

**DÖRT SİLİNDİRLİ DÖRT ZAMANLI BİR BENZİN MOTORUNDA
MODİFİKASYON PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

Özer Serat SEYMEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞUSTOS 2006
ANKARA**

Özer Serat SEYMEN tarafından hazırlanan DÖRT SİLİNDİRLİ DÖRT ZAMANLI
BİR BENZİN MOTORUNDA MODİFİKASYON PARAMETRELERİNİN
İNCELENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Yakup İÇİNGÜR

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında
Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. M. Sahir SALMAN

Üye : Doç. Dr. Yakup İÇİNGÜR

Üye : Doç. Dr. H. Serdar YÜCESU

Üye : Yrd. Doç. Dr. Selim TÜRKBAŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin TOPAL

Tarih : 28 / 08 / 2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Özer Serat SEYMEN

DÖRT SİLİNDİRLİ DÖRT ZAMANLI BİR BENZİN MOTORUNDA MODİFİKASYON PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Özer Serat SEYMEN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ağustos 2006

ÖZET

Günümüzde motorlu araçlar üzerinde yapılan ve modifikasyon olarak adlandırılan çalışmalarla araç performansları arttırılmaya çalışılmaktadır. Ancak bu çalışmalar akademik düzeyde olmayıp amatör düzeyde kalmaktadır.

Bu çalışmada dört silindirli, dört zamanlı, buji ile ateşlemeli, 1300 cc tek nokta enjeksiyonlu motor kullanılmıştır. Denemeler dinamometre üzerinde, tam gaz kelebek açıklığında değişik devirlerde yapılmıştır. Denemelerde motor modifikasyonlarında kullanılan ve deney motoruna uygun hava filtresi, buji, türbülötör, N₂O kit sistemi kullanılmıştır.

Deneyler sonucunda performans hava filtresinin standart hava filtresine nazaran beklenen güç artışını sağlayamadığı saptanmıştır. Hava akışını düzenleme yoluyla performansta iyileşme sağlanması beklenen türbülötörün test sonuçlarında motor torkunda iyileşme sağlanamamış, aksine tork ve güç değerlerinde az da olsa düşüş görülmüştür ve emisyonlarda da kötüleşme meydana gelmiştir. Çoklu topraklama elektrotlu buji ile yapılan deneylerde standart bujili değerlere göre bir değişme sağlanamamış performansta herhangi bir gelişme görülmemiştir.

N₂O kiti kullanımı ile yapılan deneylerde kuru tip sistem kullanılmış, sonuç olarak tork ve güç değerlerinde %15 ila %40 artış sağlanmıştır.

Bilim Kodu : 708.3.026
Anahtar Kelimeler : Hava filitresi, Buji, Türbülator, N₂O
Sayfa Adedi : 119
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Yakup İÇİNGÜR

**ANALYSE OF MODIFICATION PARAMETERS
IN A FOUR CYLINDER FOUR STROKE
GASOLINE ENGINE
(M. Sc. Thesis)**

Özer Serat SEYMEN

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
August 2006**

ABSTRACT

Now a days on vehicles named as a modifications studies have been done for increasing of performance however in this studies which is not academic level are amateur.

In this study, four cylinders, four cycles, four cycles, with spark ignition, 1300cc single point injection engine was used for tests. Tests were performed on dynamometer at full load and the variable speeds. In this tests were used air filter, spark plug, turbulator and N₂O kit system which were suitable modification conditions for test engine.

The result of the in this test power output didn't increase with performance air filter according to standard air filter. Torque and out put values decreased with turbulator which should have waited for increasing of performance. Also emissions have gone to worse with turbulator. Engine performance was not charged in these tests by multi point ignition spark plug according to standard spark plug.

As results torque and power out put valued were increased to 15%-40% by dry type system which was used with N₂O kit in test.

Science Code : 708.3.026

Key Words : Air filter, Spark plug, Turbulator, N₂O.

Page Number: 119

Adviser : Doç. Dr. Yakup İÇİNGÜR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Doç. Dr. Yakup İÇİNGÜR'e yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Prof. Dr. M. Sahir SALMAN ve Yrd. Doç. Dr. İhsan BATMAZ'a, atölye çalışmalarımda desteğini benden esirgemeyen Arş. Gör. Melih OKUR, Arş. Gör. Tolga TOPGÜL ve Arş. Gör. Fatih ŞAHİN'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşlarım Hazma BİLGİN ve Turgay ERGİN'e ve bana her zaman destek olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	4
3. PERFORMANS ARTTIRICI DÜZENLEMELER (MODİFİKASYON)	18
3.1. Hava Filtresi.....	19
3.2. Emme Manifoldu ve Kelebek Gövdesi.....	24
3.3. Tahliye Supabı.....	26
3.4. Alternatör Şarj Kontrol Sistemi.....	27
3.5 Benzin Regülatörü.....	29
3.6. Egzoz Sistemi.....	30
3.7. Dereceli Eksantrik Milleri.....	32
3.8. Elektronik Kontrol Ünitesinin Programlanması.....	35
3.9. Aşırı Besleme Sistemleri “Turboşarj” ve “Süperşarjlar”.....	39
3.10.Ara Soğutma Sistemleri.....	42
3.11. Su Enjeksiyonu.....	45

Sayfa

3.12. Nitrojen Oksit Sistemi (Nitrous Oxide System).....	46
3.12.1. Nitrojen oksit gazının özellikleri.....	46
3.12.2. Nitrojen gazının elde edilmesinde kullanılan yöntemler.....	47
3.12.3. İçten yanmalı motorlarda nitrojen oksit gazının kullanılması.....	48
3.13. Çoklu Topraklama Elektrotlu Bujiler.....	57
3.14. Termal Bariyer Kaplama.....	59
3.15. Türbülator.....	60
4. MATERYAL VE METOT.....	61
4.1. Materyal.....	61
4.1.1. Deney yeri.....	61
4.1.2. Deney seti.....	61
4.2. Metot.....	69
4.2.1. Deneyin yapılışı.....	69
4.2.2. Hesaplama metotları.....	70
5. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME.....	76
5.1. Motor Torku ve Gücü.....	76
5.2. Özgül Yakıt Tüketimi.....	83
5.3. Egzoz Emisyonları.....	89
5.3.1. CO emisyonları.....	89
5.3.2. HC emisyonları.....	94
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	100
6.1. Sonuçlar.....	100
6.2. Öneriler.....	103

Sayfa

KAYNAKLAR.....	104
EKLER.....	108
EK-1. Deneylerde Elde Edilen Motor Performans ve Emisyon Değerleri.....	109
ÖZGEÇMİŞ.....	119

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Sun 1200 eisyon test cihazı ölçme hassasiyet değerleri.....	63
Çizelge 4.2. Deney motorunun teknik özellikleri.....	64

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Hava filtresinin kademeleri ve hava akışına etkileri.....	20
Şekil 3.2. Standard bir hava filtresi ile performans hava filtresi içinde havanın izlediği yol ve karşılaştığı dirençler.....	22
Şekil 3.3. Alternatör şarj kontrol sistemi ve devre elemanları.....	28
Şekil 3.4. 1.8 16V Ford Escort motorunun standart ve değiştirilmiş eksantrik mili ile yapılan testinden elde edilen güç-devir grafiği.....	33
Şekil 3.5. Dereceli eksantrik mili uygulamasının standart kam profili ile karşılaştırması.....	34
Şekil 3.6. BMW 5.35i V8’de “Superchips” uygulaması sonucundaki güç ve tork artışı.....	39
Şekil 3.7. Turbo şarj sisteminin çalışması.....	41
Şekil 3.8. Ara Soğutucu sistemi devre şeması.....	43
Şekil 3.9. Kuru “dry” tip püskürtme sistemi.....	54
Şekil 3.10. Islak “wet” tip püskürtme sistemi.....	55
Şekil 3.11. Direkt püskürtme sistemi.....	56
Şekil 4.1. Deneyde kullanılan orifis.....	73
Şekil 5.1. Standart bujili ve çift tırnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) bujili motorların devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği.....	76
Şekil 5.2. Standart ve türbülantörli Ford motorunun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği.....	77
Şekil 5.3. Standart hava filtreli ve JR (FC 07005) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği.....	78
Şekil 5.4. Standart hava filtreli ve JR (CR 07301) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği.....	78

Şekil	Sayfa
Şekil 5.5. Standart hava filtreli ve JR (FC 07004) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği.....	79
Şekil 5.6. Standart hava filtreli ve JSV (JR 2600) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği.....	80
Şekil 5.7. Standart hava filtreli ve JSV (JR-1) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği.....	80
Şekil 5.8. Tam yük şartlarında Standart motor ile N ₂ O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı tork-devir grafiği.....	81
Şekil 5.9. Tam yük şartlarında standart motor ile N ₂ O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı güç-devir grafiği.....	81
Şekil 5.10. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N ₂ O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı güç-devir grafiği.....	82
Şekil 5.11. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N ₂ O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı güç-devir grafiği.....	83
Şekil 5.12. Standart bujili ve çift turnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) bujili motorların devre bağlı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği.....	83
Şekil 5.13. Standart ve türbülatoörlü Ford motorunun devre bağlı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği.....	84
Şekil 5.14. Standart hava filtreli ve JR (FC 07005) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği.....	85
Şekil 5.15. Standart hava filtreli ve JR (CR 07301) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği.....	85
Şekil 5.16. Standart hava filtreli ve JR (FC 07004) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği.....	86
Şekil 5.17. Standart hava filtreli ve JSV (JR 2600) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği.....	87
Şekil 5.18. Standart hava filtreli ve JSV (JR-1) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği.....	87
Şekil 5.19. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N ₂ O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı yakıt tüketimi grafiği.....	88

Şekil	Sayfa
Şekil 5.20. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N ₂ O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği.....	88
Şekil 5.21. Standart bujili ve çift tırnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) bujili motorların devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği.....	89
Şekil 5.22. Standart ve türbülatorlü Ford motorunun devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği.....	90
Şekil 5.23. Standart hava filtreli ve JR (FC 07005) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği.....	90
Şekil 5.24. Standart hava filtreli ve JR (CR 07301) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği.....	91
Şekil 5.25. Standart hava filtreli ve JR (FC 07004) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği.....	92
Şekil 5.26. Standart hava filtreli ve JSV (JR 2600) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyon grafiği.....	92
Şekil 5.27. Standart hava filtreli ve JSV (JR-1) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı CO grafiği.....	93
Şekil 5.28. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N ₂ O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği.....	94
Şekil 5.29. Standart bujili ve çift tırnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) bujili motorların devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği.....	94
Şekil 5.30. Standart ve türbülatorlü Ford motorunun devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği.....	95
Şekil 5.31. Standart hava filtreli ve JR (FC 07005) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği.....	96
Şekil 5.32. Standart hava filtreli ve JR (CR 07301) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği.....	96
Şekil 5.33. Standart hava filtreli ve JR (FC 07004) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyon grafiği.....	97

Şekil	Sayfa
Şekil 5.34. Standart hava filtreli ve JSV (JR 2600) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC grafiği.....	98
Şekil 5.35. Standart hava filtreli ve JSV (JR-1) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC grafiği.....	98
Şekil 5.36. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N ₂ O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği.....	99

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Konik bir perfortmans hava filtresi.....	19
Resim 3.2. Performans tipi izolasyonlu bir hava filtresinin araç üzerindeki görünümü.....	22
Resim 3.3. Her silindire ayrı bir kelebek boğazının karbüratörlü tip araçlardaki uygulanişı.....	24
Resim 3.4. Her silindire ayrı bir kelebek boğazının borazan tabir edilen uygulanişı.....	25
Resim 3.5. Her silindire bir kelebek gövdesi uygulanmış bir motor görünüşü.....	25
Resim 3.6. Turbo araçlarında kullanılan tahliye supapları.....	26
Resim 3.7. Tek boğazlı ve dağıtıcı tip tahliye supapları.....	27
Resim 3.8. Performans tipi benzin regülatörü.....	30
Resim 3.9. Egzoz sistemini oluşturan modifikasyon edilmiş arka susturucu.....	31
Resim 3.10. Akışa uygun düzenlenmiş egzoz manifoldu.....	32
Resim 3.11. Dereceli eksantrik milinin görünüşü.....	33
Resim 3.12. Elektronik kontrol ünitesinin (ECU) açık görünüşü.....	36
Resim 3.13. Elektronik kontrol ünitesi kullanılan çip.....	37
Resim 3.14. Turbo şarj sistemi.....	41
Resim 3.15. Su enjeksiyon sistemi parçaları.....	45
Resim 3.16. Nitrojen oksit sistemi parçaları.....	49
Resim 3.17. Forget tabir edilen pistonun görünüşü.....	54
Resim 3.18. Çoklu topraklama elektrotlu bujiler.....	58
Resim 4.1. P8602 Multi-Cylinder Engine Test dinamometre seti.....	61

Resim	Sayfa
Resim 4.2. Sun 1200 egzoz gaz ölçüm cihazı.....	62
Resim 4.3. JR (FC-07005) marka hava filtresi.....	65
Resim 4.4. JR (FC-07301) marka hava filtresi.....	65
Resim 4.5. JR (FC-07004) marka hava filtresi.....	66
Resim 4.6. JSV (JR 2600) marka hava filtresi.....	66
Resim 4.7. JSV (JR-1) marka hava filtresi.....	67
Resim 4.8. Türbülötör.....	67
Resim 4.9. Lancia (NGK BKR6EKC) marka bujinin iki görünüşü.....	68
Resim 4.10. Nitrojen oksit sistem parçaları.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
B	Birim zamandaki yakıt tüketimi (kg/h)
be	Özgül yakıt tüketimi (g/kWh)
d	Ventüri çapı (mm)
D	Silindir çapı (mm)
h	Manometreden okunan değer (mm)
H	Kurs boyu (mm)
K_d	Tork düzeltme faktörü
Md	Dinamometreden okunan tork değeri (Nm)
Me	Düzeltilmiş motor torku (Nm)
n	Motor devri (min ⁻¹)
Ne	Motor gücü (kW)
P	Deney ortam basıncı (kPa)
Q_g	Hava akış miktarı (lt/d)
Q_t	Hava akış miktarı teorik (lt/d)
t	Yakıt akış süresi (s)
T	Deney ortam sıcaklığı (K)
V_h	Bir silindirin hacmi (mm ³)
η_v	Volümetrik verim (%)
Kısaltmalar	Açıklama
CO	Karbon monoksit
HC	Hidro karbon
N₂O	Dinitrojen monoksit
Ö.Y.T	Özgül yakıt tüketim

1. GİRİŞ

Günümüzde otomotiv teknolojilerinin gelişimi ile birlikte motor sporları gün geçtikçe daha çok bireyin ilgisini çeker hale gelmiştir. Bu gelişim motor sporlarının çeşitliliğini de sağlamıştır. Büyük firmaların katılımlarıyla gerçekleşen yarışların yanı sıra bireysel katılımlarla gerçekleştirilen yarışlar da büyük ilgi görmektedir. Özellikle kalkış yarışları gibi bireysel olarak gerçekleştirilen pist yarışlarında yarışçılar, sıradan araçlarının motor ve diğer aksamalarında değişiklik yaparak yarışlara katılabilmektedirler. Fakat bu değişikliklerin motorun performansının artırılmasında ne kadar getirisinin olduğu bilinmemektedir. Ayrıca yapılan değişikliklerin yakıt sarfiyatı, emisyon gibi değerlerin yanı sıra motor üzerindeki mekanik ve termal yükleri ne ölçüde arttırdığı akademik olarak incelenmemiştir.

İçten yanmalı motorlar; Otto'nun (1876), Diesel'in (1897) yaptığı motorlardan bu yana teknolojiye kaydedilen ilerlemeye paralel olarak geliştirilerek kullanılmaya devam edilmektedir. Günümüzde yapılan çalışmalar motorun komple tasarımını düzenleme, yeni teknolojiler geliştirmenin yanında eldeki sistemlerin daha etkili ve verimli kullanılmasını sağlama yönünde gerçekleşmiştir. Bu şekilde çalışmalara hız verilmesi, çalışılan konunun daha çabuk sonuçlanmasını ve motora etkisinin en iyi şekilde gözlemlenmesini sağlamıştır.

Motorda kullanılan sistemlerin gelişmesi ve malzemecilikte gerçekleşen buluşlar sayesinde yakıt sarfiyatı, boyut, ağırlık, ilk alım maliyetleri gibi parametrelerin azalmasının yanı sıra motor net çıkış gücü, güvenilirlik ve ömürlerinin artışı sağlanmıştır. Bunların en iyi şekilde değerlendirilmesini sağlayabilmek için kullanacağımız işe uygun motoru seçiminde, seçim kararını alırken motorun iki veya dört zamanlı oluşu, yakıt cinsi emişin normal veya aşırı doldurmalı oluşu gibi seçenekleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çerçevede kullanacağımız işe uygun, optimizasyonu en doğru şekilde belirlenmiş motorun kullanılması sınırlı ve pahalı olan enerji kaynaklarının en verimli düzeyde kullanılmasına olanak verecektir.

Optimizasyon çalışmalarında en çok üzerinde düşünölen konulardan biri kayıpların azaltılmasıdır. Silindire hava emilmesi ve egzoz gazlarının dışarı atılması sırasında karşılaşılan dirençler enerji kaybına neden olmaktadırlar. Manifoldların ve hava kanallarının şekil yapısı yanında iç yüzeylerin şekli, pürüzlölüğü, malzemesi ve hava akışının normal veya türbölanslı oluşu bu direncin miktarını etkilemektedir. Kullanılan hava filtresinin yapısı da hava akışını engelleyen nedenlerden biridir.

Motorun çalışma parametreleri de motorun optimize edilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Hava/yakıt oranı, sıkıştırma oranı, ateşleme avansı, yakıtın oktan veya setan sayısı (yakıt cinsine bağılı olarak değışir) iyi ayarlanmış bir motor en iyi verimi almamızı sağlayacaktır. Örnek olarak oktan sayısı düşük olan yakıt sıkıştırma oranı yüksek olan motorda detanasyona neden olabilmektedir.

Bahsettiğimiz parametrelerin her devirde en doğru seviyede tutulabilmesi için elektronik kontrol üniteleri kullanılmaktadır. Fakat ECU (elektronik kontrol ünitesi) yazılımları her zaman optimum şartları sağlayamamaktadır. Nedeni ise daha az yakıt sarfiyatının sağlanabilmesi yani taşıtların daha çok şehir içi kullanıma uygun (daha az yakıt sarfiyatı, daha düşük emisyon değeri) yapılmaya çalışılmasıdır.

Yazılımda yapılan değışikliğin mükemmele ulaşabilmesi için motor üzerindeki parçaların da değışken sürüş şartlarında değışkenlik gösterebilir hale getirilebilmesi de çok önemlidir. Bu konuda yapılan araştırmalarda özellikle değışken supap zamanlaması ön plana çıkmış ve günümüzde pek çok marka tarafından uygulanır hale gelmiştir.

En iyi çalışma grafiğinin elde edilmesi için motorlar üzerinde yapılan çalışmalarla motorun sınırları test edilerek optimizasyon işlemlerine temel oluşturacak noktalar belirlenmeli, bu temellerin ışığında geliştirmeler planlanmalı ve uygulanmalıdır.

Bir diğeri çalışmada motordan aldığımız performansın yanında gücün de fark edilir bir şekilde arttırılmasıdır. Daha fazla gücün elde edilebilmesi, silindir başına elde

edilen enerjinin artışıyla gerçekleşecektir. Bu ise motorun birim kütlesi başına daha fazla güç üretmesi anlamına gelir.

Silindir başına elde edilen enerjiyi arttırabilmek için buji ile ateşlemeli motorlarda silindirlere daha fazla hava/yakıt alınması gerekmektedir. Daha fazla karışımın silindire gönderilebilmesini ise havayı sıkıştıran veya yoğunlaştıran sistemlerin ve uygun miktarda yakıtı silindirlere gönderebilecek yakıt sistemlerinin gelişimi ile sağlanabilecektir.

Motordan elde edilen gücün arttırılmasına yönelik amatör ve profesyonel firmalar tarafından yapılan çalışmalar ışığında her geçen gün yeni teknikler ve yeni sistemler geliştirilmektedir. Bu sistem ve teknikler uygulamada farklı noktaları ele alsalar da sonuçta performans ve güç artışını amaçlamaktadırlar. Fakat pek çok teknik teoride uygulanabilir ve performans artışına katkı sağlayabilir gibi görülse de uygulamada istenileni verememekte veya motor performansını kötü yönde de etkileyebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı; performans arttırıcı uygulamalardan hava filtresi, buji, türbülötör ve nitrojen oksitli soğutma sisteminin etkili olup olmadığını, olumlu etkisi var ise ne derece etkili olduğunu, uygulama sonucunda çevreyi ne kadar etkilediğini akademik bir çalışma ile ortaya çıkarmaktır.

Çalışma motorlarda performansı arttırmaya yönelik yapılan araştırmaları kapsayan literatür araştırmasına yer verilmiştir. Motor performansını arttırmaya yönelik günümüzde yapılan düzenlemeler hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca deneysel olarak yukarıda sayılan performansa yönelik değişiklikler test edilerek tezin sonunda elde edilen veriler değerlendirilmiş, sonuç ve öneriler kısmında gerekli açıklamalar yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

İçten yanmalı motorlarda hava filtresi kullanımının temel amacı, motora giren hava içerisindeki kirleticileri tutmak ve motor parçalarında oluşabilecek aşınmaların önüne geçmektir. Hava filtresinin kirlenme süresi, taşıtla kat edilen mesafeye ve çalışma süresine bağlı olmayıp, havada bulunan kirletici oranına bağlı olduğundan hava filtresi kirliliğinin zamanında tespit edilmesi gerekmektedir. Bülent Uzun'un yaptığı çalışmada, bir mikro denetleyici (PIC) tarafından kontrol edilen iki basınç sensörü yardımıyla filtre tıkanıklığını tespit eden devre tasarlanmıştır. Ayrıca hava filtresi yüzey alanının etkinliğinin filtre çıkış basıncına, motorun hava tüketimine, volümetrik verime ve turbo basıncına etkileri incelenmiş ve deney sonuçları grafikler halinde verilmiştir [1].

Dizel motorlarında emme manifoldu kesitinin volümetrik verim üzerinde etkisi önemlidir. Egzozdan atmosfere atılan egzoz gazları içerisindeki duman miktarı da yakıtın püskürtülme şeklinden etkilenmektedir. Uğur Zaman'ın çalışmasında direkt enjeksiyonlu dört zamanlı dört silindirli bir dizel motoru kullanılmış ve emme manifoldu kesiti ile yakıt pompası kam profili değiştirilerek volümetrik verim ve egzoz emisyonlarına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Yapılan deneylerde manifold kesitinin değiştirilmesi ile volümetrik verimin maksimum tork devrinde %5 maksimum güç devrinde %4 arttığı görülmüştür. Yakıt pompası kam profilinin değiştirilmesi ile duman miktarının maksimum tork devrinde %53, maksimum güç devrinde %47 azaldığı, motor gürültüsünün ise maksimum tork devrinde 0,7 dBA, maksimum güç devrinde 0,3 dBA azaldığı tespit edilmiştir [2].

Emme ve egzoz supaplarının açılma ve kapanma zamanlarının motorun performansına büyük etkisi vardır. Supap kontrol sistemleri üzerinde yapılan çalışmalarda özellikle emme supabının kontrolü ile yüksek performans değerlerine ulaşıldığı görülmektedir. Can Çınar'ın yaptığı çalışmada, motor işletme parametrelerinin en önemlilerinden biri olan emme supabı zamanlamasının motor performansına etkileri deneysel olarak araştırılmasıdır. Kam profili sabit kalmak şartıyla, emme supabı açılma ve KMA° -30° -20° kapanma zamanları, motorun

orijinal supap zamanlamasına göre 10 KMA rötara alınarak 7 değişik zamanlama değeri için -30° -20° avans ve 10 deneyler yapılmıştır. Bu amaçla, tek silindirli, dört zamanlı, buji ile ateşlemeli bir motor kullanılmış ve bu motorun kam mili özel olarak bu deneyler için imal edilmiştir. Her bir supap zamanlaması için değişik motor devirlerine göre başka volümetrik verim olmak üzere ve buna bağlı olarak motor momenti, motor gücü, yakıt tüketimi ve egzoz emisyonlarında büyük değişiklikler görülmüştür [3].

Supap kontrol sistemleri ile ilgili Ali Akbaş'ın yaptığı diğer bir çalışmada, değişken supap zamanlaması sistemlerine alternatif bir sistem protatipi hazırlanmış, emme supabı açılma miktarı ve zamanlaması değiştirilerek motor performansına olan faydaları incelenmiştir. Deney motorunun orijinal supap zamanlamasına göre 10^0 KMA aralıklarla üç avans ve üç rötara olmak üzere değişken emme supabı zamanlaması deneyleri yapılmıştır. Aynı zamanda motorun orijinal emme supabı kalkma miktarı da 0,5 mm aralıklarla azaltılarak sekiz değişken emme supabı kalkma miktarı deneyleri yapılmış ve motorun volümetrik verimi, torku, gücü, özgül yakıt tüketimi ve egzoz emisyonlarına olan etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak emme supabı kalkma miktarı azaldıkça orijinal supap kalkma değerine göre düşük devirlerde daha iyi performans değerleri vermiştir. Emme supabı zamanlaması avansa alındığında düşük devirlerde rötara alındığında ise yüksek devirlerde orijinal zamanlama değerinden daha iyi performans değerleri vermiştir [4].

Dolgunun ve performansın arttırılabilmesi için yapılan bir başka işlem ise aşırı doldurma sistemlerinin gelişmesi ile sağlanabilmektedir. Yakup İcingür'ün yaptığı çalışmada mekanik ve turbo aşırı doldurma sistemlerine alternatif olarak geliştirilen ve egzoz gazlarındaki basınç darbelerini kullanan bir basınç dalga makinesinin tasarım ve prototipi gerçekleştirilmiş ve bu prototipin uygulanabilirliği 4 silindirli, ön yanma odalı 1753 cc'lik Ford marka bir dizel motorunda test edilmiştir. Deneylerde, basınç dalga makinesinin çalışmasında etkili olan parametreler incelenmiş ve deney motorunun belirli hızlarında basınç dalga makinesi ile optimum hız oranları için eşleştirme gerçekleştirilmiştir. Deneylerde değişik motor hızları için motor gücü ve torku, dolgu sıcaklık ve basıncı, egzoz sıcaklık ve basınçları, yakıt tüketimi,

silindirlere akan akışkan debisi, egzoz emisyonları gibi değerler ölçülmüştür. Deneyler sonunda basınç dalga makinesinin tasarımında önemli olan değişkenler belirlenmiştir. Ayrıca basınç dalga makinesinin bir dizel motoruyla eşleştirilmesindeki esaslar ortaya konmuş ve basınç dalga makinesinin motor performansı ile emisyonlara etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Sonuçta optimum hız oranlarının sağlandığı durumlarda, basınç dalga makinesinin, değişik motor hızlarında iyi bir performans gösterdiği deneysel verilerle ispatlanmıştır. Keza başarılı bir aşırı doldurma işleminin sonucu olarak partikül emisyonlarında da iyileşme görülmüştür [5].

Benzin motorlu taşıtlarda yakıt ekonomisini iyileştirme çalışmaları her geçen gün önem kazanmaktadır. Otomobillerin kullanım ömürlerinin büyük bir kısmı şehir içi trafiğinde geçtiğinden şehir içi çalışmasında yakıt ekonomisini iyileştirme çalışmaları yoğunlaşmıştır. Şehir içi seyir çevriminde, motor daha çok kısmi yüklerde çalışmaktadır. Kısmi yüklerde volümetrik verim düşük olduğundan, sıkıştırma oranı 8/1 olan bir motorda gerçek sıkıştırma oranı 3/1–4/1 gibi değerlere düşmekte ve motor verimi azalmakta, yakıt sarfiyatı artmaktadır. Kısmi yüklerde yüksek sıkıştırma oranlı çalışmayla motor performansı artırılabilir. M. Bahattin Çelik'in yaptığı çalışmada buji ile ateşlemeli, dört zamanlı, tek silindirli, hava soğutmalı, sıkıştırma oranı 5/1 olan bir motorun sıkıştırma oranı değişken hale dönüştürülmüş ve değişken sıkıştırma oranının kısmi yüklerde motor performansına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Standart motoru, değişken sıkıştırma oranlı motora (DSOM) dönüştürmek için yardımcı yanma odalı silindir kapağı kullanılmıştır. DSOM'un sıkıştırma oranı 4/1 ile 10/1 arasında değişebilecek şekilde tasarlanmış ve motor çalışırken sıkıştırma oranının değiştirilebilmesi sağlanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarla DSOM ile standart motorun karşılaştırması yapılmıştır. DSOM ile özellikle kısmi yüklerde özgül yakıt tüketiminde önemli iyileşmeler elde edilmiştir. DSOM'un kısmi yüklerdeki özgül yakıt tüketimi, standart motora göre kısmi yük-yüksek hız durumunda %29 azalmıştır. Ayrıca DSOM ile çalışmada standart motora göre CO emisyonlarında yaklaşık %10 azalma elde edilirken, HC emisyonlarında yaklaşık %25 artış kaydedilmiştir. Bazı işletme

parametrelerinin kritik sıkıştırma oranına etkileri de araştırılmış; ateşleme avansı ile motor yükü artışının kritik sıkıştırma oranını azalttığı belirlenmiştir [6].

Buji ile ateşlemeli motorlarda, gerçek sıkıştırma oranı silindire alınan dolgu miktarına göre değişkenlik gösterdiğinden, geometrik olarak tasarlanan sıkıştırma oranı ancak tam gaz ve tam yük şartlarında gerçek sıkıştırma oranı olarak elde edilmektedir. Bu durum buji ile ateşlemeli motorlarda performansın ve yakıt ekonomisinin iyileştirilmesi için silindir dolgu miktarına göre değişken sıkıştırma oranını gerekli kılmaktadır. Kısmi yüklerde yanma veriminin, yakıt ekonomisinin ve emisyonların iyileştirilmesi için sıkıştırma oranının artırılması, motorun yüksek yük ve düşük hız şartlarında ise olası vuruntu ve sert çalışmayı önlemek için sıkıştırma oranının bir miktar azaltılması gerekmektedir. Yakup Sekmen'in yaptığı çalışmada, buji ile ateşlemeli, dört zamanlı, tek silindirli ve sıkıştırma oranı 4,6/1 olan bir motorun sıkıştırma oranı değişken hale dönüştürülmüş ve sıkıştırma oranı değişiminin motor performansı ve egzoz emisyonlarına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Standart motoru, değişken sıkıştırma oranlı motora dönüştürmek için silindir aşağı-yukarı hareket ettirilmiştir. Sıkıştırma oranı değişken hale dönüştürülen motorun sıkıştırma oranı 5/1 ile 13/1 arasında değiştirilebilmektedir. Sıkıştırma oranının 5/1'den 11/1'e yükseltilmesiyle kısmi yüklerde özgül yakıt tüketiminde %39'a kadar iyileşme elde edilmiştir. Aynı sıkıştırma oranı aralığında CO emisyonlarında %29'a kadar azalma elde edilirken, HC emisyonlarında maksimum %25 artış belirlenmiştir. Ayrıca, sıkıştırma oranının ateşleme avansı, hava-yakıt oranı ve egzoz gaz sıcaklığına etkileri incelenmiştir [7].

Benzin motorlarında hava yakıt karışımını ateşlemek için çeşitli ateşlemek sistemleri kullanılmaktadır. Değişik ateşleme sistemlerinin motor performansına etkileri de farklı olmaktadır. M. Sahir Salman'ın yaptığı çalışmada, yaygın olarak kullanılan ateşleme sistemlerinin kıvılcımın enerjileri ve gerilimleri incelenmiştir. Karşılaştırmalı olarak yapılan deneysel çalışmalarda küçük endüktanslı ve dirençli bobin seçilmesi durumunda, manyetik kumandalı sistemlerin daha etkili ateşleme yapabilecekleri belirlenmiştir [8].

Can Başkurt'un yaptığı çalışmada ise, mevcut klasik sistemlerin ve günümüzde kullanılmakta olan elektronik ateşleme sistemlerinin yerli yapım bir motor üzerindeki yakıt tasarrufuna muhtemel katkısını araştırılmasını amaçlamaktadır. Çalışmaların birinci aşamasında bir yandan konuyla ilgili mevcut literatür araştırılırken diğer taraftan temin edilebilen üç değişik elektronik ateşleme sistemi eldeki motora adapte edilerek deney düzeneği deneylere hazırlanmıştır, ikinci aşamada ateşleme sistemleri mevcut dört silindirli 1600 cc/HC'lik motora bağlanarak değişik çalışma koşullarında motorun tükettiği yakıt miktarları ölçülmüştür. Ölçülerin değerlerinin grafiği çizilip grafiklerden ortalama yakıt tasarrufları bulunmuştur. Çalışmaların içerdiği deneyler sonucunda, elde edilen ortalama yakıt tasarrufu değerleri platinli elektronik sistem ile min.%1,796 ve mak.%4,76, platinsiz elektronik sistemler ile ise min.%6,04 ve mak.%10,89 civarında olmuştur [9].

Manyetik alan yaratıcı aparatların yakıt içindeki hidrokarbon zincirlerini parçalayarak, para hidrojenin daha yüksek enerjili orto hidrojene dönüşümüne yardımcı oldukları iddia edilmektedir. Manyetik alan yaratıcı aparatların etkisiyle meydana gelen bu dönüşüm sayesinde yanma verimliliğinin arttığı egzoz emisyonlarının ve yakıt tüketiminin azaldığı ve motor performansının arttığı öne sürülmektedir. S. Emre Usta'nın yaptığı çalışmada benzinli bir motorun yakıt borusu üzerine monte edilen manyetik alan yaratıcı aparatın motor performansına ve egzoz emisyonlarına etkisi incelenmiştir. Deneylerde 4 zamanlı, 4 silindirli, buji ateşlemeli, karbüratörlü Ford marka motor kullanılmıştır. İlk olarak motora manyetik alan yaratıcı aparat monte edilerek farklı ateşleme avansı değerlerinde (4°, 6°, 8°, 10°) motor performansı ve egzoz emisyonları incelenmiştir. Daha sonra manyetik alan yaratıcı aparat sökülerek farklı ateşleme avansı değerlerinde (4°, 6°, 8°, 10°) motor performansı ve egzoz emisyonları incelenmiştir. Motor performansı deneyleri tam açık gaz keleşbeği konumunda yapılmıştır. Manyetik alan yaratıcı aparatlı ve manyetik alan yaratıcı aparatsız olarak elde edilen sonuçlar 4°, 6°, 8° ve 10° ateşleme avansı değerlerinde karşılaştırmalı grafikler halinde verilmiştir. Egzoz emisyonlarının davranışı belirlemek için yapılan deneylerde ise manyetik alan yaratıcı aparat takılı olarak motor 2400 dev/dak sabit hızda çalıştırılmış ve %100-%0 (yüksüz) konuma kadar %20 yük aralıklarında katalitik konvertör öncesinde ve

katalitik konvertör sonrasında 4° , 6° , 8° ve 10° ateşleme avansı değerlerinde ölçümler yapılmıştır. Daha sonra manyetik alan yaratıcı aparat sökülerek ölçümler tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı grafikler halinde verilmiştir. Ayrıca, katalitik konvertörün dönüştürme verimi incelenmiştir. Sonuçlar grafikler halinde verilmiştir. Manyetik alan yaratıcı aparat incelenen ateşleme avansı değerlerinde (4° , 6° , 8° , 10°) motor performans parametrelerine azaltıcı ve artırıcı yönde etki etmiştir. Manyetik alan yaratıcı aparatın bu etkisinin sürekli yönde olmadığı belirlenmiştir. Manyetik alan yaratıcı aparat CO ve HC emisyonlarına incelenen ateşleme avansı değerlerinde (4° , 6° , 8° , 10°) azaltıcı ve artırıcı yönde etki etmiştir [10].

Buji ile ateşlemeli motorlarda kullanılan yakıt enjeksiyon sistemleri de motor performansının artışını sağlayan diğer bir unsurdur. Fatih Erdoğan'ın yaptığı çalışmada teknolojik gelişim sırasına göre araştırılmıştır. Jetronik Yakıt Enjeksiyon Sistemleri genel olarak incelenmiş olup daha çok Motronik, M-Motronik, ME-Motronik ve MED- Motronik Yakıt Enjeksiyon Sistemleri üzerinde durulmuştur. Deneyler, Motronik Yakıt Enjeksiyon Sistemi üzerinde, motorun çalışma şartları dikkate alınarak yapılmıştır. Motorun, rölantideki ısınma sürecinde, yük altında hızlanmasında, gaz keleşinin değışik açıklıklarında ve çeşitli yükler altında, enjeksiyon süreleri, püskürtülen yakıt miktarı ve hava/yakıt oranı ölçülmüştür. Sonuçlar, deneysel ve teorik olarak karşılaştırılmıştır [11].

Tolga Topgöl'ün yaptığı çalışmada ise; tek silindirli direkt püskürtmeli bir dizel motorunda statik enjeksiyon avansı ile enjeksiyon basıncının motor performansına ve egzoz emisyonlarına etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Çeşitli statik enjeksiyon avansı ve enjeksiyon basıncı değerlerinde yapılan deneylerde, belirli bir noktada motor momentinin en yüksek değerini aldığı, fren özgül yakıt tüketiminin azaldığı ve emisyonların kabul edilebilir bir seviyede gerçekleştiği görülmüştür. Ayrıca, statik enjeksiyon avansı ve enjeksiyon basıncına bağılı olarak silindir içersine sürülen toplam ısı enerjisinin, efektif olarak alınan enerji ve kayıp enerjilere dönüşen miktarları deneysel olarak incelenmiştir [12].

Taşıtlarda değişik yük ve çalışma koşullarında, motorlarda meydana gelen parça sürtünmeleri, motor parçalarının çabuk aşınmasına ve bozulmasına neden olmaktadır. Parça deformasyonuna bağlı olarak motor karakteristikleri de değişmekte bu ise motor performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Yakup İçingür'ün yaptığı araştırmada, motor yağlayıcılarına eklenen değişik guruplardaki özel katıkların motor performansına, yakıt tüketimine ve motor yağı viskozite değişimlerine, etkileri araştırılmıştır. Karşılaştırmalı olarak yapılan deneysel çalışmalarda özel katıkların motor yağlarında kullanılmasının, yakıt ve yağ ekonomisine viskozite kararlılığı açısından yararlı olabileceği belirlenmiştir [13].

Motor ve makine parçalarının uzun süre arıza yapmadan ve aşınmadan çalışabilmeleri için bakımlarının zamanında ve sistemli şekilde yapılması gerekmektedir. Otomobil firmaları ürettikleri motorlarda kullanılmasını tavsiye ettikleri yağları ve bunların kullanım periyotlarını vermektedirler. Buna rağmen piyasada çok çeşitli marka ve özelliklerde motor yağları bulunmakta ve bunlara her geçen gün yenileri ilave edilmektedir. Mutlu Sümer'in yaptığı çalışmada, motorlarda yağ kullanım sürelerinin, yağ özelliklerinin değişimine ve motor performansına etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Çeşitli otomobillerden alınan değişik marka ve kullanım süresine sahip yağların viskozite değişimleri, katkı maddelerinin durumu, ışık geçirgenliği ve tortu miktarları, aşınma metali miktarları tespit edilmiş ve yağ numuneleri tek silindirli, dört zamanlı, buji ile ateşlemeli bir motorda test edilerek kullanılmış yağların performansa etkileri araştırılmıştır. Deney sonuçları tablolar halinde verilmiştir [14].

Ö. S. Ceylan'ın çeşitli yağ katıklarının yağ viskozitesi ve motor performansına etkileri üzerinde yaptığı çalışmalar neticesinde (motorun çalışma sıcaklığında) yağlamanın en iyi şekilde yapılmasının sürtünmeleri minimize ederek güç kaybını azalttığı dolayısıyla performansa arttırıcı yönde katkıları olduğu gözlenmiştir. Buna göre:

1. düşük sıcaklıklarda katkılı yağların sürtünme momentini arttırıcı etkisi görülmüştür.

2. artan sıcaklıkla birlikte katkılı yağların katkısız yağa oranla viskozitelerinin daha çok azaldığı görülmüştür.

3. 80⁰ C yağ sıcaklığından sonra motorda sınır sürtünme şartlarının oluştuğu, bu durumda katkısız yağın sürtünme momentini arttırdığı fakat katkılı yağların sürtünmeyi azalttığı görülmüştür.

4. katkılı yağların katkısız yağa göre motor gücünü artırıcı etkisi görülmüştür.

Performansı arttırmak için yapılan araştırmaların bir diğer bölümünü de alternatif yakıt araştırmaları oluşturmaktadır. Bu çalışmalar performansın artırılmasının yanı sıra emisyonların azaltılmasını da hedeflenmektedir[15].

Motorlu taşıtlarda kullanılan fosil kökenli yakıtların, egzoz emisyonları ve mevcut rezervler bakımından yeterli olmadığı açıktır. Bu sebeple taşıtlarda kullanılabilecek yeni alternatif yakıtlara ihtiyaç vardır. Bu alternatif yakıtlardan birisi de doğada bol miktarda bulunan, geleneksel yakıtlara göre motorlardan daha yüksek güç elde edilmesini sağlayan ve çevreye olumlu etkileri olan hidrojenidir. Ahmet Murcak'ın yaptığı çalışmada tek silindirli, dört zamanlı, hava soğutmalı bir dizel motoru üzerinde motorin ve motorin-hidrojen karışımları yakıt olarak denenmiştir. Hidrojen, karıştırıcı vasıtasıyla motorun emme manifoldundan belirli oranlarda verilmiştir. Deneyler tam yük şartlarında yapılarak, sonuçlar her iki yakıt için karşılaştırılmıştır. Deneyler sonucunda, dizel motoruna hidrojen ilavesinin motorun volümetrik verimini kötüleştirdiği ve motorun vurunutulu çalışmasına sebep olduğu görülmüştür. Bu sebeple hidrojenin dizel motorlarında ilave yakıt olarak kullanılmasının uygun olmadığı kanaatine ulaşılmıştır [16].

Hidrojen, buji ile ateşlemeli motorlarda kendi başına veya benzin ile birlikte kullanılabilen alternatif bir yakıttır. Buji ile ateşlemeli motorlarda hidrojen kullanımı yanma sürecini iyileştirir ve egzoz emisyonlarını azaltır. H. Mustafa Yıldırım'ın yaptığı deneysel çalışmada tek silindirli 4 zamanlı buji ile ateşlemeli motorda herhangi bir değişikliğe gidilmeden ek yakıt olarak hidrojen kullanılmış ve egzoz

emisyonları ile motor performansına etkileri incelenmiştir. Stokiyometrik oran değiştirilmeden emme manifoldundaki hava-yakıt karışımına belirli oranlarda (%4, %8, %12) hidrojen eklenmiştir. Deneyler tam gaz kelebek açıklığında ve değişik devirlerde yapılmıştır. Motorda ek yakıt olarak hidrojen kullanılmasıyla karbon monoksit ve hidrokarbon emisyonları ile birlikte özgül yakıt tüketimi volümetrik verim, motor momenti ve çıkış gücü de azalmıştır [17].

Taşıt sayılarındaki artışa bağlı olarak fosil yakıtlardaki azalma, bilim adamlarını alternatif yakıt arayışlarına itmektedir. Günümüzde yakıtlarda düşük maliyet, kolay depolanma, rezervlerin uzun ömürlülüğü, performans ve özellikle de çevre kirliliğine olan azaltıcı etkisine uygun olarak yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmıştır. Taşıtlarda kullanılan yakıtlar katıdan sıvıya ve sıvıdan da gaza geçmektedir. E. İshak Yıldız'ın yaptığı deneysel çalışmada, belirtilen bu durum göz önüne alınarak iki farklı gaz (LPG ve Hidrojen) yakıt kullanılmış ve bunların değişik oranlarda benzin motoruna verilmesiyle motor performansı ve en önemlisi çevre üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre motor performansının olumlu yönde etkilenmediği ancak HC ve CO emisyonları yönünden iyileşme olduğu gözlemlenmiştir [18].

Recep Altın'ın yaptığı çalışmada ise, içten yanmalı motorlarda doğal gazın yakıt olarak kullanılmasında karşılaşılan problemler incelenmiş ve bu maksatla bir dizel motorunda doğal gaz yakıtıyla birlikte, pilot dizel yakıtı kullanılarak, motor karakteristiklerine etkisi değerlendirilmiştir. Deney sonuçları, optimum devir sayılarında ve yüklerde çift yakıtlı çalışmanın dizel çalışmasından daha ekonomik olduğunu göstermiştir. Doğal gazın yüksek basınçta sıvı halde depolanması problemi olduğundan, taşıtlarda kullanılması bu problemin çözülmesine bağlıdır. Ancak, doğal gaz boru hattının geçtiği yerlerdeki sabit tesis dizel motorlarında, uygulama kolaylığı nedeniyle kullanılabilir bir alternatif yakıt olduğu söylenebilir [19].

M. Bahattin Çelik'in yaptığı çalışmada, metanol ve değişik metanol—benzin karışımlarının yakıt olarak kullanılmasında karşılaşılan problemler ve bu yakıtların motor performansı ile egzoz emisyonlarına etkileri incelenmiştir. Benzin ile

metanolün karıştırılması sırasında ortaya çıkan faz ayrışması sorunu, geliştirilen çift şamandıralı bir karbüratörle çözümlenmiştir. Deney sonuçları, karışımdaki metanol yüzdesi arttıkça motor gücünün arttığını, benzin yerine metanol kullanıldığında güçte %10 kadar artış sağlandığını göstermiştir. Karışımdaki metanol yüzdesinin artması, benzinle kıyaslandığında yakıt tüketimini artırmış, ancak özgül enerji tüketimi açısından daha iyi sonuçlar vermiştir. Karışımdaki metanol yüzdesi arttıkça HC ve CO emisyonları azalmış, fakat saf metanollü çalışmada HC'ların arttığı görülmüştür. Deney sonuçları, değişik metanol-benzin karışımlarının benzinli motorlarda fazla bir değişiklik gerektirmeden kullanılabileceğini göstermektedir [20].

Etanol, alternatif yenilenebilir bir yakıt olarak çeşitli tarımsal ürünlerden elde edilebilmektedir. Oksijenli yakıt olarak etanolün is, CO ve SO₂ emisyonları üzerine iyileştirici etkisi nedeniyle alternatif yakıt olabilecektir. Etanol-dizel yakıtı karışımları, motorda herhangi bir değişiklik yapılmadan pratik olarak uygulanabilmektedir. Standart dizel yakıtına (No 2 D) etanol karıştırılması ile değişen karakteristikleri (ısıl değeri, yoğunluğu ve setan sayısı) ile motor çalışma parametrelerini, yanma işlemini ve emisyonları değiştirmektedir. Homojenliği, soğukta akış özellikleri, uçuculuğu, anti korozyon özellikleri ise yakıt karışımının kalitesini belirleyen en önemli özellikleridir. Özer Can'ın yaptığı çalışmada, No 2 D yakıtına (hacimsel oranda %10, %15, %20) etanol katkısının 4 zamanlı, dört silindirli turbo şarjlı ön yanma odalı (IDI) bir dizel motorunda farklı yakıt enjeksiyon basınçlarında (100, 150, ve 250 bar) motor performansı ve egzoz emisyonlarına etkisi incelenmiştir. No 2 D yakıtına etanol katkısının düşük eşdeğerlik oranındaki egzoz emisyonlarının değişimini değerlendirebilmek için farklı yüklerde de (%100, %75 ve %50) deneyler yapılmıştır. Yakıt karışımlarının homojenliğini ve stabilizesini sağlayabilmek için karışıma %1 oranında izopropanol eklenmiştir. DeneySEL bulgulara göre; etanol-dizel yakıtı karışımları ile CO, is ve SO₂ emisyonları azalırken NO_x emisyonlarında artış olmakta ve motor gücünde ise (%10 etanol için) %12,5 ve (%15 etanol için) %20 azalma olmaktadır. Enjeksiyon basıncının artırılması ile özellikle 1500 – 2500 min⁻¹ motor hızları arasında dizel yakıtına göre CO ve is emisyonlarında azalma meydana gelirken motor performansı olumsuz etkilenmiştir. Tam yükteki etanol katkısının emisyonlar üzerine iyileştirici etkisi,

kısmi motor yüklerinde düşük eşdeğerlik oranından dolayı daha az oranda gerçekleşmiştir [21].

Mutlu Sümer'in yaptığı çalışmada ise dört zamanlı ve tek silindirli bir benzin motorunda alternatif yakıtlardan etanol ve değişik etanol-benzin karışımlarının kullanılabilirliği, motor performansına ve egzoz emisyonlarına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Etanol ile benzinin karıştırılması esnasında faz ayrışması problemi ortaya çıkmıştır. Ayrıca saf etanol ile çalışmada, karbüratörden bir çevrimde sevk edilen yakıtın yetersiz olduğu ve motorun çalıştırılmadığı tespit edilmiştir. Faz ayrışmasını önlemek için çift karbüratör bağlanan bir manifold imal edilmiş ve ayrı ayrı hazırlanan yakıtlar manifoldta karıştırılarak silindire sevk edilmiştir. Deneylerde saf etanollü çalışma ile elde edilen motor gücü, benzin ile elde edilen motor gücünden düşük çıkarken, etanol-benzin karışımlarında benzin miktarı arttıkça, performans değerlerinin arttığı görülmüştür. Karışımdaki etanol yüzdesi arttıkça CO emisyonları azalmış, saf etanollü çalışmada en düşük değerler elde edilmiştir. HC emisyonu ise saf etanollü çalışmada maksimum çıkmış, karışımdaki etanol yüzdesi azaldıkça azalmıştır. Deney sonuçları, karbüratör yapısında yapılacak basit düzenlemelerle bu ikili yakıt sisteminin kullanılabileceğini göstermiştir [22].

Meydana gelen enerji krizleri, çevresel kaygılar ve ayrıca petrole olan bağımlılıkların artması nedeni ile alternatif yenilenebilir enerji kaynakları alanında araştırmalar büyük bir hızla devam etmektedir. Bunlardan bir tanesi de dizel yakıtına alternatif olan biyodizeldir. Ali Keskin'in yaptığı çalışmada kağıt fabrikalarında üretim esnasında yan ürün olarak ortaya çıkan tall yağının, biyodizel ve yakıt katkı maddesi üretiminde kullanımı araştırılmıştır. Ham tall yağı distile edilerek reçine ve yağ asitlerine ayrılmıştır. Tall yağı yağ asitlerinden metil ester (Biyodizel) üretilip, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Tall yağı reçine asitleri NiO, MoO₃, MgO, MnO₂ ve Co₃O₄ bileşikleriyle reaksiyona sokularak metalik yakıt katkı maddeleri sentezlenmiştir. Tall yağı metil esterinin dizel yakıtı ile %60 oranındaki karışımına, metalik yakıt katkı maddeleri 4 µmol/l, 8 µmol/l ve 12 µmol/l oranlarında dozlanarak deney yakıtları elde edilmiştir. Katkı maddeleri biyodizel yakıtların yakıt özelliklerinde iyileşmeler sağlamıştır. Deney yakıtları tek silindirli modifiye

edilmemiş bir dizel motorunda tam yük şartlarında denenerek performans ve emisyon değerleri belirlenmiştir. Deney yakıtları tork ve güç değerlerinde dizel yakıtı değerlerine göre artış eğilimleri göstermiştir. Özgül yakıt tüketimim değerleri büyük oranda deney yakıtlarının ısı değerlerine bağlı olarak artışlar göstermiştir. Emisyon değerlerinde önemli ölçüde iyileşmeler tespit edilmiştir. Deney yakıtları fiziksel ve kimyasal özelliklerinin dizel yakıtı değerlerine yakın olması ile birlikte motor performans ve emisyon sonuçlarındaki iyileşmeler nedeni ile dizel yakıtına alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır [23].

Geleneksel pistonlu motorlarda doğrusal hareket elemanları, sürtünme gücünün artmasına, imalat ekonomisinin kötüleşmesine ve titreşime sebep olmaktadır. Silindir çapına göre küçük olan emme ve egzoz supapları da volümetrik verimin düşmesine neden olur. Çevrim başına düşen iş sayısının arttırıldığı iki zamanlı motorlarda ise özgül yakıt tüketiminin artış oranı litre gücünün artış oranından daha yüksek olmaktadır. Nadir Aksoy'un yaptığı çalışmada, krank mili, kam mili ve supap mekanizması kullanılmayan alternatif bir içten yanmalı Eliptik Motor tasarımı yapılmış ve prototipinin imalatı gerçekleştirilmiştir. Motorun, üç boyutlu katı modelleme ve simülasyon işlemleri 3D Studio Max 5.1. programında gerçekleştirilmiştir. Komple ve detay resimleri Corel DRAW 11 programında çizilmiştir. Eliptik Motor, 4 zamanlı Otto çevrimi esasına göre çalışmaktadır. İlk prototip imal edilmiş ve motorun çalışabilirliği sağlanmıştır. İmal edilen ilk prototipin çalışması ile ilgili sorunlar belirlenmiştir. Bu sorunların giderilmesi ile ikinci prototipte imalat ekonomisi, mekanik verimin arttırılması ve özgül yakıt tüketiminin azaltılması gibi avantajların sağlanabileceği anlaşılmıştır. Ayrıca motorun patent başvurusu yapılmıştır [24].

Y. Önder Özgören'in yaptığı çalışmada, dizel motorlarından kaynaklanan egzoz emisyonlarının oluşumu, türleri ve azaltılma yolları araştırılmış, partikül emisyonunu azaltan bir filtre tasarlanarak, prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. Prototip filtre, altı silindirli sıra tipi bir dizel motoruna monte edilerek, filtrenin motor performansına etkileri ve egzoz emisyonlarındaki değişimler incelenmiştir. Araştırma sonuçları, partikül tutucu elemanların sayısının artırılması ve elektrostatik yükleyici ünitenin

Çalışma voltajının yükseltilmesiyle, filtrenin daha verimli bir şekilde çalışabileceğini ve dizel motorların da kullanılabileceğini göstermektedir [25].

Emre Aytav'ın yaptığı çalışmada, enjeksiyonlu, buji ile ateşlemeli, dört zamanlı ve tek silindirli bir benzin motorunda çeşitli çalışma parametrelerinin hidrokarbon, karbon monoksit emisyonu oluşumu ve motor performansına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deneylerde motor devri, ateşleme avansı, hava fazlalık katsayısı, gaz kelebeği açıklığı, emme manifoldu giriş sıcaklığı ve soğutma suyu sıcaklığı değişken parametreler olarak seçilmiştir. İncelenen parametrenin dışındaki diğer parametreler sabit tutularak deneyler yapılmıştır. Deneylerde hava fazlalık katsayısının artması ile hidrokarbon ve karbon monoksit emisyonlarında azalma, ateşleme avansının artmasıyla hidrokarbon emisyonunda artış gözlenirken karbon monoksit emisyonunda değişim olmamıştır. Gaz kelebeği açıklığına bağlı olarak hidrokarbon ve karbon monoksit emisyonlarında değişim gözlenmemiştir. Emme manifoldu giriş sıcaklığının artması ile karbon monoksit emisyonu azalırken hidrokarbon emisyonu belli bir sıcaklığa kadar azalmış sonra tekrar artış göstermiştir. Soğutma suyu sıcaklığının artışına bağlı olarak, hem karbon monoksit, hem de hidrokarbon emisyonları azalmıştır. Sonuçlar grafik halinde gösterilmiştir [26].

İçten yanmalı motorlar, şehir içi hava kirliliğinin en önemli kaynaklarından birisini teşkil etmektedir. Her geçen gün sayıları artan taşıtlarla birlikte, bu taşıtların sahip olduğu motorların yarattığı evre sorunları da büyümektedir. Gerek motordan maksimum performansın elde edilmesi, gerekse egzoz emisyonlarının ışlah edilmesi için motor silindiri içerisindeki karışım teşkilinin ve yanma işleminin optimum şartlarda yapılması gereklidir. M. Sahir Salman'ın yaptığı çalışmada buji ile ateşlemeli motorlardaki yanma olayına etki eden motor hızı, karışım oranı, ateşleme avansı ve egzoz gazı resirkülasyonu gibi önemli parametrelerin etkinlikleri araştırılmıştır. Deneyler tek silindirli, dört zamanlı, 3600 dev/dak hızda maksimum 4 HP gücünde, L tipi silindir kapağına sahip bir motor üzerinde yapılmıştır. Silindir kapağına iki adet iyonlaşma sensörü, basınç algılayıcı sensör ile üç adet termokupl bağlanarak, sırasıyla, alev cephesinin alev yolunun %40 ve %80'ini kat etme süreleri ile maksimum basınç pozisyonu ve üç ayrı yerden silindir kapak sıcaklığı ayrı ayrı

ölçülmüştür. Testler sırasında 12 Voltluk bir dinamodan dönüştürülmüş bir dinamodan dönüştürülmüş bir dinamometre kullanılmış, motor hızı ve momenti ile yakıt tüketimi ve egzoz emisyon değerleri ölçülmüştür. Motordaki yanma hızı ile performans ve egzoz emisyonları arasında yakın ilişki olduğu tespit edilmiş, stokiyometrik hava-yakıt oranına yakın, fakir karışım oranı ile düşük egzoz emisyonları, yüksek performans ve verimli çalışma elde edilmiştir [27].

İhsan Batmaz'ın yaptığı çalışmada araçlara verilen servis hizmetlerinin etkinlik derecesi araştırılmıştır. Araçlara servis hizmeti verilmeden önce yakıt tüketimi, hava tüketimi, egzoz emisyonları ve motor performansı ölçülmüştür. Bu ölçümler 90 km/h sabit hızda normal yol koşullarını sağlayan şasi dinamometresi üzerinde yapılmıştır. Araçlara servis hizmeti verildikten sonra aynı koşullarda ölçüm işlemleri tekrarlanmış ve ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda araçlara servis hizmeti verildikten sonra yakıt tüketiminde azalma, hava tüketiminde artma, egzoz emisyonlarında ve motor performansında iyileşmeler olduğu belirlenmiştir [28].

Motor tarafından üretilen moment, güç aktarma organları tarafından bir miktar kayıp ile tekerleklerle ulaştırılmakta, lastikler vasıtasıyla araç tahrik momenti oluşmaktadır. Artan devir sayısı ile birlikte tekerleğin yarıçapı artmakta, dolayısıyla dinamik yarıçap (r_d), statik yarıçaptan (r_s) daha büyük olmaktadır. Yarıçap artarken taşıt hızı artmakta; buna karşılık tekerlek çeki kuvveti, çeki verimi ve yuvarlanma direncini azalmaktadır. Tekerlek yarıçapındaki bu değişim, merkezkaç kuvvetlerden, lastikte sürtünme tesiri ile meydana gelen ısının lastik malzemelerine nüfuz etmesinden, lastik basıncı, lastik malzemesi, kamber açısı, lastik temas basıncı gibi etkenlerden ötürü meydana gelmektedir. M. Akif Kunt'un yaptığı çalışmada, rijit bir zemin üzerinde lastik basıncının ve lastik profilinin tekerlek dinamik yarıçapı üzerinde meydana getirdiği değişiklikler incelenmiştir. Bu amaçla tekerlek dinamik yarıçapı ölçüm metodu geliştirilmiştir [29].

3. PERFORMANSINI ARTTIRICI DÜZENLEMELER (MODİFİKASYON)

Modifikasyon otomotiv sektöründe; motorun gücünü artırmak, fren sistemini güçlendirmek, kabin ve karoserde dayanımını ve aerodinamiğini iyileştirici bir takım değişiklikler yapmak, aracı daha süratli hale getirmek, görüntüsü ve hızıyla dikkati çeken bir otomobil haline getirilmek için değişiklikler yapmak anlamına gelmektedir. Neredeyse motorun üretimiyle birlikte gelişmeye başlayan modifikasyon işlemi, günümüzde bir sektör haline gelmiştir. Tabi boyutları da teknolojiye paralel olarak gelişmektedir. Artık modifikasyon denildiğinde akla; otomobilin gücünü, yol tutuş özelliklerinin ve görünümünü değiştirmek suretiyle aracı standart yol aracı görünümünden çıkartıp yarış araçlarına dönüştürme işlemi gelmektedir.

Modifikasyonun temel amacı, Motor gücünü ve otomobilin yol kararlılığını arttırmaktır. Standarttan daha geniş piston kullanmak yada eksantrik milinin derecesini değiştirmek, motora güç kazandırmanın en etkin yolları arasında yer almaktadır. Bunları destekleyen diğer işlemler ise, elektronik beyin programının geliştirilmesi ve hava emmeyle egzoz sisteminin modifikasyonu gibi geniş bir yelpazede karşımıza çıkar. Bunlara ilave olarak türbo takviyeli motorlarda bu işlemlere ek olarak türbo valfinin basınç limitini artırmak, ara soğutucu eklemek (intercooler) veya büyütmek ve basınç takviye supabı monte ederek güç ve performans artırılabilir.

Otomobilde teknik olarak modifikasyon sadece gücü artırmayı değil, yol tutuşu güçlendirmeyi ve frenleme kabiliyetini artırmayı da kapsıyor demiştik. Bu değişimler neredeyse bir zincir gibi birbirini takip eder, çünkü gücü artırılan otomobili yolda tutmak için birtakım teknik değişikliklere ihtiyaç duyar ve güvenli durabilmesini sağlamak için fren sisteminin güçlendirilmesi gerekir. Modifikasyonlardan birinin eksik olması, kazaları da beraberinde getirir. Bu nedenle modifikasyon işlemi profesyonel kişilere bırakmak en doğrusudur. Dünyanın en büyük modifikasyon firmalarının Türkiye temsilcilikleri bu amaçla hizmet vermektedir. Bu arada kullanılan parçaların mutlaka belgeli ve trafikte kullanıma uygun olduğuna dikkat etmek gerekir.

Dikkate alınması gereken bir başka nokta da bu işin hobi olarak değerlendirilerek hafife alınıyor olmasıdır. Son yıllarda özellikle performans tutkunu gençler arasında yaygınlaşan modifikasyon, farklı amaçlarla yapıldığında, insanların hayatını tehlikeye atacak sonuçlar doğurabilmektedir. Bunun yanında yarışmak için caddelerin uygun olmadığını unutmamak gerekmektedir.

3.1. Hava Filtresi

Bir motorun verimli çalışabilmesi için gerekli olan parçalardan biri hava filtresidir. Motorun hava emiş yolundaki engellerden biri olan hava filtresi, dışarıdan emilen havanın temizlenerek motorun yanma odasına iletilmesini sağlar. Motorun hava filtresinin verimli çalışabilmesi için zararlı maddeleri yüksek oranda süzmesi gerekir. Bunun için hava filtresinin sıkça temizlenmesi veya belirli periyotlarla değiştirilmesi gerekmektedir. Performans hava filtreleri uygulamadaki kolaylıkları ve fiyatlarının diğer modifikasyon aksamalarına göre çok daha hesaplı olması sebebiyle modifikasyonda genellikle ilk başlangıç noktası olmuştur. Modifikasyon hava filtreleri de bu fikir baz alınarak geliştirilmiştir. Resim 3.1’de konik bir hava filtresi görülmektedir.

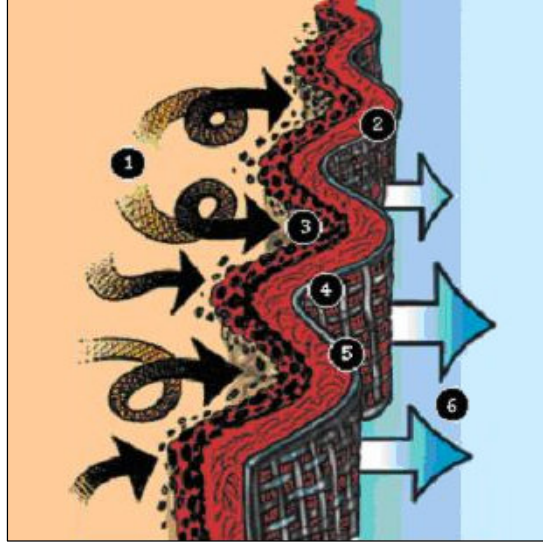


Resim 3.1. Konik bir performans hava filtresi

En ucuz ve yapması en kolay uygulamadır. Bu modifikasyon seçeneğinin mantığı, motorun daha rahat temiz hava alabilmesini sağlamaktır. Normal, standart hava filtreleri, kâğıdımsı bir maddeden yapılmış olup, motor ünitesine bağlı bir kutu içerisinde bulunurlar. Bu kutu bir boru vasıtasıyla arabanın ön taraflarından bir

yerlerden hava çeker ve bu hava, kağıt filtrenin içinden geçerek silindirlerin içine, yanma odasına girer.

1. Türbülanslı havanın filtreye giriş alanı.
2. Çok katlı yağ emdirilmiş cerrahi pamuk kaplı katman.



3. Tozu dışarıda durdurarak hava akışının durmasını engelleyen katman.
4. Ek bir filtre olarak, filtrenin tıkanmadan tozu tutmasını sağlayan yağ bariyeri.
5. Türbülans azaltıcı bariyer.
6. Temizlenen ve düzenlenen yüksek hacimli havanın sisteme giriş bölgesi.

Şekil 3.1. Hava filtresinin kademeleri ve hava akışına etkileri

Havanın filtre içinden geçişi esnasında akışa karşı oluşan direnç, motora giren hava miktarını da direkt olarak etkiler (Şekil 3.1’de havanın filtreden geçişi ve akışın değişimi görülmektedir). Bunun için performans tipi hava filtreleri geliştirilmiştir. Bu filtreler kağıt filtreler gibi kirli havayı tutmanın yanında, kağıt filtrelerden daha kolay hava geçirdikleri için, motorun daha kolay nefes almasını sağlarlar. Otomobillerdeki orijinal kağıt filtrelerin aksine, bu filtreler iki farklı maddeden meydana gelmektedirler.

Sünger filtrelerin geçirgenliği daha fazla olduğu için daha çok performans elde edilebilmektedir. Ancak bu filtrelerde toz geçirilmesi yüksek bir risk arz etmektedir. Yağlı pamuk-tel karışımı filtreler ise, yağ ihtiva ettikleri için tozu daha iyi tutabilirler. Tabii geçirgenlikleri sünger kadar yüksek olamamaktadır.

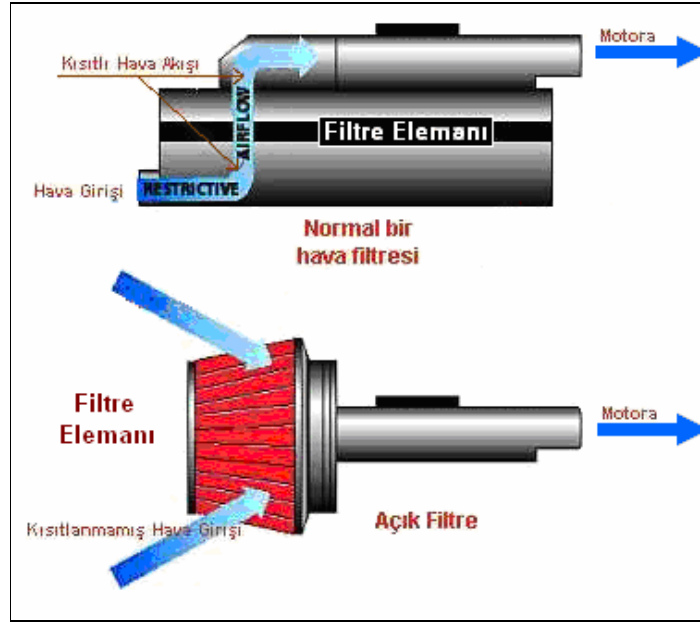
Bu filtrelerde çeşitlerine göre üçe ayrılırlar;

1. Kutu içi filtre: Bu tür filtreler, normal kağıt hava filtreleri çıkartılarak, onların eskiden bulunduğu yere koyulurlar. Kağıt filtrelerle aynı tip ve boyuttadırlar.
2. Açık filtre: Bu filtre ise, az önce bahsettiğimiz, motor ünitesine bağlı kutu ve onun hava almasını sağlayan boru sökülerek direk yoldan motorun hava girişine bağlanırlar. Böylece direnç azalmış, hava emişi kolaylaşmış olur.
3. Bolt-On Açık Filtre: Bu filtre türü ise, enjeksiyonlu otomobillere uygulanan direk filtrenin karbüratörlü araçlar için olan versiyonu sayılır. Fakat onlardan farklı olarak, hava emiş borusunun ucuna değil, gaz keleşinin hemen üstüne monte edilir.

Hem kutu içi hem açık yağlı filtrelerin tümü, periyodik aralıklarla temizlenmesi gerekmekte ve bu şekilde uzun süreler kullanılabilir.

Emilen havanın hızı esas olarak üç etkene bağlıdır. Emiş yolu üzerindeki engeller, pistonların emme verimlilikleri ve son olarak da havanın giriş kanalına girme hızına bağlı olarak ataleti diyebiliriz. Silindirlere daha fazla hava almak, emiş yolu üzerindeki engelleri minimuma indirgeyebilmek ve soğuk havayı silindirlere gönderebilmek gerekir. Şekil 3.2’de havanın standart filtreden geçişte uğradığı dirençler gösterilmektedir. Bu ise hava emiş sistemlerinin çok daha hassas tasarlanmasıyla ve hava emiş ağızını motor bloğundan mümkün olduğunca uzak tutularak sağlanabilir.

Fakat yapılan hava filtresi modifikasyonlarında bir şey çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Bu da motora girecek olan havanın sıcak olmaması gerektiğidir. Eski emiş kanalının ağızına hava filtresini direkt bağlanması buna neden olur. Motor kaputu altında kalan filtre burada zamanla ısınan havayı silindirlere gönderir ki bu da volümetrik verimin düşmesine, buna bağlı olarak performans düşüklüğüne ve güç kaybına neden olur. Burada yapılması gereken motor kaputu altındaki havaya nazaran soğuk olan dış havanın filtreye yönlendirilmesidir.



Şekil 3.2. Standard bir hava filtresi ile performans hava filtresi içinde havanın izlediği yol ve karşılaştığı dirençler

Açık hava filtresini Resim 3.2’te görüldüğü gibi bir kutu ile sarmak veya kutu içi performans tipi hava filtresi kullanmak da soğuk havayı emme manifolduna gönderebilmek için bir seçenek olabilir. Özellikle açık tip filtrelerde, otomobilin motor hacmi ve orijinal hava filtresinin yapısına göre belli bir güç artışı sağlayabilmektedir. Otomobilin orijinal filtre sisteminde, kaybolan hava akış hızı ve yoğunluğu, açık tip filtreler sayesinde daha efektif hale getirilebilmekte, yanma odasına giren hava miktarı artırılarak yanma da daha verimli hale getirilebilmekte ve böylece belli bir güç artışı elde edilebilmektedir.

İşte bu noktada "cold air intake" yani “soğuk hava emme” sistemleri devreye girer. Bu sistem motor için çok mühim bir işi üstlenmektedir. Silindirin içine daha çok oksijen sokmanın iki yolu vardır; Bunlardan birincisi akışın araç gidişi doğrultusunda gerçekleşmesini sağlamak suretiyle havanın süratle filtreye yönelmesini ve silindirlere olan akışın daha yoğun olabilmesidir. Diğer bir avantajı ise kaputun altındaki ısıdan izole edilen hava akışı sayesinde daha soğuk olan dış ortamdaki havanın silindirlere gönderilmesidir. Bu ise daha fazla oksijen anlamına gelmektedir.



Resim 3.2. Performans tipi izolasyonlu bir hava filtresinin araç üzerindeki görünümü

Bu tür uygulamaların en üst seviyede performans sağlayan uygulama şekli, direk kaputu kesmektir. Günümüzde Subaru Impreza'larda olduğu gibi kaput üstüne, hava filtresinin ağzına gelecek şekilde, bir delik açılırsa, bu delikten açık hava filtresi rahatça hava alarak, performansta belirgin bir iyileşme sağlayabilmektedir.

Pek çok kişi motor kaputunun kesilerek böyle bir çözüm yolunu aracının orijinalliğinin bozulmaması için kabul etmemektedir. Bu nedenle çoğu kişi bunun yerine taşıtın ön tarafındaki soğuk havanın filtreye yönlendirecek yeterince geniş bir boru sistemi tarafından taşınmasını tercih etmektedir. Bu da yukarıda da belirttiğimiz gibi kutu içi filtre uygulamasıdır. Ama kutu içi filtrelerin performans konusunda iyi uygulanmış bir açık filtre kadar katkısı yoktur. Ayrıca özellikle sportif amaçlı modifikasyoncular için açık filtreler, kutu içi filtrelerle nazaran daha yüksek ve sportif bir ses çıkartarak meraklıları için daha cazip gözükmemektedir.

Açık filtrenin avantajları ise saymakla bitmez. performansı arttırırlar, yakıt tüketimini azaltırlar, her devirdeki motor torkunu arttırırlar. Evet, iyi bir açık filtre uygulaması motor gücünü yaklaşık %5 oranında arttırır, bunun yanında motorun düşük devirlerde, eskisine nazaran daha güçlü olmasını sağlar.

3.2. Emme Manifoldu ve Kelebek Gövdesi

Yabancı kaynaklarda “big bore throttle body” olarak adlandırılan bu modifikasyonda aracın üzerindeki gaz kelebeğinin işlenerek 1,2 mm büyütülmesi veya dört ayrı boğazdan oluşan gaz kelebek gövdesinin takılması suretiyle hava türbülansına daha az sebep olacak şekilde akışın sağlanmasıdır (Resim 3.3’te böyle bir gaz kelebek gövdesi gösterilmiştir). Bu sayede motorun özellikle alt devirlerdeki gaz tepkisini hissedilir derecede iyileştirilebilmekte, buna ek olarak güç ve tork artışına imkan sağlanmaktadır.



Resim 3.3. Her silindire ayrı bir kelebek boğazının karbüratörlü tip araçlardaki uygulanaşı

Ayrıca bu tür hava girişini arttırmaya yani volümetrik verimi arttırmaya dönük yapılan ileri derecedeki modifikasyonlardan biri de her silindire bir kelebek gövdesi şeklindeki uygulamalardır. Yabancı kaynaklarda “Throttle Body” olarak adlandırılan bu uygulama, atmosferik sistemlerin modifikasyonunda "Top of the line" olarak tabir edilen en son noktadaki modifikasyondur. Sistemin temeli, her silindir için ayrı "borazan" olarak da bilinen emme lüleleri kullanılmasıdır. Resim 3.4’da borazan tip emme boğazı, resim 3.5’de ise motor üzerinde uygulanaşı görölmektedir. Böylece her silindir, kendisi için özel olarak ayrılmış emme boğazından akış hızı yüksek hava ile beslenir ve gerçekten çok ciddi güçler elde edilir. Dünya ve Türkiye rallilerinde yarışan tüm süper 1600 olarak adlandırılan kit kar’ların yüksek güçlerinin sırrı bu modifikasyon seçeneğidir.



Resim 3.4. Her silindire ayrı bir kelebek boğazının borazan tabir edilen uygulanaşı

Kelebek boğazının büyük bir özelliği ise, günümüz modifikasyon ekipmanlarının büyük bölümünün enjeksiyonlu otomobillere göre olmasının aksine karbüratörlü otomobillerde de kullanılabilmesidir. Hatta sistemin ilk olarak karbüratörlü otomobillerde kullanılmış olması bu tip sistemlere uygulanmasını çok daha kolay hale getirmiştir. Enjeksiyonlu otomobillerde kullanılması halinde, mutlaka ve mutlaka harici ateşleme ve enjeksiyon sistemi ile sistemin beslenmesi gerekmektedir



Resim 3.5. Her silindire bir kelebek gövdesi uygulanmış bir motor görünüşü

Ayrıca kelebek boğazı, çok yüksek dereceli eksantriklerin kullanıldığı sistemlerde, rölanti problemini de büyük ölçüde düzenleyerek, bu tip uygulamalara çok büyük uyum sağlarlar. Drag (kalkış) ve ralli yarışları için hazırlanan hemen tüm otomobillerde kelebek boğazı sistemi kullanılmaktadır. Benzin ve avans değerleri her otomobilde bir şekilde ayarlanabilir. Mesele, daha çok hava emebilmektir.

3.3. Tahliye Supabı

Turbo motorlarda özellikle ani devir artışı sağlamak zordur. Nedeni ise turbonun bir önceki yanma sonu egzoz gazı ile tahrikinin sağlanması ve turbonun devir artışı ile emme yapan manifolda hava basılmasıdır. Taşıt motorlarında yüksek motor devir sayıları ve yüklerdeki egzoz gazı enerji seviyesine göre tasarlanmış aşırı doldurma sistemi alçak devir ve yüklerde, türbin performansındaki düşme nedeniyle gerekli doldurma basıncını sağlayamamaktadır. Bu bölgelerde ortaya çıkan kötü moment grafiği taşıtlar için istenmeyen bir durumdur. Aynı moment boşluğu Taşıtın ivmelenmesi sırasında, egzoz türbininin ataleti nedeniyle ortaya çıkmaktadır [30].

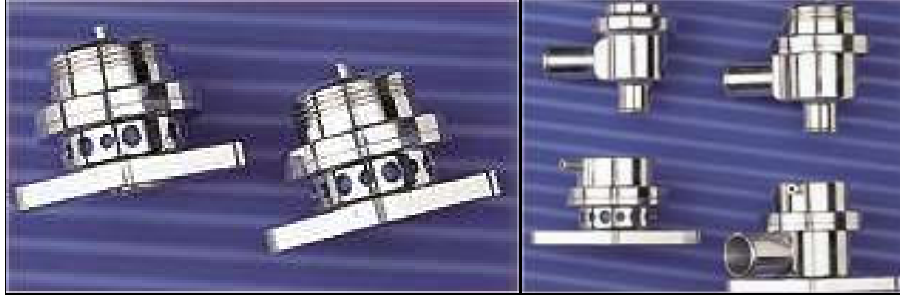


Resim 3.6. Turbo araçlarında kullanılan tahliye supapları

Turbo beslemeli otomobillerde ayak gazdan çekildiğinde turbo hala dönmeye devam etmektedir, fakat turbonun bastığı havanın tamamı kullanılamayacağı için oluşan yüksek basınç turbo pervanesine büyük bir kuvvet uygulayarak pervaneyi aniden yavaşlatır. Gaza tekrar bastığınızda turbo basıncının tepe noktasına gelebilmesi için egzoz gazının pervaneyi tekrar hızlandırması gereklidir ve bu esnada istenilen turbo basıncı elde edilemediği için büyük bir performans kaybı yaşanır. Tahliye supabı (Resim 3.6.) ise turbo beslemeli otomobillerdeki bu sorunu ortadan kaldırmak ve özellikle vites geçişlerindeki turbo basıncını (devrini) sürekli yüksek tutarak performans kaybını önlemek için üretilmiş bir parçadır.

Tahliye supabının çalışması şu şekilde gerçekleşmektedir. Ayak gaz pedalından çekildiğinde tahliye supabı hemen devreye girerek turbonun bastığı havayı dışarı verir. Bu sayede turbonun önceden bastığı hava geri tepmeyeceği ve bir geri basınç

uygulamayacağı için pervane yavaşlamaz, sizin de tekrar gaza bastığınız anda pervane yavaşlamamış olduğu için turbo basıncı hemen tepe noktasında ulaşır ve ayağın ani gazdan çekilmesi ve tekrar basılması arasında performans kaybı en aza iner. Resim 3.7’de farklı tip tahliye supapları görülmektedir.



Resim 3.7. Tek boğazlı ve dağıtıcı tip tahliye supapları

Tahliye supabının görevlerini maddelendirirsek tahliye supapları;

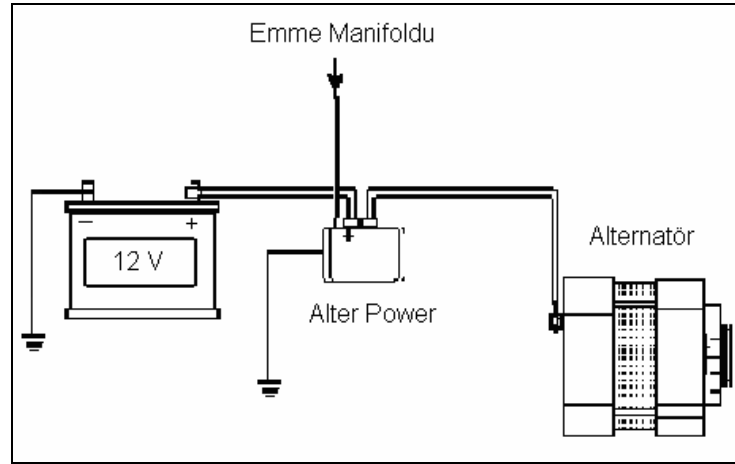
- * Turbo pervanesi üzerindeki olumsuz geri basıncı önleyerek turbonun ömrünü uzatmak,
- * Turbo pervanesinin hızının yavaşlamasını engelleyerek turbo basıncını sürekli yüksek tutmak (Yüksek turbo basıncı yüksek güç anlamına gelir.),
- * Ayağımızı gazdan çekme ve gaza basma arasındaki eski ısınmış havayı dışarı verip yeni, soğuk havayı içeri aldığı için artı güç sağlamaktır.

3.4. Alternatör Şarj Kontrol Sistemi

Alternatör aracınızın aküsünü şarj etmeye, devredeki radyo ve farlara enerji takviye etmeye yarayan cihazdır. Motorunuz çalıştığı sürece alternatör sürekli akünüzü şarj eder, bu şarj sırasında da belli bir miktar güç sürekli alternatöre harcanır.

Alternatör şarj kontrol sistemi, sizin güce ihtiyacınız olduğu anlarda alternatör bağlantısını devreden çıkartarak motorunuzdan çalınan 2 ila 6 BG gücü tekrar size

kazandırtan bir sistemdir. Şekil 3.3’de alternatör şarj kontrol sistemi devre elemanları ile görülmektedir.



Şekil 3.3. Alternatör şarj kontrol sistemi ve devre elemanları

Gaz pedalına %75'ten fazla bastığınız zamanlarda alternatör şarj kontrol sistemi iş başına geçer ve alternatör bağlantısını devreden çıkartır, bu sayede motorunuz aküyü şarj etmesi için alternatöre enerji sağlamak zorunda kalmaz, bu da alternatörün çalışması için gerekli olan gücü sizin kullanımınıza açar. Böylece ani hızlanma yani güç ve tork ihtiyacınızın en kısa sürede karşılanır.

Alternatör şarj kontrol sistemi sadece sizin anlık güç ihtiyaçlarınızı karşılamak için üretilmiş bir cihazdır, bu nedenle sadece gaza %75'ten daha fazla bastığınız zamanlarda çalışır. Siz şehir içi trafiğindeyken, uzun yolda sabit hızda seyahat ediyorken, yani performansa ihtiyaç duymuyorken alternatörünüz sürekli devrede kalır ve akünüzü şarj etmeyi sürdürür. Gaz pedalına sonuna kadar basıldığında ise alternatör şarj kontrol sistemi devreye girer şarj dinamosunda harcanan gücü azaltarak volandan alınan gücünü bir miktar arttırmış olur.

3.5. Benzin Regülatörü

Standart benzin regülatörü tarafından denetlenen, yakıt pompası enjektörlere yüksek basınçla yakıt püskürtür. Tipik olarak, regülatör ayarlanabilir değildir ve 3 bar maksimum basın a göre ayarlanmıştır. Motor düşük devirlerde çalışıyorken, benzin regülatörü basıncı 0,5 bar aşağı çekip, 2,5 bar'a indirir. Düşük devirde, ani hızlanmaya çalışıldığında, yakıt basıncı ile orantılı olarak E.C.U.'nın (yeni otomobiller için) gerekli gördüğü miktar sonucu, oluşan fakir yakıt karışımı ile artar. Bunun etkilerini incelediğimizde; gaz pedalına zayıf tepki, yavaş trafik seyrinde zaman zaman sürüş problemleri, orta derecede performans ve hızlanma esnasında tekleme görülebilmektedir.



Resim 3.8. Performans tipi benzin regülatörü

Performans benzin regülatöründe gözünüze çarpacak ilk farklılık, performans benzin regülatörü'n n yakıt basıncının üzerindeki bir vida sayesinde ayarlanabiliyor olmasıdır. Resim 3.8'de performans tipi benzin regülatörü ve ayar vidası görülebilmektedir.

Performans benzin regülatörü'n n yakıt basıncı takıldığı aracın durumuna göre maksimum 2,0-2,5 veya 3,0 bar olarak ayarlanmıştır ve standart benzin regülatörleri gibi motor düşük devirlerde çalışırken 0,5 bar daha düşük basınçla çalışır. Bu noktada performans benzin regülatörü ile standart benzin regülatörleri arasındaki benzerlikler sona ermektedir. Düşük devirde seyrederken ani hızlanmalarda, performans benzin regülatörü standart oranın 1,7 kati daha fazla basınç üretir ve bunun sonucunda oluşan sağlıklı, güçlü ve zengin yakıt karışımı ile aracınızın sürüş performansına ekstra katkıda bulunur. Bunun aracınız üzerindeki olumlu etkileri ise;

gaz pedalına hızlı ve ani tepki, daha iyi hızlanma, ekstra motor performansı ve hızlanma esnasında oluşan teklemlerin ortadan kalkması şeklinde sıralanabilir.

3.6. Egzoz Sistemi

İçten yanmalı motorlar güç üretebilmek için, buji ile ateşlemeli motorlarda hava ve yakıtın belirli oranlardaki karışımını silindirlere göndererek ateşler, püskürtme ile ateşlemeli motorlarda ise sıkıştırılarak sıcaklığı ve basıncı yükseltilmiş hava üzerine yakıt enjeksiyonu yapar ve yanmayı sağlarlar. Her iki sistemde de egzoz zamanında silindirlerde yanmış, basınçlı ve sıcak durumda ki gaz bulunur. Çevrimlerin devam edebilmesi için bir önceki yanmadan arta kalan gazların dışarı atılması gerekmektedir. Bu gazların dışarı verilmesi sırasında ise gazın basınç ve sıcaklığı nedeniyle gürültü meydana gelmektedir. Gürültünün azaltılması ve sıcak gazın araca zarar vermemesi için taşıtlarda egzoz sistemi kullanılmaktadır. Tabi yapısı gereği sesi azaltabilmesi için sisteme dahil edilen susturucular gürültüyü azaltırken gazın akışına karşı direnç oluşturdukları için motorun performansını tam olarak gösterebilmesini engellemektedirler.

Egzoz sistemi modifikasyonu motorun egzoz supaplarından çıkan atık gazların dışarıya daha kolay atılmasını ve pistonların artık egzoz gazlarını o küçük borulardan ve susturuculardan dışarıya atmak için uyguladıkları direncin azaltılmasını sağlamaktır. Standart egzoz susturucuları, adından da belli olacağı üzere motorun, egzozu yansıyan seslerini susturmak için yapılmışlardır. Ama bu susturma işlemi sırasında egzoz gazlarının çıkışını zorlaştırır ve bu da arabanın performansının olabileceğinden daha düşük olmasına sebep olur. İşte bu kaybı en aza indirebilmek için modifikasyoncular performans tipi egzoz susturucuları üretmişlerdir. Bu susturucular egzoz sesini fazla kesemezler ve gaza bastığımızda yüksek bir gürültüye sebep olurlar. Ama bunun yanında motordan çıkan gazın da dışarıya kolay bir şekilde atılmasını sağlarlar. Fiyatı birazcık yüksek olmakla birlikte yine de hava filtresinden sonra yapılabilecek uygun modifikasyonlardan biridir.

Bir egzoz sistemi üzerinde iki tane susturucu ve enjeksiyonlu arabalarda bir de katalitik konvektör bulunur. Bu iki susturucu, orta susturucu ve arka susturucu olarak adlandırılırlar. Bir egzoz modifikasyonunda, öncelikle arka susturucu değiştirilmektedir. Arka susturucuyu değiştirmek, orta susturucuya nazaran daha yüksek performans artışı sağlarlar (Resim 3.9).



Resim 3.9. Egzoz sistemini oluşturan modifikasyon edilmiş arka susturucu

Aslında en iyi performans için komple bir egzoz sistemi uygulaması yapmak gerekmektedir. Bu uygulama, orta ve arka susturucuların, performans tipi susturucularla değiştirilmesi, egzoz borularının daha geniş borularla değiştirilmesi ve katalitik konvektörün iptali veya performans tipi katalitik konvektörlerle değiştirilmesinden oluşmaktadır. Tabi ki egzoz borusunun genişliği akışın sürekliliğini sağlayacak kadar dar, akışa engel olmayacak kadar geniş yapılmalıdır. Bu ise motor silindir sayısına ve silindir hacmine bağlı olarak değişmektedir.

Egzoz sistemi modifikasyonunun en sonunda ise motor bloğu çıkışına bağlanan, Resim 3.10'te görülen “headers” olarak adlandırılan parçanın, egzoz manifoldu sisteminin değiştirilmesi vardır. Fakat bu olayın maliyeti diğerlerine göre daha yüksek olduğu için genelde en son olarak uygulanır.

Egzoz manifoldunun modifikasyonunun gürültüyü arttırması sebebiyle uygulama aşamasını sınırlandırmaktadır. Bu nedenle firmalar gürültü ve performans arasında farklı seçimler yaptığından, susturucu gürültüleri markalara göre değişebilmektedir. Bir kısım susturucuların onaylı olduğu ve az ses çıkardığı bilinmekle beraber, bazı susturucularının da daha fazla performans verdiği fakat yüksek sesinden dolayı kanuna aykırı olduğu bilinmektedir.



Resim 3.10. Akışa uygun düzenlenmiş egzoz manifoldu

Modifikasyon edilmiş egzoz sisteminin motor performansını etkileme konusuna gelirsek, performans, farklı devirlerde farklı değişiklikler gösterir. Motor gücünde, yüksek devirlerde (4000 ve üstü) %10'lara kadar varan, fark edilir bir artış yaşanmasına rağmen, düşük devirlerde de (3000 ve altı) bir miktar güç düşüşü görülmektedir. Yani bu modifikasyon sistemini ancak aracınızı devirli olarak kullanıyorsanız uygulamanız mantıklı olur. Aksi takdirde, şehir içi veya sakin kullanımlarda beklenen etki gözlenemez. Düşük devirli kullanımlar için en uygun modifikasyon ileriki konularda da göreceğimiz “chip tuning” elektronik kontrol ünitesinin modifikasyonudur.

3.7. Dereceli Eksantrik Milleri

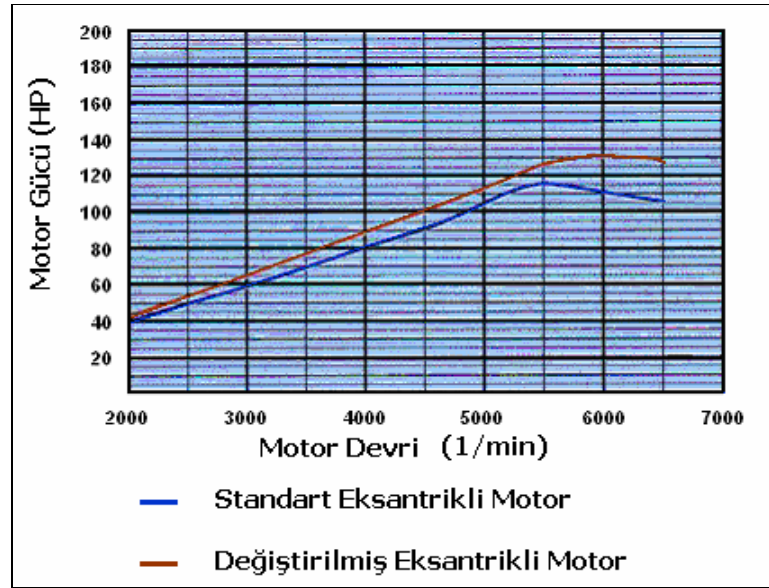
Eksantrik milleri dişli zincir veya kayış sistemi ile kranktan aldığı dönme hareketi ile emme ve egzoz supaplarının açılıp kapanmasını sağlayan motor parçasıdır (Resim 3.11). Bu sırada supapların ne zaman ve hangi sıra ile açılıp kapanacaklarını mil üzerindeki kam profilleri ile belirlenmektedir. Supapların açılıp kapanmaları motor performansını etkileyen önemli parametrelerden birini teşkil ettiği için kam profilinin yapısında yapılacak bir değişim doğrudan performansın değişmesine neden olacaktır.

Dereceli eksantrik milleri, supapların açılış ve kapanış zamanlamalarını ve açık kalma sürelerini değiştirmek suretiyle, motorun gücünü ve tokunu arttırmak için kullanılmaktadır. Görevi emme ve egzoz supaplarını kontrol etmek olan bu millerde gerçekleştirilen modifikasyon, en eski ve en verimli modifikasyon yöntemlerden biri

olmakla birlikte eksantrik mili modifikasyonu sonucunda %30'e varan güç artışı sağlanabilmektedir.



Resim 3.11. Dereceli eksantrik milinin görünüşü

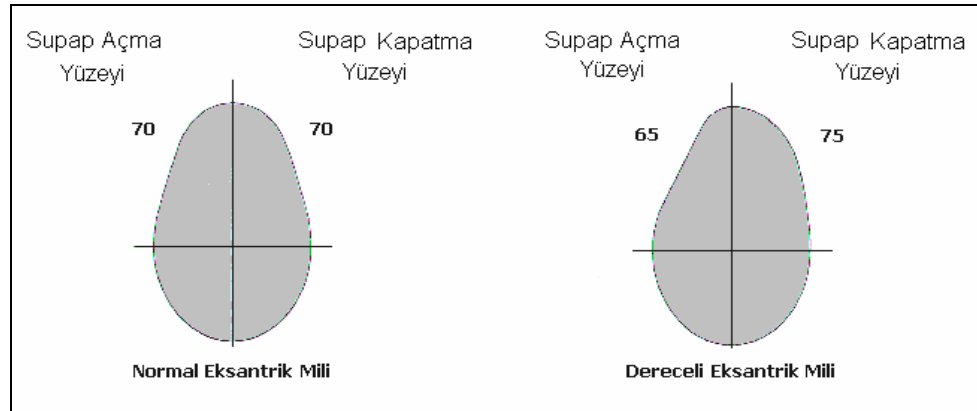


Şekil 3.4. 1.8 16V Ford Escort motorunun standart ve değiştirilmiş eksantrik mili ile yapılan testinden elde edilen güç-devir grafiği

Yüksek dereceli versiyonlar, supapların açılma ve kapanma zamanlarını uzun tutarak yanma odasına birim zamanda daha fazla yakıt ve hava girmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla daha fazla yanma sonu basıncı demektir ki buda daha fazla güç anlamına gelir. Milin üzerindeki kamların açıları ve yapısına göre tork ya da güçte farklılıklar ortaya çıkar. Sivri kamlı miller, supapları erken açarak torkun artmasını sağlarken,

geniş tepeli kamlar gücü artırmak için tercih edilmekte. Motorun mekanik modifikasyonunda en önemli basamaklardan bir tanesi olan eksantrik mili değişimi, takılacak yeni eksantriklerin derecesine ve otomobilin motor tipine göre, %10'dan %30'a varan güç ve tork artışları sağlayabilmektedir. Aslında dereceli eksantriklerin yaptığı, benzin hava karışımının yanma odalarına giriş zamanlarını, içerde kalış ve dışarı çıkış sürelerini değiştirerek motorun daha fazla güç üretmesini sağlamaktır.

Standart bir 1.8 16 valf For Escort motorunda yapılan testlerde elde edilen güç devir grafiği incelendiğinde (Şekil 3.4) motorun dereceli eksantrik mili uygulaması sayesinde motor gücünü arttırdığı ve bunun yanında gücünü yüksek devirlerde de koruyabildiği görülmektedir.



Şekil 3.5. Dereceli eksantrik mili uygulamasının standart kam profili ile karşılaştırması

Başlangıç seviyesindeki cadde tipi dereceli eksantrikler standart motorlarda başka hiç bir tadilat gerektirmeden, tamamen sorunsuz bir şekilde kullanılabilmesine karşın, özellikle iddialı kalkış yarışları için hazırlanan otomobillerde kullanılan yüksek dereceli eksantriklerde dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Yüksek dereceli eksantrikli motorların daha yüksek devirleri çevirebilmesiyle birlikte, eksantriğin yapısı gereği artan “Duration” ve “Full Lift” değerlerinin sonucunda, supapla pistonun birbirlerine en yakın oldukları mesafe standart ve düşük dereceli eksantriklere göre bir hayli azalır. Şekil 3.5’de standart ve dereceli eksantrik millerinin kam profilleri arasındaki farklar görülebilmektedir. Yüksek dereceli

eksantriklerde, eksik ve hatalı uygulama sonucu, supapla pistonun temas etmesiyle supaplar yamulabilir. Bu olay özellikle yüksek devirlerde ve erken vites düşürme sonucu yığılma denen olayla meydana gelebilir.

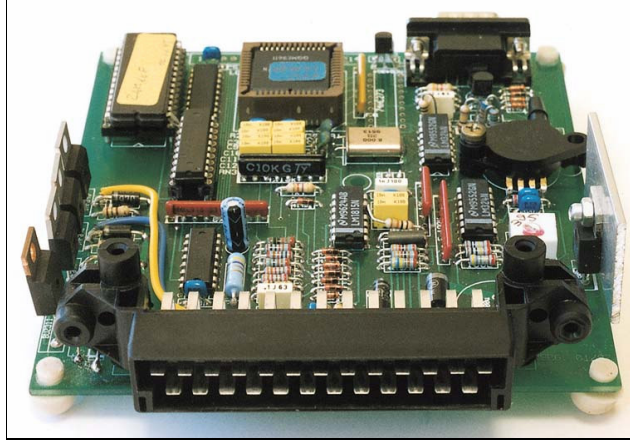
Bu tehlikeyi önlemek için eksantrik mili üreticilerinin sunduğu özel supap yayları mevcuttur. Bu yaylar gerek daha hafif, gerekse direnç olarak daha kuvvetli oldukları için supapların yuvalarına gereken zamanda oturmalarını sağlayarak olası sorunları ortadan tamamen kaldırır. Yüksek dereceli eksantrik uygulamalarında supap yayı değişimi, önemle üzerinde durulması gereken bir noktadır.

3.8. Elektronik Kontrol Ünitesinin Programlanması

ECU (Elektronik Kontrol Ünitesi) ilk görünüşte otomobilin motor bölümünde veya yolcu kabini içinde bir yere monte edilmiş bir kutudan ibaretmiş gibi gözükmemektedir ve boyutları bir oto teybinden daha küçüktür. Resim 3.12’de görülen bu küçük cihaz birden fazla mikrobilgisayar içermekte ve motorun değişen koşullarda en verimli şekilde yönetimini sağlamaktadır. Bu mikrobilgisayarlar, EPROM yani çip içerisinde bulunan bir programı çalıştırmaktadır. ECU, tüm motor yönetimi ve kontrollerden sorumludur. Motorun çalışma şartlarını sürekli olarak denetler, parametreleri hesaplar ve sürekli olarak değişkenleri ayarlar. Tüm bu ayarlamalar, motorun yükü, devri, çevre değişkenleri (hava sıcaklığı, hava yoğunluğu, motor sıcaklığı, barometrik basınç vs...) göz önüne alınarak bir saniye içerisinde yüzlerce kez gerçekleşir. Tüm bu ölçümler, basınç, sıcaklık, devir, hız, hava yoğunluğu vs... gibi değişkenlerin, milyarda bir sapma ile, motor içinde bulunan yüzlerce sensör tarafından yapılması ile mümkün olmaktadır. ECU bu değerleri algılar, ardından EPROM içerisinde bulunan haritadan ilgili değerleri bulur ve de ateşleme zamanlaması, optimum yakıt miktarı, turbo basıncı, emisyon değerleri gibi değişkenleri hesaplayıp uygulamaya geçirir. Tüm bu işlemler saniyenin binde biri cinsinden sürelerde gerçekleşmektedir.

Otomobil üreticileri, işletim sistemini yakıt ekonomisi sağlamak, egzoz’dan çıkan zararlı gazları mümkün olduğunca azaltmak ve motorun dayanıklı (uzun ömürlü)

olmasını sağlamak amacıyla programlarlar. Bundan dolayı motor üretebileceği güçten daha azını üretebilir.



Resim 3.12. Elektronik kontrol ünitesinin (ECU) açık görünüşü

Yakıtın kalitesi, ateşleme sisteminin gücü, havanın ısı ve oksijen miktarı, motorun güç potansiyelini etkileyen önemli faktörlerdir. Bunlardan en az biri normal seviyenin altında olduğu takdirde motor, maksimum güce ulaşamayacaktır. Elektronik beyinse, genel dengeyi sağlayarak belirli toleranslar içinde motordan en yüksek verimin alınmasını sağlayacak bir yapıdadır.

Motorun gücünü arttırmak amacıyla yapılan ve yancı kaynaklarda çip programlama olarak belirtilen bu işlem kısaca, otomobilin işletim sisteminin performans amacıyla yeniden programlanmasıdır. İşletim sisteminin görevi sensörlerden aldığı bilgiler doğrultusunda yakıt enjektörlerinin püskürtme zamanlamasını ayarlamak ve gerekli hava/yakıt karışımını hazırlamaktır.

Programı değiştirilmiş kontrol ünitesi daha kısıt toleranslar ve motoru daha yüksek güçlere taşıyan programlar içermektedir. Bu üniteler, motorun maksimum devir sınırını daha da yukarıya çıkararak, daha yüksek beygirgüçleri kazandırır. Ancak bu yapılırken, gereken hava, yakıt ve ateşleme miktarının da bir o kadar artırılması gerekir. Ünite modifikasyonu sonucunda motorun performansının hangi oranda arttığı kesin olarak söylenemez.

İşte çip programlama firmaları burada devreye girerek motordaki kayıp güçleri geri alır. Resim 3.13’de elektronik kontrol ünitelerinde kullanılan çip görülmektedir. Çip programlama sonucunda “atmosferik benzinli” motorlardan ortalama %7–8 daha fazla güç, ortalama %10 daha fazla tork alınabilmektedir. “Turbo benzinli” motorlarda alınan ilave güç %25–30 civarlarında iken “turbo dizelerde” bu oran %35-40’lara kadar çıkabilmektedir. Çip programlama ayrıca maksimum tork devrinin biraz daha aşağı çekilmesine de yardımcı olur, motorun düşük devirlerdeki performansını eskisine nazaran büyük oranda artırır.



Resim 3.13. Elektronik kontrol ünitesi kullanılan çip

BMW 5.35i motorunda yapılan çip uygulaması sonucunda elde edilen grafik Şekil 3.6’da görülmektedir. Bu grafik incelendiğinde standart BMW motoruna çip uygulaması yapılması sonucunda motorun tork ve buna bağlı olarak gücünde gözle görülebilir düzeyde artış sağlanmıştır.

Çip programlama üç ana şekilde yapılabilmektedir:

1. Aracın beynindeki çip sökülerek programcı firmalar tarafından özel olarak programlanmış yeni bir çip takılması.

Bu firmalar bir çip programı yazarken o aracı özel bir dinamometreye bağlar ve o aracın tüm ince ayarlarını yapar. Yani tüm ateşleme avansı ve yakıt püskürtme stratejilerini, yakıt tasarrufunu, günlük kullanımı da çok etkilemeden maksimum performansı yakalayacak düzeye getirir. Bu sayede atmosferik araçlarda yaklaşık %10 beygir gücü ve tork artışı elde edilir. Bu güç artışı aracın tam gaz kullanımında

aracın genel performansını arttırırken, günlük kullanım koşullarında çok daha canlı ve hızlı tepki verir hale getirir.

2. Eğer aracın elektronik kontrol ünitesindeki orijinal çipi yeniden programlanabilir yapıda ise orijinal program yerine programcı firmanın yazdığı programın aktarılması.

Seri programlama sistemi performans çalışmalarında yeni bir sayfa açmaktadır. Aracın orijinal çipini değiştirmeden yapılan programlama için işlem sadece dakikalar sürmekte ve çoğu zaman otomobilin kaputunu açmak dahi gerekmemektedir.

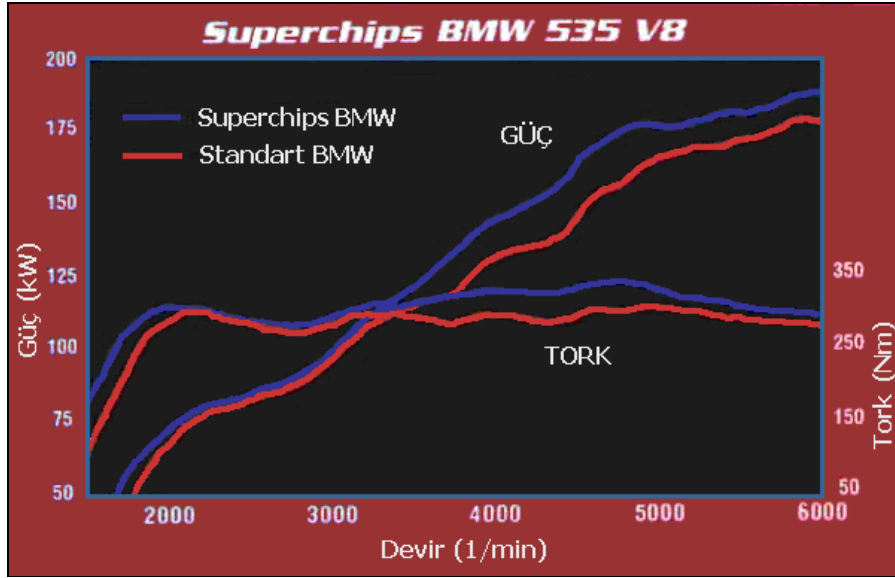
3. Araç beyninin içindeki yazılıma göre, beyin ya da çipin sökülmeden test soketinden orijinal program silinerek yerine modifikasyon edilmiş programın yüklenmesi.

Özel donanımlı bir bilgisayar aracın diyagnostik soketine bağlanarak beyin ile bağlantı sağlar. Böylece bilgisayar aracın beyin programını okuyabilmektedir. Bu esnada aracın orijinal programı bilgisayara alınır ve bilgisayarın kütüphanesinde bulunan ve orijinal programa karşılık gelen modifikasyonlu program aracın beynine gönderilir. Programlama yapılmadan önce müşteri anahtarına aracın şase numarası, “immobilizer” kodu gibi bilgiler ile beraber orijinal beyin programı yüklenir. Böylece kullanıcı herhangi bir nedenle eski beyin programına dönmek isterse bu müşterinin anahtarı ile modem bayisine gelmesi yeterli olmaktadır. Her müşteri anahtarı sadece o araca özel olur. Bu sayede hem daha ileride geliştirilebilecek olan daha performanslı programları takip edebilmeyi hem de istenildiğinde standarda dönülebilmesini sağlamaktadır.

Turbo araçlardaki çip değişimi uygulamalarında, diğer araçlardaki uygulamalarda yapılan tüm ayarların yanında motorun turbo basıncı da arttırılarak %35'lere varan güç ve tork kazançları elde edilebilmektedir.

Bu arada, bazı motorların işletim sistemindeki çip programlama uygulamaları farklılık gösterebilmekte. Örneğin Ford'un “Zetec” motorunun işletim sistemine

ancak bir modül yardımıyla müdahale edilebilir. Ayrıca Suzuki ve Subaru gibi bazı Japon otomobillerine de çip programlama yerine “icon” denilen bir programlama arayüzü kullanılarak uygulama yapılabilir.



Şekil 3.6. BMW 5.35i V8’de “Superchips” uygulaması sonucundaki güç ve tork artışı

Çip programlamanın en önemli dezavantajı ise motorun ömrünü bir miktar kısaltmasıdır. Ayrıca yüksek devirlerdeki yakıt tüketimini de bir miktar arttırabilmektedir.

3.9. Aşırı Besleme Sistemleri “Turboşarj” ve “Süperşarjlar”

Bir motorun kütlesine oranla üretilen gücü arttırmak için gerekli olan birim hacimde daha fazla hava ve yakıt karışımını yakabilmek gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için yanma odasına gönderilen havanın öz kütlesinin yani yoğunluğunun artırılması gerekir. Havayı yoğun hale getirebilmek için ne yapmamız gerektiğini ideal gaz denkleminde yararlanarak bulabiliriz ($P \cdot V = n \cdot R \cdot T$). Formülde de görüldüğü gibi havayı yoğunlaştırmak yani havanın bir molünün kapladığı hacmi azaltmak için iki yol gözükmektedir. Basıncı arttırmak veya sıcaklığını düşürmektir.

Aşırı besleme de dediğimiz sistemler işte bu noktada devreye girmektedir ve yanma odasına gönderilen havanın basıncını yükseltmek suretiyle dolgu miktarını arttırmaktadırlar. Aşırı doldurma ile silindir içine normal emme basıncının 1,5 ila 4 katı kadar basınçta hava göndererek birim hacimden alınan güç artırırken maksimum sıcaklık ve basınçlar da artmış olacağından motoru daha sağlam ve ağır yapmak ayrıca nitelikli malzeme kullanmak gerekmektedir. Ancak kazanılan güç artışı her zaman kütle artışının üstünde olmakta ve birçok durumda birim güç başına maliyet kabul edilebilecek boyutlarda kalmaktadır [31].

Aşırı doldurma ile içten yanmalı motorlarda belirli bir çıkış gücü için, motor kütle ve hacmini düşürerek, diğer bir deyişle ölçüleri belli bir içten yanmalı bir motorun devrini arttırmadan, çıkış gücünü arttırmak mümkündür. Dizel motorlarında aşırı doldurma ile egzoz emisyonlarında düzelme de görülmektedir. Aşırı doldurma ile hava fazlalık katsayısı büyüdüğünden sıcaklık yükselmekte, tutuşma gecikmesi azalmakta, bunun sonucu olarak egzoz emisyonlarındaki CO, HC yüzdeleri düşmekte, yüksek sıcaklıklar nedeniyle %NO_x azalmaktadır [32].

Egzoz turbo kompresörleriyle aşırı doldurma yapılarak yakıt sarfiyatını azaltmakta mümkündür. Günümüzde 4 zamanlı Otto motorlarında, uçak motorlarında, pratik olarak turbo şarj uygulanır. Buna karşılık 2 zamanlı Otto motorlarında başarılı değildir [33].

Turbo kompresörün performansı, sıkıştırma oranı, hava akış kütlelerinin oranı, türbin ve kompresörün her ikisinin verim karakteristikleri (Yataklanmış dönel parçaların mekanik verimleri) ile belirlenmektedir [34].

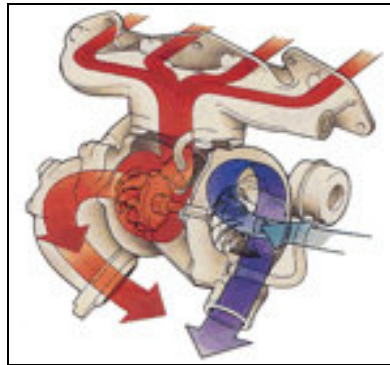
Aynı silindir hacminde ve aynı yanma odalarına sahip iki motordan, süper şarj uygulanmış olan motor aynı kapasite içinde daha fazla sıkıştırma ile çalışarak daha fazla benzin yakabilmektedir. Buna karşılık turbo uygulamasındaki kadar yüksek güç verememektedir. Bunun nedeni ise krank milinden alınan enerjiden daha fazlası egzoz gazından alabilmektedir. Ayrıca egzoz gazı dışarıya atılan enerjinin bir kısmı bu sayede geriye kazanılabilmektedir [35].

Turbo şarj, egzoz gazı ile çalışan bir süper şarj olarak tanımlanabilir. Gücünü süper şarj gibi kayışlardan ve dişlilerden değil, egzoz gazının basıncından alır. Resim 3.14’da böyle bir turbo şarj görülmektedir.



Resim 3.14. Turbo şarj sistemi

Yanma odasında patlayan hava benzin karışımı, gaza dönüşerek egzoz supaplarından egzoz manifolduna doğru itilir. Bu aşamada egzoz manifolduna giden gazın basıncı, yol üzerindeki turbonun pervanesini döndürür ve bu yönlü pervane sayesinde gazın önemli bir kısmını türbine girer (Şekil 3.7). Türbin basınçlı gazla dolduğu andan itibaren ters yöndeki kompresör pervane de hızla dönmeye başlar. Gazı, basınçlı bir şekilde, dışarıdan alınan ve emme manifolduna giren temiz havanın üzerine püskürtür motoru giren toplam hava yoğunluğunu ve basıncını normalin yaklaşık %50 daha üstüne çıkarır. Bu da içeri giren havanın benzinle birlikte ateşlendiğinde çok daha şiddetli bir patlama gerçekleştirmesini sağlar.



Şekil 3.7. Turbo şarj sisteminin çalışması

Tabi ki süper şarjda olduğu gibi, turboda da motor kompresyon oranı atmosferik motorlara göre daha düşük tutulmalıdır. Aksi takdirde yüksek basınçtan dolayı motor çabuk yıpranacak ve hatta çok zorlandığı durumlarda motorun patlama riski ortaya çıkacaktır. Turbo uygulaması, motorun pistonları ve gerekiyorsa diğer aksamının da uygun şekilde değiştirilmesi suretiyle yapılmalıdır. Gücün %50'lere varan artışına dayanma ihtimali zayıf olan şanzıman ve aktarma sisteminin de değiştirilmesi gerekebilir.

Turbo motorlar kullanılırken dikkat edilmesi gereken bir başka husus ise otomobili yüksek devirlerde kullandıktan sonra motor stop edilmeden önce kısa bir müddet de olsa rölantide çalıştırılarak, türbinin boşalması ve soğumasına izin verilmesidir. Aksi takdirde gazın sirkülasyonu esnasında türbin boşalmadan bir miktar gaz içerde hapis olacak ve zaman içinde turboyu ciddi şekilde yıpratacaktır. Turbo uygulamasının motorda çok daha fazla yük ve yüksek ısılara yol açacağı ve bunun için “intercooler” uygulamaları veya diğer soğutma yöntemleri gerektiği unutulmamalıdır.

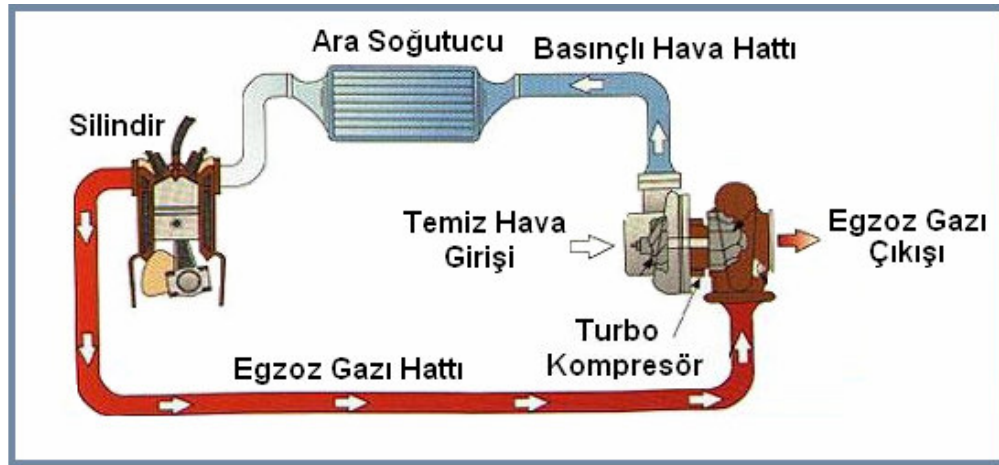
3.10. Ara Soğutma Sistemleri

Aşırı doldurma sistemlerinde sıkıştırılarak silindirlere gönderilen havanın basıncı artarken sıcaklığı da artmaktadır. Bu ise motorun aşırı doldurma sisteminden tam anlamıyla faydalanamamasına neden olmaktadır. Doldurma havası yoğunluğunda, dolayısıyla motor havası miktarında ve motor gücünde azalmanın önüne geçmek için kompresör çıkış havasının motora gönderilmeden önce soğutulması gerekmektedir. Basınç oranı arttıkça çıkış (silindire giriş) sıcaklığı oldukça yükselmekte ve her durumda, adyabatik doldurucu verimindeki %13-14'lük bir artış için sıcaklıkta %8-10'luk bir düşme gerekmektedir [36].

Ara soğutma veya ara soğutucu kelimeleri, motor üreticileri tarafından İngilizce olarak kullanılan “intercooling” veya “intercooler” kelimelerinin Türkçe'ye çevrilmiş halidir. Ara soğutma kelimesinden, motor emme manifoldu ile turboşarj arasına yerleştirilmiş ısı değiştirici ile soğutma yapılması anlamı kastedilmektedir. Egzoz gazlarından aldığı enerji ile dönen türbin miline akupile kompresör, atmosferden

aldığı havayı (atmosfer basıncından) yüksek bir basınçla emme manifolduna göndermektedir (Şekil 3.8). Bu arada yüksek basınç ve kazanmış olduğu hız ile artan sıcaklığından dolayı yoğunluğu azalmış, içerdiği oksijen gazı miktarı da düşmüştür. Emme manifolduna girmeden önce bir ısı eşanjörü ile havanın bünyesindeki ısı, atmosfere transfer edilerek soğutulmalıdır. Böylece Hava miktarında artma ve soğuma temin edilerek;

1. Yakıt ekonomisinin geliştirilmesi,
2. Motor gücünün artırılması,
3. Motor dayanımının artırılması,
4. İyi bir yanma ile motor gaz emisyonlarının azalması, özellikleri iyileştirilmiş olur [37].



Şekil 3.8. Ara soğutucu sistemi devre şeması

Yüklü bir kamyon turbo şarjından 300 °F (149 °C) sıcaklığında çıkan havanın sıcaklığı, hava soğutmalı bir ara soğutucudan çıktıktan sonra 110 °F (43,3 °C)'ye kadar düşürülebilmektedir [38].

Volvo Truck Corp. imal etmiş olduğu 6,7 lt'lik 210 ve 230 HP'lik iki dizel motorunun iki versiyonunda da ara soğutucu kullanmış olup, motora ek olarak 22,7 kg yük getirmesine karşılık motorda bazı iyileşmeler elde ettiklerini belirtmişlerdir. Dolgu havasının soğutulması ile özgül yakıt tüketiminin ve egzoz gazı sıcaklıklarının düştüğünü, emisyon değerlerinin (özellikle NO_x ve HC) ve is miktarının düştüğünü, yanma odası basıncının ve sıcaklığının %5 düştüğünü, motor çıkış gücünün %10 arttığını ortaya koymuşlardır [39].

Yine Volvo Car Corp. imal etmiş olduğu turbo doldurmalı ve ara soğutuculu, 2,3 lt'lik 84–760 model otomobili tanıtan makalede, düşük özgül yakıt tüketimi, gelişmiş bir motor performansı, %70 oranında düşük hava giriş sıcaklığı ve 6–15 kPa hava giriş basıncında düşüş olduğunu belirtmiştir [40].

Ara soğutucular ağır yük ve yolcu taşıtlarında, gemilerde ve az da olsa otomobillerde (özellikle dizel ve/veya yarış otolarında) kullanılmaktadır. Aşırı doldurmalı motorlarda, ısı eşanjörlerinin çalışma prensibine dayalı;

1. Motorun soğutma sistemine bağlı bir su soğutmalı ısı değiştirici,
2. Motorun soğutma sisteminden bağımsız bir su soğutmalı ısı değiştirici,
3. Hava soğutmalı bir ısı değiştirici,
4. Bağımsız vantilatörü olan (tip-türbine) hava soğutmalı bir ısı değiştirici.

Sistemleriyle ara soğutma işlemi (intercool) gerçekleştirilmektedir [41].

3.11. Su Enjeksiyonu

“Water injection” olarak tabir edilen, su enjeksiyonu standart olarak uygulanan modifikasyon işlemlerinin dışında, gayet üst seviye bir işlemdir. “Water injection”, intercooler ünitesinin sulanması suretiyle soğutulması işlemiyle kesinlikle karıştırılmamalıdır. “Water injection” sistemi, yanma odasına pülverize edilmiş su basmaktadır. Bu sayede yanma odasının ısısı düşer ve motor vuruntu sınırından güç kısılmadan uzaklaşır. Daha çok diğer modifikasyon işlemlerinden doğabilecek problemleri ortadan kaldırmak amacıyla yapılmaktadır. Ancak yukarıda da bahsettiğimiz üzere sistemin limitlerde gezen veya limitlerde gezmeye hazırlanan otomobillerde kullanılması, uygulamanın zorluk ve profesyonellik derecesini çok üst seviyelere taşımaktadır. Resim 3.15’de sistem parçaları görülmektedir.



Resim 3.15. Su enjeksiyon sistemi parçaları

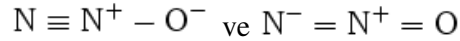
Su enjeksiyonu sisteminde genelde silecek suyu deposunu kullanarak su için kaynak oluşturulmaktadır. Özel bir pompayla su atmoize edilmekte, püskürtme memesini emme portuna veya gaz kelepçesinin önüne monte edilebilmektedir. Sistem yukarıda da bahsettiğimiz üzere üst seviye bir modifikasyon olduğu için özel çip destekli otomobillerde, su enjeksiyonunu da çipin kontrolüne bırakarak uygulama yapılmaktadır.

3.12. Nitrojen Oksit Sistemi (Nitrous Oxide System)

3.12.1. Nitrojen oksit gazının özellikleri

Nitrojen oksit; “dinitrogen oxide” veya “dinitrogen monoxide” olarak da isimlendirilir ve bir kimyasal bileşik olarak N_2O şeklinde formülize edilmektedir. Bu bileşik oda koşullarında yanıcı veya patlayıcı olmayan, neşe verici ve hoş kokusu olan bir gazdır. İçinize çektiğinizde keyif verici etkisi olan bu gaz halk arasında genellikle kakhaha gazı olarak bilinmektedir. Çünkü bu gaz insanda içten gelen sebepsiz kakhahalara neden olmaktadır. Bu gaz aynı zamanda tanınmış yarışlar ve motor sporlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Uyuşturucu ve ağrı kesici etkisi nedeniyle muayenelerde ve ameliyatlarda sıkça kullanılmaktadır. Nitrojen oksit atmosferdeki sera etkisi yapıcı gazlar içinde önemli bir yer tutar.

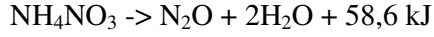
Nitrojen gazı molekülü iki nitrojen atomundan herhangi birine bir oksijen atomu bağlanmış şekilde düz bir zincir yapıya sahiptir.



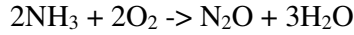
Nitrojen oksit N_2O diğer nitrojen oksit çeşitlerinden olan nitrik oksit (NO) ve nitrojen dioksit (NO_2) ile karıştırılmamalıdır. Belirtmek gerekirse nitrojen oksit karbon dioksit ile aynı elektriksel özelliklere sahiptir. Nitrojen oksit amonyum nitratın ısıtılması ile laboratuarda elde edilir.

Nitrojen gazını Joseph Priestley 1772’de keşfetti. Humphry Davn ise bu gazı 1790’da arkadaşları Samuel Taylor Coleridge ve Robert Southey ile bizzat test ettiler. Onlar çok geçmeden nitrojen oksitin solunması yoluyla bilinç kaybına (yarı baygınlık hali) neden olarak acı hissini ortadan kaldırdığının farkına vardılar. Bu nedenle nitrojen oksit gazını genellikle kimi anestezi uzmanları ameliyatlarda ve özellikle dişçilerde (duyarlılığı azaltmak için) uyuşturucu gibi kullanıla gelmiştir.

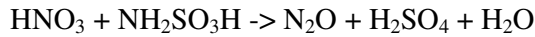
3.12.2. Nitrojen gazının elde edilmesinde kullanılan yöntemler



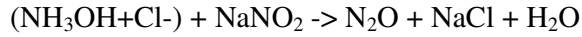
Nitrojen gazı en çok amonyum nitratin eritilerek ve kaynatılarak gaz halinde ayrıştırılması şile elde edilir. Bu sırada çok az da olsa NO-NO₂ gibi yüksek oksidasyonlu ve çok zehirli nitrojen oksit gazı türevlerinin oluşmasına da neden olabilmektedir. Tepkimeye ilave edilen bazı fosfat çeşitleri daha saf olarak gazın elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu tepkime 240⁰C'ta meydana gelirken, bu sıcaklıkta amonyum nitrat patlayıcı ve çok güçlü oksitlenebilen yapıya sahiptir. 240⁰C'nin daha üzerindeki sıcaklıkta patlama noktasına yaklaşıldıkça ekzotermik tepkime çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Examples include the Ohio Chemical debacle in Montreal, 1966 and the Air Products & Chemicals, Inc. disaster in Delaware City, 1977).



Amonyağın doğrudan oksitlenmesi yöntemi ile nitrojen gazı elde edilebilmektedir. Bu yöntem yukarıda daha önce belirttiğimiz amonyum nitratin sıcak tesiriyle eritilerek nitrojen oksitin elde edilmesine rakip olan bileşik elde etme yöntemidir. Bu daha çok Japonların uyguladığı manganez dioksit- bizmut oksit katalizörü kullanılan ve belli başlı yoğun süreçlerden meydana gelen yöntemdir (Suwa et al. 1961; Showa Denka Ltd.).



Bu yöntemde ise nitrojen oksit sülfamik ve nitrik asit solüsyonunun ısıtılması ile elde edilebilmektedir. Bu yöntem ilk kez Bulgarlar kullanmıştır (Brozadzhiew & Rettos, 1975).



Hidroklorik asit ve sodyum nitritin sulandırılması ile elde edilen renksiz solüsyonun elektrolizi ile nitrojen oksit ürün olarak elde edilir.

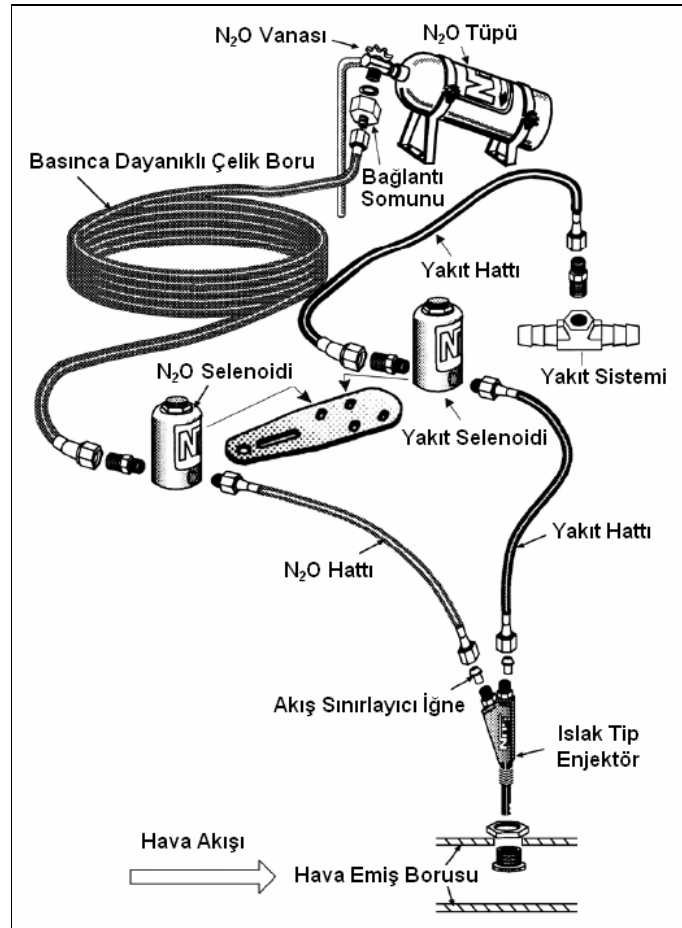
3.12.3. İçten yanmalı motorlarda nitrojen oksit gazının kullanılması

Yarış araçlarında emme manifolduna veya emme supabı arkasına nitrojen gazının enjekte edilmesi; silindirlere atmosferik havadan daha fazla oksijen girmesini sağlayarak aynı hacim içerisinde daha fazla hava yakıt karışımının yakılabilmesine olanak sağlar. Buna ek olarak nitrojen oksidin sıvı olarak depolandığından; emme manifolduna gönderilen sıvı nitrojenin açığa çıktığı ortamdan ısı alarak gaz halini alması ile birlikte emme manifoldundaki karışımın sıcaklığında büyük bir düşüşe sebep olur. Bu (daha küçük hacimli veya başka bir deyişle daha yoğun bir dolgu sağlaması yoluyla) motor gücünün artmasının yanı sıra detenasyonu da azaltmaktadır.

Aynı teknik ikinci dünya savaşı süresince “Luftwaffe” uçaklarında motor çıkış gücünü desteklemek (arttırmak) için kullanılmıştır. Bu tekniğin “Luftwaffe” uçaklarında kullanılması motor gücünü arttırmasının yanı sıra yüksek irtifalarda atmosfer basıncında meydana gelen düşüşün uçak motorları üzerindeki etkisini de azaltmıştır. Teknolojik olarak sağlanan bu gelişme ise bombardıman ve avcı uçaklarının daha yüksek irtifalarda gidebilmesine olanak sağlamıştır.

Açılımı “Nitrous oxide system” olan uygulama, güç arttırmanın en etkili yollarından bir tanesidir. İçten yanmalı bir motorun gücü, dolgunun yani dışarıdan aldığı oksijen ile püskürttüğü yakıtın ne kadar fazla olduğuna ve yanmanın kalitesine bağlıdır. Nitrojen oksit sisteminin genel amacı motora giren hava (oksijen) benzin karışımını arttırmak, bu suretle içerdeki yanma sonu basınç ve sıcaklık değerini arttırmaktır. Resim 3.16’da nitrojen oksit sisteminin parçaları görülmektedir.

Sistemdeki iki ana değişken, yakıt ve oksijendir. Yakıtın depolanması ve aktarılması nispeten kolaydır. Fakat alınan hava miktarının artırılması ek çalışmalar gerektirmektedir ve genellikle modifikasyonunun konusunu bu oluşturmaktadır. Nitrojen oksit enjeksiyon sistemi, bir aşırı besleme sistemidir denilebilir ve silindirlere alınan normal havaya nazaran daha fazla havanın girebilmesini sağlamaktadır. İlk kez 1940'larda savaş sırasında hızlı taşımayı sağlamak amacıyla kullanılmıştır. N_2O (diazot monoksit) gazının emme manifolduna püskürtülmesi şeklinde uygulanmıştır.



Resim 3.16. Nitrojen oksit sistemi parçaları

Özellikle yabancı ülkelerde çok popüler olan nitrojen gazlı sistemler, ürettikleri yüksek güçler sayesinde tüm dünyada gün geçtikçe daha çok ilgi çekmekte ve

yaygınlaşmaktadır. Üretilen güçlerin çok yüksek olmalarına karşın, geçici bir süre için sağlanması, sistemin özellikle kalkış yarışlarında tercih edilmesine sebep olmaktadır. Sistemin temeli, N_2O gazının sıvı halden gaz hale geçmesi esnasında ortamdan ısı çekmek sureti ile ortamı soğutmasına dayanmaktadır.

Nitrojen oksit gazı, tüpün içindeyken çok yüksek bir basınçla sıvı halde bulunan bir gazdır (800–1000 psi). Bu gaz, N_2O halinde iken yanıcı ya da patlayıcı değildir. Nitrojen oksit, otomobilin uygun olan herhangi bir yerine monte edilen bir tüp içinde kullanıma hazır halde bulunur. Sistem devreye sokulduğunda, nitrojen tüpünden çıkan N_2O sıvı halde bulunmaktadır. İstenildiği zaman, emme manifolduna ya da yanma odasına benzin ve havayla birlikte gönderilebilen nitrojen oksit gazı burada havanın sıcaklığı nedeniyle hal değiştirir.

Nitrojen oksit sisteminin çalışma prensibi, emme manifoldundan içeri daha yoğun ve soğuk hava alınabilmesini sağlamaktır. Sıvı nitrojen oksit manifolda girerek manifoldun içindeki havanın sıcaklığını üzerine alır, gaz haline geçerek hızlı bir şekilde yanma odasına ilerler. Gaz haline geçerken soğutucu etkisi ile emilen havanın sıcaklığını düşürür ve yoğunluğunu artırır. Böylece yanma odasına daha fazla hava ve aynı oranda oksijen girmesini, daha iyi yanma gerçekleşmesini ve güç artışı sağlar. Basit olarak, nitrojen oksit aynı zaman dilimi içerisinde daha çok miktardaki yakıtı yakmanıza müsaade eder ve böylece; yakıttan ortaya çıkan ve aracınızın akselerasyonu için gerekli olan motor gücü artar.

Ancak nitrojen gazı yanıcı değildir. Bu nedenle güç artışı sağlayabilmek için yanma odasına alınan fazla oksijene oranla fazla miktarda yakıt gönderilmesi gerekmektedir. Çünkü enerji daima yakıt kaynağından gelir. Yanma odasına alınan bu karışıma, aynı anda fazla miktarda da benzin takviyesi yapıldığında, silindirler normalde alabileceğinden daha fazla hava ve benzin karışımı aldığı için daha güçlü bir patlama meydana gelir ve daha yüksek bir güç elde edilir. Yanma odasına daha fazla yakıt vermeden sadece nitrojen oksit ilave edersek, motorunuzun normal zamanda kullandığı yakıtın daha iyi ve hızlı yanmasını sağlanmış olur.

Bir motor, yakıt yakarak çalışır ve genişleme yaparak pistonları aşağıya iter. Pratik olarak daha fazla beygir gücü elde etmek için az öncede dediğimiz gibi daha fazla yakıtı yakmak gerekmektedir. Bu da motor pistonlarının aşağıya daha kuvvetle itilmesini sağlayacaktır. Teoride bu sistem çok kolay gibi görülüyor olabilir. Fakat bu o kadar da kolay değildir. Gücü arttırmayı bir karmaşık mühendislik problemi yapan çok sayıdaki faktör vardır.

Her şeyden evvel, tüm yakıtlar yanabilmek için oksijene ihtiyaç duyar. Daha fazla yakıt yakmak istiyorsanız, silindirlere daha fazla oksijen göndermeniz gerekmektedir. Hemen bütün motor performans ürünleri yakıt ve oksijen akışını arttırarak gücü yükseltmeyi amaçlamaktadırlar.

Eksantrikler, daha hacimli karbüratörler veya genişletilmiş valfler, emme manifoldu, egzoz “headersları”, “superchargerlar”, “turbochargerlar” ve nitrojen oksit gazı. İşte tüm bu çalışmalar geliştirilmiş bir motorun volümetrik verimini arttırmayı amaçlayan sistemlerdir ve bu çalışmalar sonuçta istenilen beygir gücü artışı sağlayabilmektedir. Oksijen ve yakıtın akışını arttırmak için en etkin yollarından biri de muhtemelen nitrojen oksit enjeksiyon sistemidir. Kısaca nitro olarak ta ifade edilen sistemin büyük oranda beygir gücü artışı sağlamasının başlıca sebebi budur.

Diğer bir temel güç faktörü yakıtın buharlaştırılmasıdır. Benzinin yanabilmesi için buhar haline dönüştürülmesi gerekmektedir. Benzinin buhar haline dönüştürülmesi kolay bir işlemdir. Bu husus temel olarak dışarıya bir bardak su koyup kurumasını beklemekten farklı değildir. Ebetteki motorun içinde buharlaşma çok çabuk olmaktadır. Yüksek devirlerde benzinin buhara dönüştürülmesi, yeterince buharlaştırma işleminin harekete geçirilmesinde anahtar; motor ısısı ve hava akışı ile yakıtın atomize edilebilmesidir. Atomizasyon işlemi yakıt akışını çok küçük damlacıklara dönüştürür ve böylece buharlaşma yüzeyinin genişlemiş olmasından ötürü buharlaşma hızlanır. Yakıt damlacıklarının boyutu çok önemlidir. Büyük bir damla benzin alın ve onu on küçük damlacığa bölün. Bu durumda daha etkin yanma için yüzey sahasını genişletmiş olacaksınız. İyi dizayn edilmiş olan bir nitrojen oksit sistemi kullanılan valfin de yardımıyla nitro ile birlikte motora akan yakıtta çok

küçük damlacık parçaları meydana getirir. İşte bu sebepten dolayı nitrojen oksit sistemleri ile diğer sistemlere göre daha yüksek güç elde edilir.

Bizim bakacağımız üçüncü ana güç faktörü hava-yakıt karışımının yoğunluğudur. Deniz seviyesinden yukarılara doğru gidildikçe, deniz seviyesinde olduğuna nazaran hava yoğunluğu giderek azalmaktadır. İşte bu sebepten dolayı, deniz seviyesinde olan İstanbul'da düz yolda giden bir kamyonu göre, Toroslar'daki bir düz yolda giden kamyon daha yavaş ilerler. Yoğunluk, atmosfer basıncı (üzerinizde olan atmosferin ağırlığı), sıcaklık ve nem tarafından etkinleşir. Atmosferin basıncını değiştiremeyiz, ancak bir dereceye kadar emme odasının ısınısını düzenlenebilir. Cool can'lar ve intercooler'lar yakıt ile hava/yakıt karışımını soğutarak daha yoğun hale getirirler ve böylece bir güç artışı meydana gelir. Bu karışımdaki hava yoğunluğu ne kadar yüksek olursa silindire alınan yakıt ve havayla daha fazla sıkışır ve daha fazla güç oluşturur. Bu yanmanın daha verimli hale gelmesini de sağlar. Nitrojen oksit işte bu noktada devreye girer ve enjekte edildiğinde derhal likit halinden gaz haline dönüşür ve çok soğuk olur. Bu soğuk nitrojen oksit buharı manifolddaki tüm emme odasının ısınısını 20 °C'ye kadar düşürür. Daha yoğun karışım bir nitro sistemiyle motor'a çok daha fazla güç üretmesine yardımcı olur.

Nitrojen oksidin kullanımındaki temel problemlerden biri motora zarar verebilecek kadar bir güç artışı sağlamasıdır. Gücün %100–300 arasında artması nitrojen oksit kullanılması sonucu mümkün olabilmektedir. Nitrojen oksit kullanılacak olan motorların mekanik yapısı yani dayanımı arttırılmaz ise birçok motor nitrojen gazı kullanımı sırasında hurda haline gelebilmektedir. Ayrıca nitrojen gazı; yüksek basınçlarda sıvı halde depolandığı ve bu nedenle patlayıcı bir özellik arz ettiği göz ardı edilmemelidir.

Yukarıda saydığımız nedenlerden dolayı nitrojen oksit sistemlerinde aracın bazı destekleyici parçalarının değişmesi gerekmektedir. Örneğin benzin yakıt oranının düzenlenebilmesi için elektrikli benzin pompası kullanılması şarttır. Nitrojen oksit modifikasyonunu yapan çoğu tuning firması bu sistemi ancak "tam gaz" durumundayken açılacak şekilde ayarlarlar. Bu sayede herhangi bir unutkanlık

sebebiyle üzücü bir kazaya sebep olunması önlenmiş olur. Ayrıca tamamen açık kelebekte (tam gazda) kullanılması önerilmektedir çünkü nitro tam kelebek açıklığında 1500 devir / dakikanın üstünde de mükemmel sonuç verir.

Bunun dışında aşırı yükleme yapılacak ise motorun hareketli (krank mili, biyel kolu gibi) parçalarının da güçlendirilmesi gerekebilmektedir. Artan güç piston ve güç aktarma organlarına daha fazla baskı yapacaktır. Ayrıca yanma sonu sıcaklık ve basıncı da artacağı için pistonların standart alüminyum alaşımlı olması da risk arz edecektir. Böyle bir modifikasyon sürecinde pistonların da forged pistonlarla değişmesi güvenlik açısından çok önemlidir.

Nitrojen oksit sistemleri tüm benzinli ve dizel arabalarda, 4-6-8-10-12 silindirli motorlarda, aracın gücüne ve motor hacmine göre özel dizayn edilmiş kitler ile uygulanabilmektedir. Uygulamalarda motor blokları genellikle; 4 silindirli motorlar 60–100 HP. 6 silindirli motorlar 75–125 HP. 8 silindirli (small block) motorlar 125–150 HP. 8 silindirli (big block) motorlar 150–250 HP ekstra güç artışını rahatlıkla tolere edebilmektedirler. Bu değerlerin üstüne çıkıldığında, istenen güce göre değişen forged piston (Resim 3.17), çelik (forged) piston kolu ve daha ileri safhalarında çelik forged krank gereksinimi vardır. Uygulamanın genelde sağlıklı çalışan bir motora yapılması uygundur yani yağ yakan veya çok fazla rektifiye edilmiş motora uygulanması tavsiye edilmemektedir.

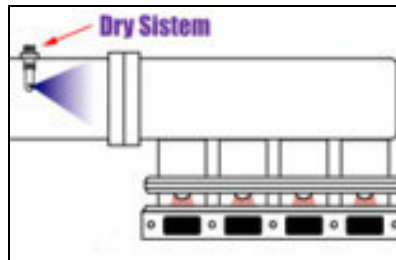
Nitrojen oksit sistemlerinin pek çok çeşidi vardır. “Spray bar plate” sistemleri; karbüratör ve manifold arasında bir ara plaka ile kullanılan “powershot” (güçlü atış), “cheater” (aldatıcı), “big shot” (büyük atış) gibi. Bu plaka, built-in olan spray barlarının içinden emme manifold kanallarına nitro ve ilave yakıt verir. Çoğu yakıt enjeksiyonlu tip motorlar ve top shot gibi olan sistemler için olan nitro sistemleri, plate sistem teknolojisinin değişik şekilleridir. Plate sistemleri 50 ya da ekstra 400 beygir gücü verebilir. Çoğu plate sistemleri ayar yapılabilen beygir gücü kazanımı ve sistem ayarı için çıkarılabilen nitro ve yakıt jet özelliklerine sahiptir. Plate sistemleri cadde ve çoğu yarış sınıflarında kullanılır.

N_2O uygulaması temel olarak, "dry" (kuru), "wet" (ıslak) ve "direct port" (direkt port) olmak üzere üçe ayrılır.



Resim 3.17. Forget tabir edilen pistonun görünüşü

“Dry” sistem, nitrojen oksit gazının doğrudan manifolda gönderilmesi şeklinde gerçekleşmektedir (Şekil 3.9). Hava filtresinden içeri giren hava ile yakıtı karıştırmak için mevcut karbüratör veya enjeksiyon sistemini kullanmaktadır. Elbette çoğunlukla bu durumda enjektörlerin büyütülmesi ve elektronik kontrol ünitesinin modifikasyon edilmesi söz konusu olmaktadır. Karbüratörlü sistemlerde ise nitrojenin kullanımı anında manifolda ilave yakıt gönderecek pompa ve enjektör ilave edilir.

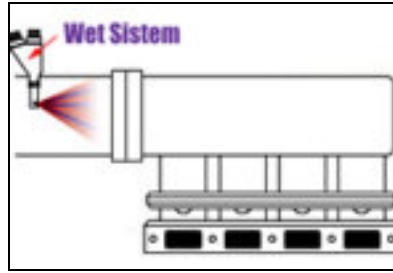


Şekil 3.9. Kuru “dry” tip püskürtme sistemi

“Wet” yani ıslak tabir edilen modellerde, emme manifolduna giden gazı ve hava filtresinden gelen havayı içerde yakabilmek için yakıt takviyesi bulunmaktadır (Şekil 3.10). “Wet” yani ıslak olarak tabir edilen yer aslında emme manifoldudur. Wet sistem, mevcut enjeksiyon sistemini modifikasyon etmek yerine, nitrojen sisteminin

fazladan gerektirdiği yakıtı adeta kendi yanında getirmesi anlamına gelir. Nitrojen tüpü kapalı iken otomobil standart enjeksiyon sisteminin sağladığı yakıt ile çalışmaktadır. Nitrojen yüklemesi yapıldığı ve gaz basıldığı anda tüpten gelen ek yakıt da devreye girerek emme manifolduna püskürtülür ve kuru sistemde sadece hava ve gaz aktaran emme manifoldu, “wet” çalışan bu sistemde hem hava ve gaz hem de sıvı yakıt püskürtür.

Tabii ki her iki sistemin de kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Dry sistem fazladan bağlantılar ve tüpte yakıt depolamayı gerektirmemesi açısından avantajlıdır ancak her silindire giden nitrojen, benzin ve hava miktarının aynı olamaması gibi bir dezavantajı vardır.

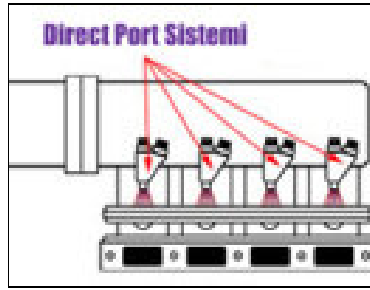


Şekil 3.10. Islak “wet” tip püskürtme sistemi

Şekil 3.9 ve Şekil 3.10’da görüldüğü üzere "dry" sistemde nitrojen oksit gazı direkt olarak emme manifolduna püskürtülür. "wet" sistemde ise özel bir meme kullanılarak, emme manifolduna aynen "dry" sistem gibi ancak nitrojen oksit ve benzin karışımı püskürtülür. Bu sistemde güç artışları çok yüksekken, manifoldda patlamalar ve geriye doğru yanmalar yaşanabilir. "direct port" sistemi ise N_2O uygulamasındaki son noktadır. Her silindirin üzerindeki emme portuna birer "wet" sistem memesi konularak adından da anlaşılacağı üzere, portlara direkt olarak benzin ve N_2O gazı püskürtülür. Bu sayede her silindire eşit dağıtım yapılabilmektedir.

Diğer taraftan, direkt port sistemleri mümkün olduğunca emme valfine yakın olan her bir emiş yolu’na nitrojen oksit ve ilave yakıt verebilmek için özel dizayn edilmiş enjektörler, fogger memeler kullanır (Şekil 3.11). Bu sistemler, her bir silindire aynı

miktarda verirken bolca N_2O ve yakıt akıtır. “Multiple stage direct port” sistemleri, bazı profesyonel yarış motorlarında 1000 ekstra beygire kadar artış yapmıştır. Bütün nitrojen oksit direkt port sistemlerin özelliği beygir ayarlamaları ve sistem tuningi (ince ayar) için değiştirilebilen nitro ve yakıt jetleridir. Direkt port sistemleri aşağı yukarı her türlü motorlarda hem cadde hem de yarış uygulamalarında kullanılır. Yakıt enjeksiyonu için olan bazı nitro sistemleri direkt port teknolojisinin değişik bir ifadesidir.



Şekil 3.11. Direkt püskürtme sistemi

Nitrojen oksit sistemleri, insanların tercihleri ve araç özelliklerine uygun bir şekilde yapılır. Araçların mekanik bölümleri bizlerin yaptığı diğer modifikasyon işlemlerini kaldırabilecek niteliktedir, fakat nitrojenin kuvveti doğru şekilde kullanılmadığı takdirde aracın aktarma organları (debriyaj, diferansiyel, şanzıman) veya motor üniteleri zarar görebilir. Çok önemli bir nokta da nitrojenin açık kalma süresinin 5–15 saniye civarlarında olması gerektiğidir. Aksi takdirde “fazla güç göz çıkartmaz mantığı” tersine işleyebilir.

Nitrojen gazı sistemi, genelde 1.viteste kullanılmaz. Zira 1. vites oranı zaten çok kısa olduğu için çoğu arabanın gücü 1.vites için yeterlidir. Hatta patinaj yaptırmamak için gaza tamamen basılamaz. İşte bu durumda nitrojen sisteminin de kullanımı anlamsızdır. Patinaja maruz kalmamak için nitrojen ancak 2. veya 3. viteslerden sonra kullanılır. Birden bire artan performansın, aracı sizin kontrolünüzden dışarı çıkaramayacağı durumlarda yani torkun yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmalıdır. Yoksa 1. veya 2. viteste bir arabayı zaptetmesi (sonuna kadar gaza basıyorsanız) biraz zordur.

Nitrojen kitinin araca montajını müteakip, elinizin altında 3 emniyet şalteri bulunur. Birincisi tüp vanası, ikincisi solenoidlere elektrik veren hazır şalteri ve üçüncüsü atış şalteridir. Tüp açık iken hazır şalteri açılır ve 1500–2000 devir veya üstünde seyreden bir araçta gaz pedalının altında veya kolayca ulaşılabilecek (örneğin vites topuzu, direksiyon) atış şalterine bastığınız sürece motora nitrojen gazı ve ekstra benzin verir. Genelde tüp bitene kadar basılabilir. Fakat sağlıklı olması açısından yetkililer basma süresinin 15–20 saniyeyi geçmemesi konusunda uyarmaktadırlar. Çünkü bu yarış modunda üretilmiş bir sistem olduğu için, yarışların da en fazla 16–17 saniye (0–400 metre) olacağından fazlasını gereksiz bulunmaktadırlar.

Nitrojen tüpümüz 15–20 saniyelik atışlarla, 10 oz’ luk minik tüp ile 4–5 defa, 2 lbs’ lik tüp ile 10–15 defa, 10 lbs’ lik tüp ile 20–30 defa, tabi bu kullanılan kite ve motorun hacmine göredir. Burada 10 oz’ luk tüp 50 HP. 2 lbs’ lik tüp 60–75 HP. 10 lbs’ lik tüp 100–150 HP. artı güç artışı verecek şekilde örneklendirilmiştir.

Son olarak, unutmamak gerekir ki kontrollü bir kullanımda nitrojen adrenalın tutkunları için ideal bir sistemdir. Ancak yanlış kullanıldığında motor bloğunu kucaklayıp servise gitmek kaçınılmazdır. Verimli bir nitrojen oksit sistemi uygulaması için sistemin en azından 1500–2000 devirlerinden yukarıda kullanılması tavsiye edilir. Bunun yanında nitrojen uygulamaları için 92 veya daha üzeri oktanlı kurşunlu veya kurşunsuz benzin kullanılması önerilmektedir.

3.13. Çoklu Topraklama Elektrotlu Bujiler

Buji, elektrik enerjisini yanma haznesine taşıyarak elektrotlarının arasında oluşan elektrik atlaması ile sıkışmış hava yakıt karışımının yanmasını sağlar. Sistem, ateşleme bobininin, aküden aldığı elektrik enerjisini ortalama 30000 Volt değerine yükselterek bujiye aktarması ve uygun zamanda bu yüksek enerjinin bujinin tırnakları (elektrotları) arasında yanmayı başlatıcı kıvılcıma dönüşmesi ile görevini yapar. Yanmanın ideal oluşabilmesi için bujinin yeri çok önemlidir. Buji, ateşleme haznesinde sıkışmış hava yakıt karışımını her şartta en iyi ateşleyebileceği ve diğer faktörlerden etkilenmeyeceği bir yere yerleştirir.

Her ateşleme işleminde elektrot malzemesinden bazı moleküller kopar. Bu olguya “kıvılcım erozyonu” diye bilinir. Bu da gün geçtikçe kaçınılmaz olarak malzemenin incelmesine, dolayısıyla elektrot aralığının büyümesine yol açar. Bu büyüme ise ancak belirli sınırlar içerisinde kabul edilebilir, aksi halde büyük ölçüde elektrot aralığına bağlı olan gerekli ateşleme gerilimi fazla yükselecektir ve ateşleme kesiklikleri meydana gelecektir. Oysa emisyonların artmasına, motor performansının azalmasına ve katalizatörün hasar görmesine yol açtıkları için ateşleme kesikliklerine modern motorlarda kesinlikle izin verilemez.

Bir bujinin ömrünü uzatmak için örneğin erozyona daha büyük dayanıklılığına sahip malzemeler (platin vs.) kullanılabilir ya da malzeme miktarı (2, 3 ya da 4 topraklama elektrodu) değiştirilebilir (Resim 3.18.). Her iki tedbir, bujinin ömrünü uzatmayı ve motorun uzun bir zaman aralığı boyunca çalışma güvenliğini sağlamayı hedefler.



Resim 3.18. Çoklu topraklama elektrotlu bujiler

Tüketici kararında daha uzun bakım aralıklarının belirleyici önem taşıdığından, otomobil endüstrisinin yan sanayiye koyduğu şartlar son yıllarda muazzam artmıştır. 1960’lı yıllarda henüz 5.000-10.000 km’lik değişim aralıkları öngörülmüşken, şimdi 60.000 km’lik ömre sahip bujiler kullanılmaktadır. Özel tip bujiler yapıları gereği daha düşük ısılarda çalışabildikleri için aracın soğuk çalışmasında iyi performans gösterirler. Ayrıca kendilerini temizleme ısıları daha düşük olduğundan kirlenme

oranları oldukça düşüktür. Yine yapıları gereği üstlerindeki kayıplar oldukça azdır. Özellikle tınaklarının farklı materyallerden yapılması kirlenmesini zorlaştırır. Yukarıda belirtilen bu temel farklılıklar buji ömrünü uzattığı gibi yeterli ve düzgün ateşleme ile yakıt tasarrufu, gerçek gücünde çalışma devamlılığı gibi avantajlar sağlar.

3.14. Termal Bariyer Kaplama

Motorların yanma sonucunda elde edilen enerjinin büyük bir kısmı ısı enerjisi olarak atmosfere atılmaktadır. Dışarı atılan enerjinin önemli bir bölümü ise silindirlerin dışındaki soğutma kanallarından geçen soğutma suyuna aktarılması yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu ısı kaybını azaltarak faydalı işi arttırmak için çabalayan mühendisler çözüm olarak seramik kaplama yöntemini geliştirmişlerdir.

Seramik kaplama sonucunda özellikle düşük, orta yük ve devir sayısı şartlarında motorun özgül yakıt tüketiminde önemli ölçüde azalma görülmektedir. Yakıt tüketimindeki bu azalma orta yük ve devir sayılarında daha belirgin hale gelmektedir. Bu çalışma aralıklarında seramik kaplı motorlarda özgül yakıt tüketiminde ortalama %2 oranında iyileşme sağlanmıştır. Yüksek yük ve devir sayısı şartlarında termal bariyer kaplama sonucu motorun özgül yakıt tüketimindeki iyileşmenin azalarak devam ettiği ve maksimum yük ve devir sayısı şartlarında normal motora göre çok az da olsa (%1) bir artış olduğu gözlenmiştir. Termal bariyer kaplı motorlarda özgül yakıt tüketimindeki azalma miktarı ara soğutucunun devreye alınmasıyla daha da artmıştır [35].

Yapılan çalışmalarda efektif verimin %26–38 arasında değiştiği, termal bariyer kaplama yöntemi ile motorunun efektif veriminin %2 arttığı görülmüştür. Egzoz gazlarında ise 10–65 °C artış gerçekleşmiş olup bu da %5–13 arası bir sıcaklık artışı anlamına gelmektedir. Bu çalışmalarda motor performans artışı yanında emisyonlarda düşüşe neden olmuştur. Sonuçta CO emisyonlarında %35, HC emisyonlarında %40 ve partikül (parçacık) emisyonlarında %48'lere varan azalmalar tespit edilmiştir.

3.15. Türbülötör

Türbülötör adından da anlaşılacağı gibi akışı türbüle etmek için kullanılırlar. Akışa dönme hareketi vermek amacıyla geliştirilen pervane tipi türbülötörler hava emiş hattına yerleştirilmektedir. Bu sayede hava ile yakıtın daha iyi karıştırılması ve homojen hava yakıt karışımının elde edilmesi sağlanmıştır. Hava emiş hattında ilerlerken hava kanatçıklara çarparak türbülans kazanmakta ve yakıtı hızla dağıtarak istenen karışımı oluşturmaktadır.

Türbülötörlü akışlarda gerçekleştirilen deneyler ışığında ısı geçişi ve sürtünme kaybı kanat çapıyla ve kanat açısıyla doğru orantılı kanatlar arası mesafe ile ters orantılı olarak değişmektedir. Bu parametreler önem sırasına göre; türbülötör kanat çapı, kanatlar arası mesafe ve kanat açısı şeklinde sıralanabilir.

Türbülötörler ile ilgili Tülin Bali'nin yaptığı çalışmalar sonucunda boru girişine yerleştirilen pervane tipi türbülötörün ısı geçişini %10-60 arasında arttırmasına karşın basınç kayıplarını da 4,5-5 kat arttırdığı görülmüştür. Türbülötörün boru girişinden 197,8 mm ileriye yerleştirilmesi durumunda ise ısı geçişini %30-50 oranında arttırırken basınç kayıplarını 2,5-3,5 kat arttırdığı görülmüştür [42].

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Materyal

4.1.1. Deney yeri

Deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı, İçten Yanmalı Motorlar Laboratuvarındaki P8602 Multi-Cylinder Engine Test cihazına bağlı bulunan Ford motorunun üzerinde gerçekleştirilmiştir.

4.1.2. Deney seti

Dinamometre



Resim 4.1. P8602 Multi-Cylinder Engine Test dinamometre seti

P8602 motor test dinamometresi (Resim 4.1) istenildiğinde 160 kW'a kadar yükleme yapabilmektedir. 3500–8000 devir arasında 475 Nm'ye kadar tork ölçümü yapılabilmektedir. Cihaz yüklemeyi “Eddy Akımı” ile gerçekleştirmektedir. Cihazın çalışma gerilimi $240\text{ V} \pm \%10$, (50 Hz) ve çektiği akım 16 A'dir.

Dinamometre sistemi panosunda;

1. Motor devri göstergesi (min^{-1} cinsinden),
2. Motor torku göstergesi (Nm),
3. Motor yağı sıcaklığı, ortam sıcaklığı gibi sistemin on farklı noktasındaki sıcaklık değerlerini görebileceğimiz dijital gösterge ($^{\circ}\text{C}$),
4. Dinamometre yükleme gücü göstergesi,
5. Hava akış basıncı için eğik manometre,
6. Yakıt ölçümü için 50 ml ve 100 ml bölümlü cam tüp,
7. Motor yükleme anahtarı,
8. Marş anahtarı,
9. Acil durdurma butonu,
10. Gaz kelebeği kumanda kolu bulunmaktadır.

Egzoz emisyon test cihazı



Resim 4.2. Sun 1200 egzoz gaz ölçüm cihazı

Deneylerde Sun MGA 1200 gaz analizatörü, motorun egzozundan çıkan değişik gazların analizinde kullanılmıştır. Cihaz dijital göstergelidir. Bu cihaz;

1. Cihaz infrared yöntemle ölçüm yapar.
2. Cihaz TSE 11366 ve Avrupa'da kullanılan ISO, OIML class I standartlarına uygundur.
3. Cihaz CO, CO₂, HC ve O₂ gazlarını, AFR ve LAMBDA değerini ölçer.

4. İstenirse cihaza ilave olarak Motor devri - Yağ sıcaklığı üniteleri ilave edilebilir.
5. Cihaza A4 boyutunda printer bağlanabilir. Printer çıktısı Türkçe'dir. Printer çıktısında alt- üst limit değerleri, ölçüm değerleri, ölçümü yapan kurumun unvanı ve tarih, plaka ve km yazmak için yerler bulunur.
6. Cihazı korumak amacıyla cihazın girişinde iki yollu filtre sistemi vardır.
7. Gaz ölçme süresinin kısa olması amacıyla cihazın pompası yüksek verimli ve iki yolludur.
8. Cihazın filtreleri dolduğu zaman veya hortumu tıkanığında "az hava" uyarısı verir.
9. Normal ve süper benzin kullanan veya LPG ile çalışan araçların gaz analizi için cihazda seçim yapılabilir.
10. Ölçümlerin her coğrafi bölgede aynı hassasiyetle yapılabilmesi için ölçüm yapılan yerin rakım değeri cihaz tarafından otomatik olarak algılanır veya rakım değeri cihaza girilebilir. (Otomatik algılama kiti aksesuardır)
11. Cihazın periyodik kalibrasyonları hassas olması amacıyla cihazın içini açmadan kalibrasyon gazı ile otomatik kalibrasyon yapılabilir. (AUTO CAL ve ZERO CAL den farklı olarak)
12. Cihazda bilgisayara veya başka motor test cihazlarına bağlantı için RS 232 interface bulunur. Cihaz bilgisayara bağlanırsa araç seçimi yapılabilir ve diognastik mesaj alınabilir.
13. Cihaz arızalarını ekrandan uyarıcı mesajlar ile verebilir.
14. Cihazın ölçüm sınırları ve hassasiyeti aşağıdaki gibidir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Sun 1200 emisyon test cihazı ölçme hassasiyet değerleri

Parametre	Ölçme sınırı	Hassasiyet
CO	0 - %10	%0,01
CO ₂	0 - %20	%0,01
HC	0 - 20000	1 ppm
O ₂	0 - %21	%0,1
LAMDA	0,80 - 2,00	0,001

Deney motoru

Deneylerde dört silindirli dört zamanlı buji ile ateşlemeli tek nokta enjeksiyonlu Ford marka 1300 cc'lik motor kullanılmıştır. Motorun teknik özellikleri aşağıda Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deney motorunun teknik özellikleri

Motorun Özellikleri	
Motorun Markası	Ford VSG 413
Yakıt Sistemi	Enjeksiyonlu
Motor gücü	43 kW 5000 rpm
Motor torku	98 Nm 2500 rpm
Silindir çapı	73,96 mm
Kurs boyu	75,48 mm
Silindir hacmi	1297 cc
Sıkıştırma oranı	8,8 : 1
Ateşleme sırası	1-2-4-3
Kompresyon basıncı	13-16 bar
Rölanti devri	750 rpm
Supap Zamanları	
Emme açılması	12 ⁰ BTDC
Emme kapanması	48 ⁰ ABDC
Egzoz açılması	47 ⁰ BBDC
Egzoz kapanması	13 ⁰ ATDC

Deneylerde kullanılan hava filtreleri

JR marka hava filtresi (FC-07005)

JR marka, FC-07005 model yüksek performanslı, yüksek akışlı, yıkanabilir tip hava filtresi.



Resim 4.3. JR (FC-07005) marka hava filtresi

JR marka hava filtresi (CR-07301)

JR marka, CR-07301 model yüksek performanslı, yüksek akışlı, yıkanabilir tip hava filtresi.



Resim 4.4. JR (FC-07301) marka hava filtresi

JR marka hava filtresi (FC-07004)

JR marka, FC-07005 model yüksek performanslı, yüksek akışlı, yıkanabilir tip hava filtresi.



Resim 4.5. JR (FC-07004) marka hava filtresi

JSV marka hava filtresi (JR 2600)

JSV marka JR 2600 model yüksek performanslı 100m³/h hava akışına uygun hava filtresi.



Resim 4.6. JSV (JR 2600) marka hava filtresi

JSV marka hava filtresi (JR-1)

JSV marka JR-1 model yüksek performanslı 200 m³/h hava akışına uygun hava filtresi.



Resim 4.7. JSV (JR-1) marka hava filtresi

Türbülötör

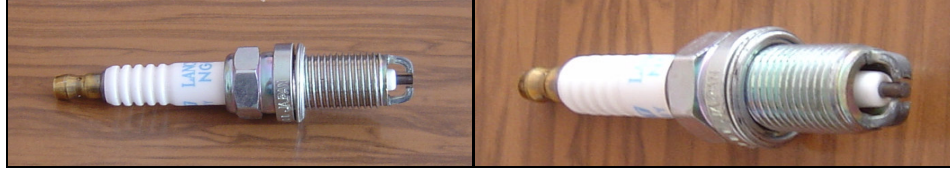
65 mm çapında, her iki tarafında simetrik onar kanat bulunan alüminyum alaşımlı türbülötör.



Resim 4.8. Türbülötör

Buji

Çift tırnaklı buji: Lancia marka, NGK BKR6EKC model, çift tırnaklı uzun elektrotlu buji.



Resim 4.9. Lancia (NGK BKR6EKC) marka bujinin iki görünüşü

Nitrojen oksit sistemi



Resim 4.10. Nitrojen oksit sistem parçaları

Nitrojen oksit sistemi paketinde;

1. N_2O tüpü (10 lbs, dolu),
2. N_2O püskürtme nozulu (emme manifoldu enjeksiyon valfi),
3. N_2O ve benzin boruları (çelik),
4. N_2O ve benzin selenoidi (vanası),
5. N_2O montaj kablo ve aparatları,
6. N_2O atış butonları,
7. N_2O emniyet vanaları,
8. N_2O sistemi kurulum ve kullanım kılavuzu yer almaktadır.

Kronometre

Yakıt sarfiyatı süresinin tespitinde “Emerson” marka bir kol saatinin kronometre özelliği kullanılmıştır. Kronometre hassasiyeti 0,01 saniyedir.

4.2. Metot

4.2.1. Deneyin yapılışı

Dinamometre testi

Deneylere başlamadan önce benzin motoru dinamometreye (hareketli) ve yere (sabit) bağlantıları yapılmıştır. Cihaz ile ilgili yakıt borusu gaz kelebeği, hava metre gibi diğer bağlantıları da tamamlanarak motor yağı ve radyatör suyu seviyeleri tamamlanmıştır.

Deneye hazırlık sahasında dinamometre soğutma sistemi aktif hale getirilmiş ve elektrik bağlantısı yapılmıştır. Bu arada motorun akü kutup başları da bağlanarak deney seti hazır hale getirilmiştir. Deneye başlamadan önce tüm bağlantılar son kez kontrol edilerek motor çalıştırılmıştır. Deney için motora yükleme yapılmadan önce motorun çalışma sıcaklığına gelmesi için bir süre boşa ve rölanti devrinde çalıştırılmıştır.

Motor çalışma sıcaklığına ulaştıktan sonra gaz kelebek kumanda kolu $\frac{1}{2}$ kelebek açıklığına getirilerek motor yükleme anahtarı aracılığı ile yüklenmeye başlamıştır. Yükleme yaparken motor devrinin 1800 d/d'nin altına düşmemesine dikkat edilmiştir. Deney, tam gaz kelebek açıklığında ve 1800–4600 d/d arasında 400 devir aralıklarla toplam sekiz kademede gerçekleştirilmiştir. Alınan değerler tablolara kayıt edilmiştir. Deneyler arasında motor bir süre dinlenmeye bırakılmıştır. Ayrıca deney sonuçlarının doğruluğunu arttırmak amacı ile deneyler üçer kez tekrarlanarak deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır.

Emisyon testi

Cihaz ile ölçüme başlanmadan önce cihaz 220 V şehir şebekesine bağlanmış ve cihazın ısınması için 15 dakika beklenmiştir. Cihaz hazır hale geldiği andan itibaren motor egzoz borusuna bir aparat ile giriş sağlanmıştır. Dinamometre testi anındaki emisyon değerleri daha sonra alınacak olan değerler ile karşılaştırılmak üzere kayıt edilmiştir.

4.2.2. Hesaplama metotları

Tork düzeltme faktörünün hesaplanması

Deney sırasında ortam sıcaklık ve basınç değerleri alınarak motorun normal şartlar altındaki tork değerini bulabilmek için düzeltme katsayısı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$Kd = \frac{100}{P} \times \left[\frac{T}{298} \right]^{0,5}$$

Burada;

K_d = Tork düzeltme faktörü,

P = Deney ortam basıncı (kPa),

T = Deney ortam sıcaklığı (K)'dır.

Örn: $P = 91,2$ kPa ve $T = 30$ °C için tork düzeltme faktörü;

$$Kd = \frac{100}{P} \times \left[\frac{T}{298} \right]^{0,5} \Rightarrow Kd = \frac{100}{91,2} \times \left[\frac{303}{298} \right]^{0,5} \Rightarrow Kd = 1,1 \text{ olur.}$$

Düzeltilmiş torkun hesaplanması

Dinamometreden okunan değerler düzeltme faktörü dikkate alındığında düzeltilmiş tork aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$Me = Md \times Kd$$

Burada;

Me = Düzeltilmiş motor torku (Nm),

Md = Dinamometreden okunan tork değeri (Nm),

Kd = Tork düzeltme faktörüdür.

Örn: $Md = 84,6$ Nm ve $Kd = 1,1$ için düzeltilmiş motor torku;

$$Me = Md \times Kd \Rightarrow Me = 84,6 \times 1,1 \Rightarrow Me = 93,06 \text{ Nm olur.}$$

Motor gücünün hesaplanması

Deney aşamasında ölçülen devir ve o devirde hesaplanan düzeltilmiş tork değeri dikkate alınarak motor gücü aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$Ne = \frac{Me \times n}{9549}$$

Burada;

Ne = Motor gücü (kW),

Me = Düzeltilmiş motor torku (Nm),

n = Motor devri (min^{-1})'dir.

Örn: $M_d = 93,06 \text{ Nm}$ ve $n = 3400 \text{ 1/min}$ için motor gücü;

$$N_e = \frac{M_e \times n}{9549} \Rightarrow N_e = \frac{93,06 \times 3400}{9549} \Rightarrow N_e = 33,33 \text{ kW olur.}$$

Yakıt tüketiminin ve özgül yakıt tüketiminin hesaplanması

Deneylerde yakıt olarak normal benzin kullanılmıştır. Deney koşullarında 50 ml lik ölçme borusu dikkate alınmıştır. Motorun 50 ml'lik ölçme borusundaki yakıtı ne kadar sürede tükettiği kronometre ile ölçülmüş, buradaki yakıt tüketimleri aşağıdaki yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi formülleri ile hesaplanmıştır. Hesaplamalarda benzinin yoğunluğu 0,735 kg/lt olarak alınmıştır.

$$B = \frac{50}{t} \times 0,735 \times 3,6$$

Burada;

B = Birim zamandaki yakıt tüketimi (kg/h),

t = Yakıt akış süresi (s)'dir.

$$b_e = \frac{B}{N_e} \times 1000$$

Burada;

b_e = Özgül yakıt tüketimi (g/kWh),

B = Birim zamandaki yakıt tüketimi (kg/h),

N_e = Motor gücü (kW)'dür.

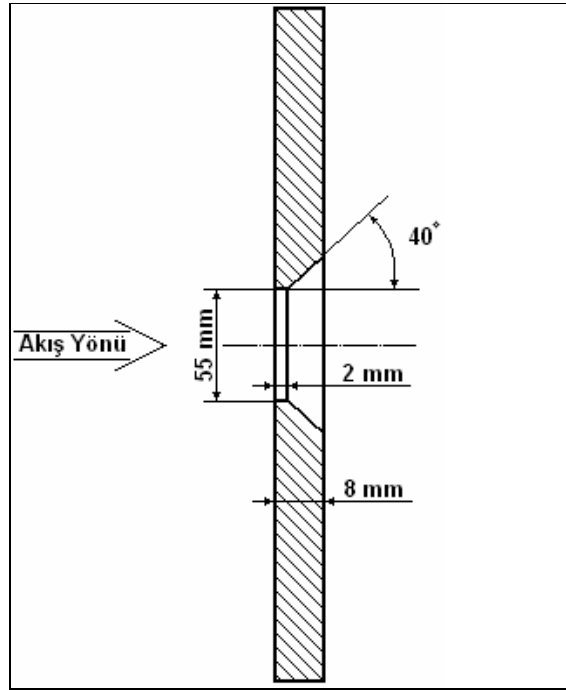
Örn: $N_e = 33,33$ kW ve $t = 16,94$ için birim zamandaki yakıt tüketimi;

$$B = \frac{50}{t} \times 0,735 \times 3,6 \Rightarrow B = \frac{50}{16,94} \times 0,735 \times 3,6 \Rightarrow B = 7,81 \text{ kg/h olur.}$$

Özgül yakıt tüketimi ise;

$$be = \frac{B}{N_e} \times 1000 \Rightarrow be = \frac{7,81}{33,33} \times 1000 \Rightarrow be = 234,3 \text{ g/kWh olur.}$$

Hava tüketiminin ve volümetrik verimin hesaplanması



Şekil 4.1. Deneyde kullanılan orifis

Hava tüketimini ölçebilmek için yatık manometre ve Şekil 4.1’de gösterilen orifis kullanılmıştır. Deney sırasında hava akış miktarı, deney setinden okunan sıvı sütunu yüksekliği ve kullanılan ventüri çapının aşağıdaki formülde yerlerine yazılarak hesaplanması ile bulunmuştur.

$$Q_g = 0,1123 \times d^2 \times \sqrt{h}$$

Burada;

Q_g = Hava akış miktarı (lt/min),

d = Ventüri çapı (mm),

h = Manometreden okunan değer (mm)'dir.

Örn: $h = 25$ mm ve $d = 55$ mm için hava akış miktarı;

$$Q_g = 0,1123 \times d^2 \times \sqrt{h} \Rightarrow Q_g = 0,1123 \times 55^2 \times \sqrt{25} \Rightarrow Q_g = 1698 \text{ lt/min olur.}$$

Volumetrik verim ise her devir için gerçek hava tüketim miktarının teorik hava tüketim miktarına bölümü ile yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\eta_v = \frac{Q_g}{Q_t}$$

Burada;

η_v = Volümetrik verim (%),

Q_g = Hava akış miktarı gerçek (lt/min),

Q_t = Hava akış miktarı teorik (lt/min)'tir.

Yukarıdaki hesaplama için gerekli olan teorik hava akış miktarı da aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

$$V_h = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H$$

$$Q_i = V_h \times \frac{n}{2} \times \frac{4}{10^6}$$

Burada;

H = Kurs boyu (mm),

D = Silindir çapı (mm),

V_h = Bir silindirin hacmi (mm^3),

n = Motor devri (min^{-1}),

Q_i = Teorik hava akış miktarı (lt/min)'tir.

Örn: H = 75,48 mm,

D = 73,96 mm,

n = 3400 min^{-1} için bir silindirin hacmi;

$$V_h = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H \Rightarrow V_h = \frac{\pi \times 73,96^2}{4} \times 75,48 \Rightarrow V_h = 324277 \text{ mm}^3 \text{ olur.}$$

Teorik hava akış miktarı ise;

$$Q_i = V_h \times \frac{n}{2} \times \frac{4}{10^6} \Rightarrow Q_i = 324277 \times \frac{3400}{2} \times \frac{4}{10^6} \Rightarrow Q_i = 2205 \text{ lt/min olur.}$$

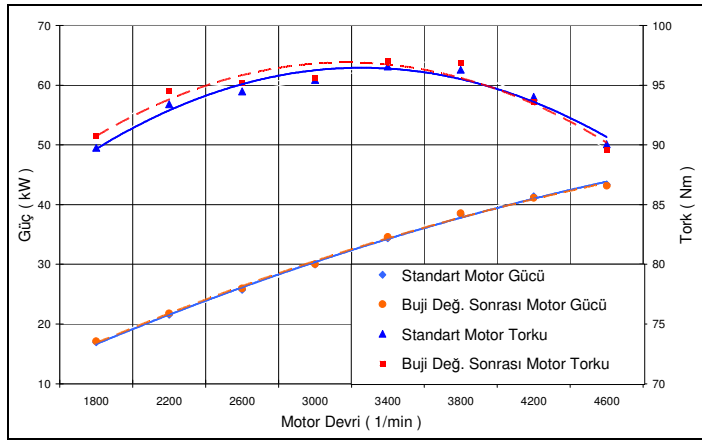
Sonuç olarak volümetrik verim de;

$$\eta_v = \frac{Q_s}{Q_i} \Rightarrow \eta_v = \frac{1698}{2205} \Rightarrow \eta_v = 0,77 \Rightarrow \%77 \text{ olur.}$$

5. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

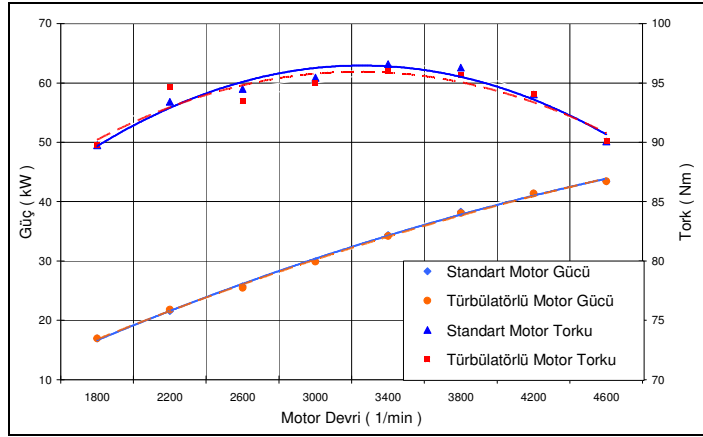
Deneyler tam gaz kelebek açıklığında değişik devir ve yüklerde gerçekleştirilmiştir. Her bir parametre ayrı ayrı standart motor ile karşılaştırılmıştır. Deneyler sırasında ölçülen ve hesaplanan performans değerleri ile egzoz emisyon değerleri EK-1’de verilmiştir.

5.1. Motor Torku ve Gücü



Şekil 5.1. Standart bujili ve çift tırnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) bujili Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği

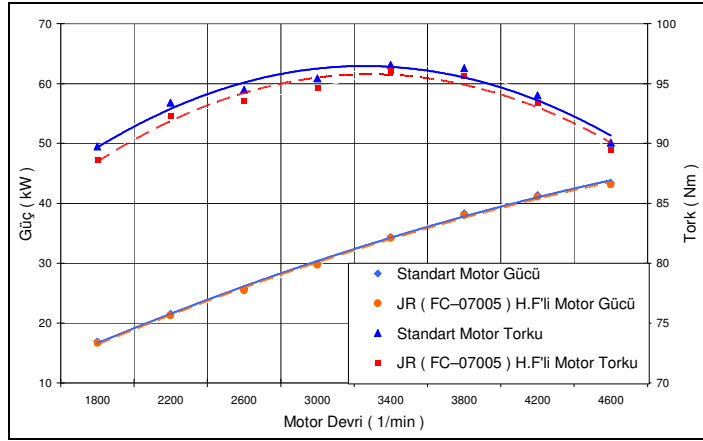
Şekil 5.1’deki grafikte standart bir 1300 cc Ford motorunun ve çok tırnaklı buji değişimi sonrası elde edilen tork-devir, güç-devir grafiği görülmektedir. Motorun 1800 1/min devrinden itibaren standart bujiye göre tork artışı sağlamış fakat 3800 1/min devirden itibaren tork değerleri eşitlenmektedir. Bu devirin üstüne çıkıldığında ise az da olsa standart bujili motora göre torkta düşüş yolmuştur. Bununla birlikte torktaki değişim güçte belirgin bir değişime neden olamamıştır. Burada çok tırnaklı bujinin performansına belirgin bir etkisi olmamıştır. Bu gözlenen değerler ölçüm hassasiyeti içinde kalmıştır.



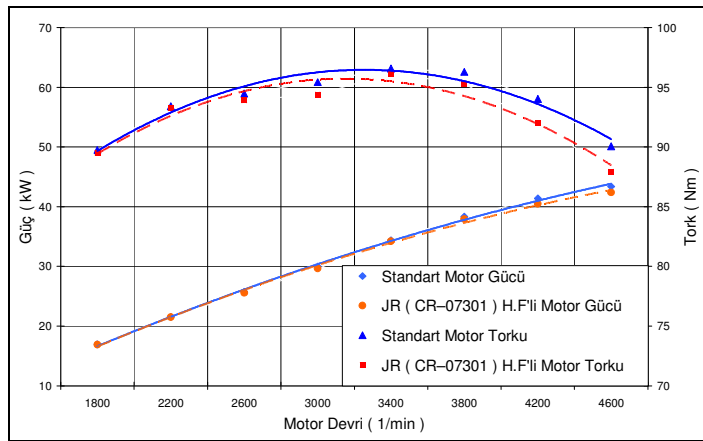
Şekil 5.2. Standart ve türbülantörlü Ford motorunun devre bağı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği

Şekil 5.2'deki grafikte standart bir motora karbüratörün önüne bir türbülantör takılarak elde edilen tork ve güç değişimleri gösterilmiştir. Burada düşük devirlerde azda olsa torkta artış kaydedilmiş gibi gözükse de standart haldeki motorda elde edilen maksimum tork değerine erişilememiştir. Maksimum motor devrine yaklaşırken ise tork değerleri eşitlenmiştir. Torkta yaşanan bu farklılık belirgin olmadığı için güçte bir değişme meydana getirmiştir diyemeyiz. Burada takılan türbülantörün motor performansına çokta getirisinin olmadığı anlaşılmıştır. Hava akışını düzenlemek için takılan türbülantör akışı düzenlerken havanın geçişine az da olsa engel teşkil etmiştir.

Şekil 5.3'deki grafikte JR (FC 07005) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun güç ve tork değerlerinin devre bağı olarak değişimi görülmektedir. Kullanılan JR (FC 07005) hava filtresi motorun standart filtresine göre bir miktar güç düşüşüne neden olmuştur. Bu fark düşük devirlerden yüksek devirlere doğru gidildikçe azalarak devam etmiştir. Her iki filtre ile yapılan testlerin sonucunda gözlenen torktaki değişim, standart filtreli haldeki torka göre fark edilir olmasa da azalmaya neden olmuştur. Torkta belirgin bir değişim gerçekleşmediği için güç değerleri her iki deney için aynı çıkmıştır diyebiliriz.

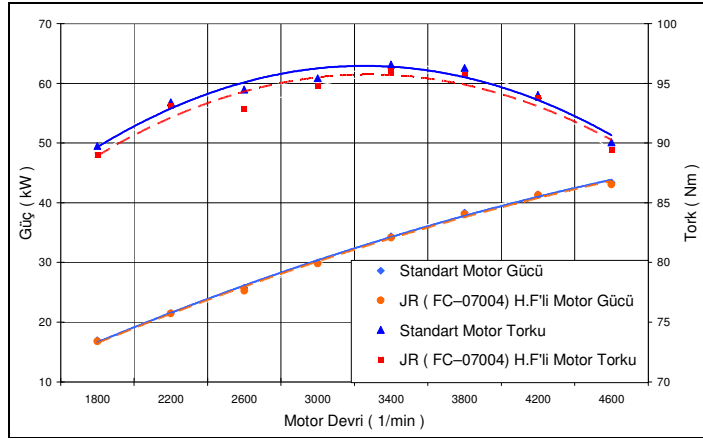


Şekil 5.3. Standart hava filtreli ve JR (FC 07005) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği



Şekil 5.4. Standart hava filtreli ve JR (CR 07301) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği

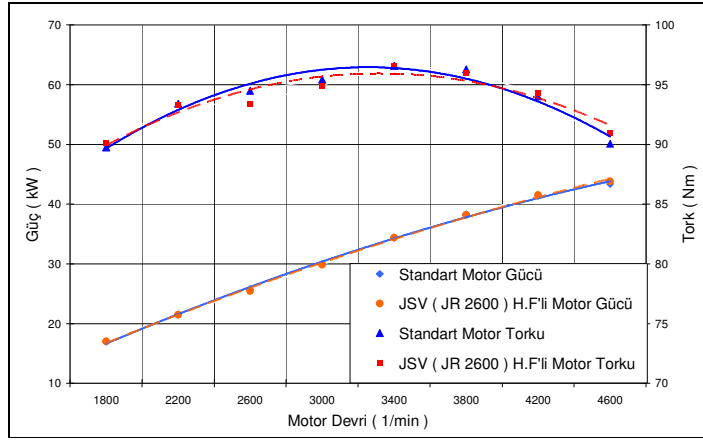
Şekil 5.4'de JR (CR 07301) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun güç ve tork değerlerinin devre bağlı olarak değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde, JR (CR 07301) hava filtresinin 2200 1/min altında tork değerini çok etkilemediği görülmektedir. Fakat bu devirden sonra JR (CR 07301) hava filtresinin maksimum devire doğru gidildikçe torkta artan bir azalma göstermesine neden olduğu belirlenmiştir. Torktaki azalma ise özellikle 4000 devirin üzerinde belirgin hal almıştır fakat güçte belirgin değişim gerçekleşmemiştir.



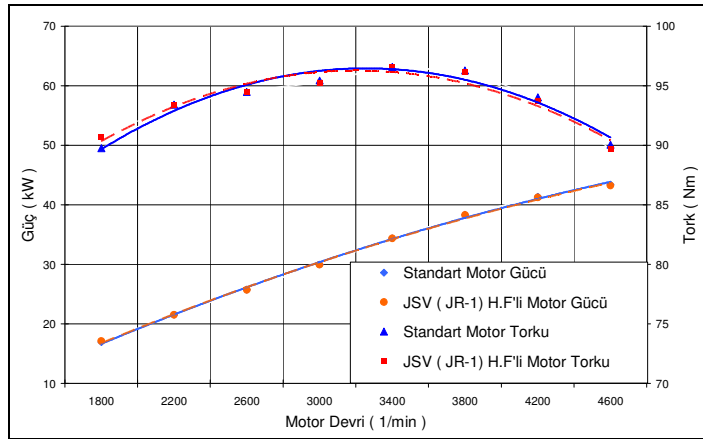
Şekil 5.5. Standart hava filtreli ve JR (FC 07004) hava filtreli Ford motorun devre bağı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği

Şekil 5.5'de JR (FC 07004) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun güç ve tork değerlerinin devre bağı olarak değişimi görülmektedir. Burada grafik incelendiğinde her iki tork değerinin birbirine çok yakın olduğu ama genel olarak JR (FC 07004) filtreli tork değerlerinin standart motorun tork değerlerine ulaşamadığı görülmüştür. Tork değişiminin az olması, her iki durumda elde edilen güç değerleri arasında da gözlenemeyecek düzeyde küçük farklılık oluşturmuştur. Buradaki değişimin göz ardı edilebilecek kadar olduğu anlaşılmıştır.

Şekil 5.6'deki grafikte JSV (JR 2600) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun güç ve tork değerlerinin devre bağı olarak değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde motorun düşük devirlerinde JSV (JR 2600) hava filtreli tork değerlerinin standart motorun değerleri ile aynı olduğu, 3000 devir civarında bir miktar düşse de üst devirlerde yükseldiği ve standardın üzerine çıktığı görülmüştür. Bu değerlere bağı olarak güçte de gözle görülür bir değişme olmamıştır denebilir.



Şekil 5.6. Standart hava filtreli ve JSV (JR 2600) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği

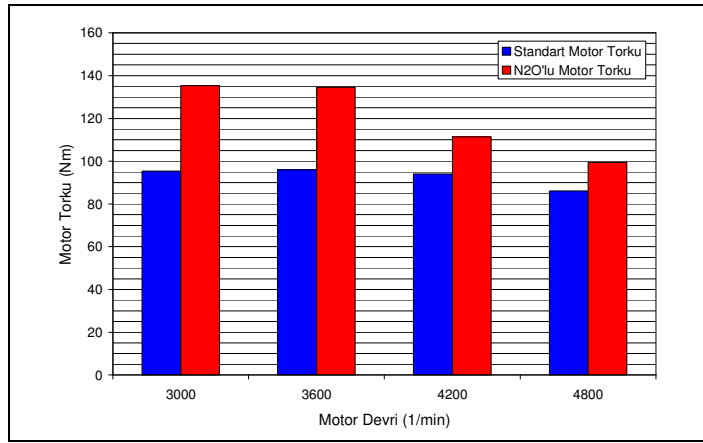


Şekil 5.7. Standart hava filtreli ve JSV (JR-1) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı tork ve güç grafiği

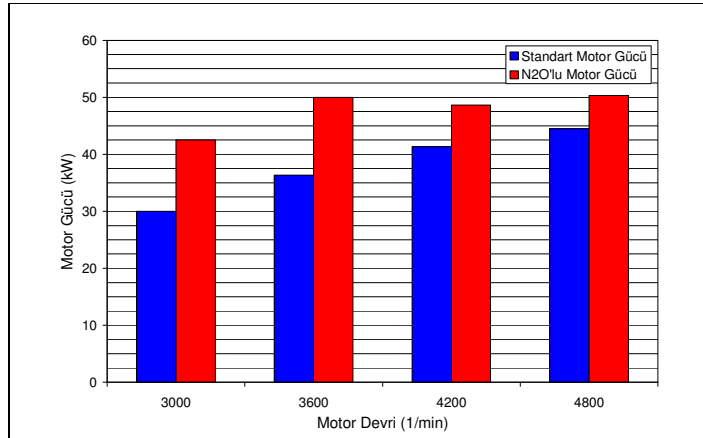
Şekil 5.7'deki grafikte JSV (JR-1) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun güç ve tork değerlerinin devre bağlı olarak değişimi görülmektedir. Burada kullanılan JSV (JR-1) hava filtresi, Ford motorunun kendi orijinal filtresi ile aynı performansı sergilediğinden tork grafiği çakışmakta neredeyse hiç fark görülmemektedir. Torka bağlı olarak elde edilen güç grafiğinde bu nedenle her iki test içinde aynı çıkmıştır. Fakat performansı artırıcı etkisi görülememiştir.

Şekil 5.8'deki grafiği incelediğimizde N_2O gazının kullanımı sonrası tork artışının yüksek seviyede gerçekleştiği görülmektedir. Bu artış özellikle 3000 devirde en

yüksek seviyede gerçekleşmektedir. Devir artışı ile birlikte her iki deneyden elde edilen tork değerleri ve aynı devirdeki her iki deneye ait veriler arasındaki fark azalmaktadır. Torktaki azalmanın nedeni hava akışında karşılaşılan dirençlerin artışı, dolgunun homojenliğindeki bozulma ve karışım oranının fakir kısma doğru kayması gibi nedenlerden kaynaklanabilmektedir. Ayrıca torktaki artışlar %15 ila %40 arasında gerçekleşmiştir.



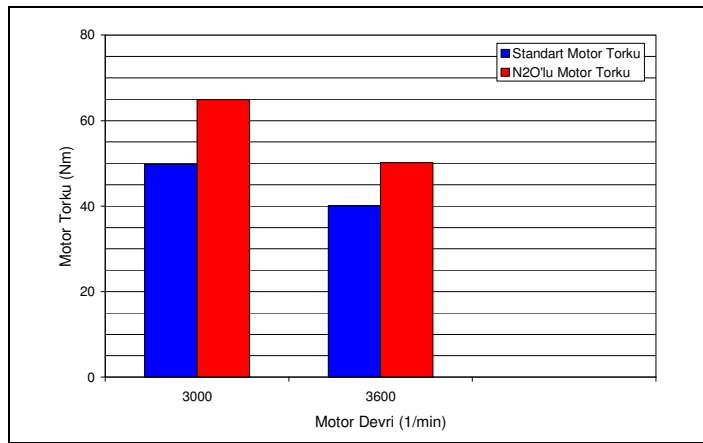
Şekil 5.8. Tam yük şartlarında standart motor ile N₂O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı tork-devir grafiği



Şekil 5.9. Tam yük şartlarında standart motor ile N₂O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı güç-devir grafiği

Şekil 5.9'da gösterilen grafik incelendiğinde N₂O gazı kullanımı sonrası torktaki artışa bağlı olarak güçte de artışlar meydana geldiği görülmektedir. Bu artışlar %18

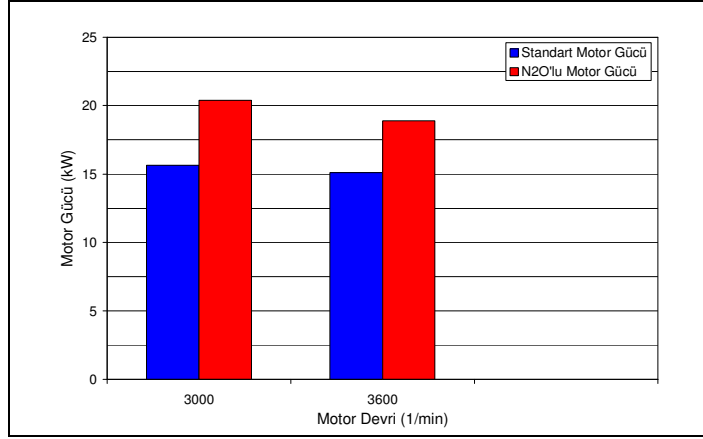
ile %40 arasında gerçekleşmiştir. Motor torku bir önceki grafikte de görüldüğü gibi devir artışı ile birlikte azalmakta fakat güç devirin bir fonksiyonu olduğu için artışı azalarak sürdürmektedir. Ayrıca N_2O gazının etkisi sayesinde 3600 ve üzeri devirlerde güç çizgisini koruyabilmiştir. Maksimum gücü 44 kW- (500 l/min) olan motordan 3000 devirden itibaren 45 kW gibi bir güç elde edilebilmesi de bu gazın motor üzerinde sağladığı avantajları bir kez daha göz önüne sunması açısından oldukça önemlidir.



Şekil 5.10. $\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N_2O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı güç-devir grafiği

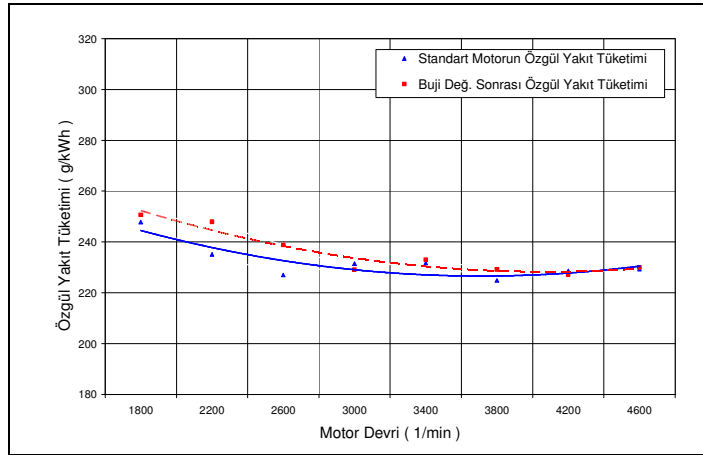
Şekil 5.10'daki grafiği incelediğimizde $\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında N_2O gazının kullanımı sonrası tork artışının yüksek seviyede gerçekleştiği görülmektedir. Bu artış özellikle 3000 devirde en yüksek seviyede gerçekleşmektedir. Torktaki artışlar %25 ila %30 arasında gerçekleşmiştir.

Şekil 5.11'de gösterilen grafik incelendiğinde $\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında N_2O gazı kullanımı sonrası torktaki artışa bağlı olarak güçte de artışlar meydana geldiği görülmektedir. Bu artışlar %25 ile %30 arasında gerçekleşmiştir. Motor torku bir önceki grafikte de görüldüğü gibi devir artışı ile birlikte azalmakta fakat güç devirin bir fonksiyonu olduğu için iki deney sonucu arasındaki fark azalarak sürdürmektedir.



Şekil 5.11. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N₂O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı güç-devir grafiği

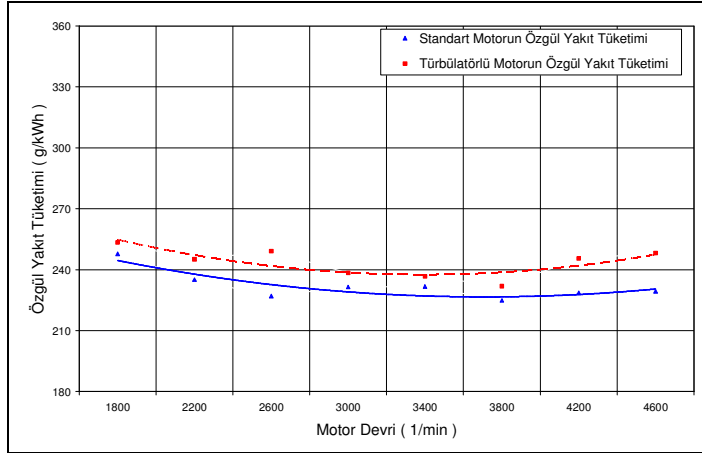
5.2. Özgül Yakıt Tüketimi



Şekil 5.12. Standart bujili ve çift tırnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) bujili motorların devre bağlı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği

Şekil 5.12'deki grafikte standart bir 1300 cc Ford motorunun ve çok tırnaklı buji değişimi sonrası elde edilen özgül yakıt tüketimi-devir grafiği görülmektedir. Grafikler incelendiğinde çift tırnaklı buji takılan motorda düşük devirlerde yakıt sarfiyatı artış göstermiş fakat devir artışı ile birlikte sarfiyat değerleri her iki buji içinde aynı seviyeye ulaşmıştır. Burada görülen en büyük fark 2200 devirde 12g/kWh olarak kaydedilmiştir. Kaydedilen bu fark standart buji ile elde edilen

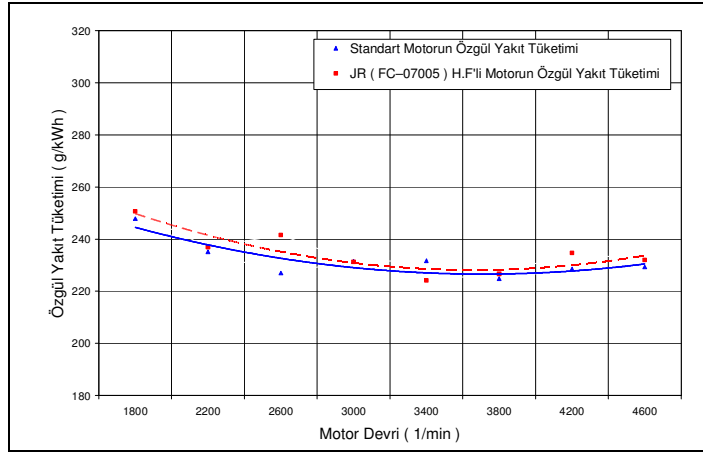
özgül yakıt tüketimi değerinin yaklaşık %4'ünü teşkil etmektedir ve ihmal edilebilir düzeydedir.



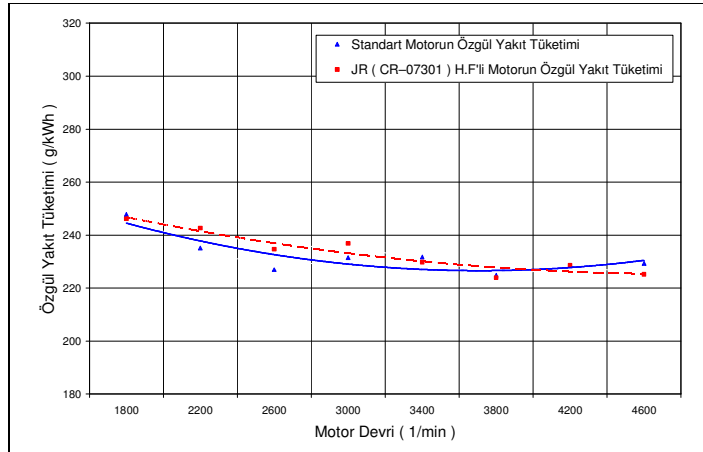
Şekil 5.13. Standart ve türbülatorlü Ford motorunun devre bağı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiğı

Şekil 5.13'deki grafikte standart bir motora karbüratörün önüne bir türbülator takılarak elde edilen özgül yakıt tüketimi gösterilmiştir. Burada türbülator ilavesinin motorun yakıt tüketiminde artışa neden olduğu görülmüştür. Bunun ise içeri alınan dolgunun, özellikle de havanın az da olsa yetersiz oluşuna bağlanabilir. Özgül yakıt tüketimi grafiğinde 2600 devir en fazla farkın oluştuğı gözükse de ortalama özgül yakıt tüketimindeki ortalama artış %5'i geçmemektedir. Bu ise ölçüm hassasiyeti içerisinde göz ardı edilebilir düzeydedir.

Şekil 5.14'deki grafikte JR (FC 07005) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun özgül yakıt tüketim değerinin devre bağı olarak değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde JR (FC 07005) hava filtreli motorun yakıt tüketiminin standart motora göre az da olsa arttığı, fakat bu değişimin göz ardı edilebilecek düzeyde seyrettiğı söylenebilir.

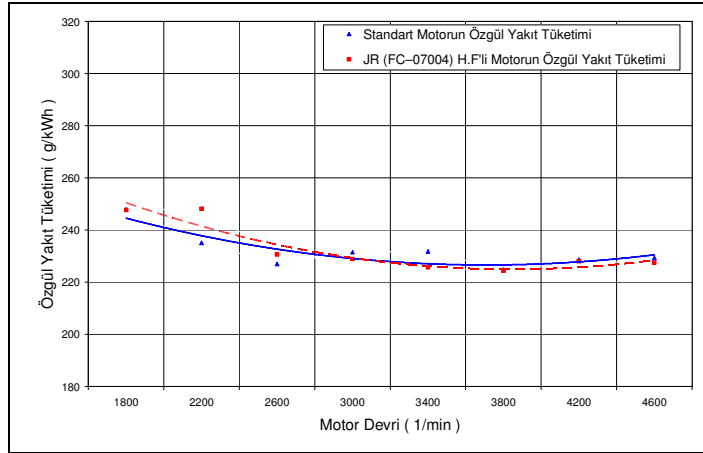


Şekil 5.14. Standart hava filtreli ve JR (FC 07005) hava filtreli Ford motorun devre bağı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği



Şekil 5.15. Standart hava filtreli ve JR (CR 07301) hava filtreli Ford motorun devre bağı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği

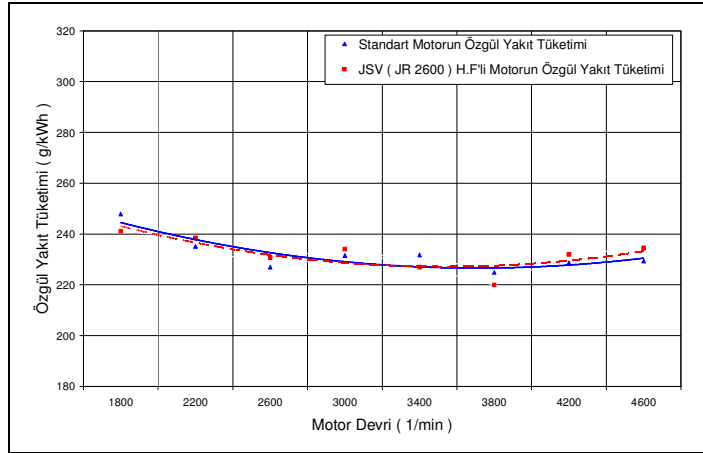
Şekil 5.15’de JR (CR 07301) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun özgül yakıt tüketimi değerinin devre bağı olarak değişimi görülmektedir. Grafikte motorun düşük devirlerinde ortalama olarak özgül yakıt tüketimi aynı seviyelerde iken, maksimum tork devrine doğru standart motorda sağlanan ekonomi JR (CR 07301) hava filtreli testlerde sağlanamamıştır. Bununla birlikte maksimum güç devrine doğru ise normal filtreli test sonuçlarına göre iyileşme gözlenmiştir. Maksimum tork devrinde az da olsa gerçekleşen özgül yakıt tüketimindeki artış göz ardı edilebilecek düzeydedir.



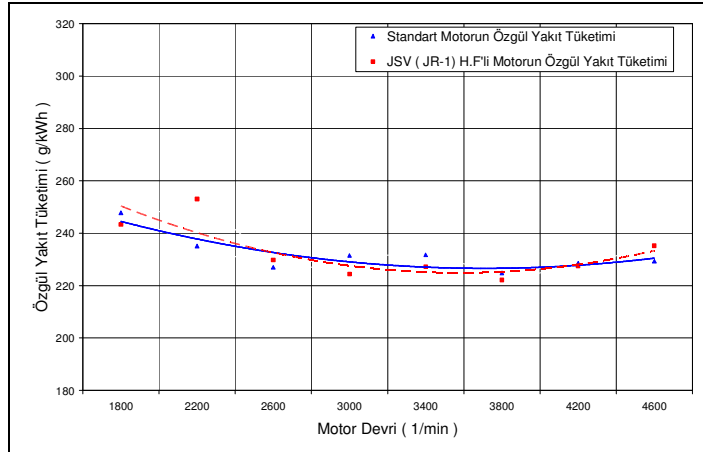
Şekil 5.16. Standart hava filtreli ve JR (FC 07004) hava filtreli Ford motorun devre bağı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği

Şekil 5.16'da JR (FC 07004) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun özgül yakıt tüketimi değerinin devre bağı olarak değişimi görülmektedir. Buradaki grafik incelendiğinde genelde yakıt sarfiyatının her iki hava filtresi için aynı seviyede kaldığı görülmektedir. 2200 devirde ise özgül yakıt tüketiminin zıplama yaparak bir miktar artmış gibi görülmekte, fakat bu değişim ölçüm ve hesaplamalardaki hassasiyetin sınırları içerisinde gerçekleştiğinden göz ardı edilebilmektedir. Sonuçta grafikte ilgili genel olarak standart motor ile hava filtresi değişimi sonrası özgül yakıt tüketiminin değişmediği söylenebilir.

Şekil 5.17'deki grafikte JSV (JR 2600) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun özgül yakıt tüketimi değerinin devre bağı olarak değişimi görülmektedir. JSV (JR 2600) hava filtreli testlerde elde edilen sonuçlar ışığında çizilen grafik incelendiğinde özgül yakıt tüketiminin devir artışıyla paralel olarak standart motora göre aynı kaldığı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle deneyde kullanılan hava filtresinin, yakıt sarfiyatına olumsuz bir etkisinin olmadığı da söylenebilir.

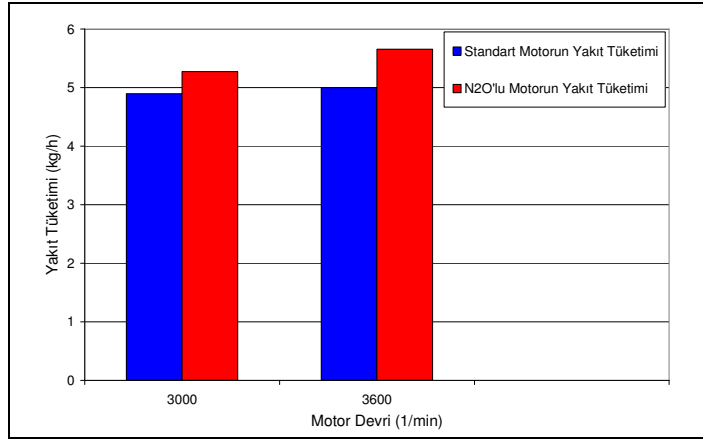


Şekil 5.17. Standart hava filtreli ve JSV (JR 2600) hava filtreli Ford motorun devre bağı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği



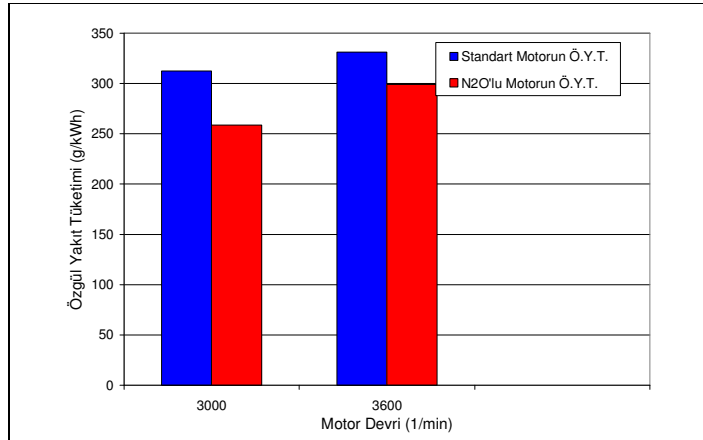
Şekil 5.18. Standart hava filtreli ve JSV (JR-1) hava filtreli Ford motorun devre bağı karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği

Şekil 5.18'deki grafikte JSV (JR-1) hava filtreli motor ile standart filtreli Ford motorunun özgül yakıt tüketimi değerinin devre bağı olarak değişimi görülmektedir. Grafikte eğim çizgileri dikkate alındığında genel olarak JSV (JR-1) hava filtreli motor ile standart hava filtreli motorun özgül yakıt tüketimlerinin aynı olduğu söylenebilir. Devrin artarak maksimum tork değerlerine ulaştığı bölgede yakıt sarfiyatı standarda göre ekonomi bölgesine kaymakta fakat maksimum güç devrine doğru tekrar artışa geçerek ekonomi çizgisinden artış yönünde değişmektedir.



Şekil 5.19. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N₂O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı yakıt tüketimi grafiği

Şekil 5.19’da gösterilen grafik incelendiğinde ½ gaz kelebek açıklığında N₂O gazı kullanımı sırasında yakıt sarfiyatının arttığı görülmektedir. Artışlar %8 ila % 12 oranında gerçekleşmiştir.

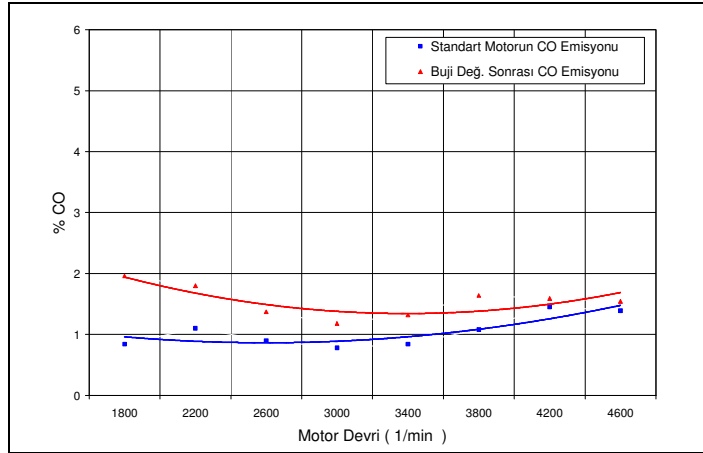


Şekil 5.20. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N₂O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı Ö.Y.T. grafiği

Şekil 5.20’de gösterilen grafik incelendiğinde ½ gaz kelebek açıklığında N₂O gazı kullanımı sırasında Ö.Y.T.’nin değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde yakıt sarfiyatının artmış olmasına rağmen özgül yakıt tüketiminin düştüğü görülmektedir. Bu değişimin nedeni ise güçteki artışın yakıt sarfiyatındaki artışa göre daha fazla gerçekleşmiş olmasıdır.

5.3. Egzoz Emisyonları

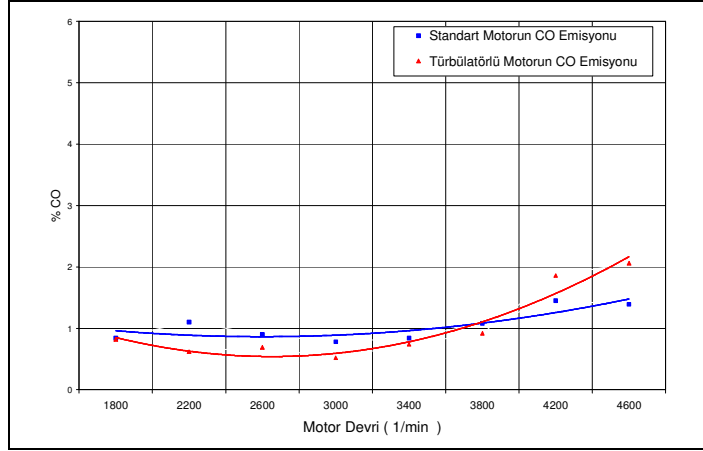
5.3.1. CO emisyonları



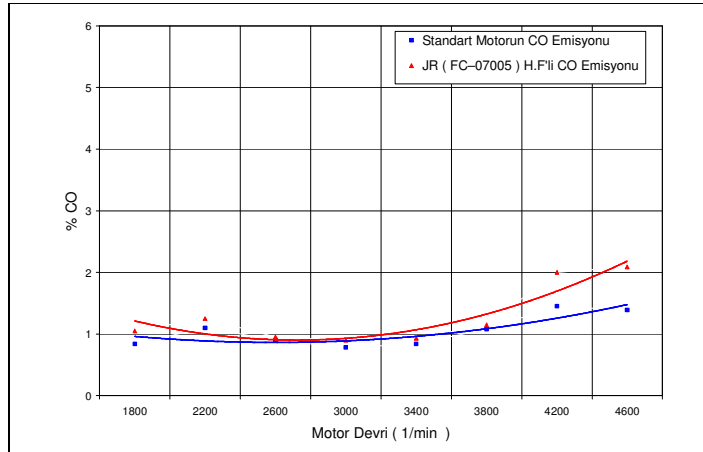
Şekil 5.21. Standart bujili ve çift tırnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) bujili motorların devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği

Şekil 5.21'deki grafikte standart motor ile bujî değişimi sonrası Ford motorunun CO emisyonlarının devre bağlı olarak değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde daha ilk devirlerde CO emisyonunun standart motora göre yüksek olduğu görülmektedir. Bu ise ateşlemenin istenilen seviyede sağlanamadığını yani bujinin motorun standart bujisi kadar verimli çalışmadığını göstermektedir. Devir artışı ile CO emisyonları azalma eğilimine girse de kullanılan bujinin CO emisyonu yönünden uygun olmadığı söylenebilir.

Şekil 5.22'deki grafikte standart bir motor ile türbülator ilavesi sonrası CO emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Grafikte de anlaşılacağı gibi düşük motor devirlerinde CO emisyonunu az da olsa iyileştirdiği fakat devir artışı ile birlikte kötüleşerek standart motorun değerlerinin bir miktar üzerine çıktığı görülmüştür.

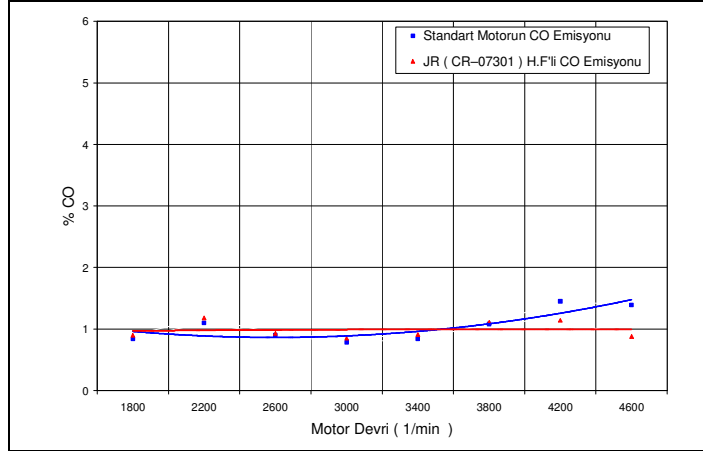


Şekil 5.22. Standart ve türbülantörli Ford motorunun devre bağı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiğı



Şekil 5.23. Standart hava filtreli ve JR (FC 07005) hava filtreli Ford motorun devre bağı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiğı

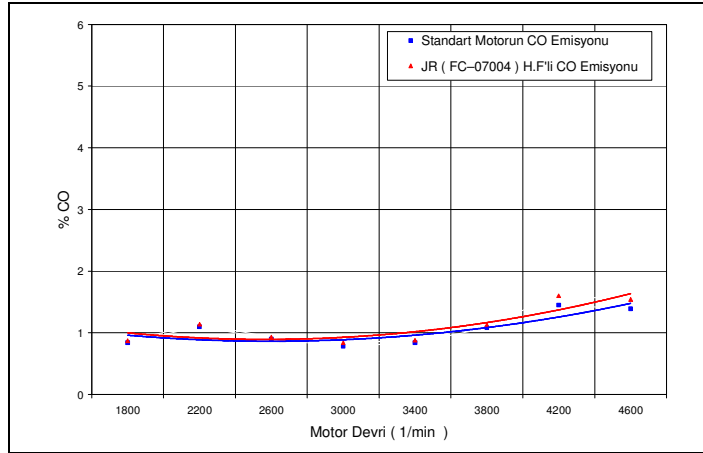
Şekil 5.23'deki şekilde standart bir motorun JR (FC 07005) hava filtreli motor ile CO emisyonlarının değişimi görülmektedir. Grafikte de görüldüğü gibi hava filtresinin değişiminden sonra CO emisyonunda ilk etapta belirgin bir değişme olmamış fakat maksimum güç devrine yaklaşıldıkça emisyonunda artış gerçekleştirmiştir. Bu ise sonradan takılan JR (FC 07005) hava filtresinin yeterli dolgunun sağlanmasında etkili olmadığını (yetersiz kaldığını) göstermiştir. Bu ise kullanılan JR (FC 07005) marka hava filtresinin deney setindeki hava filtresine nazaran küçük oluşundan kaynaklanmıştır.



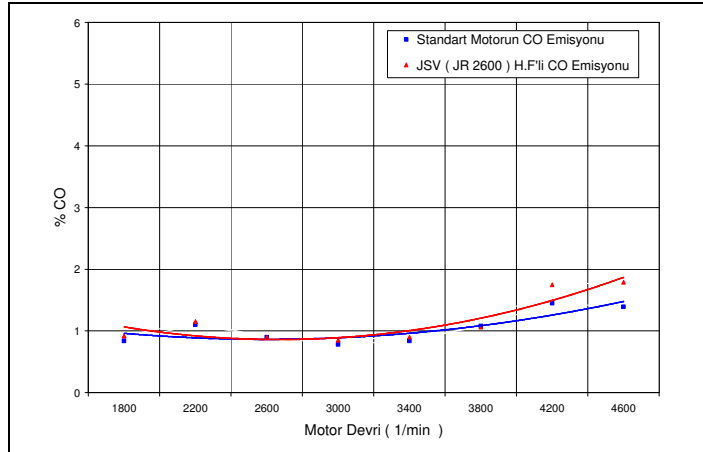
Şekil 5.24. Standart hava filtreli ve JR (CR 07301) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği

Şekil 5.24'deki grafikte standart bir motor ile JR (CR 07301) hava filtreli motorun CO emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Grafikteki değerler incelendiğinde CO emisyonunun hafif dalgalanma gösterdiği ama genelde doğrultusunu koruduğu görülmektedir. CO emisyonu değerleri standart motordan alınan değerler ile karşılaştırıldığında genel seyrinde hemen hemen değişme olmadığı söylenebilir. Maksimum tork değerine yaklaşıldığında ise JR (CR 07301) filtresinin CO emisyonunda az da olsa iyileşme meydana getirdiği görülmektedir. Bu ise yüksek hızlı akışlarda JR (CR 07301) hava filtresinin standart hava filtresine göre daha az direnç gösterdiğini ve daha fazla hava girişine olanak sağlayarak yanmanın kalitesinin bir miktar arttığını ortaya koyar.

Şekil 5.25'deki grafikte standart bir motor ile JR (FC 07004) hava filtreli motorun CO emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde her iki hava filtresinin de neredeyse aynı CO emisyon değerlerini verdikleri görülmektedir. Bu ise her iki hava filtresinin CO emisyonu yönünden aynı performansı sergilediklerini ortaya koymaktadır.

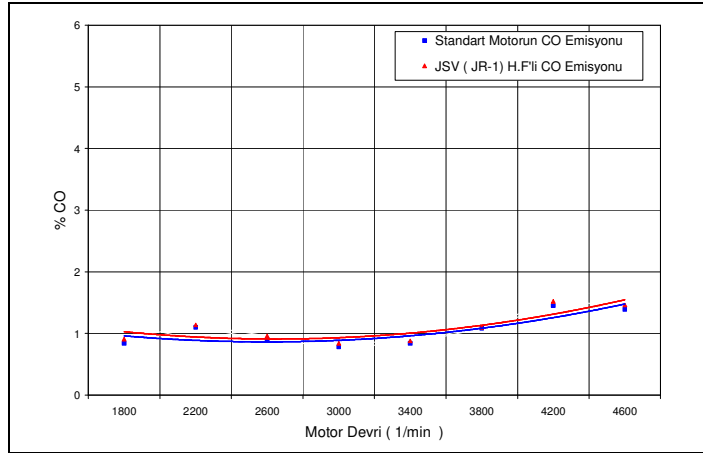


Şekil 5.25. Standart hava filtreli ve JR (FC 07004) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği



Şekil 5.26. Standart hava filtreli ve JSV (JR 2600) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı CO emisyon grafiği

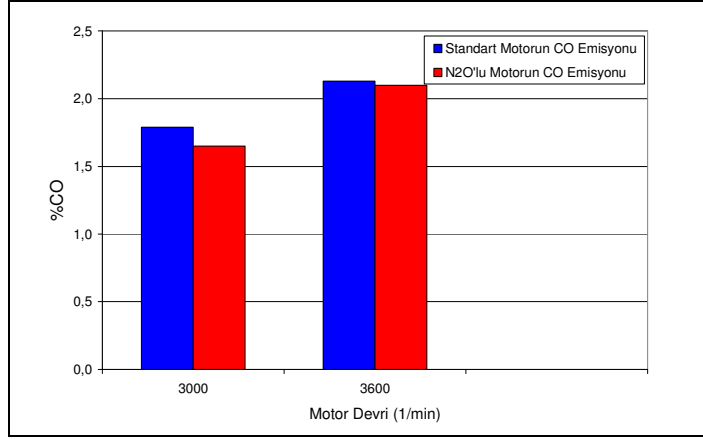
Şekil 5.26'daki grafikte standart bir motor ile JSV (JR 2600) hava filtreli motorun CO emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Deneyin başlangıcında her iki hava filtresi kullanımı sonucu elde edilen CO emisyonları aynı seviyede kalmıştır. 4000 devirden sonra CO emisyonlarında JSV (JR 2600) hava filtresi yönünden az da olsa kötüleşme başlamıştır. Fakat bu artış göz ardı edilebilecek sınırlar içerisinde kaldığı için genel olarak belirgin bir değişiklik olmamıştır diyebiliriz.



Şekil 5.27. Standart hava filtreli ve JSV (JR-1) hava filtreli Ford motorun devre bağı karşılaştırmalı CO grafiği

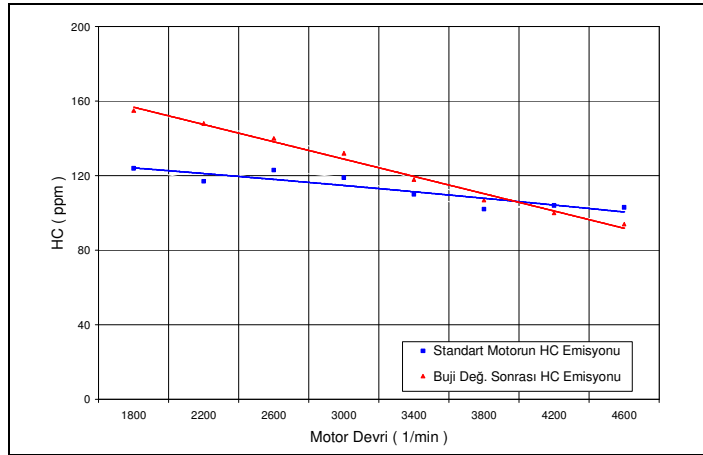
Şekil 5.27'deki grafikte standart bir motor ile JSV (JR-1) hava filtreli motorun CO emisyonlarının motor devrine bağı olarak değişimi görülmektedir. Standart ve JSV (JR-1) hava filtresi deneylerinden elde edilen verilere dayanarak elde edilen grafik incelendiğinde CO emisyonlarının her iki deneyde de aynı çıktığını söylemek mümkündür. Burada her iki hava filtrenin de CO emisyonu açısından aynı performans şartlarını sağladığını söyleyebiliriz.

Şekil 5.28'de gösterilen grafik incelendiğinde $\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında N_2O gazı kullanımı sırasında CO emisyonunun değişimi görülmektedir. Grafikte de görüldüğü gibi N_2O gazı kullanımının CO emisyonunu bir miktar düşürdüğü fakat farkın toleranslar dahilinde kaldığı belirlenmiştir.



Şekil 5.28. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N₂O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı CO emisyonu grafiği

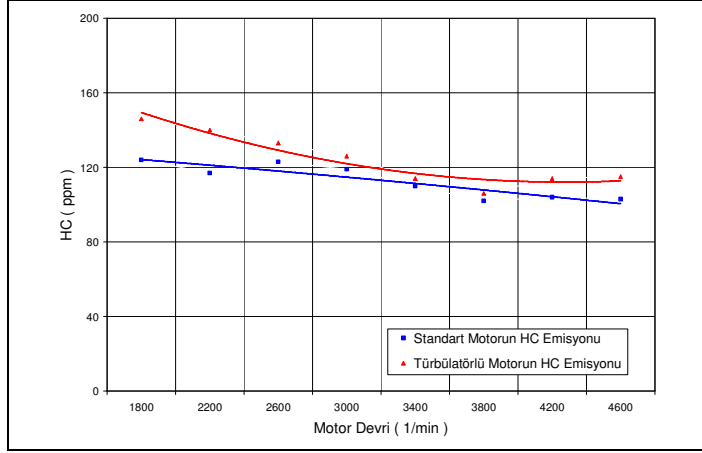
5.3.2. HC emisyonları



Şekil 5.29. Standart bujili ve çift tırnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) bujili motorların devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği

Şekil 5.29'daki grafikte standart motor ile buji değişimi sonrası Ford motorunun HC emisyonlarının devre bağlı olarak değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde daha ilk devirlerde HC emisyonunun standart motora göre bir miktar kötü olduğu görülmektedir. Bu ise ateşlemenin istenilen seviyede sağlanamadığını yani bujinin motorun standart bujisi kadar verimli çakamadığını göstermektedir. Özellikle düşük devirlerde yüksek olan HC emisyonu, devir artışı ile azalma eğilimi göstermekte ve

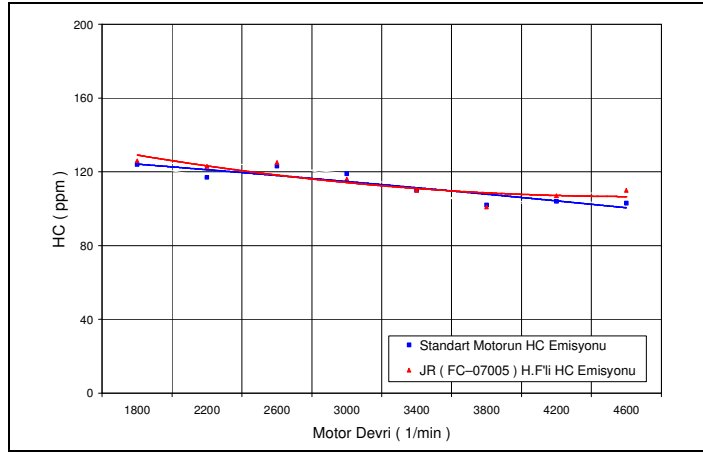
maksimum tork devrine yaklaşıldığı 4200 devirden sonraki bölgede daha iyi bir yanma sağlayarak HC emisyonunu standardın altına düşürmektedir. HC emisyonları kullanılan çift tırnaklı buji nedeni ile genel seyir itibariyle arttığı için bu motora uygun bir buji olmadığı söylenebilir.



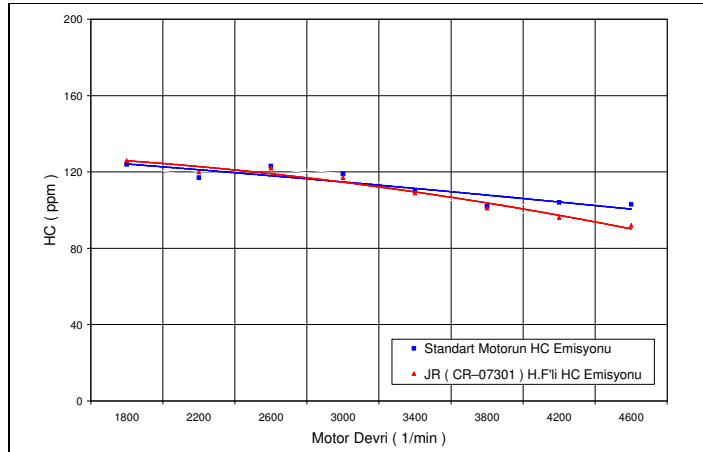
Şekil 5.30. Standart ve türbülatorlü Ford motorunun devre bağlı karřılařtırılmalđ HC emisyonu grafiği

Şekil 5.30'daki grafikte standart bir motor ile türbülator ilavesi sonrası HC emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görölmektedir. Grafikten de anlaşılacağı gibi tüm motor devirlerinde HC emisyonunun değişen miktarlarda standart motora göre arttığı görölmektedir. Bu; hava akışının engellenmesi nedeniyle hava akışının azalarak silindirlere yeterli hava alınamaması, zengin karışım elde edilmesi ve eksik yanmaya neden olmasına bağlanabilir.

Şekil 5.31'deki şekilde standart bir motorun JR (FC 07005) hava filtreli motor ile HC emisyonlarının değişimi görölmektedir. Grafikte de göröldüğü gibi hava filtresinin değişiminden sonra HC emisyonunda belirgin bir değişme gözlenememiştir. Özellikle maksimum tork devri ile 4000 devir arasında HC emisyonları yönünden motorlar aynı performansı göstermiştir. Bu ise kullanılan JR (FC 07005) marka hava filtresinin HC emisyonunu çok fazla etkilemediğini göstermektedir.



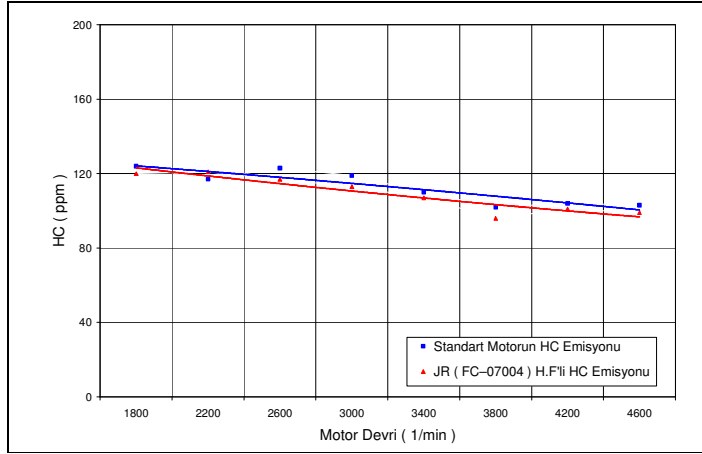
Şekil 5.31. Standart hava filtreli ve JR (FC 07005) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği



Şekil 5.32. Standart hava filtreli ve JR (CR 07301) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği

Şekil 5.32'deki grafikte standart bir motor ile JR (CR 07301) hava filtreli motorun HC emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Grafikteki değerler incelendiğinde HC emisyonunun düşük devirlerde ve maksimum tork devrinde standart motorun emisyon değerlerine benzer değerler verdiği gözlenmektedir. Maksimum güç devrinde ise HC emisyon değeri standart hava filtreli motorun verilerine göre az da olsa iyileşme göstermiştir. JR (CR 07301) hava filtresi ile yapılan HC emisyon testi standart hava filtresine göre daha az direnç

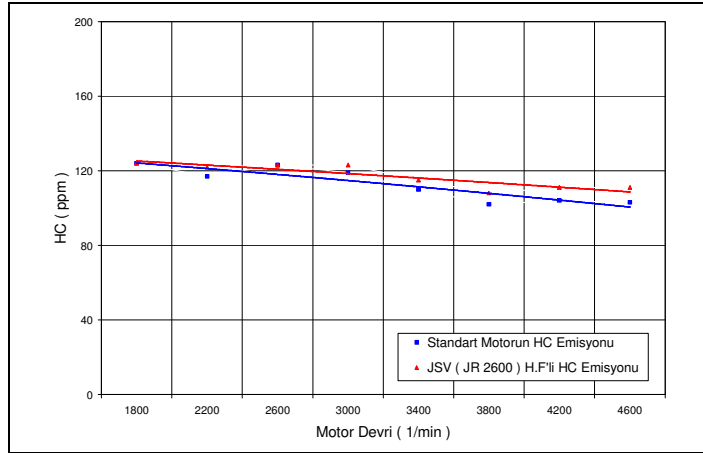
gösterdiğini ve daha fazla hava girişine olanak sağlayarak hava fazlalık katsayısını arttırmak suretiyle yanmanın kalitesinin bir miktar arttığını ortaya koyar.



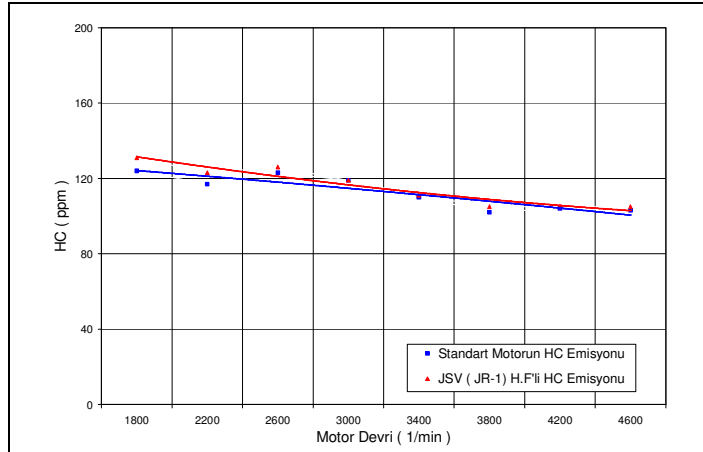
Şekil 5.33. Standart hava filtreli ve JR (FC 07004) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC emisyon grafiği

Şekil 5.33'deki grafikte standart bir motor ile JR (FC 07004) hava filtreli motorun HC emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde her iki hava filtresinin de birbirine çok yakın HC emisyon değerlerini verdikleri görülmektedir. Burada JR (FC 07004) hava filtreli deney sonuçlarının HC emisyonu yönünden standart motordan az da olsa iyi olduğunu göstermektedir.

Şekil 5.34'deki grafikte standart bir motor ile JSV (JR 2600) hava filtreli motorun HC emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Deneyin başlangıcında her iki hava filtresi kullanımı sonucu elde edilen HC emisyonları aynı seviyede kalmıştır. 3500 devirden sonra HC emisyonlarında JSV (JR 2600) hava filtresi yönünden az da olsa kötüleşme başlamıştır. Fakat bu artış göz ardı edilebilecek sınırlar içerisinde kaldığı için genel olarak belirgin bir değişiklik olmamıştır diyebiliriz.

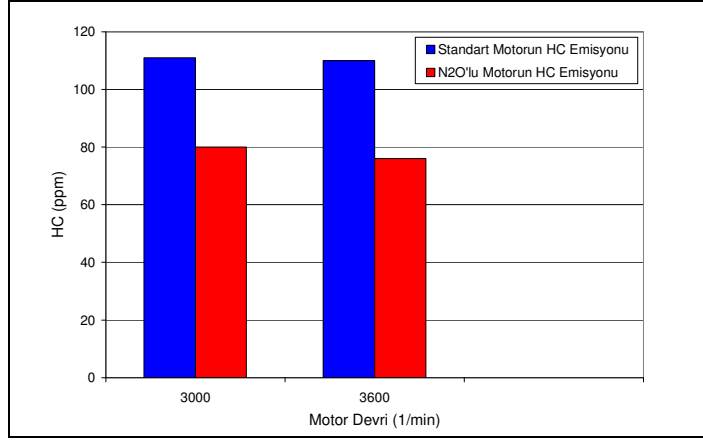


Şekil 5.34. Standart hava filtreli ve JSV (JR 2600) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC grafiği



Şekil 5.35. Standart hava filtreli ve JSV (JR-1) hava filtreli Ford motorun devre bağlı karşılaştırmalı HC grafiği

Şekil 5.35'deki grafikte standart bir motor ile JSV (JR-1) hava filtreli motorun HC emisyonlarının motor devrine bağlı olarak değişimi görülmektedir. Standart ve JSV (JR-1) hava filtresi deneylerinden elde edilen verilere dayanarak elde edilen grafik incelendiğinde HC emisyonlarının ilk etapta standart motora göre kötü gibi gözüksede her iki deneyde de aynı çıktığını söylemek mümkündür. Burada her iki hava filtresinin de HC emisyonu açısından aynı performans şartlarını sağladığını söyleyebiliriz.



Şekil 5.36. ½ gaz kelebek açıklığında standart motor ile N₂O gazı kullanılmış motorun karşılaştırmalı HC emisyonu grafiği

Şekil 5.36’da gösterilen grafik incelendiğinde ½ gaz kelebek açıklığında N₂O gazı kullanımı sırasında HC emisyonunun değişimi görülmektedir. Grafik incelendiğinde N₂O gazı kullanımının HC emisyonunu düşürdüğü görülmektedir. HC emisyonundaki azalma % 15-20 arasında gerçekleşmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada dört zamanlı, dört silindirli, buji ile ateşlemeli, tek nokta enjeksiyonlu 1300 cc motor kullanılmıştır. Motorda performansın artırılmasına yönelik yapılan değişiklikler sonrası dinamometrede testlere tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler ve çizilen grafikler ışığında çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. Testlerde genel anlamda yapılan değişiklikler performansın artırılmasına yönelik gerçekleştirilmiştir.

Hava filtresi değişiminin motor üzerindeki etkilerini görmek amacıyla gerçekleştirilen deneylerin sonucunda kapasitesi daha yüksek olan filtrelerin düşük kapasiteli hava filtrelerine göre biraz daha iyi tork artışı sağladığı gözlenmiştir. Gözlenen bu fark özellikle maksimum güç devirlerine çıkıldıkça belirgin hale gelmektedir. Buna karşılık standart motor filtresi ile elde edilen tork değerlerine göre belirgin bir fark sağlayamamıştır. Daha düşük kapasitelerdeki hava filtrelerinde ise az da olsa standardın altına düşme eğilimi gösteren tork değerleri elde edilmiştir. Elde edilen tork değerlerine bağlı olarak çıkan güç-devir grafiklerinde ise belirgin bir değişiklik saptanamamıştır.

Hava filtresi değişimi sonrası elde edilen özgül yakıt tüketimi değerleri ise standart motorun değerlerine göre az da olsa artmış gibi gözükse de ölçüm hassasiyeti toleransları içerisinde olduğu söylenebilir. Yani hava filtresi değişimi yakıt sarfiyatında da belirgin bir değişim göstermemiştir.

Yine bu testlerde CO ve HC emisyonları, motorun standart değerleri ile hava filtresi değişimi sonrası elde edilen değerler, ortalama olarak aynı seviyelerde seyir etmektedir. Kapasitesi düşük filtrelerde maksimum güç devri civarında emisyonlar artış göstermiş, bu artış önemsenmeyecek seviyede kalmıştır. Çok az da olsa gerçekleşen artış; hava akışının üst devirlerde test edilen filtrenin kapasite sınırlarına yaklaştığını ve havanın azalması ile eksik yanmanın standart hava filtresine göre artma eğiliminde olduğunu göstermiştir.

Bir diğ er test konusunu oluşturan parametre ise çift tırnaklı bujinin performansa etkisi yönündedir. Yapılan çalışma ve testler sonucunda çift tırnaklı bujinin düşük devirlerde performansı çok az arttırdığı fakat elde edilen değerler arasındaki fark önemszenmeyecek seviyede kaldığı görülmüştür. Torktaki bu değ işim az olduğundan hesaplanan güç değ erleri de her iki deney için hemen hemen aynı kalmıştır.

Özgöl yakıt tüketimi yönünden incelendiğ inde buji değ işiminin motora olumlu bir katkısının olmadığını söylemek mümkündür. Genelinde sarfiyat aynı seviyelerde seyretmesinin yanı sıra 2000–2600 devir arasında çok az miktarda değ işim göstermiştir. Bu ise ihmal edilebilir düzeyde kaldığı için göz ardı edilebilmektedir.

Buji değ işiminin emisyonlar üzerindeki etkisini inceleyecek olursak, CO ve HC emisyonu yönünden standart bujili motora göre özellikle 3000 devrin altında emisyonun artmış olduğunu görürüz. Fakat bu fark motorun maksimum tork devri ve üzeri devirlerinde azalarak maksimum güç devrinde standart ölçümlere ulaşmaktadır. Bu veriler ışığında çift tırnaklı bujinin istenilen ateşleme performansını gösteremediğ i, tork ve gücü arttırmamasının yanı sıra az da olsa yakıt sarfiyatı ve emisyonlar yönünden olumsuz etkisinin olduğunu söylemek mümkündür.

Diğ er bir çalışma ise türbül atörün motor performansına olan katkılarını ortaya koymak için gerçekleştirilen testtir. Test sonuçları grafik haline getirilmiştir. Türbül atör kullanımında amaç hava akışını türbüle ederek karışımı homojenize hale getirerek yanma kalitesini arttırmaktır. Fakat test sonuçlarında elde edilen grafikler incelendiğ inde türbül atörün motor torkuna olumlu bir katkı sağlayamadığı görülmüştür. Dolayısıyla motor gücünde de bir artış sağlanamamıştır.

Bununla beraber motorun standart halindeki özgöl yakıt tüketiminin az da olsa kötüleşme gösterdiğ i anlaşılmıştır. Bu; havanın akışına türbül atörün direnç gösterdiğ ini, akışı yavaşlattığını, istenilen miktarda havanın silindirlere alınamaması sonucu hava fazlalık katsayısının düşmesi ile birlikte zengin karışımın oluşmasına neden olduğunu göstermektedir.

Son olarak test motorunda performans artışı yönünden incelenen bir başka performans arttırıcı yöntem ise N_2O gazı ile emiş havasının soğutulması yöntemidir. Bu yöntemin esas amacı silindire uygulama şekline bağlı olarak daha fazla karışımın gönderilmesidir. Yapılan deneyde Ford motoruna sadece N_2O gazı gönderilerek performanstaki değişimler gözlenmiş ve sonuçlar grafik haline getirilmiştir.

Deneyler motorun maksimum tork devri üzerindeki devirlerde gerçekleştirilmiştir. Düşük devirlerinde N_2O gazının motora gönderilmesi ile motorun parçaları üzerinde gerçekleşen mekanik ve termal yüklerin motorun çalışmasını düzensizleştirmesi nedeni ile deneyler 3000 ve üzeri devirlerde; 10 s'lik süreçlerde gerçekleştirilmiştir. Güncel kullanımda (yarışlarda) mekanik olarak güçlendirilmiş motorlarda maksimum 15-20 s'ye kullanılabildiği dikkate alınarak deney süresi tam gaz kelebek açıklığında 10 s'ye olarak belirlenmiştir.

Deney sonuçlarında elde edilen grafikler incelendiğinde 3000 ve 3600 devir aralığında ortalama tork artışının %40'a ulaştığı görülmüştür. Devir artışıyla birlikte içeriye alınan havanın karşılaştığı dirençlerin artışı, yeterince yakıtın silindirlere gönderilememesi ve karışımındaki homojenliğinin bozulması gibi nedenlerden torkta meydana gelen artış (4200-4800 devir aralığında) %15'lere kadar gerilemiştir.

Torktaki değişimler ışığında elde edilen güçte de tork ile orantılı artışlar gerçekleşmiştir. Bu artışlar standart güçlere oranla %15-40 arasında devir artışıyla azalma doğrultusunda değişmektedir. Torkta yaşanan bir miktar azalmaya karşın N_2O kullanıldığı 3600-4800 devir aralığında güç 50 kW civarında güç çizgisini koruyabilmiştir. N_2O gazının daha önce belirtilen nedenlerden ötürü uzun süreler kullanılamaması nedeni ile emisyon değişimleri ve özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkisi belirlenememiştir.

Emisyondaki ve yakıt sarfiyatındaki değişimleri görebilmek amacıyla emisyon testleri $\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında tekrarlanmış ve 30 saniye süreyle N_2O gazı silindirlere gönderilmiştir. Yapılan emisyon testlerinde (3000 ve 3600 1/min) CO emisyonlarının azalma eğilimine girdiği ve ortalama %4 oranında düşüş gösterdiği

belirlenmiştir. HC emisyonlarında da aynı şekilde düşüş yaşandığı ve %15-20 oranında azaldığı saptanmıştır.

Yakıt sarfiyatı deney sonuçlarında ($\frac{1}{2}$ gaz kelebek açıklığında) yakıt sarfiyatının %8-12 civarında arttığı buna karşın torkta ve buna bağlı olarak güçte sağlanan artış nedeniyle özgül yakıt tüketiminde ise %9-16 arasında azalma görülmüştür.

Güç ve torktaki değişimi daha net görebilmek için yapılan 30 saniye süreli N_2O testlerinde torkun (3000-3600 aralığında) %25-30 arttığı, gücün de ortalama %25-30 oranında arttığı görülmüştür.

6.2. Öneriler

Hava filtresi modifikasyonu uygulamalarında hava kanalları, filtre elemanı ve ısı izolasyonu gibi noktalarda yapılan değişikliklerin de etkilerinin incelenmesi, hava emiş sisteminin performans artışına katkısının daha net görülebilmesini sağlayacaktır.

İleride nitrojen oksit sistemi konusunda yapılacak çalışmalarda motorun mekanik olarak güçlendirilmesi suretiyle N_2O gazının motor çıkış gücüne maksimum ne kadar katkı sağlayabileceğini test etmek daha sağlıklı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Uzun, B., “İçten Yanmalı Motorlarda Kullanılan Kuru Tip Hava Filtreleri İçin Mikro Denetleyici Kontrollü Tıkanıklık Gösterge Devresi Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 8-12 (2005).
2. Zaman, U., “Direkt Enjeksiyonlu Bir Dizel Motorunda Emme Manifoldu Tasarımının Yakıt Pompası Kam Profiline Motor Gürültüsüne ve Duman Emisyonuna Etkisinin Deneysel Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 10-16 (2005).
3. Çınar, C., “Buji İle Ateşlemeli Motorlarda Kam Geometrisinin Performansa Etkileri Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 4-9 (1998).
4. Akbaş, A., “Buji İle Ateşlemeli Motorlarda Değişken Supap Açıklığının ve Supap Zamanlamasının Motor Performansına Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 6-11 (2000).
5. İcingür, Y., “Dizel Motorlarının Aşırı Doldurulmasında Kullanılan Bir Basınç Dalga Makinesinin Tasarımı ve Kullanılabilirliğinin Deneysel Analizi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 4-10 (1996).
6. Çelik, M. B., “Buji İle Ateşlemeli Bir Motorun Sıkıştırma Oranının Değişken Hale Dönüştürülmesi ve Performansa Etkisinin Araştırılması”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 33-38 (1999).
7. Sekmen, Y., “Buji İle Ateşlemeli Bir Motorda Sıkıştırma Oranının Değiştirilebilir Hale Getirilmesi ve Performansa Etkisinin İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 68-73 (2003).
8. Salman, M. S., “Benzin Motorlarında Kullanılan Ateşleme Sistemlerinin Etkinlikleri Üzerinde Karşılaştırılmalı Araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 54-61 (1988).
9. Başkurt, C., “Modern Otomotiv Ateşleme Sistemleri, Yerli Malı Bir Binek Otosundaki Uygulamaları Üzerine Bir İnceleme”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 21-29 (1989).
10. Usta, S. E., “Benzinli Bir Motora Manyetik Alan Yaratıcı Aparatlar Monte Edilerek Performans ve Emisyon Davranışının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 45-49 (2003).

11. Erdoğan, F., “Buji İle Ateşlemeli Bir Motorda Kullanılan Motronik Yakıt Enjeksiyon Sisteminin Deneysel İncelemesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 23-27 (2001).
12. Topgöl, T., “Tek Silindirli Direkt Püskürtmeli Bir Dizel Motorunda Püskürtme Avansı ve Püskürtme Basıncının Motor Performansına ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, 19-24 **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 8-16 (2000).
13. İcingör, Y., “Motorlarda Yağ Karakteristiklerini Güçlendiren Katkılar”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 11-26 (1988).
14. Sekmen, Y., “İçten Yanmalı Motorlarda Yağlama Yağının Performansa Etkileri Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 25-30 (1997).
15. Ceylan, Ö. S., “Buji ile Ateşlemeli Motorlarda Yağ Katkılarının Sürtünme Gücüne Etkisinin Deneysel İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 32-33 (1997).
16. Murcak, A., "Dizel Motorlarında Hidrojenin Yakıt Olarak Kullanılmasının Motor Performansına ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 42-47 (2003).
17. Yıldırım, H. M., “Buji İle Ateşlemeli Motorlarda Hidrojen Yakıtı Kullanılmasının Motor Performansına ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 55-59 (2004).
18. Yıldız, E. İ., “Buji İle Ateşlemeli Motorda Lpg ve Hidrojen Kullanımının Performans ve Emisyonlara Etkisinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 27-36 (2004).
19. Altın, R., “Dizel Motorlarında Yakıt Olarak Doğal Gazın Kullanılması Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 21-29 (1991).
20. Çelik, M. B., “Metanol-Benzin Karışımlarının Motor Performansına ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi” Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 32-37 (1994).
21. Can, Ö., “Etanol-Dizel Yakıtı Karışımlarının Dizel Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 10-14 (2003).

22. Sümer, M., “Buji İle Ateşlemeli Motorlarda Etanol Kullanımı- Performans ve Maliyet Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 26-29 (1999).
23. Keskin, A., “Tall Yağı Esaslı Biyodizel Ve Yakıt Katkı Maddesi Üretimi ve Bunların Dizel Motor Performansı Üzerindeki Etkileri”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 46-51 (2005).
24. Aksoy, N., “Eliptik Motor Tasarımı ve Prototipinin İmalatı”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 43-51 (2003).
25. Özgören, Y. Ö., “Dizel Motorlarında Partikül Emisyonlarının Azaltılmasına Yönelik Filtre Tasarımı ve İmalatı”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 32-35 (1994).
26. Aytav, E., “Benzinli Motorlarda Çalışma Parametrelerinin Karbon Monoksit ve Hidrokarbon Emisyonu Oluşumuna Etkilerinin DeneySEL Olarak İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 28-34 (2005).
27. Salman, M. S., “Buji İle Ateşlemeli Motorlarda Yanma Hızının Performansa Etkileri”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (1996).
28. Batmaz, İ., “Araç-Bakım Onarım İşlemlerinde Servis Etkinlik Derecesinin DeneySEL Olarak Saptanması”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 4-8 (1993).
29. Kunt, M. A., “Lastiklerde Dinamik Yarıçap Değişiminin Çeki Kuvvetine Etkisinin DeneySEL Olarak İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 21-27 (2004).
30. Balcı, M., “Dizelerde Turbo Şarj”, Ankara Gazi Üniversitesi Yayınevi, 22-28 (1985).
31. Döngeloğlu, M., “Klasik Karbüratörlü Motorlarda İntercooling Aşırı Doldurma”, Yüksek Lisans Tezi, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kayseri , 33-37 (1994).
32. Blackmore, T. A., “Fuel Economy of the Gasoline Engines”, **Wiley-Interscience Publications**, Johnwiley, Newyork, 65-68 (1977).
33. Yavaşlıol, İ., “İçten Yanmalı Motorlar”, **İstanbul Yıldız Üniversitesi Yayınları**, 24-31 (1988).
34. Brandy, R. N., “Modern Diesel Technology”, **Prentice Hall**, New Jersey, Columbus, Ohio, 42-46 (1996).

35. Uzun, A., “Aşırı Doldurmalı Bir Dizel Motorunda Ara Soğutmanın Motor Performansına Etkileri”, Doktora Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, 30-34 (1998).
36. Heywood, J. B., “Internal Combustion Engine Fundamentals”, 121-127 (1988).
37. Üstün, S., “Altı Silindirli Benzinli Bir Motorun Rölantide Üç Silindirli Çalıştırılmasının Yakıt Ekonomisi ve Emisyonlar Bakımından İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 22-36 (1994).
38. Mack Technical Bulletin, “Econdyne Fuel Efficiency- Mack’s New Chassis-Mounted Charge-Air Cooling”, March, 3-7 (1996).
39. Haggh, B., “Air-to-Air Heat Exchanger Used for Diesel Intercooling”, **Society of Automotive Engineers**, July, 7-15 (1979).
40. Andersson, J., Bengtsson, A., Eriksson, S., “The Turbocharged and Intercooled 2,3 Liter Engine for The Volvo 760”, 78-92 (1985).
41. Ergeneman, M., “İçten Yanmalı Pistonlu Motorlarda Aşırı Doldurma”, **İTÜ**, İstanbul, 26-31 (1990).
42. Bali, T., “Pervane Tipli Türbülötörün Akışa Ve Isı Geçişine Etkilerinin Sayısal Ve Deneysel İncelenmesi”, Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 92-95, (1994)

EKLER

EK-1. Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.1. Standart Ford motorunun test verileri

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600
Tork	Nm	79	82,1	82,9	83,6	84,6	84,2	82,1	78,5
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	7,5	14,5	21,5	20	25	29,5	34	39
Yakıt Akış Süresi	s	32,2	26,68	23,12	19,45	16,94	15,67	14,28	13,57
Ortam Sıcaklığı	°C	27	28	29	30	30	31	32	33
Motor Gücü	kW	16,92	21,52	25,73	29,98	34,39	38,31	41,36	43,38
Yakıt Tüketimi	kg/h	4,193	5,060	5,839	6,941	7,969	8,615	9,454	9,948
Hava Tüketimi	kg/h	59,126	81,938	99,445	95,596	106,88	115,72	123,825	132,184
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	14,1	16,19	17,03	13,77	13,41	13,43	13,1	13,29
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	247,9	235,1	227,	231,5	231,8	224,9	228,6	229,3
Düzeltilmiş Tork	Nm	89,74	93,41	94,48	95,44	96,58	96,28	94,03	90,06
CO	%	0,84	1,1	0,9	0,78	0,84	1,08	1,45	1,39
HC	ppm	124	117	123	119	110	102	104	103

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.2. JR marka hava filtresi (FC–07005) takılan motorun test verileri.

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600
Tork	Nm	79,2	82,1	82,9	83,6	84,6	84,2	82,1	78,5
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	9	11	22,5	20	24	30	34,5	39
Yakıt Akış Süresi	s	32,25	26,79	21,94	19,63	17,6	15,65	14	13,5
Ortam Sıcaklığı	°C	18	21	23	25	27	27	28	29
Motor Gücü	kW	16,7	21,27	25,47	29,73	34,22	38,06	41,09	43,1
Yakıt Tüketimi	kg/h	4,186	5,039	6,153	6,877	7,67	8,626	9,643	10
Hava Tüketimi	kg/h	66,772	73,067	103,793	97,2	105,768	118,852	126,39	133,935
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	15,95	14,5	16,87	14,13	13,79	13,71	13,11	13,39
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	250,6	236,9	241,6	231,3	224,2	226,6	234,7	232
Düzeltilmiş Tork	Nm	88,61	92,32	93,54	94,65	96,1	95,64	93,41	89,47
CO	%	1,05	1,25	0,95	0,9	0,93	1,15	2	2,09
HC	ppm	126	123	125	116	110	101	107	110

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.3. JR marka hava filtresi (CR-07301) takılan motorun test verileri.

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600
Tork	Nm	79,2	82,4	82,8	83,1	84,5	83,6	80,6	76,9
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	8,5	13	22	20	24	29,5	34,5	39
Yakıt Akış Süresi	s	32,5	25,88	22,5	19,22	17,16	15,9	14,59	14,15
Ortam Sıcaklığı	°C	24	25	26	27	28	29	30	31
Motor Gücü	kW	16,87	21,49	25,57	29,66	34,23	37,92	40,47	42,36
Yakıt Tüketimi	kg/h	4,154	5,216	6	7,024	7,867	8,491	9,253	9,541
Hava Tüketimi	kg/h	63,58	78,365	101,604	96,552	105,416	116,486	125,556	133,054
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	15,31	15,02	16,93	13,75	13,4	13,72	13,57	13,95
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	246,2	242,7	234,7	236,9	229,8	223,9	228,6	225,2
Düzeltilmiş Tork	Nm	89,51	93,29	93,9	94,399	96,15	95,28	92,01	87,93
CO	%	0,9	1,18	0,93	0,85	0,91	1,11	1,14	0,77
HC	ppm	126	120	122	117	109	101	96	92

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.4. JR marka hava filtresi (FC–07004) takılan motorun test verileri.

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600
Tork	Nm	78,6	82	81,6	83,2	84,1	83,7	81,9	77,8
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	8	14	22	20	25	29,5	34	39
Yakıt Akış Süresi	s	32,5	25,35	23,15	19,8	17,5	15,8	14,35	13,78
Ortam Sıcaklığı	°C	25	27	28	29	30	31	32	34
Motor Gücü	kW	16,77	21,46	25,28	29,79	34,18	38,09	41,26	43,07
Yakıt Tüketimi	kg/h	4,154	5,325	5,832	6,818	7,714	8,544	9,408	9,797
Hava Tüketimi	kg/h	61,475	80,782	100,929	95,913	106,88	115,72	123,825	131,754
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	14,8	15,17	17,31	14,07	13,85	13,54	13,16	13,45
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	247,6	248,2	230,7	228,9	225,7	224,3	228	227,5
Düzeltilmiş Tork	Nm	88,99	93,15	92,85	94,82	96,01	95,71	93,8	89,4
CO	%	0,87	1,14	0,93	0,84	0,88	1,13	1,6	1,54
HC	ppm	120	121	117	113	107	96	101	99

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.5. JSV marka hava filtresi (JR 2600) takılan motorun test verileri.

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600
Tork	Nm	80	82,7	82,8	84	85,3	84,5	82,9	79,8
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	8,5	13	21,5	20	24	29,5	34	39
Yakıt Akış Süresi	s	32,96	26,34	23	19,34	17,3	16,07	14,03	13,14
Ortam Sıcaklığı	⁰ C	22	23	23	24	25	27	28	29
Motor Gücü	kW	16,99	21,5	25,44	29,83	34,38	38,2	41,49	43,81
Yakıt Tüketimi	kg/h	4,096	5,125	5,87	6,98	7,803	8,401	9,622	10,274
Hava Tüketimi	kg/h	64,011	78,895	101,46	97,528	106,478	117,262	125,471	133,935
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	15,63	15,39	17,29	13,97	13,64	13,96	13,04	13,04
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	241,1	238,4	230,7	234	227	219,9	231,9	234,5
Düzeltilmiş Tork	Nm	90,11	93,31	93,43	94,94	96,57	95,99	94,32	90,95
CO	%	0,92	1,15	0,89	0,85	0,9	1,06	1,75	1,79
HC	ppm	124	122	123	123	115	108	111	111

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.6. JSV marka hava filtresi (JR–1) takılan motorun test verileri.

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600
Tork *	Nm	80	82,2	83	83,6	84,6	84,1	81,8	78,2
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	8	14	21,5	20	25,5	29,5	34	39
Yakıt Akış Süresi	s	32,44	24,8	22,85	20,1	17,28	15,88	14,4	13,28
Ortam Sıcaklığı	°C	26	27	28	29	30	31	32	33
Motor Gücü	kW	17,1	21,51	25,71	29,93	34,39	38,27	41,21	43,22
Yakıt Tüketimi	kg/h	4,162	5,444	5,908	6,716	7,813	8,501	9,375	10,166
Hava Tüketimi	kg/h	61,269	80,782	99,775	95,913	107,944	115,72	123,825	132,184
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	14,72	14,84	16,89	14,28	13,82	13,61	13,21	13
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	243,4	253,1	229,8	224,4	227,2	222,2	227,5	235,2
Düzeltilmiş Tork	Nm	90,72	93,37	94,44	95,28	96,58	96,17	93,69	89,71
CO	%	0,91	1,14	0,96	0,84	0,88	1,1	1,52	1,46
HC	ppm	131	123	126	119	111	105	105	105

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.7. Karbüratör girişine türbülator takılan motorun test verileri.

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600
Tork	Nm	79,8	84,2	83	84,2	85,1	84,6	83,1	79,6
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	7,5	12	21,5	20	24	29	34	39
Yakıt Akış Süresi	s	31,5	25,25	21,29	18,97	16,68	15,3	13,29	12,53
Ortam Sıcaklığı	⁰ C	21	21	22	23	23	24	25	25
Motor Gücü	kW	16,92	21,81	25,46	29,85	34,19	38,05	41,38	43,41
Yakıt Tüketimi	kg/h	4,286	5,347	6,341	7,116	8,094	8,824	10,158	10,774
Hava Tüketimi	kg/h	60,333	76,315	101,804	97,857	107,197	117,439	126,734	135,733
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	14,08	14,27	16,05	13,75	13,24	13,31	12,48	12,6
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	253,4	245,1	249,1	238,4	236,7	231,9	245,5	248,2
Düzeltilmiş Tork	Nm	89,74	94,68	93,49	95	96,02	95,62	94,08	90,12
CO	%	0,82	0,62	0,69	0,52	0,74	0,92	1,86	2,06
HC	ppm	146	140	133	126	114	106	114	115

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.8. Çift tırnaklı (Lancia NGK BKR6EKC) performans bujisi takılan motorun test verileri.

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	1800	2200	2600	3000	3400	3800	4200	4600
Tork	Nm	80,3	83,5	83,8	84	85	84,4	81,7	78,1
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	7,5	13	21,5	20	25,5	29,5	34,5	39
Yakıt Akış Süresi	s	31,48	25	21,81	19,62	16,77	15,35	14,44	13,6
Ortam Sıcaklığı	°C	24	25	27	28	30	31	32	33
Motor Gücü	kW	17,11	21,78	25,92	30,03	34,55	38,54	41,16	43,16
Yakıt Tüketimi	kg/h	4,288	5,4	6,19	6,881	8,05	8,795	9,349	9,926
Hava Tüketimi	kg/h	59,723	78,365	100,108	96,232	107,944	115,72	124,732	132,184
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	13,93	14,51	16,17	13,99	13,41	13,16	13,34	13,32
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	250,7	247,9	238,8	229,2	233	228,2	227,2	239
Düzeltilmiş Tork	Nm	90,76	94,53	95,19	95,58	97,03	96,85	93,57	89,6
CO	%	2,06	1,9	1,37	1,18	1,32	1,64	1,59	1,54
HC	ppm	177	148	140	132	118	107	100	94

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.9. N₂O (Nitrojen Oksit) sistemi kiti takılan motorun test verileri.

Deney No		1	2	3	4	5	6	7	8
Motor Devri	1/min	3000	3600	4200	4800	-	-	-	-
Tork	Nm	-	-	-	-	-	-	-	-
Hava Metreden Okunan Değer	mm H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-
Yakıt Akış Süresi	s	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortam Sıcaklığı	°C	-	-	-	-	-	-	-	-
Motor Gücü	kW	42,53	50	48,64	50,3	-	-	-	-
Yakıt Tüketimi	kg/h	-	-	-	-	-	-	-	-
Hava Tüketimi	kg/h	-	-	-	-	-	-	-	-
Hava - Yakıt Oranı	(H/Y)	-	-	-	-	-	-	-	-
Özgül Yakıt Tüketimi	g/kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Düzeltilmiş Tork	Nm	135,37	134,56	111,41	99,42	-	-	-	-
CO	%	-	-	-	-	-	-	-	-
HC	ppm	-	-	-	-	-	-	-	-

EK-1. (Devamı) Deneylerde elde edilen motor performans ve emisyon değerleri

Çizelge 1.10. ½ gaz kelebek açıklığında standart motorunun test verileri

Deney No	Motor Devri	Tork	Hava Metreden Okunan Değer	Yakıt Akış Süresi	Ortam Sıcaklığı	Motor Gücü	Yakıt Tüketimi	Hava Tüketimi	Özgül Yakıt Tüketimi	Düzeltilmiş Tork	CO	HC
	1/min	Nm	mm H ₂ O	s	°C	kW	kg/h	kg/h	g/kWh	Nm	%	ppm
1	3000	45,5	7,5	27,6	24	15,65	4,894	59,723	312,59	49,81	1,79	111
2	3600	36,4	8	27	27	15,1	5	61,065	331,18	40,05	2,13	110

Çizelge 1.11. ½ gaz kelebek açıklığında standart motorunun test verileri

Deney No	Motor Devri	Tork	Hava Metreden Okunan Değer	Yakıt Akış Süresi	Ortam Sıcaklığı	Motor Gücü	Yakıt Tüketimi	Hava Tüketimi	Özgül Yakıt Tüketimi	Düzeltilmiş Tork	CO	HC
	1/min	Nm	mm H ₂ O	s	°C	kW	kg/h	kg/h	g/kWh	Nm	%	ppm
1	3000	59	5,5	25,6	27	20,39	5,273	50,633	258,6	64,91	1,65	80
2	3600	45,5	6	23,87	28	18,9	5,656	52,708	299,19	50,14	2,10	76

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SEYMEN, Özer Serat
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 03.11.1979 / Bursa
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0505 587 29 12
 Faks : -
 e-mail : seratseymen@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Makina Eğitimi	2003
Lise	Bursa Hürriyet Teknik Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2006	Gazi Üniversitesi Atatürk Meslek Yüksekokulu	Öğretim Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. -

Hobiler

Müzik, Bilgisayar teknolojileri