniz.➤ Enjeksiyonlu motorlarda LPG/doğal gaz yakıt sisteminin kontrol, bakım ve onarımlarını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Oto elektrik atölyesi, diagnostik test cihazı, egzoz emisyon kontrol cihazı, avometre, kaçak gaz kontrol cihazı, yangın söndürücü
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde ve sonunda verilen doğru yanlış soruları cevaplandırarak kendinizi değerlendiriniz, sonuçlarınızı arkadaşlarınızla paylaşarak eksikliklerinizi tamamlayabilmeniz için gereken bilgileri alınız.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde dünyada petrol kaynaklarının giderek azalmasından dolayı insanlar enerji ihtiyacı için alternatif yakıtlara yönelmektedir. Bilim adamları dünyada bulunan petrol rezervlerinin 2020 yılında daha da azalacağını diğer yandan doğal gaz rezervlerinin 2050 yılına kadar var olacağını öne sürmüşlerdir.

Teknolojin giderek ilerlemesi ile alternatif yakıtların içten yanmalı motorlarda kullanımı son 10 yılda giderek artmıştır. Günümüzde alternatif yakıt olarak adlandırılan LPG ve doğal gaz, otomobil motorlarında ufak çaplı bir sistem değişikliği ile hemen kullanılabilir. Yakıt sisteminde yapılan değişiklik kendini kısa vadede amorti etmektedir. Otomobillerde kullanılan LPG ve doğal gaz dönüşüm sistemlerinin bakım ve onarımı, bezin ve motorin ile çalışan motorlardan daha kolay ve ucuza yapılabilir. LPG ve doğal gaz sisteminin diğer petrol ürünlerinden ucuz ve çevreyi daha az kirlletmesinden dolayı uzun yıllar insanlar tarafından kullanılmaya devam edecektir.

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile kara taşıtlarının motorlarında LPG ve Doğal gaz dönüşümlerini yapabileceksiniz. Yapılan sistem değişikliği üzerinde kontrol, bakım ve onarımlarını yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Karbüratörlü motorlarda LPG/doğal gaz yakıt sisteminin kontrol, bakım ve onarımlarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Karbüratörlü motorlarda LPG ve doğal gaz uygulamaları yapılırken yakıt sisteminde yapılan başlıca değişikliklerin neler olduğunu çevrenizdeki işletmelerden araştırınız. Yaptığınız araştırmanın sonuçlarını rapor haline getirerek sınıfta arkadaşlarınız ve öğretmeniniz ile paylaşınız

1. LPG VE DOĞAL GAZ YAKIT SİSTEMLERİ

1.1. LPG/ Doğal Gazın Özellikleri

Dünyanın her tarafında bulunabilen LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı) ve Doğal gaz (NG) taşıtlarda son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. LPG petrol bileşeni rafineride açığa çıkmaktadır. Doğal gaz ise 200 milyon yıl önce yaşamış olan küçük bitki ve deniz canlılarının çürümüş artıklarından oluşmuş bir gazdır.

Araçlarda yakıt olarak iki tip gaz kullanılmaktadır.

- LPG: Sıvılaştırılmış petrol gazı
- Doğal gaz
 - LNG: Sıvılaştırılmış doğal gaz
 - CNG: Sıkıştırılmış doğal gaz

LPG büyük oranda propan (C_3H_8) gazından oluşur. Propan düşük egzoz emisyonu verir, ani yanması sonucunda daha az miktarda zararlı bileşikler ortaya çıkar. Yüksek oktan sayısına sahiptir.

LPG'nin en önemli üstünlüğü metana göre daha kolay sıvılaşabilmesidir. Örneğin; 21°C sıcaklıkta 110 Pa basınç altında sıvılaşabilmektedir. Bu özelliği nedeni ile daha kolay sıvılaştırılarak depolanabilmektedir. Sıvılaştırılmış petrol gazının 103- 105 gibi yüksek oktan sayısı vardır.

LPG'nin en önemli yetersizliği ise petrole göre kütleli olarak %11, hacimsel olarak %33 az enerji bulundurmasıdır. Setan sayısı düşük olduğu için dizel motorlarında kullanılmaya uygun değildir. Günümüzde LPG araçlarda çelik depolarda ve basınç altında depolanmaktadır. Basınç altında depolanan LPG sıvı halde otomobil motorlarında ve evlerde mutfak tüpü olarak kullanılmaktadır.

Doğal gaz ise saf halinde iken renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Güvenlik amacıyla kokulandırılmıştır. Doğal gaz hacimsel olarak % 70–99 metan (CH_4) gazından oluşmaktadır.

Metan gazının dışında en çok bulunan gazlar sırası ile etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), bütan (C_4H_{10}) ve diğer hidrokarbonlar (HC) içermektedir. Doğal gazı taşıtlarda yakıt olarak depolamak ve kullanmak için iki metot kullanılmaktadır.

İlk yöntem basınç altında sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) dır. Sıkıştırılan doğal gaz taşıtlarda yakıt olarak kullanılabilir. Bu yöntem boru hattında bulunan doğal gazı standartlara uygun olarak filtrelenen, kurutulan ve sıkıştırılan araçlarda kullanılmaktadır. Otomobillerde kullanılan doğal gazın depolama basıncı 200–250 bar kadardır. Sıkıştırılmış doğal gaz, atmosfer basıncı ve normal sıcaklıktaki gaza göre yaklaşık 1/200 hacim kaplar. Doğal gaz basınç altında çok yer kapladığı için tam yükte bir otomobilin kat edeceği mesafe tüpün basıncına ve hacmine bağlıdır.

Doğal gazın depolanmasında ikinci yöntem ise sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) dır. Sıvılaştırılmış doğal gaz, atmosfer basıncında ve sıcaklığındaki normal gaza oranla 1/600 hacim yer kaplamaktadır. Sıvılaştırılmış doğal gaz, otomobilin döşemesi altında, düşük basınçta, kaynayan soğuk sıvı olarak 1 bar basınçta, $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta çift duvarlı, vakum yalıtımlı tüplerde depolanır. Sıvılaştırılmış doğal gazın bu özelliğinden dolayı az hacme daha çok kütle depolanabilmektedir.

LPG ve doğal gazı, taşıtlarda yakıt olarak kullanmak için birbirine benzeyen dönüşüm sistemleri kullanılmaktadır.

1.2. LPG/ Doğal Gaz Motorunun Çalışma Prensibi

LPG benzinli motorlarda, doğal gaz ise hem benzinli hem de dizel motorlarda alternatif yakıt olarak kullanılmaktadır. LPG yakıt sisteminin doğal gaz yakıt sistemine göre yapısal farklılıkları vardır.

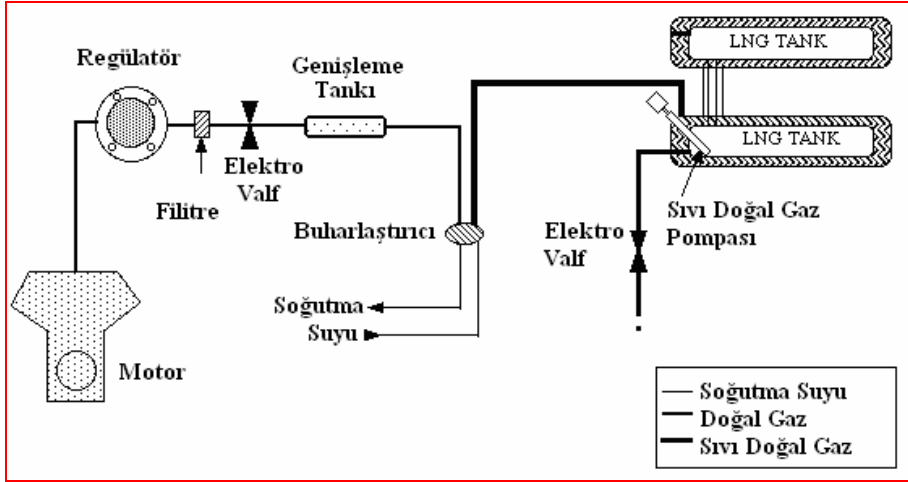
LPG'nin alternatif yakıt olarak kullanılabilmesi için normal hava sıcaklığında ve belirli bir basınçta (2–5 bar) 30 ve 60 litre çelik tanklarda depo edilmesi gerekmektedir.. Doğal gaz ise iki yöntem ile depo edilmektedir. İlk olarak basınç altında sıkıştırılarak (yaklaşık 250 bar) çelik ve basınca dayanıklı tüplerde depo edilmektedir. Diğer bir yöntem ise normal atmosfer basıncında ve $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta kaynayan soğuk sıvı olarak depo edilmektedir. LPG ve Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) çalışma şekillerine göre benzerlik oluşturmaktadır. Basınçlı depo edilen doğal gaz (CNG) daha farklı sistemler kullanılarak otomobil ve büyük araçlarda alternatif yakıt olarak kullanılmaktadır.

1.2.1. LPG ve LNG Yakıt Sisteminin Çalışması

Yakıt seçme düğmesinden seçilen yakıt tipine göre sisteme monte edilmiş elektro valfler benzin veya LPG/LNG'ye yol vermektedir. Yakıt seçme düğmesi LPG/LNG pozisyonuna alındığında benzin hortumu üzerinde bulunan elektro valf benzinin karbüratör veya enjeksiyon sistemine gitmesini engeller. LPG depo içerisindeki sahip basınç sayesinde multivalften geçerek yüksek basınç borularına ve boru üzerinde bulunan elektro valfe ulaşır.

LNG ise depo içerisinde bulunan bir elektrik motoru sayesinde sistemde dolaştırılır. Resim 1.1'de LNG yakıt sistemi şeması gösterilmiştir.

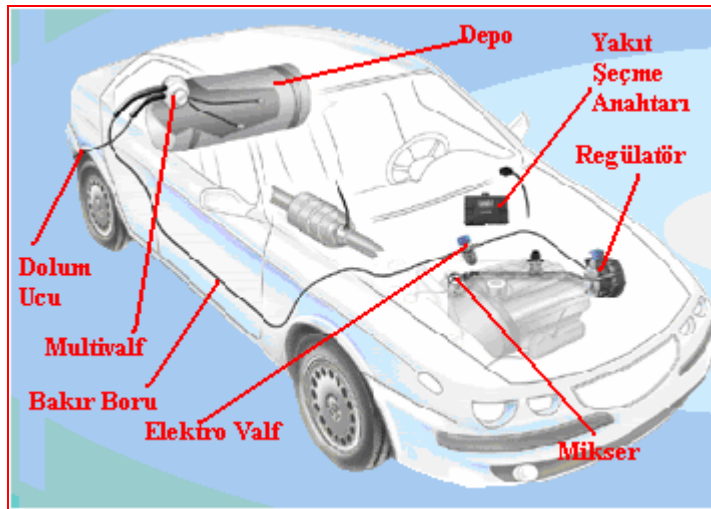
Yüksek basınç hattında bulunan LPG (sıvı halde), kontak anahtarının açılması ile elektro valften geçer ve filtre edilerek buharlaştırıcıya (regülatör) ulaşır. Regülatör üzerinde bulunan elektro valf kontak anahtarına bağlı olduğu için açılır ve LPG/LNG regülatör içerisinde bulunan hazneye dolar.



Resim 1.1: LNG yakıt sisteminin şematik resmi

Regülâtöre dolan gazın basıncı düşürülerek alçak basınç borusu ve gaz ayar vidasından geçerek miksere (gaz karıştırıcı) ulaşır. Mikserde hava ile karışarak emme manifoldu içerisine dolar. Motora marş yapılması ile emme manifoldunda bulunan LPG/LNG silindir içerisinde yakılarak kullanılır. Eğer belirli bir süre marş yapılmazsa yüksek basınç hattına ve regülâtör üzerinde bulunan elektro valfler kapanarak gaz geçişi engellenir. Bu durum regülâtörün içinde bulunan gazın emme manifolduna dolmasını engellemek ve gaz kaçaqlarının önüne geçmek için yapılmaktadır. Kontak anahtarı açıldıktan 2 saniye sonra motor marş yapılır. Marş anında motorun yakıt sisteminin özelliğine göre mikser veya enjektörlerden gaz emme manifolduna verilir.

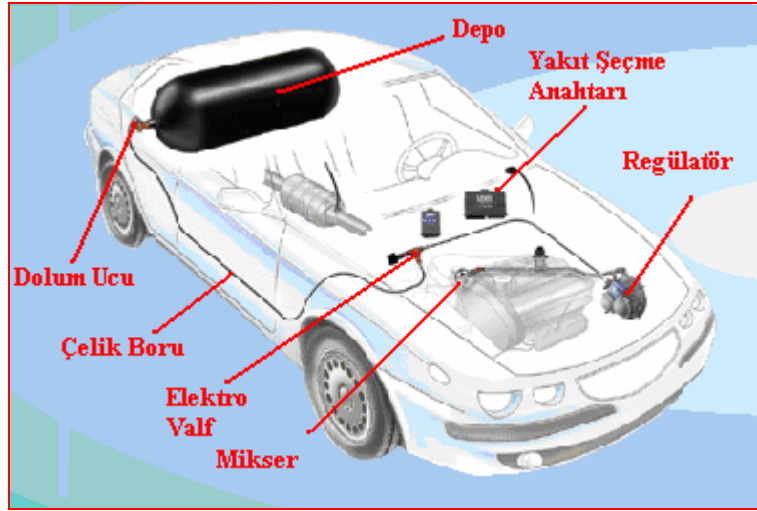
Depoda bulunan LPG kendi basıncından dolayı buharlaştırıcıya gelir. LNG ise depoda bulunan pompa sayesinde regülâtöre gelir. Regülâtörde istenilen miktarda emme manifolduna girer. Resim 1.2’de LPG yakıt sistemi monte edilmiş bir otomobil gösterilmiştir.



Resim 1.2: LPG yakıt sistemi monte edilmiş otomobil

Sıvı halde bulunan LPG/LNG emme manifoldunda hemen buharlaşmaz ve silindir içine sıvı halde girebilir. Bu nedenle de motor çalışmayabilir. LPG sistemlerinde motor ilk çalıştırma anında bir müddet benzin ile çalıştırılır. Bu sayede motorun soğutma suyu ısınarak buharlaştırıcıyı ısıtır ve buharlaştırıcı içinde bulunan sıvı LPG/LNG manifold içine gaz halde girer. Regülatör ısıdıktan sonra motor LPG ile daha rahat çalıştırılır.

1.2.2. CNG Yakıt Sisteminin Çalışması



Resim 1.3: CNG yakıt sistemi monte edilmiş otomobil

Sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) ile çalışan araçlarda yakıt tüplerin az yer kaplaması için döşeme altına monte edilmektedir. Yüksek basınçlı tüplerde bulunan sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) yüksek basınç borusunun üzerinde bulunan filtreden geçer. Gaz basıncının 12-15 bara düşürüldüğü yüksek basınç regülatörüne gönderilir. İkinci bir regüle edici valf olan düşük basınç regülatörü basıncı daha da düşürür ve gaz kontrol valfine uygun bir besleme basıncı düzeyine indirir. Kontrol valfi (buharlaştırıcı) gazı motorun soğutma suyundan yararlanarak ısıtır. Sistemde ani basınç düşüşü, gaz kaçağı gibi durumlar olduğunda otomatik olarak kapanacak şekilde tasarlanmıştır. Resim 1.3'te CNG ile çalışan bir otomobilin şematik resmi verilmiştir.

1.3 LPG / Doğal Gaz Yakıt Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları

LPG/doğal gaz kullanılan yakıt sisteminin diğer petrol ürünleri kullanan yakıt sistemlerine göre avantajları şunlardır:

- Benzinli araçlara göre daha ekonomiktir. Doğal ve LPG, benzin ve motorinden litre fiyatı olarak oldukça ucuzdur. (1 m³ doğal gaz 1 litre LPG'den %60 ucuzdur).
- LPG/doğal gaz içerisinde kurşun, vernik ya da karbon atığı çıkarmadığı için motor yanma odası ve karterini kirletmez.

- Otomobil üzerinde kullanılan orijinal yakıt sistemi arızalarını azaltır.
- Ateşleme bujisinin ömrü uzun olur.
- Motorun yağlaması için kullanılan yağın ömrü yaklaşık üç kat uzun olur.
- Tamamen kapalı bir sistem olduğu için çevreyi kirletmez. Akma ve buharlaşma yapmaz.
- Yakıt olarak kullanılmadan önce çok az rafine edilmektedir.
- Ekzoz borusu ve susturucuların ömrü uzun olmaktadır.
- Ekzoz emisyonları açısından daha çevrecidir.
- LPG renksiz, kokusuz ve toksit özelliği bulunmayan bir maddedir. Gaz kaçaqlarının tespit edilmesi için sonradan kokulandırılmaktadır. Sıvı halde suya benzer.
- LPG basınç altında depolanabilir, kalın çelik tank ya da borularla taşınabilir.

LPG/doğal gaz kullanılan yakıt sisteminin diğer petrol ürünleri kullanan yakıt sistemlerine göre dezavantajları şunlardır:

- Büyük hacimli yakıt tüpleri fazla yer kapladığı için bagaj hacmini küçültür.
- Uzun atmosferik süreklilik nedeni ile CH_4 (doğal gaz) sera etkisi ile ısınma etkisi bakımından CO_2 'ye oranla 20 kez daha etkilidir.
- NO_x emisyon problemleri olabilmektedir.
- LPG/doğal gaz sistemi ekstra yapım maliyeti getirmektedir.
- Karakteristik özelliklerine bağlı olarak motor performansı bir miktar düşmektedir.
- Depolama sırasında dökülme ve sızıntı riski bulunmaktadır. Havalandırma gerçekleştirilmez ise tehlike yaratabilir.
- LPG/doğal gaz zehirli değildir. Ancak miktarı fazlaştıkça boğuculuk tehlikesi ortaya çıkar.
- Düşük sıcaklıkta buharlaşması nedeni ile sıvı gazın insan vücudu ile teması sonucunda ciddi deri yanıkları oluşur.
- Isı arttıkça basıncı artarak kritik bir sıcaklık ve basınçta içinde bulunduğu tankın patlamasına neden olabilir.

1.4. LPG/ Doğal Gaz Yakıt Sisteminde Emniyet Kuralları ve Güvenlik

LPG/doğal gaz güvenli bir motor yakıtıdır. LPG/doğal gaz havadan hafif olması nedeni ile çabucak yayılarak dağılır. Benzinden farklı olarak açık havada patlama yapmaz. Benzin ve motorinden farklı olarak havada sadece sınırlı bir konsantrasyon aralığında yanabilmektedir. Tablo 1.1’de bazı yakıtların yanma özellikleri verilmiştir.

Özellik	LPG / Doğal gaz	Benzin	Motorin
Yanabilirlik Sınırları (Havada Hacimsel Olarak %)	5-15	1,4-7,6	0,6-5,5
Kendi Kendine Tutuşma Sıcaklığı (°C)	450	300	230
En az ateşleme enerjisi (10^{-6} kJ)	0,26	0,22	0,22
Maksimum Alev Sıcaklığı	1885	1977	2054

Tablo 1.1: Yakıtların yanma özellikleri

PG/doğal gaz montajında kullanılan elemanların tamamı ECER-67-01 ve TSE standartlarına uygun olmalıdır. LPG/doğal gaz tankının üzerinde bulunan multi valf, tankın %80 oranında doldurulmasını sağlayacak şekilde ayarı yapılmalıdır. LPG/doğal gaz tanklarının kullanım ömrü en fazla 10 yıldır. LPG basınç boruları 1 mm kalınlığında bakır ve üzeri PVC kaplı olmalıdır. Doğal gaz boruları ise 1 mm çelik boru ve üzeri PVC ile kaplı olmalıdır.

LPG/doğal gazlı araçlar kapalı alan ve ateşe yakın bir yere kesinlikle park edilmemelidir. Eğer araç uzun süre kullanılmadan park edilecek ise depo üzerinde bulunan multi valfin giriş ve çıkış vanaları kapatılmalıdır. Aracın LPG/doğal gazlı olduğunu belirten uyarıcı etiketler mutlaka aracın ön ve arka camına yapıştırılmalıdır.

1.5. Karbüratörlü Motorlarda LPG/ Doğal Yakıt Sisteminin Uygulaması

Karbüratörlü motorlarda LPG/doğal gaz kullanılması için karbüratörün alt veya üst kısmına mikser, içinde belirli çapta delik açılmış bilezik, kullanılmaktadır. Karbüratörün yapısından dolayı mikserler değişiklik arz etmektedir.

1.5.1. Yakıt Sistemin Parçaları ve Çalışması

LPG ve doğal gaz sisteminde kullanılan parçalar işlevsel olarak aynı görevi yapmaktadır. LPG sisteminde kullanılan dönüşüm kiti ile doğal gazda kullanılan dönüşüm kitleri birbirlerinde kullanılmaz. LPG düşük basınçla çalıştığı için kullanılan bağlantı elemanları ve regülatör, doğal gaza yakıt sistemi parçalarına göre daha zayıf yapıdadır. Doğal gazdaki sistem basıncını emniyet altına almak daha dayanıklı ve pahalı malzeme ile sağlanmaktadır. LPG/doğal gaz yakıt sistemlerinin belli başlı parçaları şunlardır.

1.5.1.1 Gaz Dolum Ağız

LPG/doğal gaz yakıt sistemlerinde tüpler içine basınçlı gazı pompalayabilmek için dolum kapağı konulmuştur. Dolum kapağı depo içerisine gaz girişini sağlar ve depo üzerinde bulunan multi valfe bağlıdır. Multi valf üzerinde depo içerisine gaz akışını sağlayan tek yönlü bir valften gaz dolumu sağlanılmaktadır. Herhangi bir durumdan dolayı dolum kapağı gaz kaçırırsa multi valf sayesinde sistem emniyet altına alınmıştır. Resim 1.4'te bazı araçlarda kullanılan dolum kapağı gösterilmiştir.

Dolum kapağı tek yönlü çek valf gibi çalışmaktadır. Gaz dolumu sırasında gazın depo içerisine girmesini sağlar ve tabanca dolum ağzından çıkarıldığı anda depodan gelen gazın dışarı çıkmasını engeller.



Resim 1.4: LPG/doğal gaz için araç üzerinde dolum kapağı

Dolum kapakları araçlarda sağ arka tampon üzerinde olmalıdır. Dolum kapağı ağzının sürekli plastik bir kapak ile kapatılması gerekmektedir. Aksi takdirde dolum ağzına gelen çamur, toz ve pisikler gaz dolumu sırasında depo içerisine girerek sistemde arızalara yol açabilir. Resim 1.5'te dolum ağzı ve plastik kapağı verilmiştir.



Resim 1.5: LPG/doğal gaz dolum ağzı ve kapağı

1.5.1.2 Yüksek Basınç Boruları, Bağlantı Rekorları ve Sızdırmazlık Yüzükleri

LPG/doğal gaz dönüşüm sistemlerinde yüksek basınç boruları ve bağlantı elemanları çelik ve bakır borulardan yapılmaktadır. LPG/doğal gaz sisteminde dolum ağzından depoya, depodan regülatöre gaz götüren borular kesinlikle TSE kurumunun onay verdiği ECER 67-01 standartlarında olmalıdır. Yüksek basınç boruları LPG sistemi için 1 mm kalınlığında bakır boru ve üzeri PVC kaplı olmalıdır. Doğal gaz boruları ise, sistemde 250 bar basınç

olduğu için, basınca dayanıklı 1 mm kalınlığında çelik boru ve üzeri PVC kaplı olmalıdır. Resim 1.6’da LPG/doğal gaz sistemlerinde kullanılan bakır boru verilmiştir.



Resim 1.6: Bakır boru

1.5.1.3. LPG ve Doğal Gaz Tankı



Resim 1.7: Simit şeklinde LPG deposu

LPG/doğal gaz tankları içerisinde bulunan gazın cinsine ve basıncına göre farklılık gösterirler. LPG için tasarlanmış tank, 2-4 bar basınca rahatlıkla dayanacak ve otomobil bagajında fazla yer kaplamayacak şekilde olmalıdır. LPG dönüşüm sistemlerinde tanklar genellikle silindirik uzun, silindirik kısa ve elips (simit) şeklinde çelikten yapılırlar. LPG montaj kurallarına göre bu tankların her 10 yılda bir yenisi ile değiştirilmesi gerekmektedir. Resim 1.7’de simit şeklinde LPG tankı verilmiştir.

Simit şeklinde LPG depoları araçta Stepne yerine montaj edilmesinden dolayı bagajda yer kaplamamaktadır. Silindirik uzun ve kısa depolar ise bagajın ön veya yan kısmına monte edilerek kullanılmaktadır. Bu şekilde bagajın fazla küçülmesinin önüne geçilmiştir. Resim 1.8’de silindirik bir LPG deposunun montajı gösterilmektedir.



Resim 1.8: Silindirik LPG deposu

Doğal gaz depoları ise yüksek basınçtan dolayı daha dayanıklı ve kaliteli malzemeden yapılmak zorundadır. Araç üzerinde eş değer benzin deposunun kat edeceği miktarda doğal gaz deposu konulmak istenirse aracın bagajında hiç yer kalmayabilir. Bu nedenden dolayı doğal gazlı sistemler daha çok büyük araçlarda tercih edilir. Resim 1.9’da CNG Doğal gaz deposu verilmiştir.



Resim 1.9: Silindirik CNG doğal gaz deposu

Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG), sıkıştırılmış doğal gaz (CNG)’dan daha az yer kapladığı için küçük araçlarda sıvı doğal gaz kullanımı daha yaygındır. Resim 1.10’da sıvı doğal gaz kullanılan bir araçta LNG depoları verilmiştir.

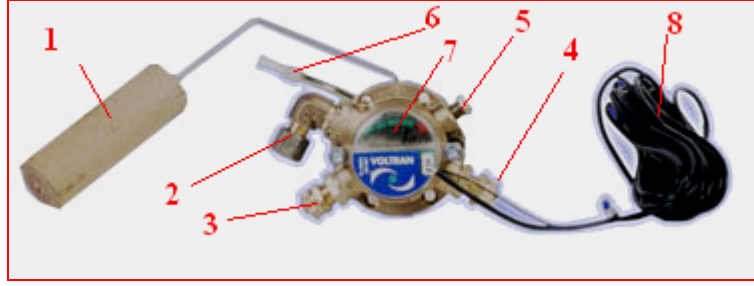
Bu tip depolar genellikle araçlarda döşeme altına konulmaktadır. Bu şekilde aracın bagajında her hangi bir küçülme olmamaktadır. LNG doğal gaz depoları diğer depolara nazaran daha pahalıdır.



Resim 1.10: Silindirik LNG doğal gaz deposu

1.5.1.3. Multivalf

Multivalf LPG/LNG gaz sisteminin en nemli parçalarından birisidir. Depo içerisinde bulunan gazın emniyeti bu valf tarafından sağlanmaktadır. Multivalf depo kapağı üzerindedir. Multivalfin parçaları Resim 1.11’de gösterilmiştir.



Resim 1.11: LPG ve LNG multivalfi

CNG sisteminde ise multivalf yerine emniyet supabı vardır, depo içerisine alınan gazın basıncını ayarlamaktadır. CNG doğal gaz sisteminde depo içerisinde bulunan gazın basıncı 250 bara ulaştığında sisteme dışarıdan gaz girişi yapılmaktadır. Resim 1.12’de CNG depolarında kullanılan emniyet valfleri gösterilmiştir.



Resim 1.12: CNG multivalfi

➤ **Giriş supabı ve vanası**

Giriş supabı ve vanası dolum ucuna bağlıdır. Depo içerisine alınan gaz bu supap ve vanadan geçer. Resim 1.11’de 2 numaralı parça giriş supabını göstermektedir. Dolum ucu 2 nolu parçanın üzerinde bulunan rekora bağlanmaktadır. Depo içerisine gaz girişi 2 nolu parça üzerinden olmaktadır. Dolum ucunda ve borusunda meydana gelebilecek kaçak, kesik vb. arızalardan dolayı depodan ani gaz çıkışını giriş supabı önlemektedir. Giriş supabı bir çeşit emniyet valfidir. Multi valf üzerinde bulunan 3 nolu parça ise giriş vanasıdır. Bu vana el ile kapatılabilmektedir. Giriş vanası kapatıldığı zaman depo içerisine gaz girişi yapılamaz.

➤ **Çıkış supabı ve vanası**

Resim 1.11’de 4 numara ile gösterilen, parça çıkış vanasıdır. Bu vana el ile kapatılabilmektedir. Vana kapalı olduğu zaman depodan regülatöre gaz çıkışı yapılamaz. Multivalf üzerinde 5 numara ile gösterilen parça ise çıkış supabıdır. Çıkış supabı sisteme giden gazın emniyetli bir şekilde sisteme gitmesini sağlar. Yüksek basınç borusunda meydana gelebilecek kaçak, yırtılma vb. arızalarda çıkış supabı kendini kapatarak sistemi koruma altına almaktadır.

➤ Şamandıra

Şamandıra, multivalf üzerine monta edilmiş depo içerisindeki gazın miktarını ölçmek ve deponun %80’den fazla dolmasını engellemek için konulmuştur. Resim 1.11’de 1 numaralı parça ile gösterilmektedir. Deponun içerisine dolum ucundan giren gaz giriş supabını geçerek şamandıranın açık tuttuğu kanaldan deponun içerisine dolar. İçeri alınan LPG ve LNG sıvı olduğu içi şamandıra yüzerek sıvının üstünde durur. Depo içerisinde seviyenin yükselmesi ile şamandıra yukarı kalkar. Depo içerisinde gaz miktar %80’e geldiğinde şamandıra depo içerisine gaz alınan kanalı kapatarak içeri gaz girişi engellenir. Resim 1.11’de 6 numaralı parçadan sisteme gaz gönderilmektedir. Kontak anahtarı açıldığı zaman yüksek basınç hattında ve regülatör girişinde bulunan elektro valfler açılarak 6 numaralı borudan sisteme gaz gider. Bu durumda depo içerisinde bulunan sıvının seviyesi düşer. Şoför mahallinde bulunan sürücü yakıt seçme anahtarı üzerindeki elektronik göstergeden depo içerisindeki, gaz miktarını görebilir.

CNG depolarında şamandıra devresi bulunmamaktadır. Sistemdeki basınca göre depo içerisinde mevcut gaz seviyesi belirlenir.

➤ Gösterge

Depodaki gaz miktarını sürücüye bildirmek için kullanılmaktadır. LPG ve LNG sistemlerinde aynı yöntem kullanılmaktadır. CNG sistemlerinde ise depo içerisindeki gaz miktarı sistemde bulunan bir manometre vasıtası ile yapılmaktadır. CNG yakıt sistemlerinde manometredeki basınç bize depodaki gaz miktarını vermektedir. Depodaki gaz miktarı maksimum 250 barı göstermektedir. Sistem basıncı 25 barın altına düştüğü zaman otomatik olarak diğer yakıt sistemi çalışmaya başlamaktadır.

LPG ve LNG gibi sıvı gazların ölçümünde şamandıra yöntemi kullanılmaktadır. Depo içerisindeki gaz miktarı tespiti elektronik veya mekanik olarak yapılmaktadır. Elektronik olarak göstergede gaz miktarını gösteren sistemde multivalf üzerine takılan sinyal alıcı ile yapılmaktadır. Sinyal alıcı, şamandıraya bağlı bir mıknatısın yönüne göre depo içerisindeki gaz miktarını elektronik olarak göstergeden vermektedir. Şamandıra aşağı yukarı hareket ettikçe mıknatıs da aynı yönde hareket eder ve depo içerisindeki seviye ölçülmüş olur. Resim 1.13’te multivalf üzerine takılan sinyal alıcı gösterilmektedir.



Resim 1.13: Elektronik gösterge

Depo içerisinde LPG/LNG gaz miktarı mekanik olarak da ölçülür. Yine multivalf üzerinde bulunan şamandıranın hareketini bir gösterge üzerine verdiğimizde depo

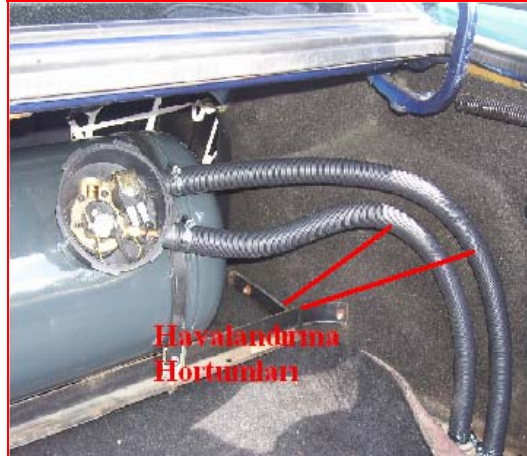
içerisindeki gaz miktarını bize vermektedir. Bu sistemin dezavantajı göstergenin deponun üzerinde olmasıdır. Resim 1.14’te multivalf üzerinde mekanik gaz göstergesi verilmiştir.



Resim 1.14: Mekanik gösterge

➤ **Havalandırma ve Hortumları**

Havalandırma sistemi, bu tür yakıt sistemine sahip araçlar için çok önemli bir emniyet tedbiridir. Bagaj içerisinde bulunan deponun sürekli havalandırılması gerekmektedir. Depo üzerinde bulunan multivalf havalandırma kabının içerisine yerleştirilir. Havalandırma kabının ağzı bagajın altından dış havaya açılmaktadır. Sistemde her hangi bir gaz kaçağı olduğu zaman, sistem bu kapak üzerinde bulunan havalandırma hortumundan gazı tahliye eder. Resim 1.15’te havalandırma sistemi gösterilmektedir.

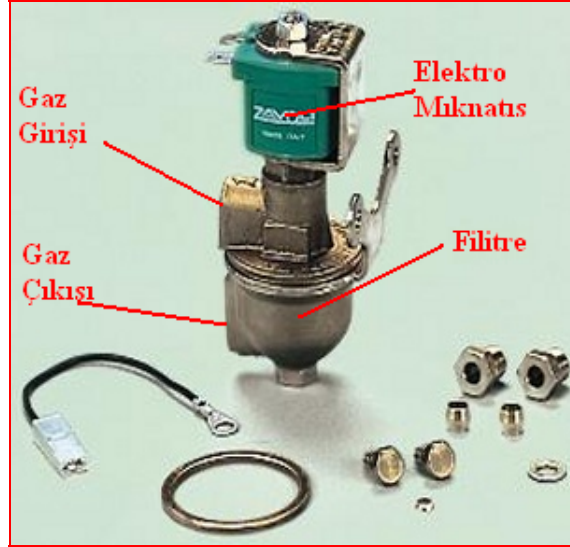


Resim 1.15: Havalandırma kapağı

1.5.1.4. Elektro Valfler ve Filtre

LPG/doğal gaz sisteminde iki çeşit elektro valf vardır. Depodaki gazı sisteme iletmek veya kesmek için kullanılan gaz valfi ve sistem gaz ile çalıştığı zaman motora giden benzini kesmek için kullanılan benzin elektro valfidir. Resim 1.16’da LPG/doğal gaz için kullanılan elektro valf gösterilmiştir. Elektro valf üzerine filitreleme sistemi monte edilmiştir. Bu

şekilde LPG/doğal gaz deposundan gelen gazın regülatöre gitmeden gaz filtresinden geçmesini sağlamaktadır.



Resim 1.16: LPG/LNG için elektro valf

1.5.1.5. Buharlaştırıcı (Regülâtör)

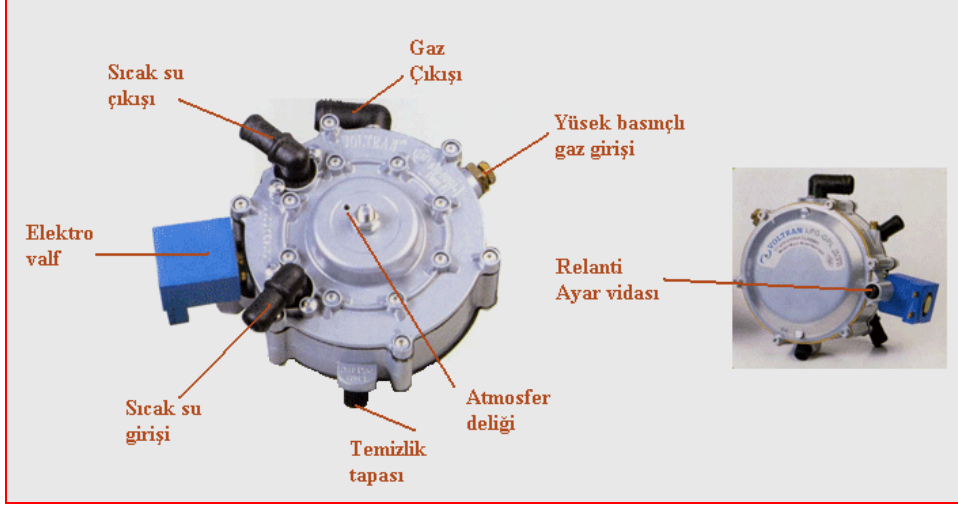
LPG/doğal gaz sistemlerinde motorun ihtiyacı olan yeterli miktarda gazı karbüratör üzerinde bağlı olan mikserle yönlendirilerek motorun çalışmasını sağlamaktadır. LPG ve LNG sisteminde kullanılan buharlaştırıcı depodan gelen sıvı LPG ve LNG'yi motorun soğutma sisteminden aldığı ısı ile buharlaştırmak ve manifold vakumuna göre motorun ihtiyacı olan gaz miktarını ayarlamak için kullanılır.

➤ Regülâtörün Özellikleri

- Gövde ve kapak tamamen kompozit alüminyum malzemeden yapılmıştır.
- Su ısıtma odası, gaz odasından su/gaz muhafaza koşulu sağlanarak ayrılmıştır.
- Diyafram, contalar, yaylar, ECE-R 67. 01 standartlarına göre LPG kullanımına uygun materyalden yapılmıştır.
- Test basıncı 67,5 bardır. (LPG/LNG regülâtörü için)
- Kademe çıkışında gaz akımının tamamen kapatılması bir elektro valf ile yapılır.

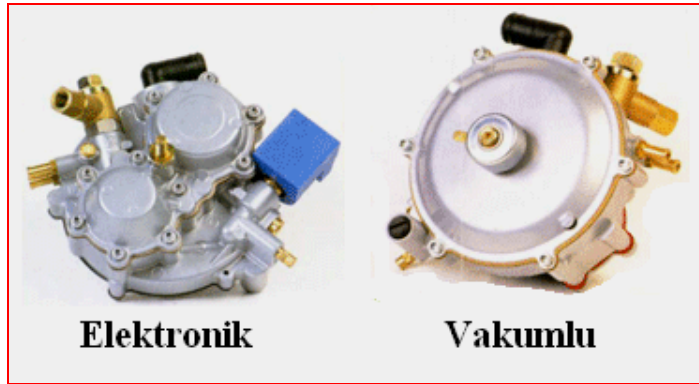
Regülâtörün elektronik ve vakumlu olarak iki tipi vardır. Elektronik tipinde regülâtörden karbüratöre giden hattı kontak ile birlikte çalışır. Gaz hattı açık olsa bile elektro valf ile gazın motora akışı kesilir.

Pnematik tiplerde yani vakumlu regülatörlerde alt basınçtan yararlanılır. Sadece motor çalıştığında (manifold da vakum olduğunda) regülatör devreye girer. Resim 1.17’de LPG ve LNG sisteminde kullanılan buharlaştırıcı gösterilmiştir.



Resim 1.17: LPG/LNG regülatörü (elektronik)

CNG regülatörleri daha yüksek basınç için kullanılmaktadır ve özel olarak tasarlanmıştır. CNG regülatörleri depoda bulunan gazın basıncını 3 kademe motorun kullanacağı 0,8 bar basınca indirgemektedir. LPG ve LNG sisteminde olduğu gibi CNG regülatörleri hem elektronik hem de vakumlu olmak üzere iki tip üretilmektedir. Resim 1.18’de CNG sistemlerinde kullanılan regülatör verilmiştir.

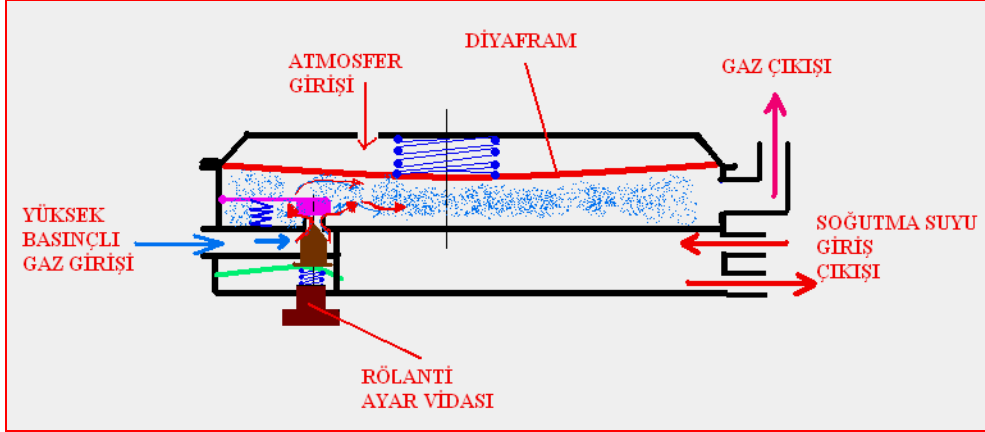


Resim 1.18: CNG regülatörü

➤ Yüksek basınç bölümü ve parçaları

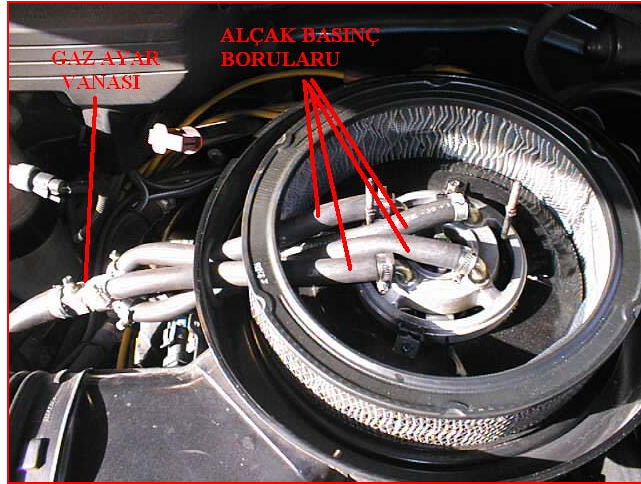
Regülatör içine depodan gelen basınçlı LPG ve LNG (sıvı) bu bölüme dolmaktadır. Yüksek basınç bölümü girişi Resim 1.17’de gösterilen elektro valf ile kapatılmaktadır. Yüksek basınç bölümü çıkışında ise motorun manifold vakumunu algılayan küçük bir valf bulunmaktadır. Bu valf motor çalışmadığı zaman (manifold vakumu yok iken) bir yay vasıtası ile yüksek basınç bölümü çıkışını kapatmaktadır. Motor çalıştığı zaman regülatör gaz çıkış borusundan etki eden manifold vakumu ile yüksek basınç bölümünde bulunan valf

açılarak burada bulunan sıvı gaz, diyaframın bulunduğu geniş hazneye ulaşarak bu bölümde buharlaşarak gaz haline geçmektedir. Resim 1.19’da basit bir regülatörün şematik resmi verilmiştir. Yüksek basınç bölümüne gelen sıvı gazın basıncı bu bölümde atmosferik basınca düşürülmektedir.



Resim 1.19: Regülatör iç yapısı

Alçak basınç bölümü ve parçaları



Resim 1.20: Alçak basınç boruları ve gaz ayar vanası

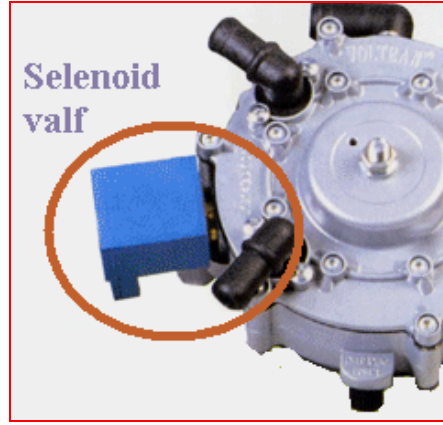
Alçak basınç bölümü diyafram ile soğutma suyu arasında kalan boş hacimdir. Yüksek basınç bölümüne gelen sıvı gaz, alçak basınç bölümüne geçerken sıvı halden gaz hale geçmektedir. Bu bölümde LPG ve LNG’nin hal değiştirmesinden dolayı ortamdan ısı çekmektedir. Bu durumdan dolayı regülatör bu ısı kaybını motor soğutma suyundan aldığı ısı ile karşılamaktadır. Alçak basınç bölümünde motorun yakabileceği LPG ve LNG bu bölümde hazırlanmaktadır.

Regülatörde hazırlanan gaz alçak basınç borusunda bulunan gaz ayar vanasından geçerek karbüratör üzerinde bulunan miksera gelmektedir. Gaz, mikserde hava ile karışarak

motorun içine girmektedir. Resim 1.20’de alçak basınç borusu ve gaz ayar vanası gösterilmiştir.

➤ **Selonoid valf**

Regülatör üstünde bulunan ve kontak anahtarına bağlı olan gaz kesici valftir. Motor çalışmadığı zaman regülatördeki gazın kesilmesi gerekmektedir. Vakumlu tip regülatörler gazı, manifold vakumuna göre ayarlamaktadır ve motor çalışmadığı zaman regülatöre giren gaz kesilmektedir. Elektronik regülatörde ise motor çalışmadığı zaman veya kontak anahtarı açıldıktan 3-5 saniye sonra motorun çalışmaması durumunda gaz otomatik olarak kesilmektedir. Motor çalıştığı sürece regülatörün üstünde bulunan selonoid valf gaz girişini açık tutmaktadır. Resim 1.21’de regülatör üstünde bulunan selonoid valf verilmektedir.



Resim 1.21: Selonoid valf

➤ **Radyatör suyu giriş-çıkış boruları**

Motor soğutma suyu regülatöre girerek içinde bulunan gazın buharlaştırılmasını sağlar. Motor soğutma suyu kauçuk esaslı plastik boru ile regülatörün sıcak su giriş ve çıkışına bağlanır. Soğutma suyu motor çalıştığı sürece regülatörden de devridaim eder. Resim 1.22’de regülatörde kullanılan sıcak su boruları verilmiştir.



Resim 1.22: Sıcak su borusu ve kelepçeleri

➤ **Temizlik tapası**

Regülatörün içinde biriken pisliklerin periyodik olarak temizlenmesi gerekmektedir. Regülatör üzerinde bulunan temizlik tapası sökülerek içerisinde bulunan pislikler temizlenir. Resim 1.17’de verilen regülatörün üzerinde temizlik tapası gösterilmektedir.

➤ **Rölanti ayar vanası**

Regülatörün yüksek basınç bölümünde bulunan gazın rölanti hızında motorun içerisine girebilmesini sağlar. Resim 1.19’de regülatörün şematik resminde rölanti ayar vidası gösterilmektedir. Şemada gösterilen rölanti vidasının önünde bulunan yayın tansiyonu değiştirerek valfin açılması kontrol edilir. Rölanti ayar vidası sıkılarak yayın tansiyonu arttırılsa motorun rölanti devri düşer. Ayar vidası gevşetilerek yayın tansiyonu düşürülürse motorun rölanti devri artar.

➤ **Alçak basınç borusu**

Regülatörün alçak basınç ucundan, karbüratörün üzerinde bulunan mikseze gazın iletilmesi için kullanılan kauçuktan yapılmış plastik borudur. Motorun ısısından dolayı boruda her hangi bir delinme olmaması için alçak basınç borusunun dış kısmı çelik tellerden örülmüş koruma bulunmaktadır. Resim 1.23’de alçak basınç hattında kullanılan kauçuk boru verilmektedir.



Resim 1.23: Alçak basınç borusu

➤ **Gaz ayar vanası**

Motorun düzenli bir şekilde LPG ve LNG’de çalışması için alçak basınç borusu üzerine gaz ayar vanası bulunmaktadır. Gaz ayar vanası motorun maksimum gaz ayarının yapılması için kullanılır. Gaz ayar vanası çok kısılırsa motorun yüksek devirde gaz ihtiyacını karşılayamaz ve motorun çekişi düşer. Gaz ayar vanası gerektiğinden fazla açılırsa LPG

tüketimi artar. Resim 1.24'te karbüratörlü motorlar için kullanılan gaz ayar vanası gösterilmektedir.



Resim 1.24: Gaz ayar vanası

1.5.1.6. Karıştırıcı (Mikser)

Karbüratörlü motorların gaz ile çalışması için karbüratörün üst veya alt kısmına takılan alüminyumdan yapılan alettir. Gaz ayar vanasından gelen gazın mikserde hava ile karışması sağlanmaktadır. Karbüratör tiplerine göre mikser özeliği değişmektedir. Resim 1.25'te çeşitli karbüratörler için kullanılan mikser çeşitleri gösterilmektedir.



Resim 1.25: LPG/doğal gaz mikserleri

1.5.1.7. Yakıt Seçme Anahtarı ve Elektrik Bağlantıları

LPG/doğal gaz sistemlerinde aracın istenilen yakıt ile çalıştırılması için kullanılan bir elektronik kumanda sistemidir. Sürücü seyir halinde iken istenilen yakıt ile motoru çalıştırmak veya LPG ve LNG deposunda bulunan gaz miktarını öğrenmek için yakıt seçme anahtarını kullanmaktadır.

Yakıt seçme anahtarı üzerinde bulunan yakıt seçme düğmesi LPG/doğal gaz pozisyonuna alındığında, benzin hortumu üzerinde bulunan elektro valf benzin akışını keserek LPG/doğal gaz akışını sağlamaktadır. Bu konumda regülatörün içine LPG/doğal gaz dolmaktadır. Eğer motor 3-5 saniye içerisinde çalıştırılmazsa yakıt seçme anahtarı içerisindeki elektronik devre LPG/doğal gaz hattı üzerinde bulunan LPG/doğal gaz elektro valflerini kapatarak gaz akışını keser.

Yakıt seçme düğmesi benzin pozisyonuna alındığında, yakıt seçme anahtarı LPG/doğal gaz sistemi üzerindeki elektro valfleri kapatarak benzin valfini açar. Bu durumda motor sadece benzin ile çalışır.

Yakıt seçme anahtarı, multivalf üzerinde bulunan yakıt seviyesi ölçme sensöründen aldığı sinyaller ile LPG/doğal gaz deposunda bulunan gaz miktarını yakıt seçme anahtarı üzerinde göstermektedir. Kontak anahtarı kapatıldığı zaman yakıt seçme anahtarı benzin ve LPG/doğal gaz yakıt sistemi üzerinde bulunan elektro valfleri kapatarak sistemde herhangi bir yakıt kaçağını engellemektedir. Resim 1.26'da yakıt seçme anahtarı ve elektrik bağlantıları gösterilmektedir.



Resim 1.26: LPG/Doğal gaz yakıt seçme anahtarı

1.5.1.8. Benzin Kesici Elektro Valf

Depodan gelen benzinin karbüratöre gitmesini engellemek için benzin pompası ile karbüratör arasına (Resim 1.27) benzin elektro valfi takılmaktadır. Elektro valf benzin akışını kestiği zaman diyaframlı tip yakıt pompası çıkışında basıncın artmasından dolayı diyafram askıya alınır ve yakıt pompası çalışmaz. Motor benzin ile çalıştırılmak istenildiğinde benzin elektro valfi yakıt kanalını açar ve benzin pompası tekrar çalışmaya devam eder.



Resim 1.27: Benzin için elektro valf

Benzin pompası elektrikli olan sistemlerde ise benzin elektro valfi yakıt akışını kestiği zaman elektrikli yakıt pompasının elektriği kesilerek sistemin korunması sağlanmaktadır.

1.5.1.9. Karbüratörlü Motorlarda LPG/doğal Gaz Yakıt Sistemlerinin Ayar ve Bakımı

Karbüratörlü araçta LPG/doğal gaz yakıt sisteminde ateşleme avans ayarı, LPG/doğal gaz ayarı ve gaz kaçağı gibi ayar ve kontrol yapılmaktadır. Benzin ile LPG/doğal gazının yanma hızı farklı olduğu için ateşleme avans ayarının yakıt değiştiği zaman değişmesi gerekmektedir. Genelde ateşleme avans ayarı LPG/doğal gaz sistemine göre değiştirilmektedir. Karbüratörlü motorlar için yapılan ayar, bakımlar ve kontrolleri şunlardır.

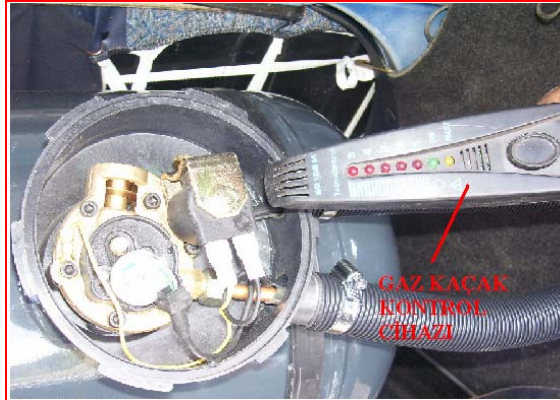
Karbüratörlü motorlarda LPG/doğal gaz yakıt sisteminde gaz kaçak kontrolü

LPG/doğal gaz sisteminde kaçak ve sızdırmazlık kontrolleri çok önemlidir. LPG/doğal gaz yakıt sistemi kullanılan bir aracı olası bir gaz kaçağında kesinlikle çalıştırmamalıdır. Yakıt dönüşüm sistemi yapılmış araç Makine Mühendisler Odasından sızdırmazlık raporu almadan trafiğe çıkması kesinlikle yasaktır. LPG/doğal gaz dönüşümü yapılmış bir aracın güvenle kullanılması için sızdırmazlık kontrollerinden geçmesi gerekmektedir.

LPG/doğal gaz dönüşümü yapılmış bir araç düz bir zemine alınarak gaz deposu normal şartlarda doldurulmalıdır. LPG/doğal gaz dolumu yapıldıktan sonra yakıt seçme anahtarı LPG/doğal gaz pozisyonuna getirilir ve motor çalıştırılır.

LPG/doğal gaz yakıt sisteminin el tipi gaz detektörü ile sızdırmazlık kontrolü sırasında;

- El tipi gaz detektörü ile bagaj içerisinde bulunan deponun gaz giriş çıkış rakorları ve boruları kontrol edilmelidir. Resim 1.28’de bagaj içerisinde bulunan deponun gaz kaçak kontrolünün yapılması verilmektedir.



Resim 1.28: Multivalf gaz kaçaklık kontrolü

- El tip gaz detektörü deponun bağlantılarında herhangi bir gaz kaçağı bulunduğu anda detektör sinyal vermektedir. Bu şekilde hangi bağlantıda kaçak olduğu saptanmaktadır. Rakor yeniden anahtar ile sıkılır ve tekrar gaz kaçağı kontrol edilir. Eğer hala rekor gaz kaçırmaya devam ederse gaz kaçıran rakorun yenisi ile değiştirilmesi gerekmektedir. Değişim sonunda gaz dedektörü ile kontrol edilir. Eğer herhangi bir gaz kaçırma yok ise diğer bağlantılar kontrol edilir.

- LPG/doğal gaz elektro valflerinin gaz giriş ve çıkış rekorları kontrol edilir.
- Regülatörün gaz girişi, regülatör gövdesi ve alçak basınç borusu gaz kaçak kontrolü yapılmalıdır. Resim 1.29’da regülatörün rakor bağlantılarının gaz dedektörü ile kontrol edilmesi gösterilmektedir.



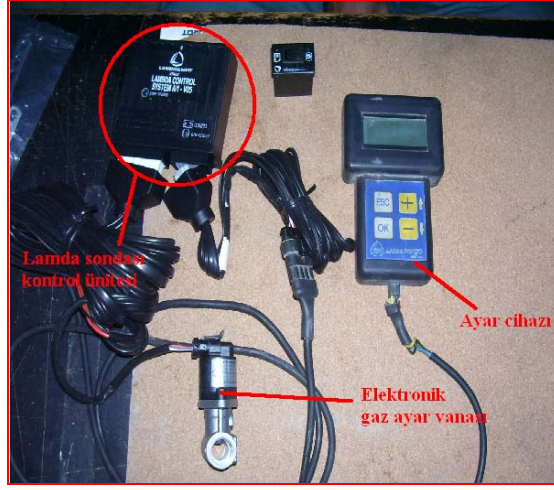
Resim 1.29: Regülatör gaz kaçaklık kontrolü

- LPG/doğal gaz yakıt sisteminde bütün bağlantı elemanları kontrol edilir. Gaz dedektörü kaçak gaz uyarısı yapıyor ise arızalı bağlantının mutlaka tamir edilmesi gerekmektedir.

Karbüratörlü motorlarda LPG/doğal gaz yakıt sisteminin ayarları

LPG/doğal gaz dönüşümü yapılmış bir motorda bütün gaz bağlantıları kontrol edildikten sonra dönüşüm sisteminin gaz ayarları yapılır. LPG/doğal gaz yakıt sisteminde gaz motora iki yolla alınmaktadır.

- Regülatörden sonra gaz ayar vidası el ile ayarlanarak motorun çalışması sağlanmaktadır. Bu sistemde gaz ayar vidası aracın ihtiyacı olan gazın bir kere ayarlanarak sistemin çalışması sağlanmaktadır. El ile ayarlanan sistemde hava filtresi tıkanıldığı zaman gaz ayarı değişmektedir. Bu durumda sürekli hava yakıt karışımı değişecektir ve sistemin verimliliği etkilenecektir. Bu sistem daha çok eski tip karbüratörlü sistemlerde kullanılmaktadır. Resim 1.24’te gaz ayar vanası gösterilmektedir.
- Mevcut yakıt sisteminin sahip olduğu lamda sondası kullanılarak regülatörden sonra elektronik gaz valfi ile yapılmaktadır. Bu sistemde eksoz borusunda bulunan lamda sondasından alınan oksijen miktarına göre gaz ayarı elektronik olarak sürekli değiştirilmektedir. Bu sistemde hava filtresi tıkanrsa bile lamda sondasından aldığı verilere göre sistemin yakıt ihtiyacı sürekli değiştirilerek yapılmaktadır. Resim 1.30’da elektronik gaz ayar vanası ve elektronik sistemi verilmektedir. Elektronik gaz ayarı tek nokta enjeksiyon ve çok nokta enjeksiyonlu araçlarda kullanılmaktadır.



Resim 1.30: Elektronik gaz ayar vanası ve elektronik kontrol ünitesi


Karbüratörlü motorda LPG/doğal gaz yakıt sisteminin bakım ve onarımı

Karbüratörlü araçlarda belli başlı yapılan ayar ve bakımlar şunlardır:

- Elektro valfin içerisinde bulunan kağıt elemanlı gaz filtresi yenisi ile değiştirilir.
- Motorun hava filtresi yenisi ile değiştirilir.
- Bujiler sökülerek kontrol edilir değiştirilmesi gerekiyorsa yenisi ile değiştirilir.
- Motorun soğutma suyu seviyesi kontrol edilir.

Bütün bakımları yapılan motorun LPG/doğal gaz ayarı yapılır. Gaz ayarı yapılırken egzoz gazının CO, CO₂, HC ve AFR(hava yakıt oranı) kontrol edilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ LPG/doğal gaz yakıt sistemi kullanılan aracı müşteri kabul bölümüne alınız.</p>	<p>➤ Servise gelen müşterinin araç ile ilgili şikâyetlerini dinleyiniz.</p> <p>➤ Aracın kontrol ve ayarlarını yapmak için gerekli ön hazırlılıkları yapınız.</p> <p>➤ Aracın çamurluk örtülerini örtünüz.</p>  <p>➤ Emniyet kurallarına göre çalışınız.</p> <p>➤ Yangın tüpünü aracın yanına getiriniz.</p>
<p>➤ LPG/doğal gaz sisteminin göz ve cihaz ile sızdırmazlık kontrolü yapınız.</p>	<p>➤ Gaz detektör cihazı ile aracın genel olarak gaz kaçak kontrolünü yapınız.</p> <p>➤ Gaz kaçağı kontrolü sırasında, aracın yanında yangın söndürücü bulundurunuz.</p> <p>➤ Kaçak gaz kontrolünü kesinlikle ateş ile yapmayınız.</p> <p>➤ Aracın LPG/doğal gaz bağlantılarında gaz kaçağı tespit ederseniz gerekli onarımı gerçekleştiriniz.</p> <p>➤ Bütün bağlantı elemanları kontrol edildikten sonra aracı gaz ayarı için hazırlayınız.</p>

<p>➤ Hava filtresi, buji vb parçaları kontrol ederek yenisi ile değiştiriniz.</p>	<p>➤ Hava filtresini yerinden sökerek temizleyiniz, gerekiyorsa yenisi ile değiştiriniz.</p> <p>➤ Aracın bujilerini dikkatli bir şekilde sökünüz. Bujileri temizleyerek ayarını kontrol ediniz ve dikkatli bir şekilde takınız.</p>
<p>➤ LPG/doğal gaz sisteminde gaz ayarına geçmeden önce motorun son kontrollerini yapınız.</p>	<p>➤ LPG/doğal gaz ile çalışan motorlarda ateşleme avansının artırılması gerekir. Ateşleme avansını distribütörden 2–3 derece arttırınız.</p> <p>➤ Ateşleme avansını motor gazda çalışırken yapmalısınız.</p>
<p>➤ Aracı LPG/doğal gazda çalıştırınız.</p>	<p>➤ Gaz ayarı için motoru çalıştırınız ve motorun normal çalışma sıcaklığına gelmesini bekleyiniz.</p> <p>➤ Aracın atölye içerisinde çalışması esnasında ortamı havalandırınız.</p>

➤ Gaz analiz cihazı ile egzoz gazının analizini yapınız.

➤ Gaz analizör cihazını aracın yanına getiriniz ve çalıştırınız.



➤ Gaz analiz cihazının hortumunu egzoz borusuna 20-30 cm girecek şekilde yerleştiriniz.



➤ Gaz analiz cihazının ekranından eksoz gazlarının oranlarına bakınız.

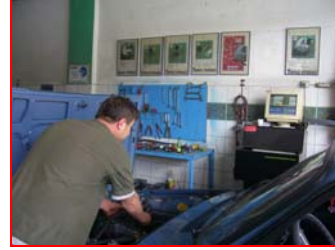


➤ Ekranda verilen değerleri kontrol ediniz. CO ve Lamdayı kontrol ediniz.

➤ CO oranı normal benzinli karbüratörlü motorlarda %2-3 olmaktadır. Fakat gazlı araçlarda bu oran çok düşmektedir.

➤ LPG/doğal gaz ile çalışan motorun rölanti ve maksimum gaz ayarını yapınız.

- Yakıt seçme düğmesinin LPG/doğal gaz pozisyonunda olduğundan emin olunuz.
- Regülatörün üzerinde bulunan rölanti ayar vidası ile motorun normal rölanti devrinde çalışması için ayar yapınız.
- Yüksek devirde gaz ayarı yapmak için alçak basınç borusu üzerinde bulunan gaz ayar vanası ile karbüratöre giden gaz miktarını ayarlayınız.



- Yüksek devir gaz ayarı yapmak için motoru 2500-3000 devirde çalıştırınız.
- Gaz ayar vanasını yavaş yavaş çeviriniz ve biraz bekleyiniz.
- Motorun devrinde değişmeyi gözlemleyiniz.
- Gaz analiz cihazı ile egzoz gazlarını kontrol ediniz. Unutmayınız eksoz gazında değişme bir müddet sonra olmaktadır.
- Gaz analiz cihazının gösterdiği AFR ve CO oranını LPG/doğal gaz sistemi üreten firmanın verdiği değere gelene kadar ayara devam ediniz.
- Gaz ayarı sırasında motorun çalışmasını sürekli kontrol ediniz.
- Gaz ayar işlemi bittikten sonra motorun rölanti devrinden yüksek hıza çıkışını kontrol ediniz.
- Bu işlem sırasında motorun kendini hemen toparlayarak yüksek hıza geçmesi

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Öğrenme faaliyetinde edindiğiniz bilgileri ölçmeye yönelik Doğru-Yanlış tipi ve çoktan seçmeli sorular hazırlanmıştır. Bu soruları kendinize uygulayınız.

Sıra No	SORULAR	DOĞRU	YANLIŞ
1	LPG büyük oranda propandan (C_5H_{10}) oluşmaktadır		
2	Doğal gaz kokusuz ve renksizdir. Metan gazından (CH_4) oluşmaktadır.		
3	Multivalf depo içerisinde gazın basıncını ve seviyesini ayarlamaktadır.		
4	Karbüratörlü motorlarda gaz ayar vanasına ihtiyaç yoktur.		
5	Depolarda bulunan dolum ağzı tek yönlü valf gibi çalışmaktadır.		
6	LPG gazın basıncı depo içerisinde 250 bardır.		
7	LNG (Sıvı Doğal Gaz) depo içerisinde $-25^{\circ}C$ de ve 4–5 barda muhafaza edilmektedir.		
8	Sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) depo içerisinde hacmi 1/200 oranında küçültülmektedir.		
9	Regülatör karbüratöre giden gazın miktarını her devirde sabit göndermektedir.		
10	CNG /sıkıştırılmış doğal gaz deposunun içerisinde bulunan gazın miktarı şamandıra ile ölçülür.		

OBJEKTİF TESTLER

1. Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıtının avantajlarındandır?
A) Benzin ve motorinden litre fiyatı olarak oldukça ucuzdur.
B) Yakıt olarak kullanılmadan önce çok az rafine edilmektedir.
C) Çevreyi kirletmez.
D) Hepsi
2. Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıtının dezavantajlarındandır?
A) LPG basınç altında depolanabilir, kalın çelik tank ya da borularla taşınabilir.
B) LPG renksiz, kokusuz ve toksit özelliği bulunmayan bir maddedir.
C) Karakteristik özelliklerine bağlı olarak motor performansı bir miktar düşmektedir.
D) Hiçbiri
3. Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sisteminin parçalarından değildir?
A) Multivalf
B) Hava kesici valf
C) Buharlaştırıcı (regülatör)
D) Gaz ayar vanası
4. Karbüratörlü motorlarda LPG/doğal gaz yakıt sisteminin bakım ve onarımı sırasında aşağıdakilerden hangisi yapılmaz?
A) Motorun kompresyonu ölçülür.
B) Elektro valfin içerisinde bulunan kağıt elemanlı gaz filtresi yenisi ile değiştirilir.
C) Motorun hava filtresi yenisi ile değiştirilir.
D) Bujiler sökülerek kontrol edilir değiştirilmesi gerekiyorsa yenisi ile değiştirilir.
5. LPG/LNG regülatörü için test basıncı kaç bar olmalıdır?
A) 65,5 bar
B) 67,5 bar
C) 70 bar
D) 72,5 bar

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarını karşılaştırınız. Yanlış cevaplarınız var ise ilgili konuları tekrar gözden geçiriniz.Öğrenme faaliyeti sonunda değerlendirme sorularına verdiğiniz cevaplarınızın hepsi doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ 2

AMAÇ

Enjeksiyonlu motorlarda LPG/doğal gaz yakıt sisteminin kontrol, bakım ve onarımlarını yapabileceksiniz.

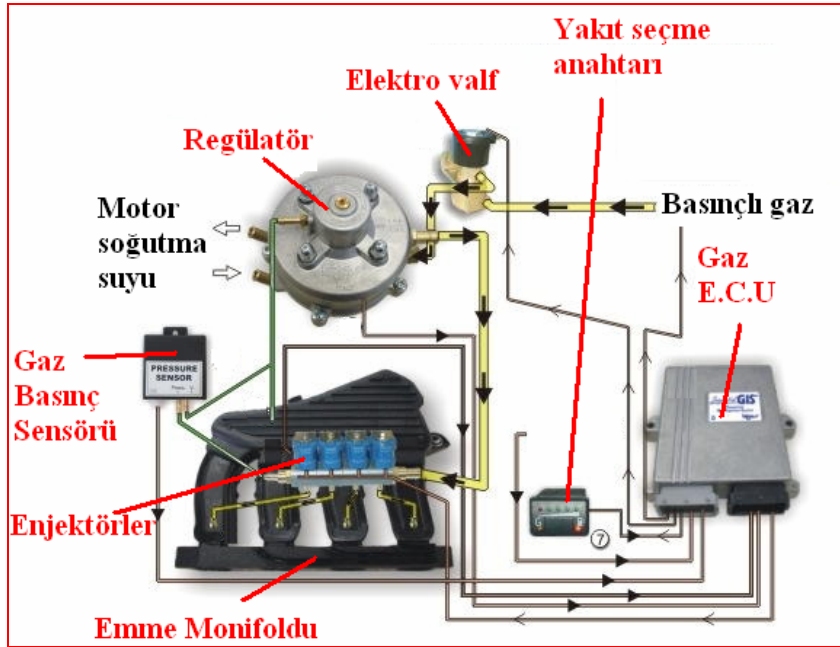
ARAŞTIRMA

- Enjeksiyonlu motorlar ile karbüratörlü motorlar arasında LPG ve Doğal gaz uygulama farklılıkları nelerdir?
- Avantaj ve dezavantajlarını araştırınız.
- Yaptığınız araştırmayı rapor haline getirerek sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız

2. ENJEKSİYONLU MOTORLARDA LPG/DOĞAL GAZ YAKIT SİSTEMLERİ

Teknoloji ilerledikçe otomobillerde elektronik sistemlerin kullanımı hızla artmaktadır. LPG/doğal gaz yakıt sistemleri günümüz teknolojisinde enjeksiyonlu araçlarda kullanılmaktadır. Karbüratörlü tip motorlara göre enjeksiyonlu araçlar yakıt tasarrufu bakımından daha ekonomik çalışmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı enjeksiyonlu araçlarda LPG/doğal gaz uygulamaları teknolojik bakımdan karbüratörlü araçlardan daha ileridedir.

Enjeksiyon sistemlerde gaz kontrolü elektronik olarak yapılmaktadır. Benzin enjeksiyonlu sistemlerde, enjektörler vasıtası ile emme manifoldunun içine enjeksiyon sırasına göre püskürtülmektedir. Elektronik gaz enjeksiyonu da aynı tip enjektörler ile emme manifoldunun içine LPG/doğal gazın elektronik olarak püskürtülmesidir. Resim 2.1’de enjeksiyonlu motorlara uygulanan LPG/doğal gaz enjeksiyonu verilmiştir.



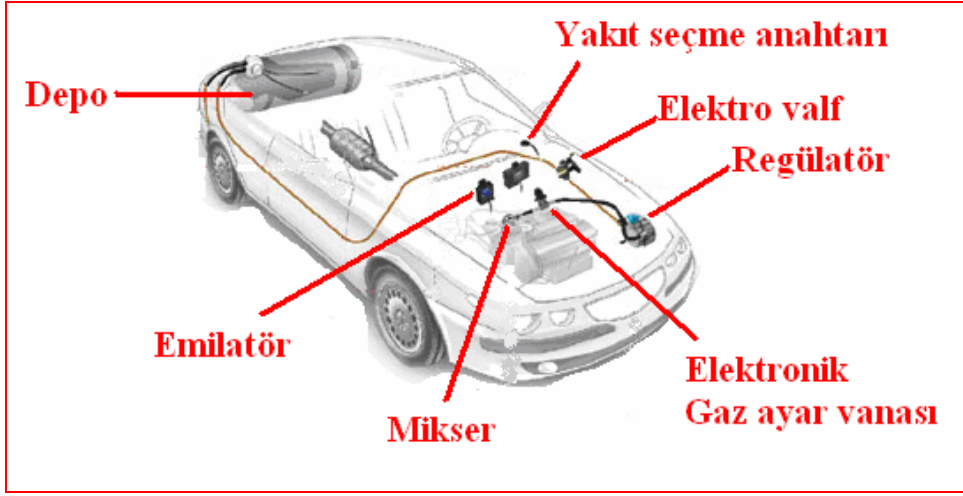
Resim 2.1: Elektronik LPG/doğal gaz yakıt sistemi

Elektronik gaz enjeksiyonunun çalışması için yakıt seçme anahtarının LPG/doğal gaz pozisyonunda olması yeterlidir. Enjeksiyonlu motor LPG/doğal gaz ile çalışması sırasında benzin elektro valfi, benzinin yakıt tüpüne gelmesini engellemektedir. Aynı zamanda benzin deposunun içerisinde bulunan elektrikli pompanın çalışması da durdurulmaktadır.

Sistem LPG/doğal gaz ile çalışması esnasında benzin enjektörlerinin boşa çalışmaması için sisteme emilatör takılmaktadır. Emilatör, motorun kendi elektronik kontrol ünitesinden (ECU) benzin enjektörlerine giden sinyalleri emerek enjektörlerin çalışmasını engellemektedir. Emilatör benzin enjektörlerinin çalışmasını engellerken, gaz enjeksiyon beynine sinyaller yollayarak gaz enjektörlerinin tıpkı benzin enjektörleri gibi çalışması sağlanmaktadır. Bu çalışma hiçbir zaman bire bir aynı anda olmamaktadır.

Motor benzin ile çalıştırılmak istenirse yakıt seçme anahtarı benzin pozisyonuna alınarak LPG/doğal gaz deposundan gelen gazın yolu elektronik valfler ile kapatılır. Emilatör devre dışı kalarak benzin enjektörlerinin çalışması sağlanır. Benzin elektro valfi benzin yolunu açar ve benzin pompası çalışır. Motorun normal olarak benzin ile çalışması sağlanır.

LPG/doğal gaz sisteminde emme manifolduna püskürtülen gazın miktarının ayarlanması benzin enjektörlerinin açılma kapanma anına göre ayarlanmaktadır.



Resim 2.2: Enjeksiyonlu sistemlerde mikser kullanılan LPG/doğal gaz yakıt sistemi

LPG/doğal gaz yakıt sistemlerinde, karbüratörlü sistemlerde olduğu gibi enjeksiyonlu araçlarda da mikser kullanılarak dönüşüm yapılabilmektedir. Bu tip sistemlerde gaz enjektörleri yerine emme manifoldunun girişine mikser takılmaktadır. Motorun LPG/doğal gaz ile çalışması sırasında benzin enjektörlerinin yine bir emilatör vasıtası ile çalışması engellenmektedir. Miksere giden gaz miktarı el veya elektronik gaz ayar vanası ile yapılabilmektedir. Resim 2.2’de enjeksiyonlu motorlarda kullanılan mikserli LPG/doğal gaz sistemi gösterilmektedir.

2.1. LPG/doğal Gaz Enjeksiyon Sisteminin Parçalarının Özellikleri ve Çalışma Prensipleri

Enjeksiyonlu motorlarda kullanılan LPG/doğal gaz yakıt sistemi çok karmaşık yapısı bulunmamaktadır. Karbüratörlü araçlarda olduğu gibi gaz ayarı el ile yapılmadığı için oldukça ekonomik bir karışım ayarı yapmaktadır. Dışarıdan kesinlikle gaz ayarı değiştirilememektedir. Motor üretici firmasının motorun çalışma koşullarına göre hazırladığı elektronik kontrol ünitesinin verilerini kullanarak LPG/doğal gaz enjektörlerinin açılması sağlanmaktadır. Enjeksiyonlu LPG/doğal gaz yakıt sisteminin başlıca parçaları şunlardır:

2.1.1. Sensörler

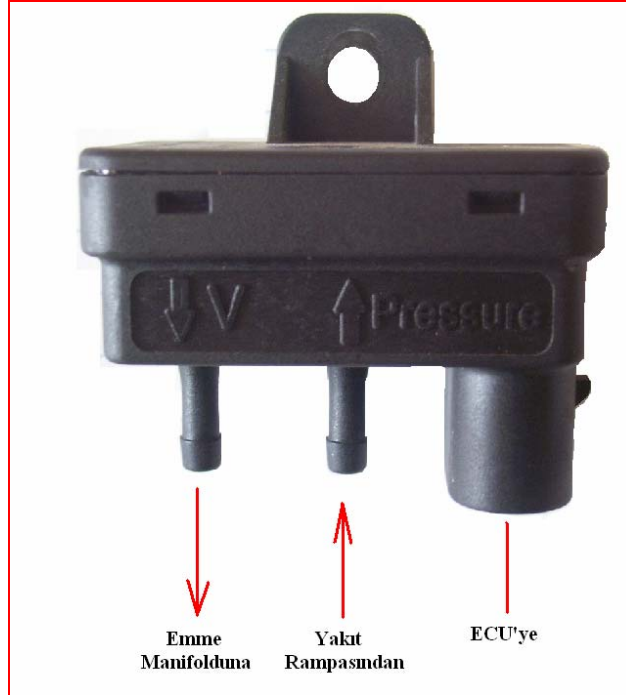
LPG/doğal gaz sisteminde enjektör rampasında LPG ve doğal gazın basıncı ve sıcaklığını ölçen parçalardır. LPG/doğal gaz yakıt sisteminde regülatörden çıkan gazın sıcaklığını ölçmek için Resim 2.3’te LPG/doğal gaz sıcaklık sensörü kullanılmaktadır.



Resim 2.3: LPG/doğal gaz sıcaklık sensörü

Yakıt rampasında, regülatörden gelen gazın basıncını ölçmek, istenilen basınçta tutmak için Resim 2.4'te verilen basınç ayar regülatörü kullanılmaktadır. Basınç ayar regülatörü yakıt tüpünün içinde bulunan gazın basıncını ölçerek LPG/doğal gaz elektronik kontrol ünitesine iletir. Elektronik kontrol ünitesi emme manifolduna püskürecek olan LPG/doğal gazın basıncını aynı sensör üzerinde bulunan basınç ayar regülatörüne iletir. LPG/doğal gaz basınç ayar regülatörü yakıt tüpünde bulunan LPG/doğal gazın basıncı fazla ise bir miktar gazı emme manifolduna kaçırarak yakıt tüpünde gazın basıncını istenilen seviyede tutmaktadır.

Motor devir sensörü, mevcut sistemde bulunan krank mili devir sensöründen faydalanılarak motorun devri LPG/doğal gaz elektronik kontrol ünitesine iletilir.



Resim 2.4: LPG/doğal gaz basınç ayar regülatörü ve basınç sensörü

2.1.2. Enjektör Rampası

LPG/doğal gaz regülatöründen çıkan gazın geldiği ve enjektörlere iletiildiği plastik veya çelikten yapılmış yakıt tüpüdür. Üzerinde enjektörleri taşımaktadır. Yakıt rampası motorun silindir sayısına göre değişiklik arz etmektedir. Örneğin 4 silindirli bir motorda 4 enjektör kapasiteli yakıt rampaları kullanılmaktadır. V6 motorlarda ise yakıt rampaları ise üç enjektör bir tarafta üç enjektör diğer tarafta olmak üzere bölünebilmektedir. Resim 2.5’de LPG/doğal gaz yakıt rampası gösterilmektedir. Rail (rampa) emme manifolduna mümkün olduğunca yakın bağlanmalıdır. Rail egzozdan uzak olmalıdır.



Resim 2.5: LPG/doğal gaz yakıt rampası (rail)

Basınç ayar regülatörü yakıt rampasının içerisinde bulunan gazın basıncını ayarlamaktadır. Yakıt rampasında gazın basıncı yaklaşık 0.65–0.85 bar arasındadır. Bazı LPG/doğal gaz enjeksiyon sisteminde kullanılan yakıt rampaları farklı olmaktadır.

2.1.3. Enjektör Boruları

Enjektörlerden çıkan LPG/doğal gazın emme manifolduna ulaşmasını sağlayan ısıya dayanıklı plastik borulardır. Resim 2.6’da enjektör borusu verilmektedir. Bir ucu enjektör çıkışına bağlanacak özel rakorlu diğer ucu ise manifolda monte edilen nozula girecek şekilde kesilmiş olarak gelmektedir. Enjektörlerden çıkan hortumların aynı boyda kesilmesine dikkat edilmeli ve boyları 15 cm’den fazla olmamalıdır. Ø4 x10 mm çapında ve –30°C ile +120°C arasındaki sıcaklıklarda çalışmaya uygundur.



Resim 2.6: LPG/doğal gaz enjektör borusu

2.1.4 Enjektörler

Yakıt rampasında bulunan LPG/doğal gazın emme manifolduna motorun çalışma sırasına göre iletilmesini sağlamaktadır. LPG/doğal gaz enjektörlerinin çalışması elektronik kontrol ünitesi tarafından sağlanmaktadır. Enjektör -35°C ile $+120^{\circ}\text{C}$ arasında çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Mavi renkli enjektörler maksimum tip, portakal renkliler normal tipi temsil etmektedir. Resim 2.7’de enjektör ve diğer parçalar gösterilmektedir.



Resim 2.7: LPG/doğal gaz enjektörü

LPG/doğal gaz enjektörleri gazı emme manifoldunda benzin enjektörlerinin bulunduğu bölgeden püskürtmektedir. Resim 2.8’de LPG/doğal gaz yakıt sistemlerinde kullanılan enjektör gösterilmektedir.



Resim 2.8: LPG/doğal gaz enjektörü

2.1.5 Elektronik Kontrol Ünitesi (ECU)

Elektronik kontrol ünitesi; motorun değişik yük ve yol şartlarına göre en iyi karışım miktarını hazırlamak ve bu hazırlanan karışımın en doğru zamanda emme manifolduna iletmek için enjektörleri açar. LPG/doğal gaz miktarının hazırlanması için LPG/doğal gaz basınç sensöründen, LPG ısı sensöründen, motor devir sensöründen ve emilatörün benzin enjektörlerinden aldığı sinyaller LPG/doğal gaz elektronik kontrol ünitesine iletilir. Yeni tip LPG/doğal gaz elektronik kontrol ünitelerinde emilatör ECU'nun içerisine entegre edilmiştir. Resim 2.9'da LPG/doğal gaz sisteminde kullanılan elektronik kontrol ünitesi gösterilmektedir.



Resim 2.9: LPG/doğal elektronik kontrol ünitesi (ECU)

2.1.6. Elektrik Bağlantıları

Elektronik kontrol ünitesinden diğer bütün LPG/doğal gaz elemanlarına elektrik bağlantıları yapılmasında kullanılmaktadır. LPG/doğal gaz dönüşüm kitlerinin içinde kablo seti standart olarak hazırlanmıştır. Hazır olan kablo grubu daha kolay ve hızlı bir montaj sağlamaktadır. EMC standartlarına uymak için korumalı konnektörler kullanılmıştır. Kablo grubu üzerindeki konnektörler, IP54 standardında ve su geçirmez olmalıdır. Resim 2.10'da LPG/doğal gaz dönüşümünde kullanılan kablo grubu gösterilmektedir.



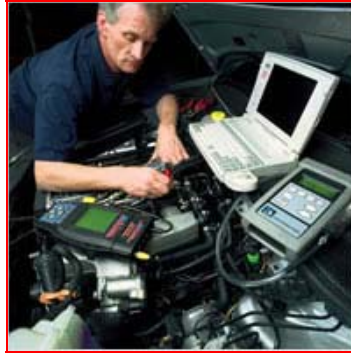
Resim 2.10: LPG/doğal kablo grubu

2.2. LPG/Doğal Gaz Enjeksiyon Sisteminin Ayarları

LPG/doğal gaz yakıt sisteminde gaz ayarının yapılmasına gerek yoktur. Motor çalışma LPG/doğal gaz elektronik kontrol ünitesinden aldığı veriler ve bünyesinde bulunan sensörler vasıtası ile gaz ayarını yapmaktadır. Enjeksiyonlu yakıt sisteminde tek yapılan işlem kontroldür. Motorun çalışması diagnostik test cihazı ile kontrol edilerek sistemde meydana gelen arızalar tespit edilebilir. Motorun benzin enjeksiyonunda bir arıza meydana gelirse LPG/doğal gaz sistemi de bundan etkilenmektedir.

2.2.1. Ayar Cihazının Motora Bağlanması

LPG/doğal gaz yakıt sisteminde kullanılan markaya göre diagnostik test cihazı değişiklik gösterebilir. Bu farklılıktan dolayı her sisteme uyum sağlayabilen ve bütün LPG/doğal gaz sistemlerini kontrol etme imkânı olan üniversal test cihazları bulunmaktadır. Üniversal test cihazları, LPG/doğal gaz sisteminde kullanılan ECU'nun bilgi giriş ucuna takılabilen farklı konnektör bağlantılarına sahiptir. Resim 2.11'de enjeksiyonlu bir motorun diagnostik cihazı ile kontrol edilmesi gösterilmektedir.



Resim 2.11: LPG/Doğal enjeksiyon sisteminin test cihazı ile kontrol edilmesi

Test cihazı LPG/doğal gaz ECU'suna takılmak sureti ile sistemin genel çalışması kontrol edilebilir. Test cihazı ile LPG/doğal gaz sisteminde şu verileri kontrol edebiliriz.

- Motorun devri
- LPG/doğal gazın regülatördeki sıcaklığı
- LPG/doğal gazın yakıt rampasında basıncı
- LPG/doğal gaz enjektörlerinin açılma süresi
- Benzin enjektörlerinin açılma süresi

Test cihazı ile sistemde bulunan sensörler ve enjektörlerin çalışması kontrol edilir. Sistemde meydana gelen arızalar buradan görülebilir. Arızalı parçanın yenisi ile değiştirilmesi ile arıza giderilebilir.

LPG/doğal gaz dönüşümü yapılmış bir araçta ilk montaj anında, sistemin orijinal ECU ile LPG/doğal gaz ECU'sunun eşleştirilmesi yapılmalıdır. Eşleştirme esnasında benzin enjektörlerinin çalışması ve diğer verilerin daha doğru gelebilmesi için LPG/doğal gaz

ECU'sunun yüklenmesi gerekmektedir. Bu yükleme sistem ilk kurulum esnasında yapılmaktadır. Test cihazı ile LPG/doğal gaz ECU'sunun işlemcisine gerekli bilgiler yüklenir ve sistem bundan sonra sürekli bu bilgileri kullanmaktadır. Aracın aküsü yerinden uzun süre çıkartılırsa bu bilgiler silinebilir ve tekrar test cihazı ile yüklenmesi gerekmektedir.

Teknolojin ilerlemesi ile LPG/doğal gaz sisteminde kullanılan ECU'lar kendi kendini yüklemektedir. Sistemin montajı tamamlandıktan sonra sistem yakıt seçme anahtarında LPG/doğal gaz pozisyonuna alınır. Sistem motoru otomatik olarak benzin ile çalıştırır. Benzin ile çalışma esnasında ilk 60 saniye içinde LPG/doğal gaz sisteminde bulunan ECU sistem bilgilerini güncelleyerek motorun birkaç dakika içinde otomatik olarak LPG/doğal gaz ile çalışması sağlanmaktadır. Motorun her durdurulup çalıştırılmasında bu işlem tekrarlanır.

2.2.2. Ayarın Yapılması

Enjeksiyonlu sistemlerde gaz ayarı yapılmamaktadır. Sistem çalışma esnasında kendi gaz miktarını yol ve yük şartlarına göre otomatik ayarlamaktadır. Enjeksiyonlu LPG/doğal gaz sistemlerinde LPG ile motorun çalışması için ayar yapılmaktadır. Sistemde her hangi bir ayar yapılmasa da sistem kendini ilk çalıştırma işleminde otomatik olarak fabrika ayarlarına göre çalıştırır. LPG/doğal gaz sisteminde genellikle benzin ve LPG/doğal gaz geçiş ayarı yapılmaktadır. Geçiş ayarı her markada farklılık gösterebilir.

LPG/doğal gaz sisteminde motoru ilk çalıştırma esnasında geçiş ayarı genelde şu iki senaryo üzerine kurulur.


- Motorun soğuk olması durumunda LPG/doğal gaz sistemine geçiş aşağıdaki şartların gerçekleşmesi durumunda geçilir.
 - Motorun çalışmasından en az 60 saniye sonra,
 - Motor soğutma suyu sıcaklığının 40 dereceye ulaşması durumunda,
 - Motor devrinin 2000 dev/dak ulaşması durumunda.
- Motorun sıcak olması durumunda LPG/doğal gaz sistemine geçiş aşağıdaki şartların gerçekleşmesi durumunda geçilir.
 - Motorun çalışmasından 10 saniye sonra,
 - Motor sıcaklığının 40 derece veya üzerinde olması durumunda,
 - Motor devrinin 2000 dev/dk ulaşması durumunda.

Test cihazı LPG/doğal gazın ECU'suna bağlanır ve motor çalıştırılır. Test cihazında motorun ilk çalıştırma verileri değiştirilebilir. Yukarıda bahsedilen geçiş senaryolarına ve aracı kullandığımız mevsim şartlarına göre ayarları değiştirilebilir.

Örnek olarak bir motorun ilk çalıştırılması şu şekilde olmaktadır. Aracı ilk çalıştırma esnasında motor soğuk iken önce araç 60 sn benzin ile çalışmaktadır. Bu sürenin sonunda eğer motor soğutma suyu 40 dereceye ulaşmışsa yakıt seçim anahtarındaki kırmızı led sarıya dönecektir. Yakıt seçme anahtarında bulunan led sarı iken motoru 2000 devir/dakikanın üzerine çıkar ve gazdan ayak çekilirse yakıt seçme anahtarı üzerinde bulunan led yeşile döner ve motor LPG/doğal gaza geçmiş olur.

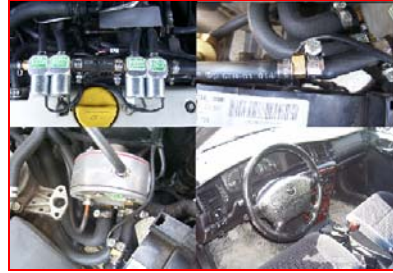
LPG/doğal gaz enjeksiyonlu sistemlerde bu sistem geçiş ayarları mevsimlere göre farklılık arz edebilir. Yakıt sisteminde diğer ayarlar ile motorun buji, hava filtresi, yağ ve yağ filtresi gibi parçaların kontrol ve değişimi yapılabilir. Enjeksiyonlu motorlarda ateşleme avansı ECU kendisi otomatik olarak yaptığı için sistemde avans ayarı yapmaya ihtiyaç yoktur.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
LPG/doğal gaz kullanılan aracı servise kabul etmek.	<ul style="list-style-type: none">➤ LPG/doğal gaz yakıt sistemi kullanan aracı servise alınız.➤ Sürücünün LPG/doğal gaz ile ilgili şikâyetlerini dinleyiniz.➤ Sürücü şikâyetine göre bakım ve ayar işlemlerine başlayınız.➤ Aracın sürücü koltuk ve direksiyonuna naylon örtü geçirin.➤ Aracın sağ ve sol çamurluklarına örtü seriniz. 
Aracın mevcut LPG/doğal gaz sistemini kontrol etmek	<ul style="list-style-type: none">➤ Genel bir kontrol için aracın üzerinde monte edilmiş LPG/doğal gaz sistemini gözden geçirin.

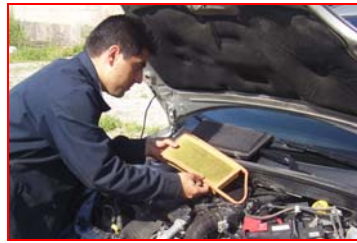


➤ Motor bölümünde bulunan regülatör, sensörler, enjektörler ve yüksek basınç boruları vb. parçaları kontrol ediniz.





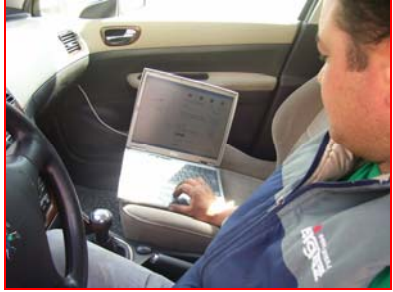

➤ Depodan gelen LPG/doğal gaz borularının egzoz sistemine uzaklıklarını kontrol ediniz.

➤ LPG/doğal gaz sisteminde ayara geçmeden önce aracın hava filtresini yerinden sökerek temizleyiniz. Gerekir ise yenisi ile değiştiriniz.



Bujileri yerlerinden dikkatli bir şekilde sökünüz ve uygun ölçüde buji tırnak aralıklarını ayarlayınız. (Buji tırnak aralığı markalara göre değişebilir.)

	 <ul style="list-style-type: none"> ➤ Kontrol ve temizlik işlemleri bittikten sonra bütün parçaları yerlerine dikkatli bir şekilde takınız. Motoru ilk olarak benzin ile çalıştırınız. ➤ Benzin ile çalışma esnasında sistemde arıza bildirimi var ise mutlaka sebebini araştırınız. ➤ Motorun benzinli çalışması sırasında egzoz emisyon kontrolü yapınız. ➤ Normal enjeksiyonlu bir sistemde egzoz emisyonları benzinli bir motor için; CO oranı %0,5- 0.8, HC 100 ppm, O₂ oranı %2,5-3,2 ve lambda 0.92-1.03 değerlerinde olmalıdır. ➤ Ölçülen değerlerin normal olması motorun benzinli çalışması esnasında her hangi bir arızası olup olmadığı hakkında bizlere bilgi verecektir. ➤ Motoru durdurunuz.
<p>LPG/doğal gaz sistemi elektronik kontrol ünitesine uygun adaptör bağlantısını yapmak</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test cihazını soketini LPG/doğal gaz ECU'sunun bilgi giriş konnektörüne takınız. Bağlantının doğru olmasına dikkat ediniz.  <ul style="list-style-type: none"> ➤ Motoru çalıştırınız. ➤ Test cihazında araç ile ilgili bulunan bilgileri giriniz.

	
<p>Enjeksiyon sisteminde yakıt geçiş ayarı yapmak</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ayar öncesi ön hazırlıkları tamamlayınız ➤ Motorun benzinden LPG/doğal gaza geçişini kontrol etmek için test cihazında ilgili menüye giriniz. ➤ Test cihazında açılan menüde aracın soğutma suyu sıcaklığı, LPG/doğal gazın regülatördeki sıcaklığı, LPG/doğal gazın yakıt rampasındaki basıncı, motorun devir bilgileri ve benzin enjektörü ile gaz enjektörlerinin alçırma senkronizasyonu kısmında gerekli kontrolleri yapınız. ➤ Motorun ilk çalıştırma anında hangi durumda benzinden gaza geçeceğini ayarlayınız. ➤ Ayar işleminde değışen parametreler; motor soğutma suyu sıcaklığı (Regülatördeki gazın sıcaklığı), motorun benzinden gaza geçiş devri ve geçme süresi değışlerini mevsim şartlarına göre ayarlayınız. 

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gerekli bilgileri kayıt ettikten sonra menüden çıkınız. ➤ Tekrar motoru durdurup çalıştırınız. Gaza geçişte verilerin tam olduğundan emin olunuz. ➤ Benzinde gaza geçiş esnasında herhangi bir hata yok ise sistemi kayıt edip test cihazını motordan sökünüz.
Gaz analiz cihazı ile eksoz gaz analizini yapmak	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son kontrol olarak sistemin LPG/doğal gaz ile çalışma anında eksoz emisyonlarını kontrol ediniz. ➤ Egzoz emisyon parametrelerinde elde edilen sonuç benzin ile çalışan motorun sonuçlarından daha iyi çıkması gerekmektedir. ➤ Aracın LPG/doğal gaz sisteminde yapılan işlem bittikten sonra öğretmeninize haber veriniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Öğrenme faaliyetinde edindiğiniz bilgileri ölçmeye yönelik Doğru-Yanlış tipi sorular hazırlanmıştır. Bu soruları kendinize uygulayınız.

Sıra No	SORULAR	DOĞRU	YANLIŞ
1	LPG/doğal gaz dönüşümü yapılan enjeksiyonlu araçta benzin olmadan soğuk motor çalıştırılır.		
2	LPG/doğal gaz yakıt rampasında gazın basıncı 0,65–0,85 bar arasında olmalıdır.		
3	Enjeksiyonlu LPG/doğal gaz sisteminde manuel olarak gaz ayarı yapılabilir.		
4	Emilatör, LPG/doğal gazın emme manifoldun emilmesini sağlar.		
5	Motorun çalışması sırasında gerekli gaz miktarı enjeksiyonlu motorda benzin enjektörlerinin açılıp kapanmasına göre ayarlanır.		
6	LPG/doğal gaz yakıt sisteminde meydana gelen elektriksel arızalar aracın göstergelerinde arıza lambasının yanması ile anlaşılabilir.		
7	Enjektör borularının uzunlukları en fazla 15 cm olmalıdır.		
8	Enjeksiyonlu motorlarda mikser kullanılabilir.		
9	Enjeksiyonlu sistemlerde LPG/doğal gaz enjektörlerinden püskürtülen gaz sıvıdır ve emme manifoldunun içinde buharlaşır.		
10	Tam enjeksiyonlu LPG/doğal gaz sistemlerinde rölanti ayarını istediğimiz devire göre ayarlayabiliriz.		

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER

1. Test cihazı ile LPG/doğal gaz sisteminde hangi verileri kontrol edebiliriz?
 - A) Motorun devri
 - B) LPG/doğal gazın regülatördeki sıcaklığı
 - C) LPG/doğal gazın yakıt rampasında basıncı
 - D) Hepsi
2. LPG/doğal gaz sisteminde enjektör rampasında LPG ve doğal gazın basıncın ve sıcaklığını ölçen parçaya ne denir?
 - A) Sensör
 - B) Mikser
 - C) Regülatör
 - D) Hiçbiri
3. Motorun değişik yük ve yol şartlarına göre en iyi karışım miktarını hazırlamak ve bu hazırlanan karışımın en doğru zamanda emme manifolduna iletme için enjektörleri açan üniteye ne denir?
 - A) AFR
 - B) EBD
 - C) ECU
 - D) CNG
4. LPG/doğal gaz sisteminde motoru ilk çalıştırma esnasında geçiş ayarı sırasında motorun devri kaç olmalıdır?
 - A) 1000 devir/dakika motor hızı
 - B) 2000 devir/dakika motor hızı
 - C) 3000 devir/dakika motor hızı
 - D) Hiçbiri
5. LPG/doğal gaz enjektörlerinin çalışma sıcaklığı kaç °C olmalıdır?
 - A) -35 °C ile +120 °C
 - B) -25 °C ile +140 °C
 - C) -15 °C ile +120 °C
 - D) -45 °C ile +150 °C.

MODÜL DEĞERLENDİRME

MODÜL DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarını karşılaştırınız. Yanlış cevaplarınız var ise ilgili konuları tekrar gözden geçiriniz. Soruların hepsini doğru cevapladıysanız diğer öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

Modül faaliyetleri ve araştırma çalışmaları sonunda kazandığınız bilgi ve becerileri ölçme araçları ile ölçülerek modül ile ilgili durumunuzu değerlendiriniz.

DAVRANIŞLAR	EVET	HAYIR
Ayar ve kontrol için atölyeye gelen sürücünün LPG/doğal gaz ile ilgili şikayetini tam dinlediniz mi?		
Aracın LPG/doğal gaz ayar işlemi öncesi gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
Aracın çamurluk, direksiyon ve koltuklarına örtü serdiniz mi?		
Ayar işleminde önce sistemde genel gaz kaçağı kontrolü yaptınız mı?		
Hava filtresi, bujiler ve avans ayarı kontrollerini yaptınız mı?		
Gaz ayrı esnasında egzoz emisyonları değerlerini öğrendiniz mi?		
Karbüratörlü araçlar için rölanti ve yüksek hızlarda gaz ayarını yaptınız mı?		
Enjeksiyonlu motorda gaz ayarından önce sistemin gene kontrolünü yaptınız mı?		
Motorun benzin ile çalışmasında meydana gelen arızanın yerini tespit edip sorunu çözdünüz mü?		
Motor bölmesinde test cihazının takılması gereken konnektör ucunu buldunuz mu?		
Test cihazının motora takılması için gerekli bağlantı kablosunu hazırladınız mı?		
Bağlantı kablosu soketinin konnektör ucu ile tam olarak birleştiğinden emin oldunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Modül değerlendirme verdiğiniz cevapların hepsi evet ise bir sonraki modüle geçmek için ilgililerle temasa geçiniz. Verdiğiniz cevaplarınızda hayır bulunuyorsa modülün ilgili bölümünü hızlı bir şekilde tekrar ediniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	D
4	Y
5	D
6	Y
7	Y
8	D
9	Y
10	Y

PERFORMANS DEĞERLENDİRME 1 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	B
4	A
5	B

ÖĞRENME FAALİYETİ 2 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	Y
4	Y
5	D
6	Y
7	D
8	D
9	Y
10	Y

PERFORMANS DEĞERLENDİRME 2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	B
5	A

KAYNAKÇA

- ÖNCÜL N, **Geleceğin Yakıtları**, Bilim Teknik Dergisi, Temmuz, 1990.
- ÇETİNKAYA Selim, **İçten Yanmalı Motorlarda Doğal Gaz Dönüşümü Uygulaması**, Tesisat Mühendisliği Dergisi, sayı 81,2004.
- **Olgun** LPG Katalogu, Kayseri 2006.
- KAYA Zekeriya, **Benzinli Motorlarda LPG/doğal Gaz Dönüşüm Sistemlerinin İncelenmesi**, Marmara Üniversitesi T.E.F. otomotiv A.B.D. Lisans Tezi, İstanbul 1999.
- www.landi.it
- www.tartariniauto.it
- www.zavoli.com
- www.atiker.com
- www.olgungrup.com