

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İÇTEN YANMALI MOTORLARDA YAKITA MANYETİK ALAN
UYGULAMASININ YAKIT EKONOMİSİNE VE EGZOZ EMİSYONUNA
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer Faruk DEMİRTAŞ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Tarkan KOCA

MAYIS 2021

**T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İÇTEN YANMALI MOTORLARDA YAKITA MANYETİK ALAN
UYGULAMASININ YAKIT EKONOMİSİNE VE EGZOZ EMİSYONUNA
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ömer Faruk DEMİRTAŞ
(36183618001)**

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Tarkan KOCA

MAYIS 2021

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalıőmasının her aőamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgmeden beni her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tarkan KOCA'ya,

Bu yüksek lisans tezini FYL-2020-2116 numaralı proje ile destekleyen İnönü Üniversitesi BAP birimine, teşekkürlerimi borç bilirim.

Ayrıca Tüm hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen aileme ve bu konuma gelmemde katkıları olan öğretmenlerime,

teşekkür ederim.



ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ İçten Yanmalı Motorlarda Yakıtı Manyetik Alan Uygulamasının Yakıt Ekonomisine ve Egzoz Emisyonuna Etkisi ” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığı ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Ömer Faruk DEMİRTAŞ



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1 Motorlar	5
2.1.1 İki zamanlı motorlar	5
2.1.2 Dört zamanlı bir motorda buji ile ateşleme	6
2.1.2.1 Emme zamanı.....	7
2.1.2.2 Sıkıştırma zamanı.....	8
2.1.2.3 Genişleme veya iş zamanı	8
2.1.2.4 Egzoz zamanı	9
2.2 Mıknatıslar	10
2.2.1 Neodimyum mıknatıslar	10
2.2.2 Manyetik alan	10
2.2.3 Manyetizmanın hidrokarbon yakıtına etkisi	11
2.3 Yakıt.....	12
2.3.1 Benzin.....	12
2.3.1.1 Benzinin işlenmesi	12
2.4 Zararlı Gazlar.....	13
2.4.1 Hidrokarbonlar (HC).....	13
2.4.2 Nitrojen oksitler (NO _x)	13
2.4.3 Karbonmonoksit (CO).....	14
2.4.4 Karbondioksit (CO ₂)	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1 Materyal	15
3.1.1 Dört zamanlı tek silindirli motor.....	15
3.1.1.1 Jikle	16
3.1.2 Mıknatıslar	17
3.1.3 Motor yağı.....	18
3.1.4 Egzoz emisyon cihazı	19
3.1.4.1 Egzoz emisyon sondası	19
3.1.5 Gausmetre	21
3.1.5.1 Gausmetre probu	21
3.1.6 Takometre	22
3.2 Yöntem.....	23
4 DENEYSEL ÇALIŞMA	32
4.1 Manyetik Alansız Çalışma	32
4.2 Manyetik Alanlı Çalışma	34
4.2.1 Motora uzaklığı 20 cm olarak yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışma	34
4.2.2 Motora uzaklığı 50 cm olarak yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışma	39
4.2.3 Motora uzaklığı 70 cm olarak yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışma	44
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	50
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 : Briggs Stratton XR200 teknik özellikler.	16
Çizelge 3.2 : Sinterlenmiş NdFeB mıknatısların özellikleri	18
Çizelge 3.3 : Castrolmagnatec 10W-40 A3/B4 Tipik Özellikleri.....	18
Çizelge 4.1 : Manyetik alanlı (20 cm) ve manyetik alansız egzoz emisyonlarının karşılaştırılması.	38
Çizelge 4.2 : Manyetik alanlı (50 cm) ve manyetik alansız egzoz emisyonlarının karşılaştırılması.	43
Çizelge 4.3 : Manyetik alanlı (70 cm) ve manyetik alansız egzoz emisyonlarının karşılaştırılması.	48



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : İki zamanlı benzinli motor.....	6
Şekil 2.2 : İki zamanlı motorların çalışma prensibi.	6
Şekil 2.3 : Dört zamanlı motorun çalışma prensibi	7
Şekil 2.4 : Emme stroku	7
Şekil 2.5 : Sıkıştırma stroku.	8
Şekil 2.6 : Genişleme ve İş stroku	8
Şekil 2.7 : Egzoz stroku.	9
Şekil 2.8 : Üst ve Alt Ölü noktalar	9
Şekil 2.9 : Teldeki akım.	11
Şekil 2.10 : Hidrojen moleküllerinin ortho ve para durumları.....	12
Şekil 3.1 : Briggs Stratton / XR2100.	15
Şekil 3.2 : Briggs stratton XR2100 jikle.	17
Şekil 3.3 : N35 tip Neodimyum Mıknatıslar.	17
Şekil 3.4 : Bosch BAE Egzoz emisyon cihazı.	19
Şekil 3.5 : Egzoz emisyon ölçüm sondası.	20
Şekil 3.6 : Egzoz emisyon cihazı sonda sabitleme standı.	20
Şekil 3.7 : Lakeshore Gausmetre.	21
Şekil 3.8 : Enine prob.....	22
Şekil 3.9 : Eksenel prob	22
Şekil 3.10 : YokoGawa cep takometresi.	23
Şekil 3.11 : Deney seti.	24
Şekil 3.12 : Yakıt deposu aparatı.	24
Şekil 3.13 : Şeffaf yakıt hortumu.	25
Şekil 3.14 : Yakıt hortumu içindeki manyetik alan	25
Şekil 3.15 : Emisyon cihazı açılış menüsü.....	26
Şekil 3.16 : Egzoz emisyon cihazı kontrol paneli ana menü.....	26
Şekil 3.17 : Kontrol paneli test türü ekranı.	27
Şekil 3.18 : Tolerans değerini girme menüsü.	27
Şekil 3.19 : İmpuls sayısının ayarlanması.....	28
Şekil 3.20 : Sıfırlama kalibrasyonu.	28
Şekil 3.21 : Egzoz emisyon ölçümü.....	29
Şekil 3.22 : Egzoz emisyon gazı ölçüm değerleri çıktısı.	29
Şekil 3.23 : Takometre ile motor devir kontrolü.....	30
Şekil 3.24 : Neodimyum mıknatısların dizilimi.....	30
Şekil 3.25 : Egzoz emisyon ölçümü yapılan deneyin şematik görünümü.....	31
Şekil 4.1 : Mıknatıs kullanılmayan deney setinin görünümü.....	32
Şekil 4.2 : Mıknatıs kullanılmayan deneyin egzoz emisyon değerleri.....	32
Şekil 4.3 : Mıknatıs kullanılmayan hava-yakıt karışım (Lambda) oranı.	33
Şekil 4.4 : Mıknatıs kullanılmayan deneyin HC verileri.	33
Şekil 4.5 : Mıknatıs kullanılarak yapılan deneyin şematik görünümü.....	34
Şekil 4.6 : Yakıt hattına yerleştirilen mıknatısların gösterimi.	34
Şekil 4.7 : Devir sayısı-egzoz emisyon değerleri değişimi (20 cm).	35
Şekil 4.7 : Devir sayısı-Lambda değeri değişimi (20 cm).	35
Şekil 4.8 : Devir sayısı-HC değerleri değişimi (20 cm).....	36
Şekil 4.9 : Devir sayısı-Lambda değerleri değişimi (20 cm).	36

Şekil 4.10 : Devir sayısı- CO değerleri değişimi (20 cm).	37
Şekil 4.11 : Devir sayısı- CO ₂ değerleri değişimi (20 cm).	37
Şekil 4.12 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (20 cm).	38
Şekil 4.13 : Yakıt hortumunda oluşan partikül çöküntüsü.....	39
Şekil 4.14 : Yakıt hattına yerleştirilen mıknatısların görünümü.....	39
Şekil 4.15 : Devir sayısı- egzoz emisyon değerleri değişimi (50 cm).	40
Şekil 4.17 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (50 cm).	41
Şekil 4.18 : Devir sayısı- Lambda değerleri değişimi (50 cm).....	41
Şekil 4.19 : Devir sayısı- CO değerleri değişimi (50 cm).	42
Şekil 4.20 : Devir sayısı- CO ₂ değerleri değişimi (50 cm).	42
Şekil 4.21 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (50 cm).	43
Şekil 4.22 : Yakıt hortumunda oluşan partikül çöküntüsü.....	44
Şekil 4.23 : Yakıt hattına yerleştirilen mıknatısların görünümü.....	44
Şekil 4.24 : Devir sayısı-egzoz emisyon değerleri değişimi (70 cm).	45
Şekil 4.25 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (70 cm).	45
Şekil 4.26 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (70 cm).	46
Şekil 4.27 : Devir sayısı- Lambda değerleri değişimi (70 cm).....	46
Şekil 4.28 : Devir sayısı- CO değerleri değişimi (70 cm).	47
Şekil 4.29 : Devir sayısı- CO ₂ değerleri değişimi (70 cm).	47
Şekil 4.30 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (70 cm).	48
Şekil 4.31 : Yapılan deney sonucunda yakıt hattında oluşan partiküller.....	49
Şekil 5.1 : Mesafelere göre hava-yakıt karışım oranı kıyaslaması.	50
Şekil 5.2 : Mesafeler göre karbonmonoksit kıyaslaması.	50
Şekil 5.3 : Mesafeler göre hidrokarbon kıyaslaması.....	51

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

λ	: Lambda (Hava-Yakıt oranı)
ϵ	: Epsilon
E	: Egzoz Portu
T	: Transfer portu
S	: Yaylı otomatik valf
10x8 mm	: 10 adet 8 mm çapında silindirik neodimyum mıknatıslar
CO₂	: Karbondioksit
CO	: Karbonmonoksit
HC	: Hidrokarbon
NdFeB	: Neodimyum mıknatıs
O₂	: Oksijen
Gauss	: Manyetik alan birimi
NO_x	: Azotoksit
d/dk	: devir/dakika
ppm	: milyonda bir partikül sayısı

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İÇTEN YANMALI MOTORLARDA YAKITA MANYETİK ALAN UYGULAMASININ YAKIT EKONOMİSİNE VE EGZOZ EMİSYONUNA ETKİSİ

Ömer Faruk DEMİRTAŞ

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

57 + ix sayfa

2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tarkan KOCA

İçten yanmalı motolarda motor performans parametrelerini iyileştirmek, yakıt tüketimini ve istenmeyen egzoz emisyonlarını azaltmak oldukça önemlidir. Hem çevreye hemde insan sağlığına zarar veren istenmeyen egzoz gazlarının düşürülmesi genel olarak motorda iyi bir yanmanın oluşmasına bağlıdır.

Bu tez çalışmasında dört zamanlı tek silindirli enjeksiyonlu, benzinli bir motorun yakıt hattına manyetik alan uygulanarak yanma verimliliği arttırılmaya ve istenmeyen egzoz gazları azaltılmaya çalışılmıştır. Manyetik alan oluşturmak için yakıt hattı üzerine üç farklı mesafede neodimyum mıknatıslar yerleştirilmiştir. Mıknatısların yakıt hortumu içerisinde 1850 Gauss gücünde bir manyetik alan oluşturması sağlanmıştır. 2000, 2500 ve 300 d/dk motor devirlerinde ayrı ayrı manyetik alan deneyleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylerde 1850 Gauss manyetik alan gücünde 3000 d/dk' da istenmeyen gazlardan HC, CO ve CO₂ miktarında sırasıyla %22.06, %21.2 ve %25.9 oranında azaldığı ve hava-yakıt karışımında %33.07 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tek silindirli dört zamanlı motorlar, Egzoz emisyonları, Neodimyum mıknatıslar, Manyetik alan.

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF FUEL MAGNETIC FIELD APPLICATION ON FUEL ECONOMY AND EXHAUST EMISSIONS IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Ömer Faruk DEMİRTAŞ

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

57 + ix pages

2021

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Tarkan KOCA

It is very important to improve engine performance parameters and reduce fuel consumption and unwanted exhaust emissions in internal combustion engines. The reduction of unwanted exhaust gases that harm both the environment and human health generally depends on the formation of a good combustion in the engine.

In this thesis, it was tried to increase the combustion efficiency and reduce the unwanted exhaust gases by applying a magnetic field to the fuel line of a four-stroke, single-cylinder, gasoline engine. Neodymium magnets were placed on the fuel line at three different distances to create a magnetic field. The magnets are allowed to create an 1850 Gauss magnetic field in the fuel hose. Magnetic field experiments were carried out separately at engine speeds of 2000, 2500 and 3000 rpm. In the experiments performed, it was determined that the amount of unwanted gases HC, CO and CO₂ decreased by 22.06%, 21.2% and 25.9%, respectively, and the air-fuel mixture increased by 33.07% at 3000 rpm at 1850 Gauss magnetic field strength.

Keywords: Single cylinder four-stroke engines, Exhaust emissions, Neodymium magnets, Magnetic field.

1. GİRİŞ

İçten yanmalı motorlarda ana taşıyıcı olarak, hidrokarbon kökenli yakıtlar kullanılır. Bunlar benzin ve dizel fosil yakıtlardır. Bu yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynakları kategorisine girmektedir. Son yıllarda, içten yanmalı motorların yakıtlarında iyileştirme ve içten yanmalı motorlardan çıkan yanma ürünlerinin çevre dostu haline getirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Çünkü küresel ısınma ve Dünya 'da artan çevre kirliliği, insanları endişelendirmektedir. Motorlu araçlar tarafından doğaya salınan zararlı gazlarında çevreyi ve insan sağlığını tehdit ettiği bilinmektedir.

Dünya genelinde ortalama yılda 80-90 milyon arasında motorlu araç üretilmektedir. Bu araçlardan çevreye atılan zararlı egzoz emisyonları, çevreyi kirleten önemli unsurlardan biridir. Ulaşımında egzoz emisyonlarını ve yakıt tüketimini azaltmak için en önemli çözüm, yanma veriminin artırılmasıdır. Bu zararlı gazları azaltmak için motorlu araçların yakıt hattı üzerine mıknatıslar yerleştirilip manyetik alan uygulamaları yapılmıştır. Bu uygulamalar yakıtın molekül yapısını değiştirmiştir. Bunun sonucu olarak zararlı egzoz emisyon miktarlarında azalmalar meydana gelmiştir.

Genellikle içten yanmalı motorlar için kullanılan yakıt, moleküler bir bileşiktir. Her molekül, çekirdeğinin yörüngesinde dönen çok sayıda çekirdek ve elektrondan oluşan bir dizi atomdan oluşur. Bu atomlar pozitif ve negatif elektrik yüklerine sahip oldukları için yakıtın molekül yapısında bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alanla, moleküller bir hizaya girmektedir. Bu hizalanmadan dolayı yanma sırasında karbon atomları, oksijen ile aktif olarak birbirine kenetlenemez ve eksik bir yanma meydana gelir. Bu durumu düzeltmek için yakıt molekülü veya hidrokarbon zincirleri iyonize edilip yeniden hizalanmalıdır. İyonizasyon ve yeniden düzenleme, manyetik alan uygulanmasıyla elde edilir. Manyetik alan uygulamalarını kalıcı mıknatıslarla elde etmek mümkündür. Kalıcı mıknatıslar ile araç yakıtının arıtılması, yakıt tüketiminin azaltılması ve zararlı egzoz emisyonlarının azaltılması sağlanabilmektedir.

Farisa vd. yaptıkları çalışmada iki zamanlı bir motorun yakıt hattına, 2000, 4000, 6000 ve 9000 Gaussluk manyetik alan oluşturacak mıknatısları kullanarak benzin tüketimi ve egzoz

gazları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Egzoz gazı bileşenlerinin (CO, HC) yüzdelerinin sırasıyla %30, %40 azaldığı, CO₂ yüzdesinin ise %10' a kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Sonuçta yakıtta manyetik alan uygulandığında yakıtın özelliklerinin değiştiği gözlemlenmiştir [1].

Mane vd. yaptıkları çalışmada tek silindirli dört zamanlı buji ateşlemeli motor da 2000 Gauss manyetik alan gücüne sahip olan mıknatıslarla CO emisyonunda maksimum%90 azalma ve HC 'da %58 azalma gözlemlenmiştir. Yakıtın manyetik olarak işlenmesinin oldukça önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Motorlu araçlarda yakıt tüketiminin azaltılması ve motorun egzoz emisyonlarının düşürülmesi için çok fazla sayıda deney yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Yakıtta uygulanan optimum manyetik alan miktarının, yakıttan tasarruf etmeye ve çevre kirliliğini azaltmaya yardımcı olacağı sonucuna varmışlardır [2].

Habbo vd. yaptıkları çalışmada manyetik alanın buji ile ateşlemeli motorun performansı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Motor performansı, motor fren gücü, termal verimlilik, özgül yakıt tüketimi ve egzoz emisyonlarını inceleyerek gözlemlenmiştir. Yakıt, silindire girmeden önce yakıt besleme hattı manyetik alana maruz bırakılmıştır. Bu çalışmada 1000 ve 2000 Gauss gücünde manyetik alan oluşturacak mıknatıslar kullanılmıştır. Deney motoru 2000 d/dk' da tutulmuştur. Sonuçlar, motor performansında önemli bir iyileşme olduğunu göstermiştir. 1000 Gauss gücünde, bir manyetik bobin kullanıldığında motor gücünün %3,3 arttığını ve belirli yakıt tüketiminde %12,8 tasarruf sağladığını gözlemlenmiştir [3].

Allawi vd. yaptıkları çalışmada dört zamanlı dizel bir motorun yakıt hattına manyetik alan uygulaması yapmışlardır. Yakıt tüketiminde %3 azalma olduğunu, CO miktarında %13,8 azalma olduğunu deneysel olarak tespit etmişlerdir [4].

Kumar vd. yaptıkları çalışmada hava-yakıt karışımının tamamen yanmasını sağlayacak şekilde manyetik alanı kullanarak, yakıtın iyonize olduğunu tespit etmişlerdir. Manyetik alan, yakıtın yanma odasına girmesine izin verilmeden önce yakıt taşıyan boru hattı üzerine monte edilen yüksek güçlü mıknatıslar ile manyetik alan oluşturulmuştur. Dört zamanlı, tek silindirli, mekanik halatlı, fren dinamometreli, su soğutmalı dizel bir motor kullanmışlardır. Çalışmalarında 6000 Gauss manyetik alan gücüne sahip Neodimyum mıknatısı tercih etmişlerdir. Yakıt hattına monte edilen mıknatıslar, hidrokarbon moleküllerini, hizalama ve yönlendirme, yakıtın daha iyi atomizasyonu (havanın yakıtla uygun şekilde karıştırılması) vb. gibi yakıt özelliklerinin geliştirilmesine yol açtığını gözlemlenmiştir [5].

Patel vd. yaptıkları çalışmada tek silindirli dört zamanlı dizel bir motorun manyetik alan etki gücü altında motor performansını ve egzoz emisyonu ile ilgili deneyler yapmışlardır. 2000 gauss gücüne sahip güçlü kalıcı mıknatıs kullanmışlardır. Yakıt tüketimindeki azalma yüzdesi, yaklaşık %8 olarak gözlemlenmiştir, HC ve NO_x 'teki azalma sırasıyla yaklaşık %30 ve %27,7 olarak ölçmüştür [6].

Pramodkumar vd. yaptıkları çalışmada, yakıt yakma verimliliğini artırmak, yakıt tüketimini azaltmak ve egzoz kirleticileri azaltmak için ön yanma sürecine odaklanmışlardır. Çalışmasında karbüratörden önce yakıt akış hattında farklı yoğunluklarda (4000 ve 8000 gauss) kalıcı mıknatısları (Neodimyum) kullanmışlardır. Dört zamanlı tek silindirli benzinli bir motor kullanarak deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak 8000 Gauss manyetik alan gücüne sahip mıknatısın, egzoz bileşenlerinden CO₂' in %30,57 azalttığını, HC' nu %97 düşürdüğünü, NO %36.08 azalttığını ve karbon monoksit (CO) %30,57 arttırdığını tespit etmişlerdir [7].

Rohit vd. yaptıkları çalışmada 4 zamanlı tek silindirli benzinli bir motor kullanmışlardır. Motorun yakıt hattına neodimyum mıknatıs kullanarak deneylerini gerçekleştirmişlerdir. N52 sınıfına ait bir NdFeB mıknatıs olup 14800 Gauss gücünde bir manyetik etki oluşturmuştur. Yapılan deney sonucunda yakıt tüketiminde %14' a kadar bir azalma tespit edilmiştir. Çevreyi kirletici egzoz emisyon miktarlarında %40-50 arasında bir azalma meydana geldiğini gözlemlenmiştir [8].

Patil vd. yaptıkları çalışmada dört zamanlı benzinli bir motorun yakıt hattına 4000 ve 8000 gauss büyüklüğünde manyetik alan oluşturan neodimyum mıknatıslar yerleştirmişlerdir. Mıknatıslı ve mıknatıs uygulaması yapmadan motordaki her 75 ml'lik yakıtın ne kadar süre içerisinde tüketildiğini analiz eden araştırma ve deneyler yapmışlardır. Deneyler sonucunda yakıt tüketiminde azalma olduğunu görmüşlerdir. Aynı zamanda egzoz emisyon değerlerinde azalmanın olduğunu gözlemlenmiştir [9].

Kapase vd. yaptıkları çalışmada dört zamanlı iki farklı motor kullanarak 3000 Gauss değerinde manyetik alana sahip mıknatıslarla, motora giden yakıt hattına üzerine mıknatısları yerleştirerek egzoz emisyon değerlerinin analizlerini yapmışlardır. Hero Honda Passion Plus ve TVS Victor markalı motorları kullanmışlardır. Sonuç olarak Passion ve Victor'da HC içeriği üretiminde sırasıyla %6 ve %7 azalma olduğunu göstermişlerdir. CO içeriği her iki motorda da %10-15 aralığında önemli ölçüde azalmış ve daha güçlü manyetik

alanlar uygulandığında daha da azaltılabileceği belirtilmiş ve O₂ oranının ise %2-3 civarında arttığı gözlemlenmişlerdir [10].

Bu çalışmada içten yanmalı motorların yakıt hattına neodimyum mıknatıslar ile manyetik alan uygulaması yapılmıştır. Mıknatıslar yakıt hattına farklı mesafelerde yerleştirilip her mesafenin yakıt tüketime ve egzoz emisyon değerlerine etkileri incelenmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Motorlar

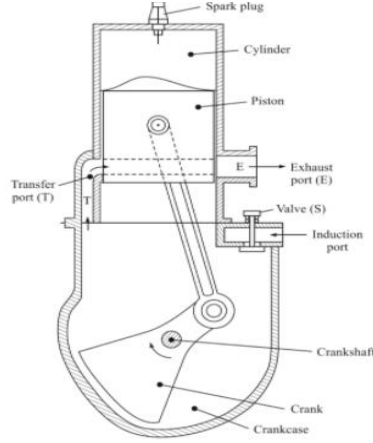
İnsanoğlu ihtiyaçları doğrultusunda günlük yaşamında bir yerden bir başka yere gitmek zorunda kalabilmektedir. Bu işlemi daha kolay gerçekleştirebilmek için, insanlar devamlı bir arayış içerisinde olmuştur. İnsanoğlu bu çabalara, 3500 yıl önce en önemli teknolojik buluğu olan tekerleği icadı ile başlamışlardır. 1876 yılında ise alman bir mühendis olan Niklaus Agust Otto dört zamanlı benzinli motor geliştirip bugün kullanılan araçların şekillenmesine yardımcı olmuştur [11]. Otto çevrimine göre çalışan buji ateşlemeli motorlar, en popüler içten yanmalı motorlardandır. Bu motorlar benzin, doğal gaz, propan, ve biyogaz gibi çeşitli yakıtları yakarlar. İçten yanmalı motorların büyük bir kısmı dört zamanlı çevrim esasına göre çalışır. Bu motorlarda yakıt hava karışımı, yakıt silindire ulaşmadan daha önce yapıldığı gibi, enjeksiyonlu motorlarda hava üzerine yakıt pskrtlerekte karışım sağlanmaktadır. Taze karışım silindir içerisinde sıkıştırılarak, yüksek basınç ve sıcaklığa çıkartılır, daha sonra buji ile ateşlenerek yanma sağlanır ve istenilen güç elde edilmiş olur. Buji ateşlemeli bir motorun sıkıştırma oranı, yakıt-hava karışımının kendiliğinden tutuşma eğilimiyle orantılıdır [12].

2.1.1 İki zamanlı motorlar

İçten yanmalı bir motor tipidir. Emme ve egzoz sbapları yoktur. İki zamanlı motorlar da bir çevrim elde edilebilmesi için krank mili bir tam tur yapmalıdır. Yani, bir çevrimin tamamlaması için krank mili 360° dönmelidir. İki zamanlı motorlar mekanik olarak dört zamanlı motorlardan daha basittir ve daha yüksek bir özgül güce, g-ağrılık oranına sahiptir. Buji ile ateşlemeli veya sıkıştırma ile patlamalı olarak kullanabilirler. İki zamanlı motorların performans sınırlamalarından biri, aynı anda yanmış karışımı tüketen ve silindire taze yakıt-hava karışımını veren temizleme işlemidir [13].

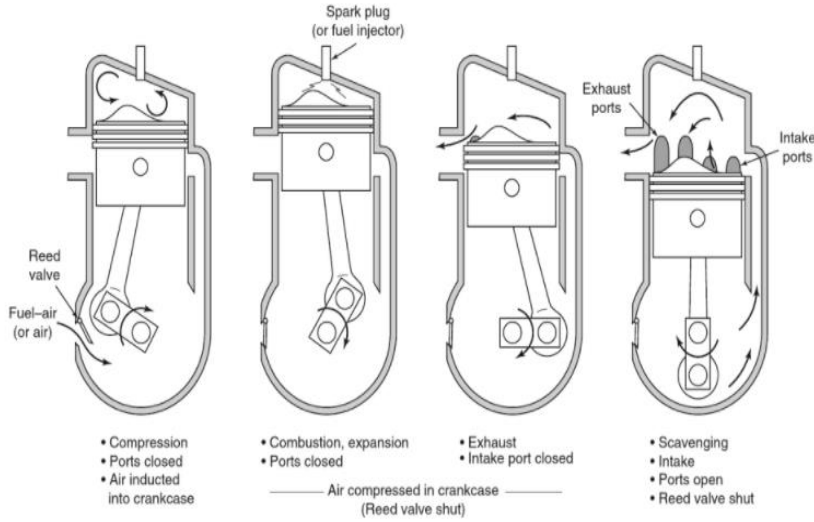
evrimin iki stroku, krank milinin her devri sırasında bir kez tamamlanır. şekil 2.1 iki zamanlı bir benzinli motoru temsil etmektedir. Piston silindir içinde yukarı doğru hareket ettikçe ve hem emme portunu (T) hem de egzoz portunu (E) rttğ için, yakıtın silindirde sıkıştırılması gerçekleşir. Aynı zamanda karterde yk genleşir ve basınç atmosfer basıncının altına düşer. Böylece, yaylı otomatik valf (S) aracılığıyla kartere taze yakıt girer. Ateşleme, piston st l noktaya ulaşmadan gerçekleşir. Yanmış gaz basıncı hızla yükselir ve g üretmek için pistonu aşağı doğru iter.

Piston çalışma strokunun yaklaşık yüzde 80'ine inerken, egzoz portu (E) piston tarafından açılır ve egzoz zamanı başlar. Emme portu (T), egzoz portuna (E) göre konumu nedeniyle strokta biraz sonra ortaya çıkar. Aşağı inen piston tarafından sıkıştırılan karterdeki yakıt, silindire transfer portundan (T) girer [14].



Şekil 2.1 : İki zamanlı benzinli motor [14].

Şekil 2.2'de iki zamanlı benzinli bir motorun valf konumları ve piston hareketleri gösterilmiştir.



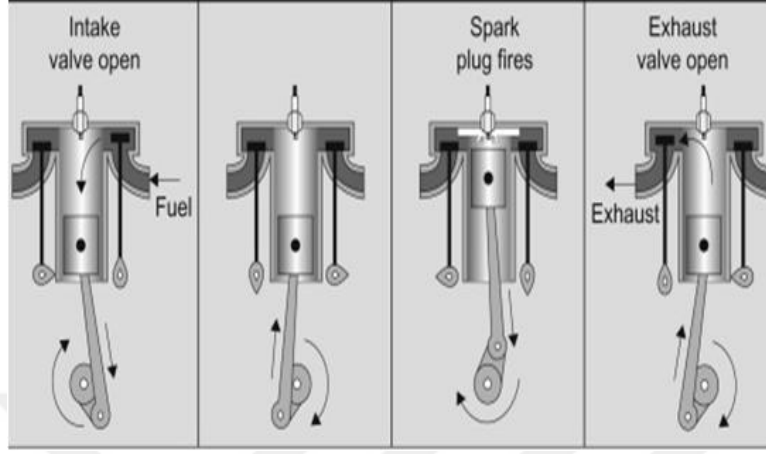
Şekil 2.2 : İki zamanlı motorların çalışma prensibi [13].

2.1.2 Dört zamanlı bir motorda buji ile ateşleme

Dört zamanlı bir motorda, çalışma döngüsü yani çevrim pistonun dört strokunda veya krank milinin iki turunda tamamlanır. Bu nedenle, bir çevrimi tamamlamak için 720° kA (krank açısı) gereklidir. Silindir içerisinde hareket eden piston, 4 strok gerçekleştirir ve bu zamanlar şunlardır [14] ;

a. Emme zamanı b. Sıkıştırma zamanı c. Genişleme veya güç zamanı d. Egzoz zamanı

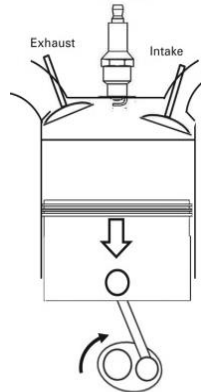
Dört zamanlı bir motorun emme-genişleme-sıkıştırma-egzoz zamanlarının gerçekleşmelerine ait durumları Şekil 2.3’ de belirtilmiştir.



Şekil 2.3 : Dört zamanlı motorun çalışma prensibi [12].

2.1.2.1 Emme zamanı

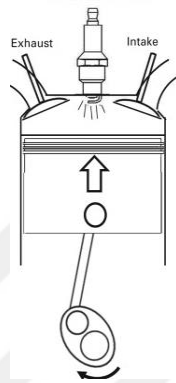
Giriş valfi, piston üst ölü noktada iken açılır. Piston üst ölü noktadan alt ölü noktaya doğru hareket ederken, giriş valfinden silindire hava ve yakıt karışımı verilir. Pistonun hareketinden dolayı silindir içindeki basınç atmosfer basıncının altına düşer ve bu basınç farkından dolayı yakıt subablardan geçerek silindire ulaşır. Emme zamanını sonunda ideal olarak, giriş valfi kapanmalıdır, ancak gerçekte bu, piston dönüş stroku boyunca yolun bir kısmını hareket ettirene kadar gerçekleşmez [14]. Dört zamanlı bir motorun emme zamanı Şekil 2.4’ te gösterilmiştir.



Şekil 2.4 : Emme stroku [15].

2.1.2.2 Sıkıştırma zamanı

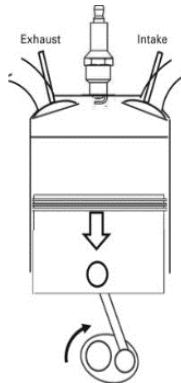
Her iki valf kapalıyken, emme stroku sırasında silindire alınan yakıt, pistonun üst ölü noktaya hareketi ile sıkıştırılır. Piston üst ölü noktaya varmadan yakıt yanma odasında sıkıştırılmış olur. Sıkıştırma zamanının bitiminden hemen önce, kıvılcım meydana gelir. Bu zamanda bir yanma meydana gelir. Yanma işlemi esas olarak neredeyse sabit bir hacimde gerçekleşir ve bu işlem sırasında yakıt basıncı ve sıcaklığında büyük bir artış olmaktadır [14]. Dört zamanlı bir motorun sıkıştırma stroku Şekil 2.5’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.5 : Sıkıştırma stroku [15].

2.1.2.3 Genişleme veya iş zamanı

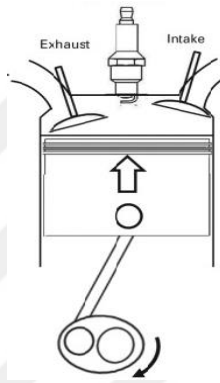
Yüksek basınçlı yanmış gazlar, pistonu alt ölü noktaya doğru büyük bir kuvvetle iter. Bu sırada hem giriş hem de egzoz valfleri kapalıdır. Bu zamanda bir genişlemenin tamamlandığı görülmektedir, ancak gaz halindeki ürünlerin silindirden atılmasına yardımcı olmak için egzoz valfi, piston alt ölü noktaya ulaşmadan açılır. Bu hareket sırasında güç elde edilir. Genleşme sırasında hem basınç hem de sıcaklık düşer [14]. Dört zamanlı motorun genişleme veya güç stroku Şekil 2.6’ da gösterilmiştir.



Şekil 2.6 : Genişleme ve iş stroku [15].

2.1.2.4 Egzoz zamanı

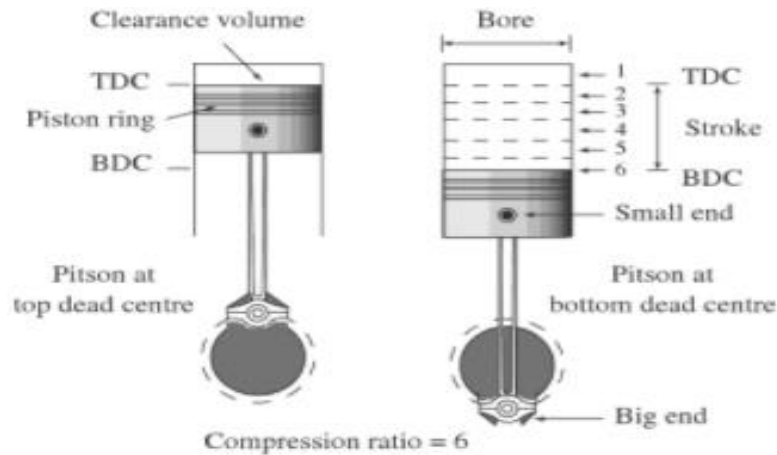
Piston alt ölü noktadan üst ölü noktaya doğru hareket ederken yanmış gazlar egzoz valfinden dışarı atılır. Bu sırada emme valfi kapalı kalır. Bu hareket sırasındaki basınç, atmosferik basınçtan biraz daha yüksektir. Egzoz valfi neredeyse egzoz strokunun sonunda kapanır. Yanma odası önceki zamanda kalan egzoz gazı ile doludur. Boşluk alanında kalan egzoz gazlarına atık gazlar denir. Daha fazla sıkıştırılan karışım, hem taze hem de atık gazlardan oluşur. Dört zamanlı motorun her bir silindiri, krank milinin iki turunda çevrimi tamamlar. Böylelikle bir tam çevrim için, krank mili iki devir yaparken sadece bir iş elde edilmiş olur [14]. Dört zamanlı benzinli motorun egzoz stroku Şekil 2.7’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.7 : Egzoz stroku [15].

Dört zamanlı benzinli bir motorun piston alt nokta ve üst nokta pozisyonları Şekil 2.8’ deki gibi gösterilmiştir. Şekil 2.8’de ayrıca yanma odası hacmi de gösterilmiştir.

TDC: Üst ölü nokta BDC: Alt ölü nokta Clearance Volume: Yanma Odası hacmi



Şekil 2.8 : Üst ve Alt Ölü noktalar [16].

2.2 Mıknatıslar

Ferro veya ferromanyetik davranışa sahip olan malzemeler manyetik alan oluşturmada önemli bir yer tutmaktadır. Bu malzemeler modern teknolojinin gelişmesinde hayati bir rol oynamaktadır. Olağanüstü manyetik özellikler, düşük maliyet ve demirin bulunabilirliği, yıllardan beri büyük miktarlarda elektrik üretmeyi mümkün kılmıştır. Hayati bir işlevi yerine getirmek için kalıcı mıknatısların kullanımı, sadece elektrik santralleriyle sınırlı değildir, iletişim, bilgisayarlar, elektrikli makineler ve ev aletleri gibi ürünler içinde kullanılmaktadır [17].

2.2.1 Neodimyum mıknatıslar

Neodim, 1885 yılında keşfedilen kimyasal bir elementtir. Bu element (atom numarası 60), gümüşü beyaz metalik bir renge sahiptir ve periyodik tabloda lantanitler grubuna ait olup havada hızla oksitlenmektedir [18].

Neodimyum-demir-bor mıknatıslar 1980'lerde General Motors ve Hitachi tarafından geliştirilmiştir. Daha az miktarlarda bile yüksek manyetik kuvvet sağladığından, nadir toprak elementlerinden oluşan güçlü kalıcı mıknatısların üretiminde giderek daha belirgin bir rol üstlenmektedir [19].

2.2.2 Manyetik alan

Manyetik alan, manyetik kuvvetten etkilenen bir mıknatısın etrafındaki alan (boşluk) olarak tanımlanır. Fizikte manyetik alan, hareketli elektrik yüklerinde bir kuvvetin ortaya çıkmasına neden olan elektrik yükünün (elektrik akımı) hareket ettirilmesiyle oluşan bir alandır [20].

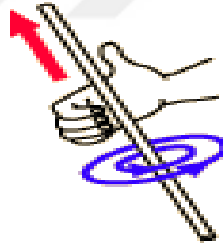
Manyetik malzemelerin paramanyetik, ferromanyetizma ve diyamanyetizma olmak üzere üç özelliği vardır. Paramanyetik, hiçbir manyetik özelliği olmayan bir özelliktir. Manyetik malzeme, kalıcı bir dipol momenti olan atom veya iyonlardan oluşur. Ferromanyetizma, güçlü manyetik özelliklere sahip bir malzeme özelliğidir. Manyetik alan tarafından ışımlandığında ferromanyetizma malzemesi, malzemedeki manyetik alan kuvvetinin çok büyük olmasına neden olmaktadır. Ferromanyetizma örnekleri demir, kobalt, nikel, disprosyum ve gadolinyumdur. Diyamanyetizma paramanyetikdir ancak küçük manyetik özelliklere sahiptir [20].

Manyetik alan, mıknatısın etrafındaki boşluğa manyetik bir nesne yerleştirildiğinde nesnenin manyetik kuvvete maruz kaldığı boşluktur. Manyetik kuvvet genellikle manyetik alan veya manyetik kuvvet çizgisi adı verilen hayali çizgilerle temsil edilmektedir. Bu manyetik alan çizgileri, kuzey kutbundan çıkan ve mıknatısın güney kutbuna giren yönlere sahiptir.

Manyetik alanın üç kuralı vardır, bunlar:

- Manyetik alan çizgileri asla birbirini kesmez (çaprazlamaz).
- Manyetik alan çizgileri daima kuzey kutbundan çıkar ve güney kutbuna girer ve kapalı bir eğri oluşturmaktadır.
- Belirli bir konumdaki manyetik alan çizgileri yoğunsa, o konumdaki manyetik alan güçlüdür, yada belirli bir konumdaki manyetik alan çizgileri birbirinden çok uzaksa, o zaman bu konumdaki manyetik alan zayıftır.

Manyetik malzemelerin veya elektrik yüklü parçacıkların manyetik alan miktarı, manyetik indüksiyon (B) miktarı ile temsil edilir. Manyetik alanın yönünü belirlemek için Şekil 2.9’da belirtilen sağ el kuralı kullanılmaktadır. Başparmağın yönü elektrik akımının yönünü (I) gösterirken, parmakların yönü manyetik alanın (B) yönünü gösterir [21].

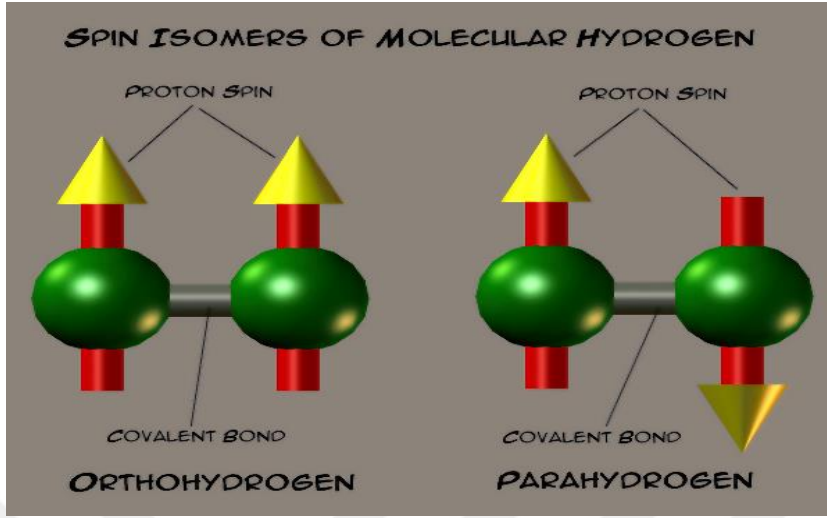


Şekil 2.9 : Teldeki akım.

2.2.3 Manyetizmanın hidrokarbon yakıtına etkisi

Hidrokarbonlu yakıtlarda Hidrojen, para ve ortho olarak iki farklı izomerik formda oluşur. Hidrojenin, ortho durumu para durumuna göre yanma verimi açısından daha etkilidir. ortho durumu yakıt hattı boyunca manyetik alan etkisiyle elde edilebilmektedir [22]. Yakıtta güçlü bir manyetik alan uygulandığında, hidrokarbon yönünü değiştirir ve para formundan ortho formuna geçiş yapar. Ortho formunda, moleküller arası kuvvetlerde önemli azalma meydana gelir ve hidrojenler arasındaki boşluklarda artışa neden olur. Yakıtın oksijenle etkileşiminin manyetik işleminden geçirilmesi nedeniyle yakıtın oksijen ile etkileşimi artmakta ve yakıt haznede tamamen yanmaktadır [23]. Bu alanda yapılan birkaç çalışmada manyetik alanın

yakıt emisyonları üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Hidrojenin ortho ve para durumu Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10 : Hidrojen moleküllerinin ortho ve para durumları [24].

2.3 Yakıt

Fiziksel ve kimyasal yapısında bir reaksiyon gerçekleştiğinde ısı enerjisi ortaya çıkaran malzemelere yakıt denir. İlk yakıtlardan olan gaz yağı 19. yüzyılın ortalarında, içten yanmalı motorun ortaya çıkmasından önce, ham petrolün tek değerli bileşeni olarak kabul edilmiştir. Benzin ve dizel olarak adlandırılan yakıtlar, ham petrolden üretilmektedir [25]. Ham petrol işlendiğinde çeşitli petrol türevleri ortaya çıkmaktadır. Yakıtlar, toprakların ve yeraltı sularının başlıca organik kirleticileridir. Çevrede kirleticilerin kalıcılığı, yakıtların hidrokarbonlarını oluşturmanın doğal biyolojik bozulabilirliğine, kirli alanlarda aktif mikropların varlığına ve yerel çevresel faktörlere bağlıdır [26].

2.3.1 Benzin

Benzin esas olarak parafin ve aromatiklerden oluşmaktadır. Oksijen ve katkı maddeleri içeren organik bileşiklerin kullanılmasıyla temel özellikleri iyileştirilebilmektedir. Saf zincir yapısına sahip parafinler çok iyi tutuşma performansı sergilemektedir. Ham petrol doğrudan benzinli motorlarda kullanılamaz, önce rafinerilerde işlenmelidir [27].

2.3.1.1 Benzinin işlenmesi

- Hidrokarbon karışımları, kaynama özelliklerine uygun olarak damıtma ile fraksiyonlara, yani farklı molekül boyutlarına sahip gruplara ayrılır.

- Damıtmadan elde edilen büyük hidrokarbon molekülleri, daha küçük moleküllere bölünerek ayrılır.
- Hidrokarbonların moleküler yapısı yeniden biçimlendirilerek değiştirilir, örneğin, parafinler daha yüksek oktanlı aromatlere dönüştürülebilmektedir.
- İstenmeyen bileşenler, arıtma işleminde hidrokarbonlardan çıkarılmaktadır (örneğin, kükürtlü bileşenlerin kükürt giderme) [27].

2.4 Zararlı Gazlar

Epidemiyolojik çalışmalar, farklı hava kirliliği düzeyleri ile mortalite, astım alevlenme, kronik bronşit, solunum yolu enfeksiyonları, iskemik kalp hastalığı ve inme gibi çeşitli sağlık sonuçları arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Motorlu araçların ürettikleri egzoz emisyonları, birçok kasaba ve şehirde çevreyi kirleticilerin önemli bir yüzdesini oluşturmaktadırlar [28].

İçten yanmalı motorlarda istenmeyen egzoz emisyonlarının hava kalitesi, insan sağlığı ve küresel ısınma üzerindeki olumsuz etkileri büyük endişe uyandırmaktadır. Bu nedenle, çoğu hükümet zararlı egzoz emisyonlarını kontrol etmek için çaba sarf etmektedir. İstenmeyen emisyonlar arasında yanmamış hidrokarbonlar (HC), karbon monoksit (CO), nitrojen oksitler (NO_x) ve partikül madde (PM) bulunmaktadır. Benzin ve dizel yakıtlar, hidrojen ve karbon atomları içeren hidrokarbonların karışımından oluşmaktadır. Gerçekte, motorlarda yanma işlemi "mükemmel" olmamaktadır. Otomotiv motorları çevreyi kirletici zararlı gazlar üretmektedirler. Ürettikleri kirletici ve zararlı gazları atmosfere atmaktadırlar [29].

2.4.1 Hidrokarbonlar (HC)

Hidrokarbon emisyonları, motordaki yakıt molekülleri yanmadığında veya kısmen yandığında ortaya çıkar. Hidrokarbonlar, azot oksitlerin ve güneş ışığının varlığında reaksiyona girerek, kirli havanın önemli bir bileşeni olan yer ozonunu oluşturmaktadırlar. Ozon gözleri tahriş etmekte, akciğerlere zarar vermekte ve solunum problemlerini şiddetlendirmektedir. Bazı egzoz hidrokarbonları da toksiktir ve kansere yol açma potansiyeli vardır [29].

2.4.2 Nitrojen oksitler (NO_x)

Bir motordaki yüksek basınç ve sıcaklık koşulları altında, havadaki nitrojen ve oksijen atomları, topluca NO_x olarak bilinen çeşitli nitrojen oksitleri oluşturmak üzere reaksiyona

girmektedir. Hidrokarbonlar gibi nitrojen oksitler, ozon oluşumunun öncüleridir. Ayrıca asit yağmurlarının oluşumuna da sebep olmaktadır [29].

2.4.3 Karbonmonoksit (CO)

Karbonmonoksit (CO), eksik yanmanın bir ürünüdür ve yakıttaki karbon, karbondioksit (CO₂) tamamen oksitlenmek yerine kısmen oksitlendiğinde ortaya çıkmaktadır. Karbonmonoksit, kan dolaşımındaki oksijen akışını azaltır ve özellikle kalp hastalığı olan kişiler için tehlike oluşturmaktadır [29].

2.4.4 Karbondioksit (CO₂)

Son yıllarda, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), "mükemmel" bir yanma ürünü olan karbondioksiti kirlilik endişesi olarak görmeye başlamıştır. Karbondioksit insan sağlığını doğrudan etkilememektedir. Dünyanın ısısı ve küresel ısınma problemine sebep olmaktadır [29].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada dört zamanlı tek silindirli enjeksiyonlu benzinli bir motorun yakıt hattına manyetik alan uygulaması yapılmıştır. Motorun yakıt hattına farklı mesafede (20, 50 ve 70 cm) neodimyum mıknatıslar yerleştirilmiştir. Mıknatısların yakıt hattı içinde 1850 Gauss gücünde manyetik alan oluşturulması sağlanmıştır. 2000, 2500 ve 3000 d/dk motor devirlerinde ayrı ayrı manyetik alan deneyleri yapılmıştır.

3.1.1 Dört zamanlı tek silindirli motor

Deneylede Briggs Stratton marka XR2100 modelin dört zamanlı tek silindirli benzinli motoru kullanılmıştır. Motor Şekil 3.1’ de gösterilmiştir. Bu motorun teknik özellikleri Çizelge 3.1’ de belirtilmiştir.



Şekil 3.1 : Briggs Stratton / XR2100.

Çizelge 3.1 : Briggs Stratton XR200 teknik özellikler[30].

Marka / Model	Briggs stratton / XR2100
Menşei	Amerika
Yakıt Tipi	Benzin
Ağırlık	31 kg
Brüt Güç HP* (kW) 3600 d/dk	13.5
Model numarası	25 T2
Motor Hacmi	420 cc
Yakıt Tankı Kapasitesi	6.6 L
Motor Tipi	Tek silindirli,4 zamanlı, hava soğutmalı, OHV(üstten Vana)

3.1.1.1 Jikle

Bir motoru verimli ve etkili bir şekilde çalıştırmak için, motorda yanmanın gerçekleşmesi için gerekli olan hava/yakıt oranı, hem motorun ilk çalıştırılmasında hemde yük altında çalıştırılmasında oldukça önemlidir. Soğuk bir motoru çalıştırırken, hava/yakıt oranı daha yüksek bir yakıt konsantrasyonu içermelidir. Çünkü yakıtın bir kısmı, motorun yanma odalarına yakıt yüklemesi yapılmadan önce motorun soğuk endüksiyon sisteminde yoğunlaşacaktır. Bu nedenle, uygun hava-yakıt oranına sahip bir karışım sağlamak için yakıtın havaya başlangıç oranı daha zengin olmalıdır.

Jikle motor sıcaklığına bağlı olarak jikle valfinin konumunu otomatik olarak ayarlar. Bununla birlikte, cihazların bazılarında, jikle valfleri büyük ölçüde kapalı bir konumda takılabilir ve bu da motoru durdurabilir. Normalde bir motor, jikle valfi tamamen kapalıyken çalışmaya devam edemez [31]. Deneylerde kullanılan motorun jiklesi Şekil 3.2’de gösterildiği gibidir. Motorun çalıştırılması esnasında jikle açık konumda tutulmuş ve sonrasında kapalı konuma getirilmiştir.



Şekil 3.2 : Briggs stratton XR2100 jikle.

3.1.2 Mıknatıslar

Bu çalışmada kullanılan Neodimyum N35 tipindeki mıknatısların boyutları 8 mm çapında ve 5 mm yüksekliğindedir. Kullanılan mıknatısların bir fotoğrafı Şekil 3.3'de gösterildiği gibidir. 10 adet Neodimyum mıknatıs yakıt hattına motordan 20, 50 ve 70 cm uzak olacak şekilde yerleştirilmiş ve deneyler yapılmıştır.



Şekil 3.3 : N35 tip Neodimyum Mıknatıslar.

Neodimyum mıknatısların literatürde N33, N35, N38 vb gibi farklı tipleri mevcuttur. Bu çalışmada Neodimyum mıknatısların N35 tipli olanları kullanılmıştır. Sinterlenmiş NdFeB mıknatıslarının özellikleri Çizelge 3.2' de gösterildiği gibidir. Bu mıknatısların literatürdeki diğer mıknatıslara göre üstünlüğü daha yüksek çekme ve itme kuvvetine sahip olmasıdır.

Çizelge 3.2 : Sinterlenmiş NdFeB mıknatısların özellikleri [32].

Mıknatıs tipi	Maximum Çalışma sıcaklığı		Kalıcı İndüksiyon		Zorlayıcı kuvvet				Ürettiği enerji		
	Tw	(T)	Br (kGs)		Hcb		Hcj		(BH) max		
	°C	Nom	Min	Nom	Min	kA/m	kOe	kA/m	kOe	kJ/m ³	MGOe
N33	80	1.17	1.14	11.7	11.4	≥836	≥10.5	≥955	≥12	247-263	31-33
N35	80	1.22	1.17	12.2	11.7	≥859	≥10.8	≥955	≥12	263-287	33-36
N38	80	1.26	1.22	12.6	12.2	≥859	≥10.8	≥955	≥12	287-303	36-38
N40	80	1.29	1.26	12.9	12.6	≥836	≥10.5	≥955	≥12	303-318	38-40
N42	80	1.32	1.29	13.2	12.9	≥836	≥10.5	≥955	≥12	318-342	40-43
N45	80	1.37	1.32	13.7	13.2	≥836	≥10.5	≥955	≥12	342-359	43-45

3.1.3 Motor yağı

Bu çalışmada Castrolar Magnatec 10W-40 A3/B4 yağ kullanılmıştır. Yarı sentetik olan bu yağ, literatürdeki yağlara göre bazı üstünlükleri söz konusudur. Bu yağ akıllı molekülleri sayesinde motora mıknatıs gibi yapışarak koruyucu bir tabaka oluşturur ve motorun ilk çalıştırılması esnasında olabilecek aşınmaları önler. Yani bu yağın kullanımı ile %75 oranında motor aşınmalarının meydana geldiği motorun ilk çalıştırılması esnasında aşınmalar önlemiş olur. Böylece kontağı çevirdiğiniz andan itibaren motor korunur ve motorda olabilecek aşınmalar azalır [33]. Castrolar Magnatec 10W-40 A3/B4 yağın özellikleri Çizelge 3.3' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 : Castrolmagnatec 10W-40 A3/B4 Tipik Özellikleri[33].

Adı	Metot	Birimler	Castrolmagnatec 10W-40 A3/B4
Yoğunluk 15 °C	ASTM D4052	g/ml	0.868
Viskozite 100 °C	ASTM D445	mm ² /s	14.5
Viskozite, CCS -25°C (10W)	ASTM D5293	mPa.s (cP)	6300
Viskozite 40°C	ASTM D445	mm ² /s	100
Viskozite İndeksi	ASTM D2270	-	150
Akma Noktası	ASTM D97	°C	-42
Parlama Noktası, PMCC	ASTM D93	°C	204
Sülfat Külü	ASTM D874	% wt	1.2

3.1.4 Egzoz emisyon cihazı

Egzoz gazı ölçüm cihazları, egzozdan çıkan zararlı gazların ölçümünü yapan cihazlardır. Bu zararlı gazlar CO₂, CO, HC ve NO_x gibi gazlardır. Bu çalışmada kullanılan egzoz emisyon cihazı Bosch / BAE 350 model numaralı emisyon cihazıdır. Bosch emisyon analiz ünitesi, dizel ve benzinli motorlarda egzoz emisyonlarını ölçmek için modüler yapıda bir mobil test sistemidir. Taşıt veri tabanı, bütün egzoz gazlarıyla ilgili değişkenler için uygun olan hedef ve gerçek değerlerin kıyaslanmasını mümkün kılar. Cihaz Lambda, CO, CO₂, HC ve O₂ gibi değerlerin ölçümünü yapmaktadır. Bu çalışmada kullanılan egzoz emisyon ölçüm cihazı Şekil 3.4' de gösterilmiştir.



Şekil 3.4 : Bosch BAE Egzoz emisyon cihazı.

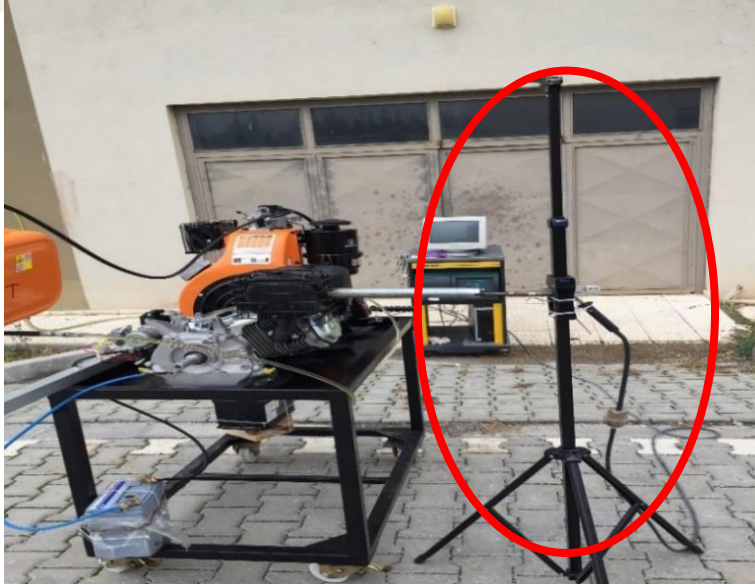
3.1.4.1 Egzoz emisyon sondası

Egzoz emisyon sondası, zararlı egzoz emisyon gazlarının emisyon cihazına ulaşmasını sağlayan parçadır. Sondanın gövde elemanının giriş ucuna takılan esnek hortumun karşı ucu, test edilen aracın egzoz borusuna bağlanmaktadır. Ölçüm test işleminin tamamı, araç egzozundan egzoz hortumunun çıkarılmasına gerek kalmadan gerçekleştirilebilir [34]. Bu çalışmada kullanılan egzoz emisyon sondası Şekil 3.5' de gösterilmiştir.



Şekil 3.5 : Egzoz emisyon ölçüm sondası.

Bu çalışmadaki Bosh BAE 350 modelinin egzoz emisyon sondası cihazın kendi sondasıdır. Sonda motordaki egzozun içine yerleştirilmiştir ve ölçüm yapılmıştır. Egzoz emisyon ölçümü için emisyon cihazının sondası sabit bir noktada durması gerekmektedir. Bu yüzden sondanın sabit bir noktadan ölçüm yapması için sonda sabitleme standı Şekil 3.6' da gösterildiği gibi yapılmıştır ve egzoz emisyon ölçümleri için sonda egzozla hep aynı mesafede tutulmuştur.



Şekil 3.6 : Egzoz emisyon cihazı sonda sabitleme standı.

3.1.5 Gausmetre

Manyetik alan kuvveti, yüksek doğruluk ve hassasiyet gerektiğinden en yaygın olarak kullanılan manyetik alan ölçüm cihazı Gaussmetredir. Gaussmetre cihazı, akım kaynağı ve hall gerilim kaynağı bölümlerinden oluşmaktadır. Problar kablo yardımıyla cihaza bağlanırlar. Manyetik alan yoğunluğunu ölçen gaussmetreler, ayrıca manyetik alanın mesafe ile nasıl değiştiğini de tespit edebilmektedirler. Manyetik alan ölçüm aletlerinin uygun şekilde kullanılmasını sağlamak için, bu araçların uygulama metotlarının anlaşılması gereklidir. Hall effect sensörü kullanılarak manyetik alan ölçmek bu yöntemlerden biridir [35]. Bu çalışmada Lake Shore 410 marka ve medele sahip gaussmetre kullanılmıştır. Bu gaussmetre Şekil 3.7’de gösterilmiştir. Bu el tipi gaussmetre, 0,1 Gauss ile 20000 Gauss arasındaki hassas manyetik alan ölçümleri için tasarlanmıştır. Çoğu çalıştırma işlevi, bir veya iki tuş vuruşuyla ön paneldeki tuş takımı aracılığıyla seçilebilir. Model 410, gauss veya tesla, hem AC hem de DC değer cinsinden görüntüleyebilmektedir [36].



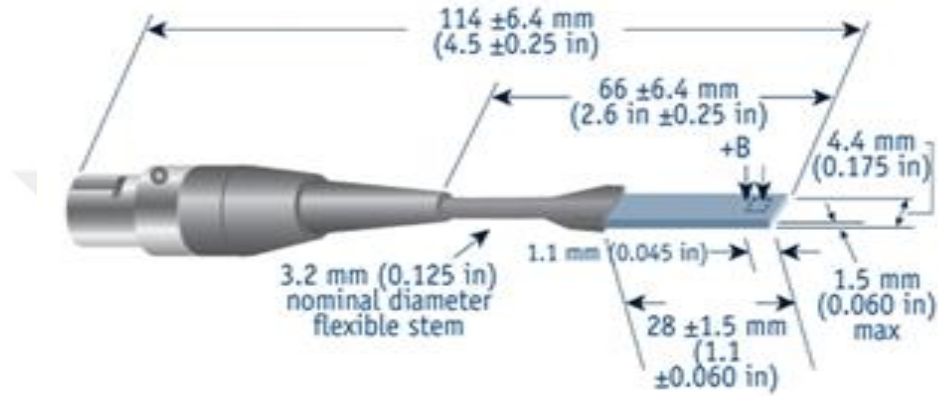
Şekil 3.7 : Lakeshore Gaussmetre.

3.1.5.1 Gaussmetre probu

Manyetik empedans tomografisi, örnek bir görüntünün yüzeyindeki iletkenlik dağılımını yeniden oluşturulmasına yönelik bir yöntemdir. Yeniden oluşturmanın gerçekleşmesi için öncelikle numunenin yüzeyindeki manyetik alanın haritalandırılması gerekir. Bu amaçla, ölçümün doğruluğuna ve ölçülen manyetik alanın büyüklüğüne bağlı olarak farklı ölçüm prensipleri üzerinde çalışan gaussmetreler kullanılır. Manyetik alanın haritalanması için temel gereksinimler, her şeyden önce, ölçümün doğruluğunu ve en küçük tarama yüzeyini içerir, böylece yüksek bir uzaysal çözünürlük elde edilir. Laboratuvar ölçümleri için, en çok

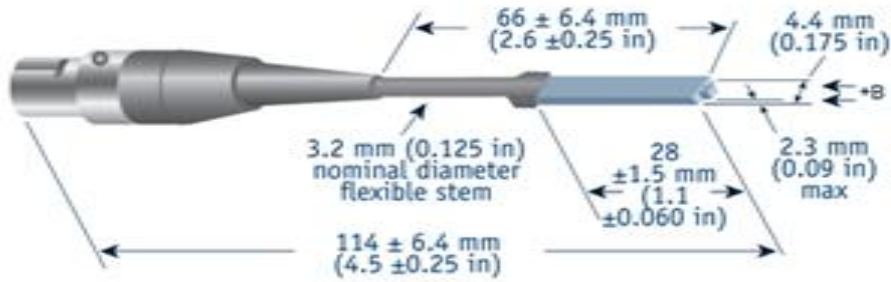
Hall problu gaussmetreler kullanılır [37]. Gaussmetre proble manyetik alan ölçmek için cihazı takılan bir ayardır. Bu ayarlar enine ve aksel proble olmak üzere iki farklı şekilde tasarlanmıştır.

Enine prob kendi aksine dik olan manyetik alanı ölçmektedir. Bu çalışmada kullanılan prob Şekil 3.8' de gösterilmiştir. Yakıt hortum içerisine yerleştirilmiş olup hortum içerisinde meydana gelen manyetik alan gauss cinsinden ölçülmüştür.



Şekil 3.8 : Enine prob [38].

Eksel prob kendi aksine dik olarak monte edilmiş hall sensörüne sahip olan probleardır ve prob aksine paralel olan manyetik alanı ölçmektedir. Bu çalışmada kullanılan prob Şekil 3.9' da gösterilmiştir.



Şekil 3.9 : Eksel prob [38].

3.1.6 Takometre

Takometre, bir makinenin dönme hızını ölçmek için kullanılan bir cihazdır. Bu cihaz genellikle dönüş hızını geleneksel olarak analog bir ekranda dijital bir ekranda d/dk cinsinden görüntülemektedir. Takometre kelimesi, hız ve ölçmek anlamına gelen Yunanca takos kelimesinden gelmektedir. Bir takometrenin belgelenen ilk kullanımı, 1817' de, mucit

olduğu varsayılan Dietrich Uhlhorn adlı bir mühendis tarafından yapılmıştır [30]. Bu alışmada YokoGawa cep takometresi kullanılmıştır. Bu cihaz 0 ile 20000 d/dk arasında ölçüm yapabilen bir cihazdır. Temaslı lm yapabilen bir cihazdır. Bu çalışmada devir ölçmek için kullanılan takometre Şekil 3.10' de gösterilmiştir.



Şekil 3.10 : YokoGawa cep takometresi.

3.2 Yöntem

Bu alışma İnönü niversitesinin Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Öncelikle deneylerde kullanılacak motoru sabit tutmak için tekerlekli bir stant yapılmıştır. Motor standın zerine Şekil 3.11' deki gibi yerleştirilmiştir. Ak, standın ayaklarına sabit duracak Şekilde bağlanmıştır. Bu stant sayesinde motor istenilen yere taşınarak deneyler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.11 : Deney seti.

Motorun mevcut yakıt hattı, yapılacak olan deneyler için yeterli uzunlukta olmadığı için yakıt hattı, motora bağlantı yerinden ve yakıt deposundan sökülmüştür. Yakıt deposunu taşımaya için standın yanına yakıt deposu aparatı imal edilmiş ve Şekil 3.12’ de gösterildiği gibi montajı yapılmıştır. Daha sonra yakıt deposu, yapılan aparata yerleştirilmiştir. Böylelikle motor ve yakıt deposu arasında, deneyler için gerekli olan mesafe sağlanmıştır.



Şekil 3.12 : Yakıt deposu aparatı.

Motorun orijinal yakıt hattı kauçuktan yapılmıştır. Kauçuktan yapılmış olan yakıt hattı, yakıtın geçişini görme imkanını engellediği için Şekil 3.13’ de gösterildiği gibi şeffaf bir yakıt hortumuyla değiştirilmiştir. Böylece yapılan deneylerde yakıt hortumu içerisinde oluşan partikül çöktüleri gözle görülmüştür.



Şekil 3.13 : Şeffaf yakıt hortumu.

Motor için kullanılan şeffaf yakıt hortumu motora ve yakıt deposuna takılmadan önce deneylerde kullanılacak olan neodimyum mıknatıslar yakıt hortumu üzerine yerleştirilerek yakıt hortumu içerisinde oluşan manyetik alan miktarı Şekil 3.14’ deki gibi Gaussmetre cihazı ile 1850 Gauss olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.14 : Yakıt hortumu içindeki manyetik alan.

Mıknatısların yakıtı uygulayacağı toplam manyetik alan ölçümü yapıldıktan sonra şeffaf yakıt hortumu, önce yakıt deposuna sonra motorun bağlantı yerine takılmıştır. Yakıt deposuna kurşunsuz benzin doldurulmuştur. Motoru çalıştırmak için motorun yakıt hattı vanası açık konuma getirilmiş ve jikle açık pozisyonda motorun kontağını çevirerek ilk marş verilmiştir. Jikle kapatılıp motor rölantide 60 dakika boyunca çalıştırılmıştır. Egzoz emisyon cihazı güç düğmesi açılarak cihaz Şekil 3.15’ deki gibi aktif hale getirilmiştir. Cihazın menülerine geçiş sağlaması için menü ekranının açılması beklenilmiştir.



Şekil 3.15 : Emisyon cihazı açılış menüsü.

Bu menüden “Egzoz gazı ölçümü” seçeneği Şekil 3.16’ daki gibi aktif edilmiştir. Bir sonraki menüye geçiş F5 butonuna basılarak test türü menüsüne geçiş sağlanmıştır.



Şekil 3.16 : Egzoz emisyon cihazı kontrol paneli ana menü.

Bu kısımdan emisyon ölçümü için test türü kullanılan kısım seçilmiştir. F2 butonu ile 10.86 Sonrası **KAT** (Katalitik konvertör) Yok seçeneği Şekil 3.17’deki gibi seçilmiş ve bir sonraki işlem için F5 butonu ile tolerans değerini girme menüsüne geçilmiştir.



Şekil 3.17 : Kontrol paneli test türü ekranı.

Bu kısım emisyon ölçümü için gerekli olan motor rölanti devrin ayarlanması kısmıdır. Bu menüde motor rölanti tolerans değeri F3 butonuna basılarak seçilmiştir (500-1100 d/dk) daha sonra tekrar F3 butonu ile CO-max (% hacim) değeri 6.00 olarak Şekil 3.18’ deki gibi ayarlanmıştır. F5 butonu ile impuls sayısı ayarlama menüsüne geçiş sağlamak için basılmıştır.



Şekil 3.18 : Tolerans değerini girme menüsü.

Bu çalışmada kullanılan Briggs stratton markalı motor 4 zamanlı olduğu için impuls (motorlardaki zaman) sayısı 4 olarak Şekil 3.19’ daki gibi ayarlanmıştır. F5 butonuna basılarak bir sonraki işlem olan egzoz gazı ölçüm için sıfırlama kalibrasyonu menüsüne geçiş yapılmıştır.



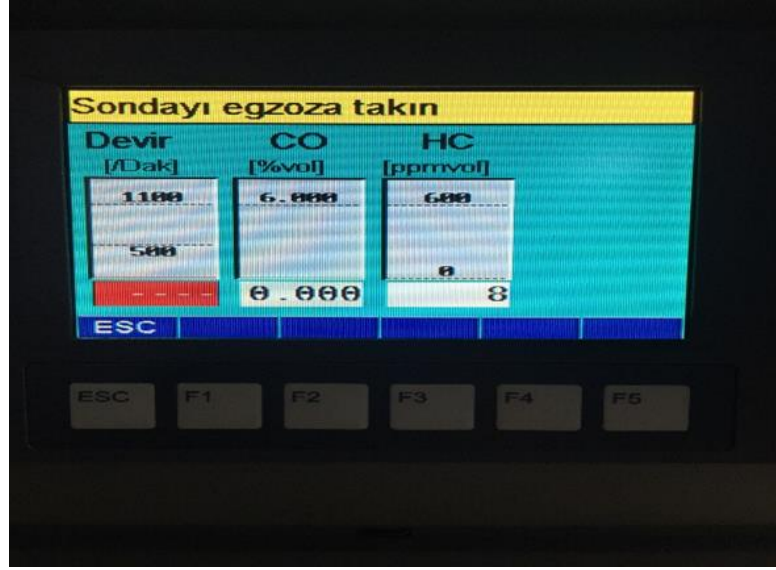
Şekil 3.19 : İmpuls sayısının ayarlanması.

Cihaz otomatik olarak ölçüm yapmadan önce sıfırlama kalibrasyonunu Şekil 3.20' daki gibi yapılmıştır. Daha sonra otomatik olarak ölçüm yapmaya başlanmıştır.



Şekil 3.20 : Sıfırlama kalibrasyonu.

Sıfırlama kalibrasyonu bittikten sonra emisyon cihazının sondasını motorun egzozuna takın ekranı Şekil 3.21' deki gibi gösterilmiştir. Sonda egzozu takılmış ve ölçüm başlatılmıştır.



Şekil 3.21 : Egzoz emisyon ölçümü.

Ölçüm 15 saniye sürmüştür, daha sonra cihaz testi bitirip emisyon değerlerini yazıcısı vasıtası ile Şekil 3.22’ de gösterildiği gibi verileri kağıda aktarmıştır. Ölçümler her seferinde aynı yöntemle yapılmıştır.



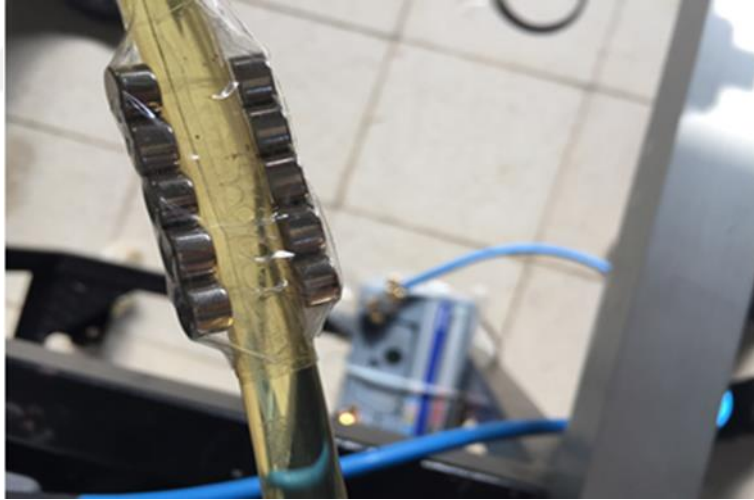
Şekil 3.22 : Egzoz emisyon gazı ölçüm değerleri çıktısı.

Egzoz emisyon cihazının ölçüm yapması için kullanılan ölçüm sondası motorun egzoz kısmına yerleştirilmiştir. Her ölçüm esnasında sonda motorun egzozuna takılıp çıkarılmıştır. Motor devri takometre cihazı ile Şekilde 3.23’ de gösterildiği gibi 2000, 2500 ve 3000 d/dk olacak şekilde ayarlanıp her devir için ayrı ayrı egzoz emisyon ölçümü yapılmıştır.



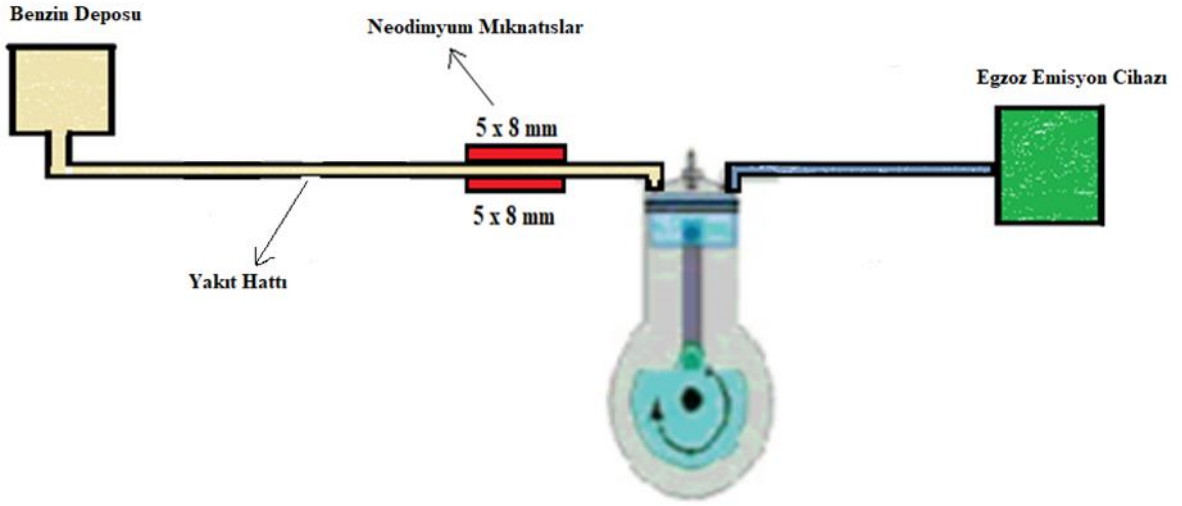
Şekil 3.23 : Takometre ile motor devir kontrolü.

Deneyler ilk olarak motorun yakıt hattına herhangi bir manyetik alan uygulaması yapılmadan gerçekleştirilmiştir. Daha sonra yapılan olan deneylerde mıknatıslar motorun yakıt hattı üzerine üç farklı mesafede birbirlerini karşılıklı olarak çekecek biçimde Şekil 3.24' teki gibi yerleştirilmiştir.



Şekil 3.24 : Neodimyum mıknatısların dizilimi.

Her mesafe için 2000, 2500 ve 3000 d/dk motor devrinde ayrı ayrı egzoz emisyon ölçümü yapılmıştır. Mıknatısla yapılan deneyin şematik görünümü Şekil 3.25' te gösterilmiştir. Mıknatıs kullanılarak yapılan her egzoz ölçümü mıknatıs kullanılmadan yapılan egzoz ölçümü ile kıyaslanarak grafik haline getirilmiştir.



Şekil 3.25 : Egzoz emisyon ölçümü yapılan deneyin şematik görünümü.

4. DENEYSEL ÇALIŞMA

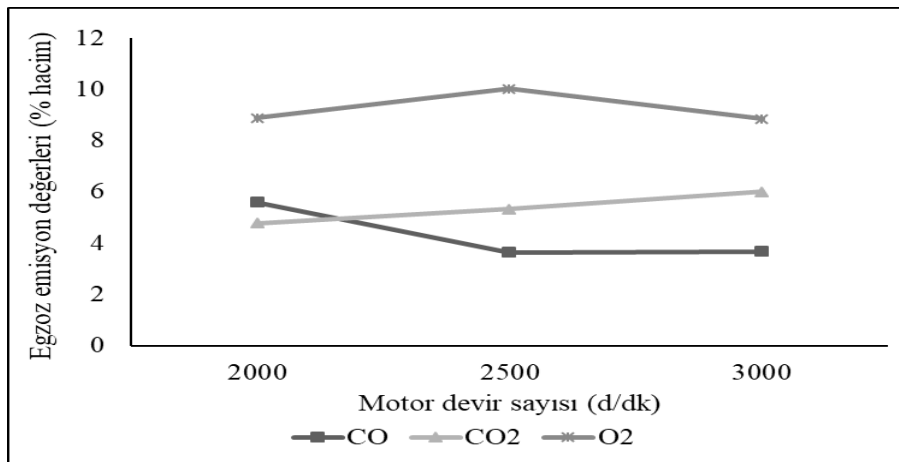
4.1 Manyetik Alansız Çalışma

Manyetik alan etkisinin ne düzeyde olacağını belirlemek için manyetik alanlı deneylere geçmeden önce manyetik alansız deneylerin yapılması gerekir. Bu nedenle yakıt hattına herhangi bir mıknatıs yerleştirilmeden Şekl 4.1’de gösterildiği gibi kurulan deney düzeneği ile egzoz emisyon değerleri ölçülmeye çalışılmıştır. Manyetik alansız olarak elde edilen egzoz emisyon değerleri daha sonra manyetik alanlı olarak elde edilen değerler ile de kıyaslanmıştır.



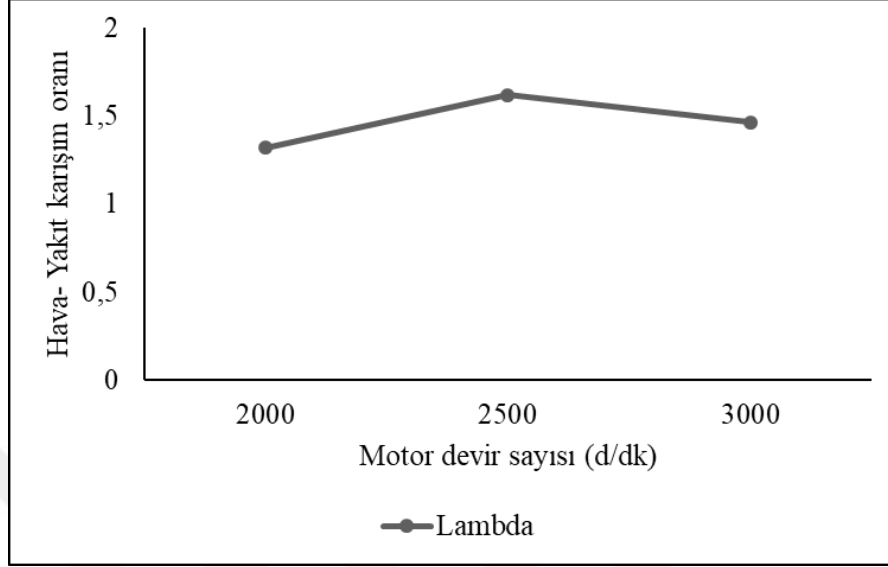
Şekil 4.1 : Mıknatıs kullanılmayan deney setinin görünümü.

Mıknatıs kullanılmadan gerçekleştirilen deneylerden elde edilen egzoz emisyon değerleri Şekil 4.2’de gösterildiği gibidir.



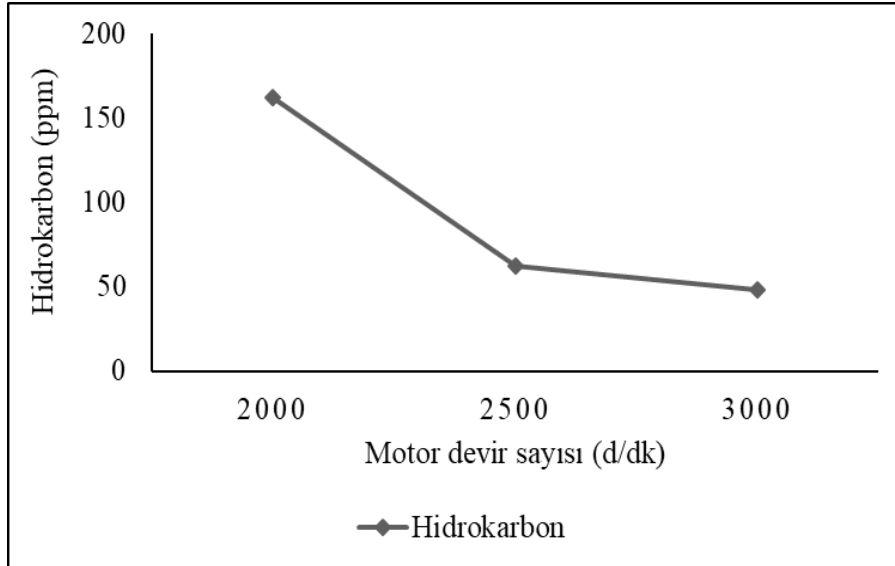
Şekil 4.2 : Manyetik alansız deneyin egzoz emisyon değerleri.

2000 ve 3000 d/dk motor devirlerinde CO (%hacim) değeri sırasıyla 5.5984 ve 3.6755; oksijen değeri ise 8.888 ve 8.85 olarak ölçülmüştür. Hava-yakıt karışım oranı (lambda) oranı Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : Manyetik alansız deneyin hava-yakıt karışım(Lambda) oranı.

Lambda değeri 2000 d/dk 1.320 iken 3000 d/dk’ da 1.4653 olmuştur. Motorun devri arttıkça lambda değerinin arttığı görülmüştür. Motor devrine bağlı olarak HC emisyon değerleri analiz edilmiş olup Şekil 4.4’ de gösterilmiştir. HC değerleri ppm cinsinden ölçülmüştür.

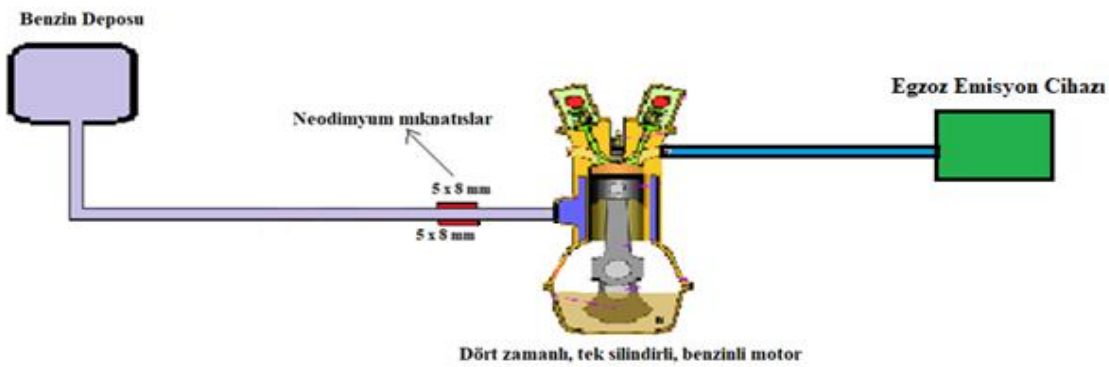


Şekil 4.4 : Manyetik alansız HC değerleri.

Motor devri 2000 d/dk oranında HC (ppm) değeri 162.2, 2500 d/dk’ da 62.2 ve 3000 d/dk’ da 48.85 olarak ölçülmüştür. Motor devri arttıkça HC (ppm) miktarında azaldığı görülmüştür.

4.2 Manyetik Alanlı Çalışma

Manyetik alanın etkisini gözlemleyebilmek için motora 20 cm, 50 cm ve 70 cm uzaklıkta olacak şekilde yakıt hattı üzerine 10 adet 8 mm çapında ve 5 mm yüksekliğinde neodimyum mıknatıslar yerleştirilmiştir. Manyetik alansız olarak yapılan deneylerde olduğu gibi motor devri 2000 d/dk, 2500 d/dk ve 3000 d/dk seçilmiş ve manyetik alanın egzoz emisyon değerine etkisi gözlemlenmeye çalışılmıştır. Mıknatıs kullanılarak yapılan deneylerin şematik görünümü Şekil 4.5’ te gösterildiği gibi motorun yakıt hattına dizilip egzoz emisyon değerleri ölçülmüştür.



Şekil 4.5 : Mıknatıs kullanılarak yapılan deneyin şematik görünümü.

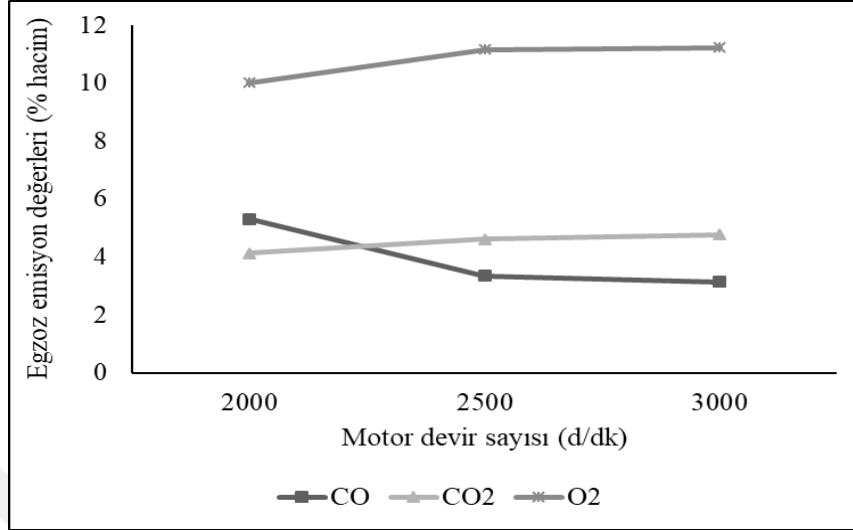
4.2.1 Motora uzaklığı 20 cm olarak yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışma

Bu deneyde 10 adet 8 mm çapında Neodimyum mıknatıslar motorun yakıt hattına, motora 20 cm uzaklıkta olacak biçimde Şekil 4.6’ daki gibi dizilmiştir.



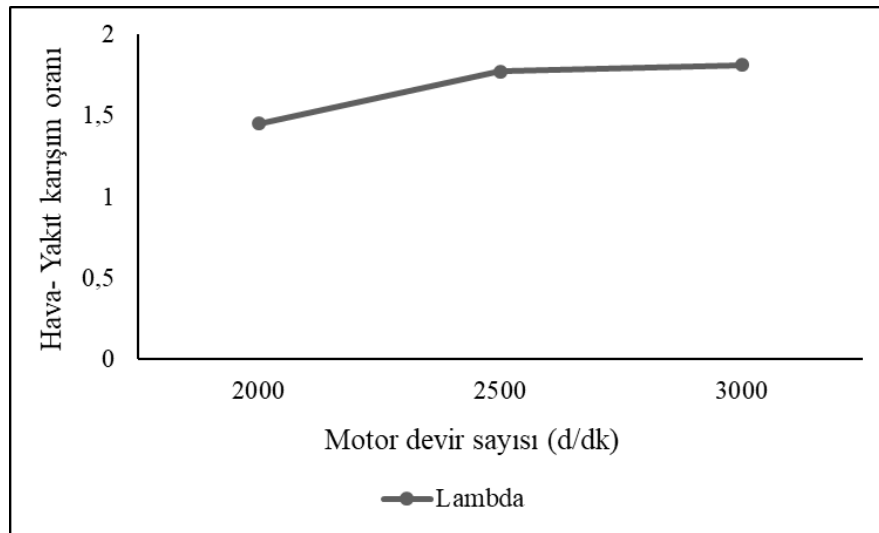
Şekil 4.6 : Yakıt hattına yerleştirilen mıknatısların gösterimi.

Yapılan deneyde motor devri 2000, 2500 ve 3000 d/dk olacak şekilde egzoz emisyon ölçümü yapılmıştır. Deney sonucunda egzoz emisyon değerleri Şekil 4.7' de grafik halinde gösterilmiştir.



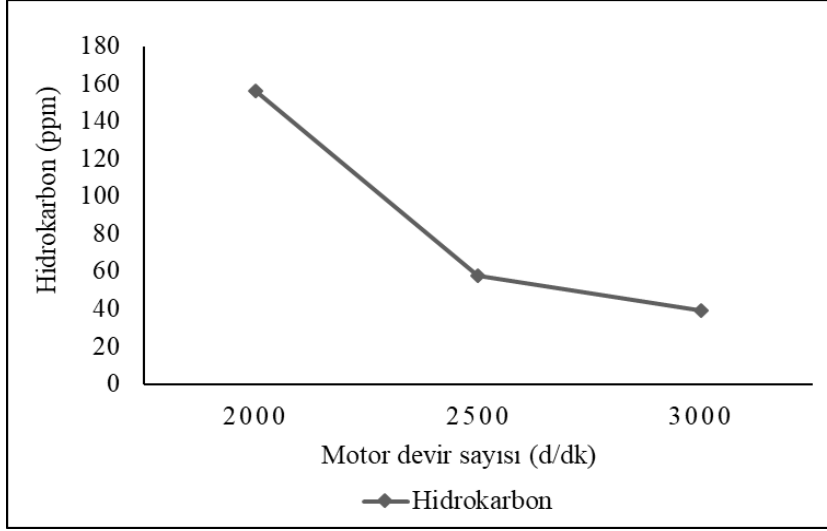
Şekil 4.7 : Devir sayısı-egzoz emisyon değerleri değişimi (20 cm).

2000 d/dk' da CO (% hacim) değeri 5.318 iken 3000 d/dk' da 3.135 olarak ölçülmüştür. O₂ (% hacim) miktarında 2000 d/dk' da 10.018 iken, 3000 d/dk' da 11.23 olmuştur. Hava-yakıt karışım oranı (lambda) devir sayısı ile değişimi Şekil 4.7' de gösterilmiştir.



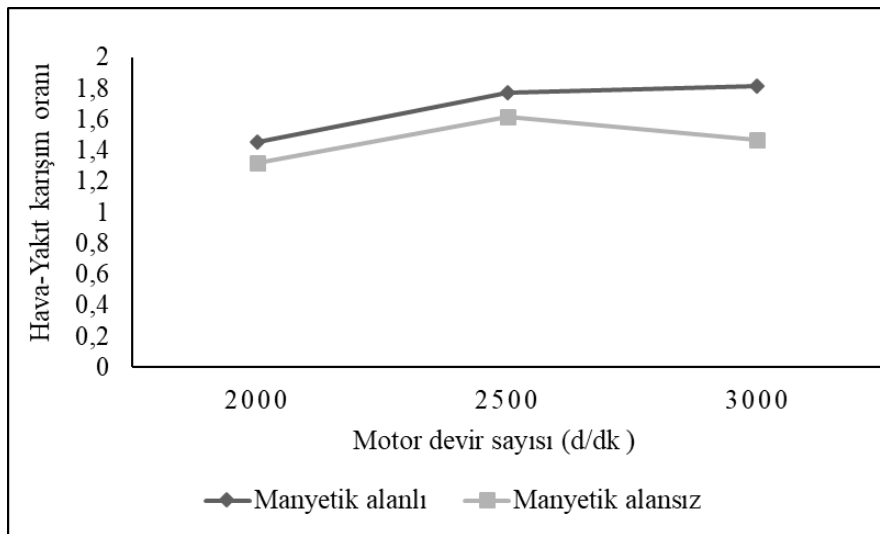
Şekil 4.7 : Devir sayısı-Lambda değeri değişimi (20 cm).

Mıknatıs kullanılarak yapılan deneyde 2000 d/dk Lambda değeri 1.452 iken 3000 d/dk' da bu değer 1.813 olmuştur. Devir arttıkça lambda değerinin arttığı burada da görülmüştür. Motorun üç farklı devrinde HC emisyon değerleri analiz edilmiştir. HC ppm cinsinden ölçülmüştür. Bu sonuçlar Şekil 4.8' de gösterilmiştir.



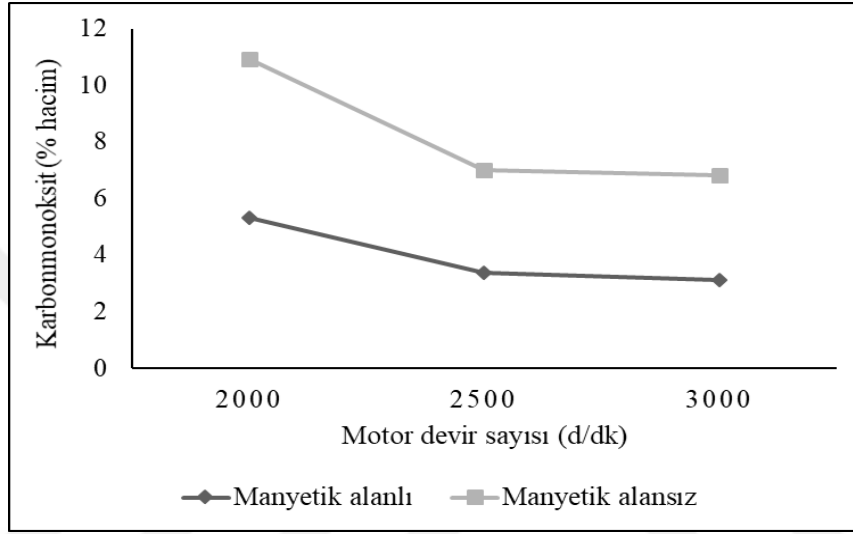
Şekil 4.8 : Devir sayısı-HC değerleri değişimi (20 cm).

2000 d/dk' da HC (ppm) değeri 156.4 iken 3000 d/dk' da bu değer 39.16' ya kadar düşmüştür. Motor devri arttıkça HC (ppm) değeri de buna bağlı olarak azalmıştır. Motora 20 cm uzaklıkta yakıt hattına yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışmada lambda değerlerinde Şekil 4.9'da görüldüğü gibi bir yükselme meydana gelmiştir. Mıknatıslar kullanılmadan yapılan çalışmada 3000 d/dk' da Lambda değeri 1.4653 iken bu değer mıknatıs kullanılarak yapılan çalışmada 1.813 olmuştur. Mıknatıs kullanıldığında yakıtın stabil molükel yapısında bir değişiklik meydana getirerek karbon atomları oksijen ile aktif olarak kenetlendiği için hava-yakıt karışımında bir iyileşme meydana gelmiştir. Dolayısıyla yakıt tüketiminde azalma oluşmuştur. Bu durum diğer mesafeler ile yapılan deneylerde de gerçekleşmiştir.



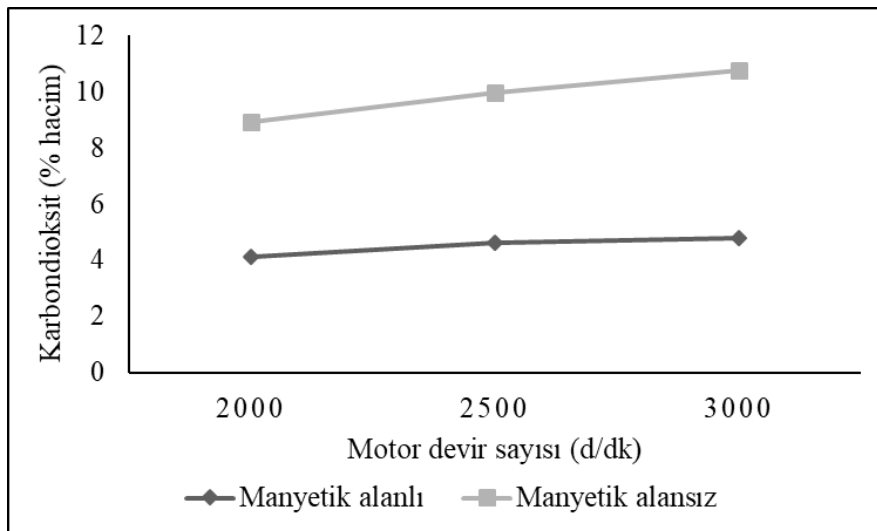
Şekil 4.9 : Devir sayısı- Lambda değerleri değişimi (20 cm).

CO seviyesinin mıknatıs kullanılarak yapılan deneyde, mıknatıs kullanılmadan yapılan deneyin sonuçlarına göre azaldığı tespit edilmiştir. Mıknatıs kullanılmadan yapılan çalışmada CO (% hacim) 3000 d/dk' da 3.6755 iken mıknatıs kullanılarak yapılan çalışmada 3.135 olarak ölçülmüştür. Bu azalmanın yakıtın manyetik etki altında kalmasından dolayı yakıtın para formundan ortho formuna geçişinden kaynaklanmaktadır. Bu geçişteki azalma Şekil 4.10' da gösterilmiştir. Ortho durumuna geçiş motora 50 ve 70 cm uzaklığa yerleştirilerek mıknatıslarla yapılan deneylerde de oluşmuştur.



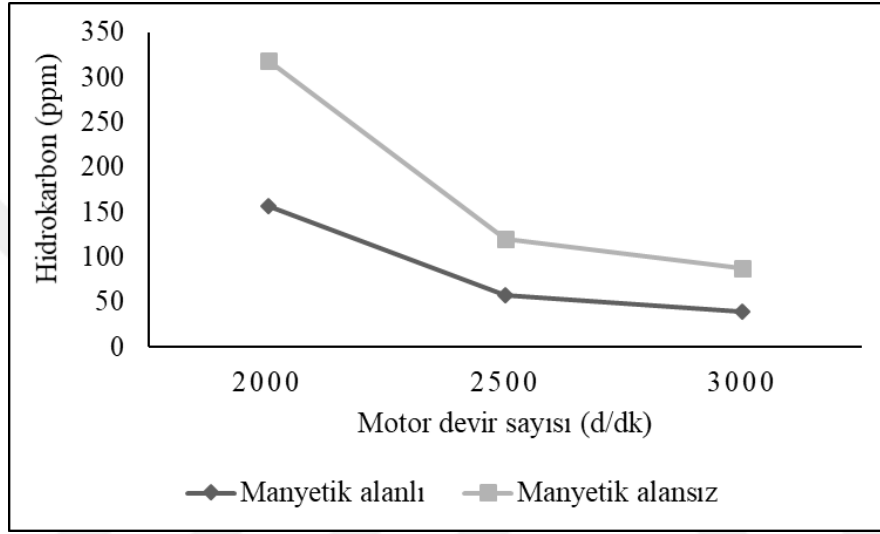
Şekil 4.10 : Devir sayısı- CO değerleri değişimi (20 cm).

CO₂ (% hacim) seviyesinde, mıknatıslarla yapılmayan deneyde 3000 d/dk' da 5.9983 değerinde iken, mıknatıs kullanılarak yapılan deneyde bu değer 4.77 olarak ölçülmüştür. Bu azalma miktarları Şekil 4.11' de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 : Devir sayısı- CO₂ değerleri değişimi (20 cm).

3000 d/dk'da HC (ppm) seviyesinde mıknatıs kullanılmadan yapılan deneyde 48.5 değerinde iken mıknatıs kullanılarak yapılan deneyde bu oran 39.16 olarak ölçülmüştür. Bu azalma yakıtın yanma verimi iyileştiği için gerçekleşmiştir. Mıknatıs kullanılarak yapılan diğer deneylerde de yanma verimi iyileştiği için HC (ppm) seviyesi mıknatıs kullanılmadan yapılan deney sonuçlarına kıyasla azalmıştır. Motora 20 cm uzaklığa mıknatıslar yerleştirilerek yapılan deneydeki HC (ppm) seviyesindeki azalma Şekil 4.12' de gösterilmiştir.



Şekil 4.12 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (20 cm).

Yapılan deneylerde lambda, CO₂, CO, HC ve O₂ gibi değerlerdeki değişim Çizelgesi 4.1' de gösterilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında mıknatıs kullanılarak yapılan deneylerin yakıt ekonomisinde ve zararlı egzoz emisyon değerlerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.1 : Manyetik alanlı(20 cm) ve manyetik alansız egzoz emisyonlarının karşılaştırılması

Mıknatıslı	2000 d/dk	2500 d/dk	3000 d/dk
Lambda	% 10.3 artış	% 9.5 artış	% 23.7 artış
CO (% hacim)	% 5.08 azalma	% 7.9 azalma	% 14.70 azalma
CO ₂ (% hacim)	% 13.68 azalma	% 13.11 azalma	% 20.4 azalma
HC (ppm)	% 3.57 azalma	% 7.4 azalma	% 18.3 azalma
O ₂ (% hacim)	%12.71 artış	% 11.37 azalma	% 26.8 artış

Mıknatıslarla yapılan çalışma sonucunda yakıt hattında partikül çöküntüleri oluşmuştur. Bu çöküntü Şekil 4.13’ de gösterilmiştir. Aynı zamanda mıknatıslar hareket edince çöküntüde aynı yönde hareket etmiştir. Partiküller gözle görülecek hale gelmiştir.



Şekil 4.13 : Yakıt hortumunda oluşan partikül çöküntüsü.

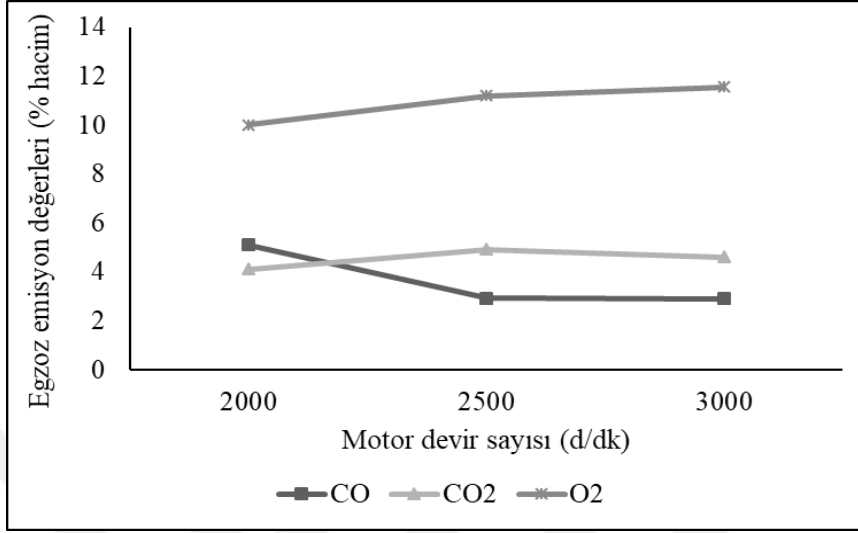
4.2.2 Motora uzaklığı 50 cm olarak yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışma

Bu deneyde mıknatısların motora 50 cm uzaklıkta yakıt hattına döşenmesi Şekil 4.14’ de gösterilmiştir. Yapılan çalışmada 10 adet 8 mm çapında ve 5 mm yüksekliğine sahip mıknatıslar kullanılmıştır.



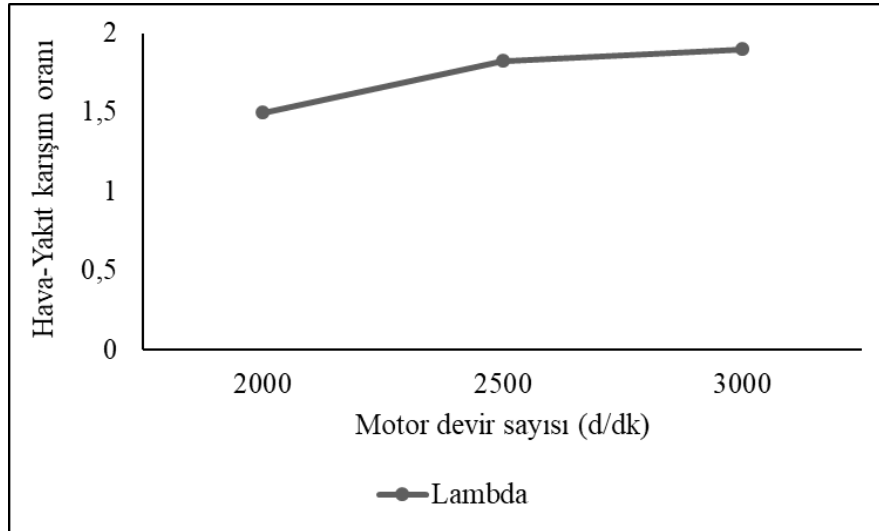
Şekil 4.14 : Yakıt hattına yerleştirilen mıknatısların görünümü.

Bu deneyde diğerk yapılan deneylerdeki gibi motor devri 2000, 2500 ve 3000 d/dk olacak şekilde her devirde ayrı ayrı egzoz gazı emisyon ölçümü yapılmıştır. Bu kısımda yapılan ölçümler Şekil 4.15' te grafik halinde gösterilmiştir.



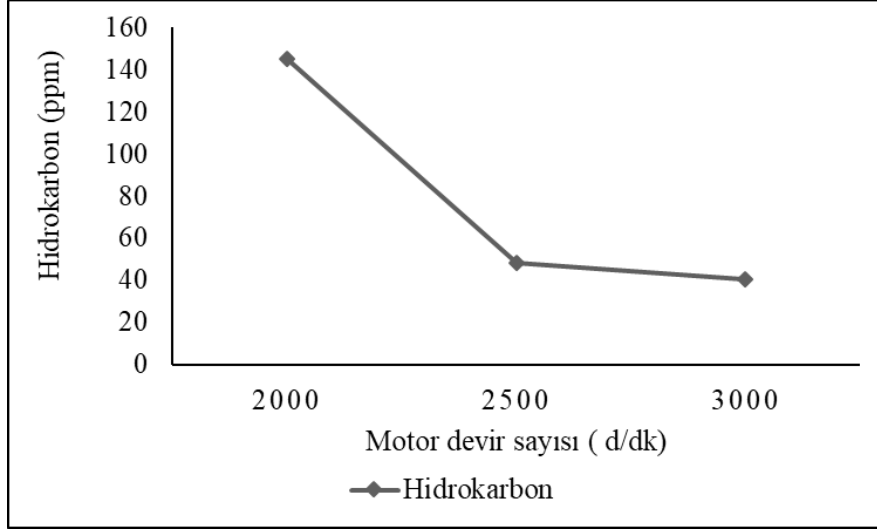
Şekil 4.15 : Devir sayısı-egzoz emisyon değerleri değişimi (50 cm).

Motorun yakıt hattına yerleştirilen mıknatısların motora olan uzaklığı 50 cm olan bu deneyde egzoz emisyon değerlerinden olan CO (%hacim) 2000 d/dk' da 5.1154 iken 3000 d/dk' da bu değer 2.9062 olarak ölçülmüştür. Hava-yakıt karışımının oranındaki değişim Şekil 4.16' da gösterilmiştir.



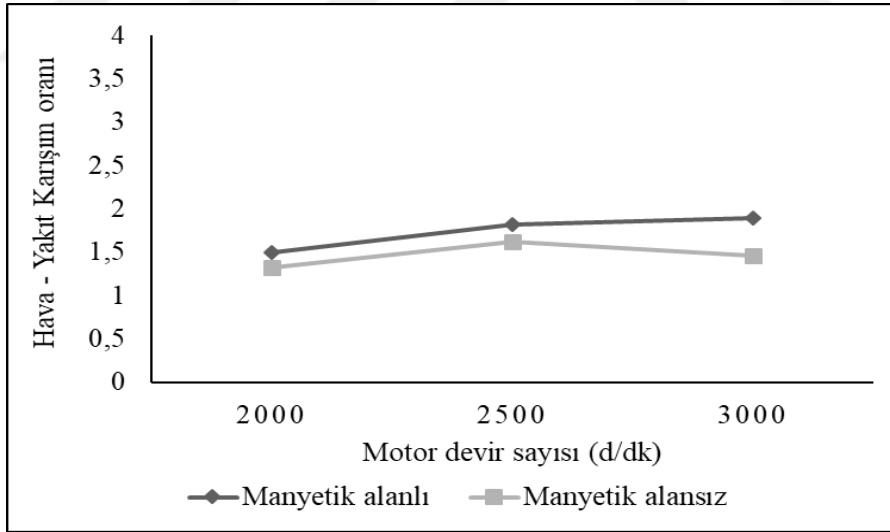
Şekil 4.16 : Devir sayısı- Lambda değeri değişimi (50 cm).

Lambda 2000 d/dk' da 1.4976 iken 3000 d/dk' da 1.8986 olarak ölçülmüştür. HC değeri ppm cinsinden ölçülmüştür. Bu sonuçlar Şekil 4.17' de belirtilmiştir.



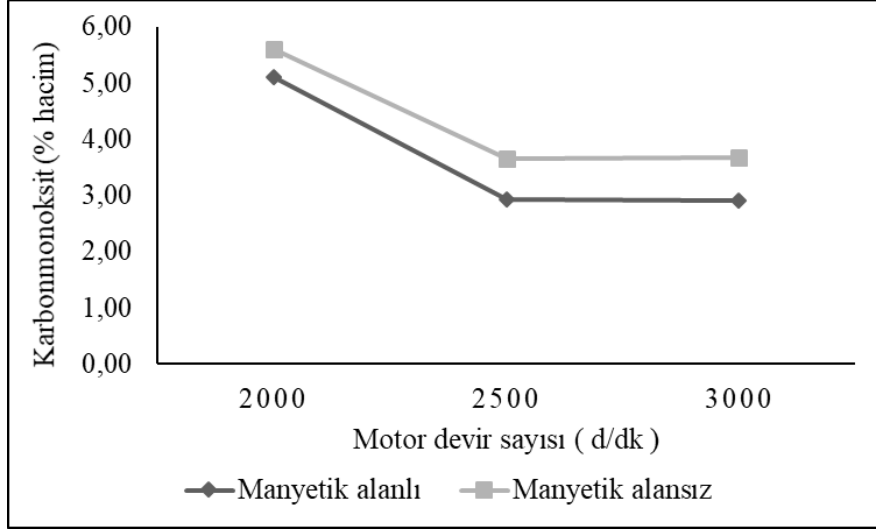
Şekil 4.17 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (50 cm).

2000 d/dk' da HC (ppm) değeri 145.378 iken 3000 d/dk' da 40.6 olarak ölçülmüştür. Motor devri arttıkça HC seviyesinde azalma olmuştur. Yakıt hattına yerleştirilerek yapılan bu çalışmada 3000 d/dk' da lambda değerlerin 1.8986 iken mıknatıs kullanılmadan yapılan çalışmada lambda değeri 1.4653 olarak ölçülmüştür. Bu da yakıt tüketiminde azalma olduğunu göstermektedir. Bu azalma Şekil 4.18' de gösterilmiştir.



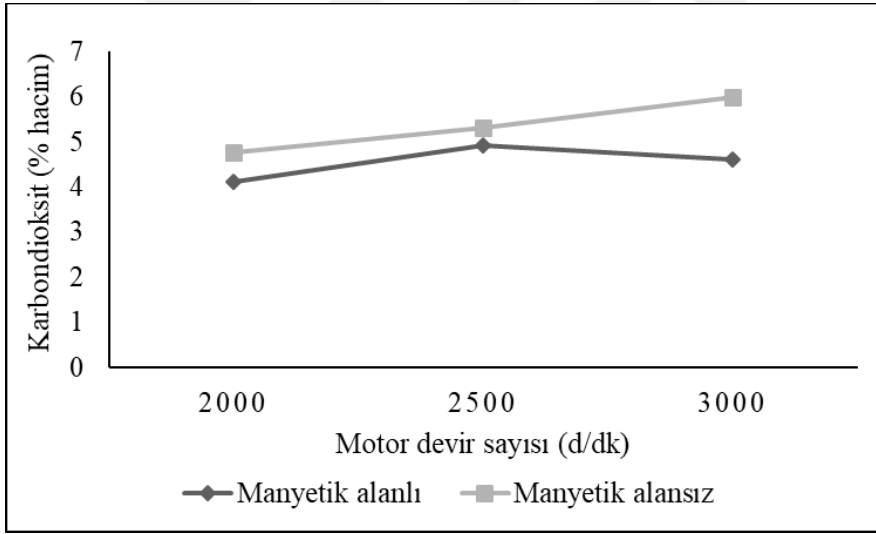
Şekil 4.18 : Devir sayısı- Lambda değerleri değişimi (50 cm).

Mıknatıs kullanılarak yapılan çalışmada CO (%hacim) seviyesi 3000 d/dk' da 2.9062 iken mıknatıs kullanılmadan yapılan deneyde bu seviye 3.6755 olarak ölçülmüştür. Bu azalma miktarı Şekil 4.19' da gösterilmiştir.



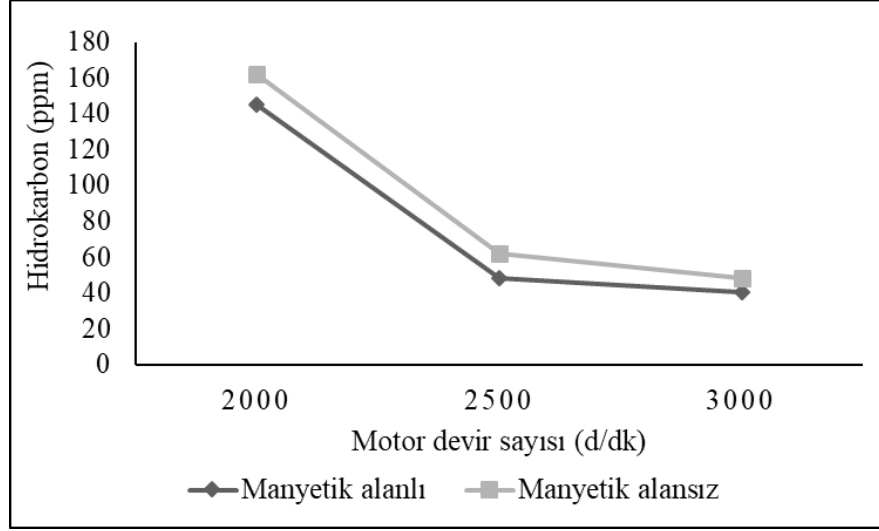
Şekil 4.19 : Devir sayısı- CO değerleri değişimi (50 cm).

Deneylerde CO₂ (% hacim) seviyesinde mıknatıs kullanılarak yapıldığı zaman 3000 d/dk' da 4.61 iken, mıknatıs kullanılmadan yapılan çalışmada bu seviye 5.9983 olarak ölçülmüştür. Bu azalma miktarı Şekil 4.20' de gösterilmiştir.



Şekil 4.20 : Devir sayısı- CO₂ değerleri değişimi (50 cm).

3000 d/dk' da HC (ppm) seviyesi mıknatıs kullanılarak yapılan çalışmada 40.6 iken mıknatıs kullanılmadan yapılan çalışmada bu değer 48.5 olarak ölçülmüştür. HC (ppm) değerindeki bu azalma miktarı Şekil 4.21' de görülmüştür.



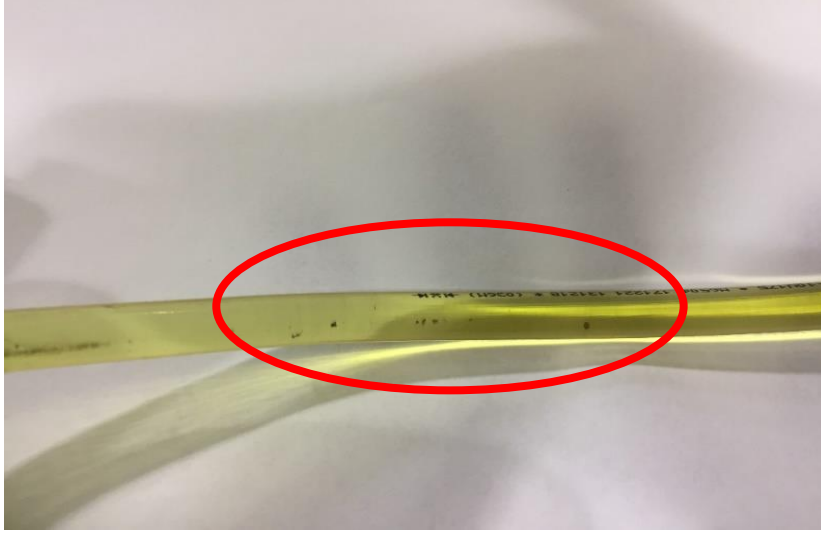
Şekil 4.21 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (50 cm).

Motora 50 cm uzaklıkta yerleştirilen miknatıslarla yapılan deneylerde lambda, CO₂, CO, HC ve O₂ gibi değerlerindeki değişim oranı Çizelgesi 4.2' de gösterilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında lambda değerlerinde artış olduğu yani hava yakıt karışımının arttığı ve buna bağlı olarak yakıt tüketiminde azalma olduğu görülmüştür. Miknatıslarla yapılan çalışmada zararlı gazlardaki değişimler incelendiğinde miknatısların yakıt ekonomisi üzerinde ve egzoz emisyon değerlerinde azalmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2 : Manyetik alanlı(50 cm) ve manyetik alansız egzoz emisyonlarının karşılaştırılması.

Miknatıslı	2000 d/dk	2500 d/dk	3000 d/dk
Lambda	% 13.45 artış	% 12.5 artış	% 29.5 artış
CO (% hacim)	% 8.6 azalma	% 19.7 azalma	% 20.9 azalma
CO ₂ (% hacim)	% 13.6 azalma	% 13.3 azalma	% 23.1 azalma
HC (ppm)	% 10.6 azalma	% 22.8 azalma	% 16.2 azalma
O ₂ (% hacim)	%16.74 artış	% 11.89 artış	% 30.6 artış

Bu deneylerde yakıt hattında oluşan partikül çöküntüleri Şekil 4.22' de gösterilmiştir. Bu çöküntü miknatıslar hareket edince çöküntüde aynı yönde hareket etmiştir. Partiküller gözle görülecek hale gelmiştir.



Şekil 4.22 : Yakıt hortumunda oluşan partikül çöküntüsü.

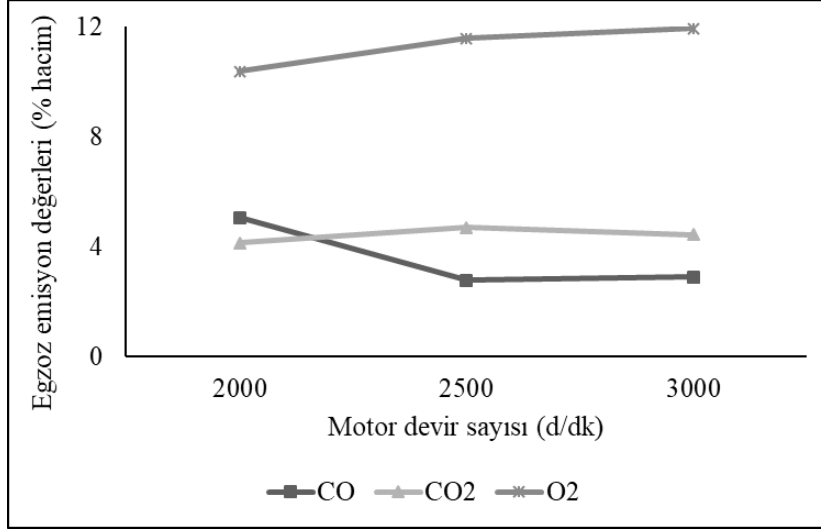
4.2.3 Motora uzaklığı 70 cm olarak yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışma

Bu deneyde mıknatıslar motora 70 cm uzaklıkta olacak biçimde yakıt hattı üzerine Şekil 4.23' deki gibi dizilmiştir. Motor 2000, 2500 ve 3000 d/dk' da çalıştırılıp her devirde ayrı ayrı egzoz gazı emisyon ölçümü yapılmıştır.



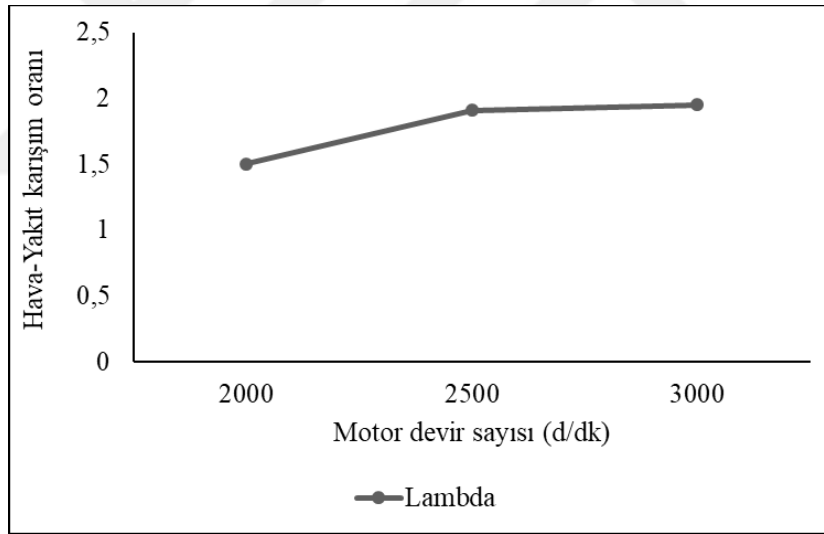
Şekil 4.23 : Yakıt hattına yerleştirilen mıknatısların görünümü

Yapılan çalışma sonucunda egzoz emisyon cihazından okunan değerler Şekil 4.24' te gösterilmiştir.



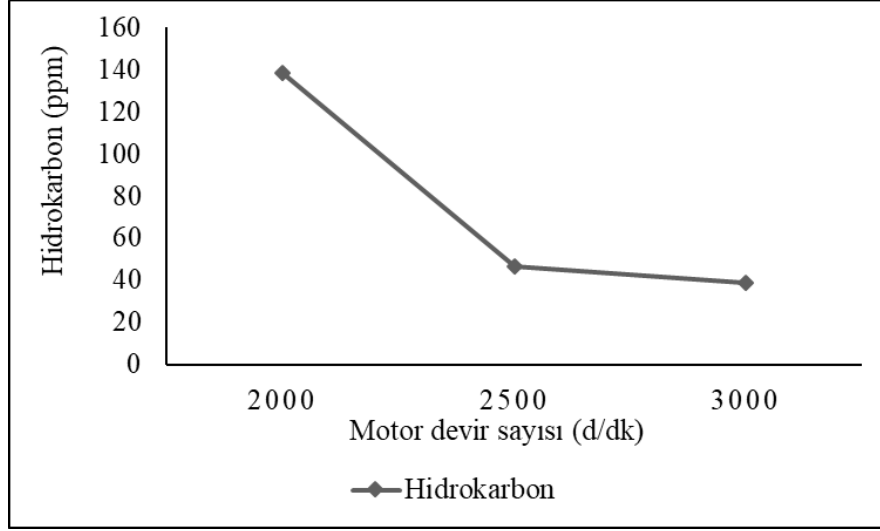
Şekil 4.24 : Devir sayısı-egzoz emisyon değerleri değişimi (70 cm).

Mıknatis kullanılarak yapılan deneyde 2000 d/dk' da CO (% hacim) değeri 5.0562 iken 3000 d/dk' da 2.896 olduğu görülmüştür. 2000 d/dk' da lambda değeri 1.504 iken 3000 d/dk' da değer 1.950 olarak ölçülmüştür. Bu değerler Şekil 4.25' de gösterilmiştir.



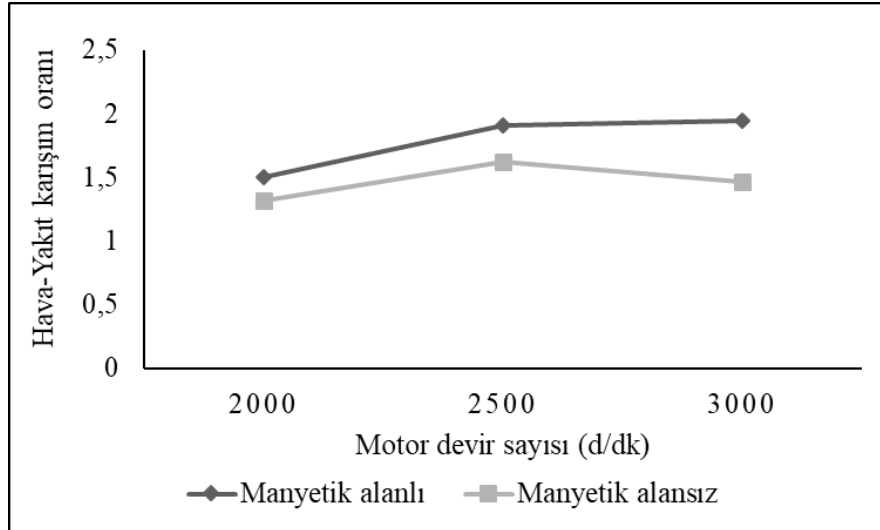
Şekil 4.25 : Devir sayısı- Lambda değerleri değişimi (70 cm).

Motorun üç farklı devrinde ölçüm alınmış ve HC emisyon değerleri analiz edilmiştir. HC değerleri ppm cinsinden ölçülmüştür. Bu sonuçlar Şekil 4.26' da belirtilmiştir.



Şekil 4.26 : Devir sayısı- HC değerleri değişimi (70 cm).

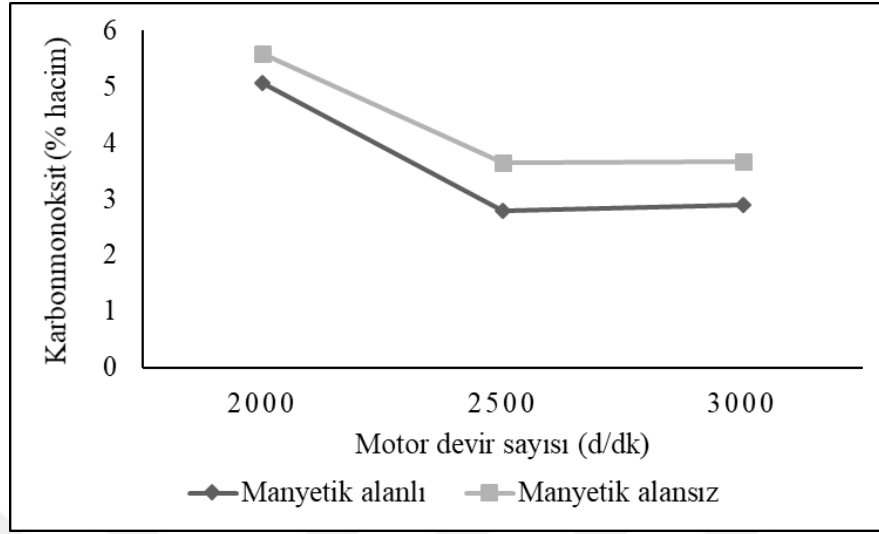
2000 d/dk' da HC (ppm) değeri 138.2 iken 3000 d/dk' da bu değer 38.8 olmuştur. Motor devri arttıkça HC (ppm) değerinin azaldığı görülmüştür. Motora 70 cm uzaklıkta yakıt hattına yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışmada lambda değerlerinde bir yükselmenin meydana geldiği Şekil 4.27' de gözlemlenmiştir. Mıknatıslar kullanılmadan yapılan çalışmada 3000 d/dk' da lambda değeri 1.4653 iken bu değer mıknatıs kullanılarak yapılan çalışmada 1.950 olmuştur. Bu durum hava-yakıt karışımında yakıt miktarının azaldığı göstermektedir. Dolayısıyla yakıt tüketiminde azalma meydana gelmektedir.



Şekil 4.27 : Devir sayısı- Lambda değerleri değişimi (70 cm).

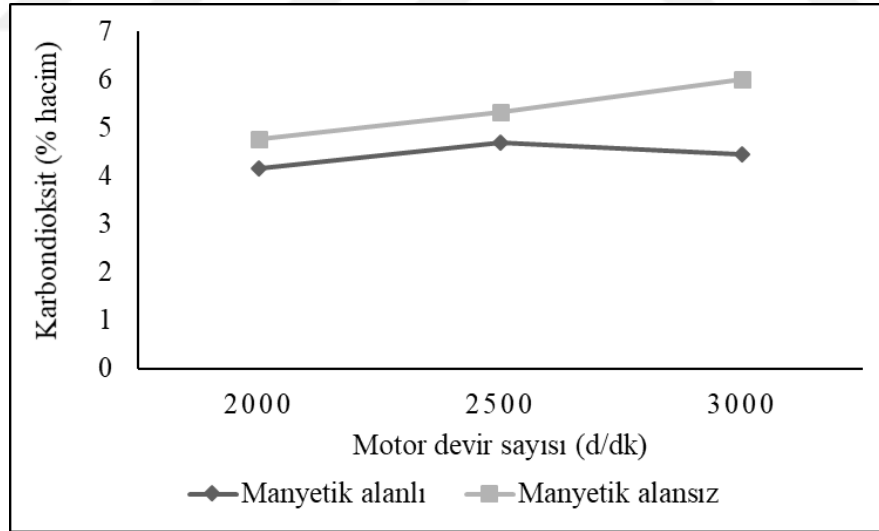
CO seviyesinin, mıknatıs kullanılarak yapılan çalışmanın, mıknatıs kullanılmadan yapılan deneyin sonuçlarına göre azaldığı tespit edilmiştir. Mıknatıs kullanılmadan yapılan çalışmada CO (% hacim) 3000 d/dk'da 3.6755 iken motora 70 cm uzaklıkta yakıt hattına

mıknatıs yerleştirilerek yapılan çalışmada ise 2.896 olarak ölçülmüştür. Bu azalma miktarı Şekil 4.28’ de gösterilmiştir.



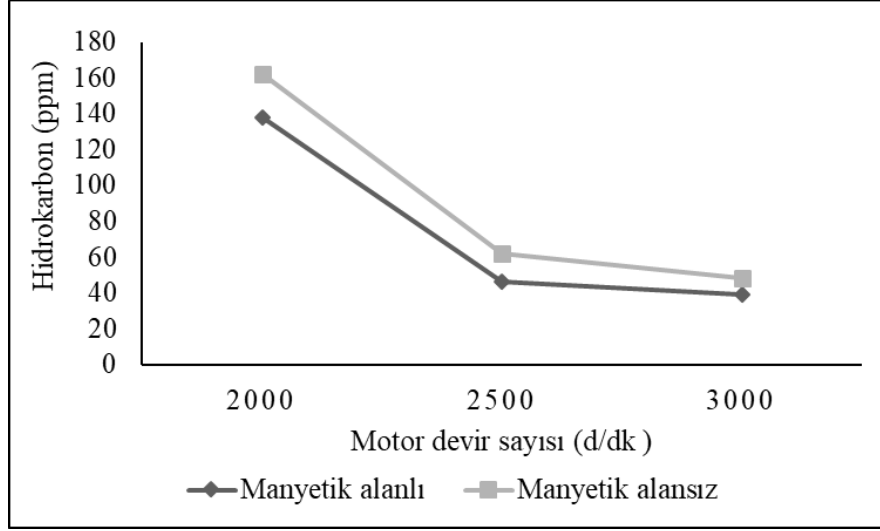
Şekil 4.28 : Devir sayısı- CO değerleri değişimi (70 cm).

Deneyleerde CO₂ (% hacim) seviyesinde, mıknatıslarla yapılmayan deneyde 3000 d/dk’ da 5.9983 değerindeyken, mıknatıslar kullanılarak yapılan deneyde bu değer 4.442 olarak ölçülmüştür. Bu azalma miktarı Şekil 4.29’ da gösterilmiştir.



Şekil 4.29 : Devir sayısı-CO₂ değerleri değişimi (70 cm).

3000 d/dk’ da HC (ppm) seviyesinde mıknatıs kullanılmadan yapılan deneyde 48.5 olarak ölçülürken, mıknatıs kullanılarak yapılan deneyde HC (ppm) değeri 38.8 olarak ölçülmüştür. Bu yapılan deneyde HC (ppm) seviyesinin azaldığı tespit edilmiş olup bu azalma miktarı Şekil 4.30’ da gösterilmiştir.



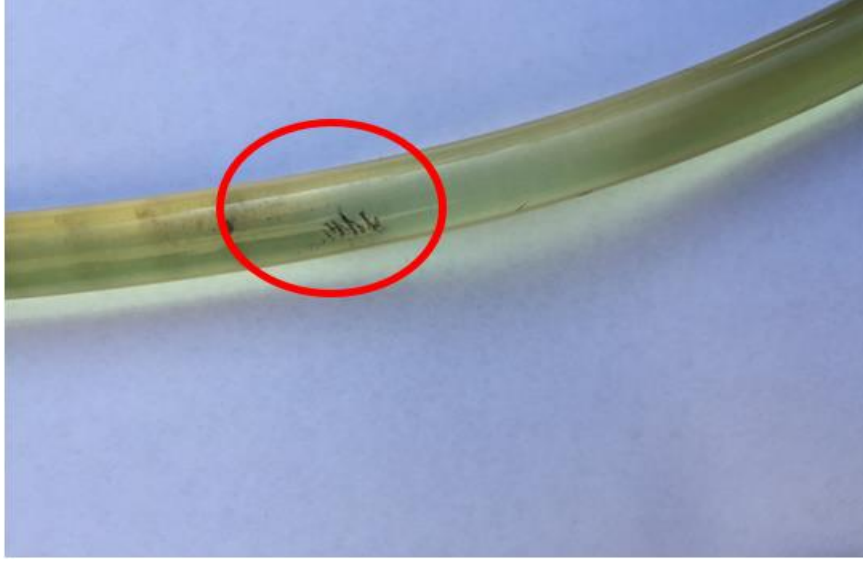
Şekil 4.30 : Devir sayısı-HC değerleri değişimi (70 cm).

Motora 70 cm uzaklıkta yakıt hattına yerleştirilen mıknatıslarla yapılan deneylerde, lambda, CO₂, CO, HC ve O₂ gibi değerlerdeki verim Çizelgesi 4.3' de gösterilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında lambda değerlerinin yani hava yakıt karışımının arttığı görülmektedir. Zararlı gazlardaki değişimlere bakıldığında mıknatıslar ile oluşturulan manyetik alanın yakıt ekonomisinde ve zararlı egzoz emisyon değerlerinde etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3 : Manyetik alanlı(70 cm) ve manyetik alansız egzoz emisyonlarının karşılaştırılması.

Mıknatıslı	2000 d/dk	2500 d/dk	3000 d/dk
Lambda	% 14 artış	% 17.85 artış	% 33.07 artış
CO (% hacim)	% 9.6 azalma	% 23.7 azalma	% 21.2 azalma
CO ₂ (% hacim)	% 13.8 azalma	% 11.68 azalma	% 25.9 azalma
HC (ppm)	% 14.8 azalma	% 25.4 azalma	% 22.06 azalma
O ₂ (% hacim)	% 16.7 artış	% 15.5 artış	% 34.8 artış

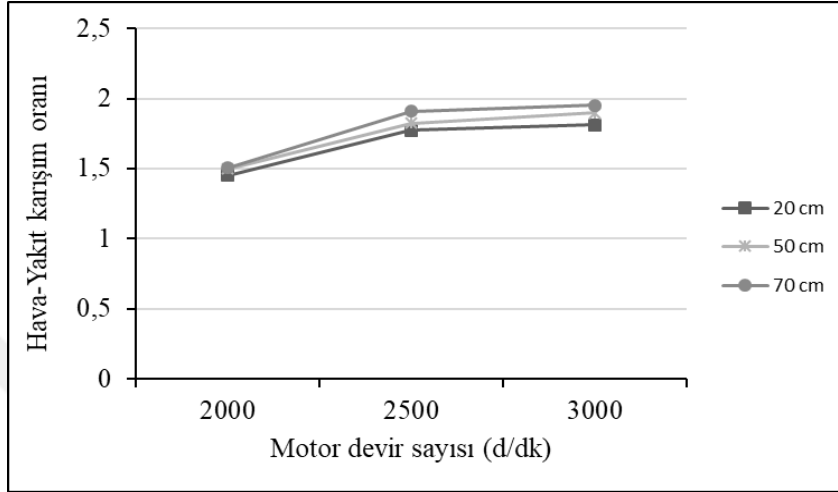
Motora 70 cm uzaklıkta yakıt hattına yerleştirilen mıknatıslarla yapılan deneylerde yakıt hattında partikül çöküntüleri görülmüştür. Bu partikül çöküntüleri Şekil 4.31'de gösterildiği gibidir. Mıknatısların hareketi ile çöküntünün de aynı yönde hareket ettiği çıplak gözle gözlemlenmiştir. Partikül çöküntülerinin oluşmasının nedeni yakıt içerisinde yer alabilecek demirimsi partiküllerin manyetik alan etkisine girmesinin bir sonucu olabilir. Mıknatıs sayısının artırılması ile bu çöküntünün artması da muhtemeldir.



Şekil 4.31 : Yapılan deney sonucunda yakıt hattında oluşan partiküller.

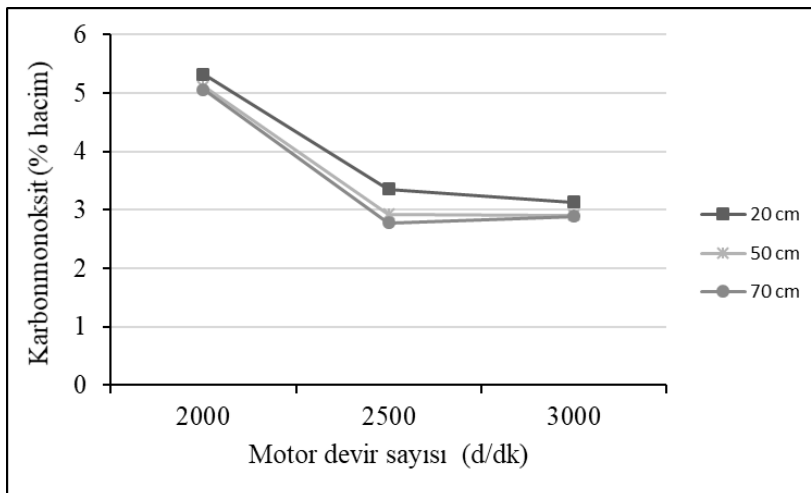
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu kısımda mıknatıslarla yapılan deneylerin birbiri ile kıyaslanması grafikler haline getirilmiştir. Hava-Yakıt karışım oranı mıknatıs mesafeleriyle kıyaslaması Şekil 5.1’ de gösterilmiştir.



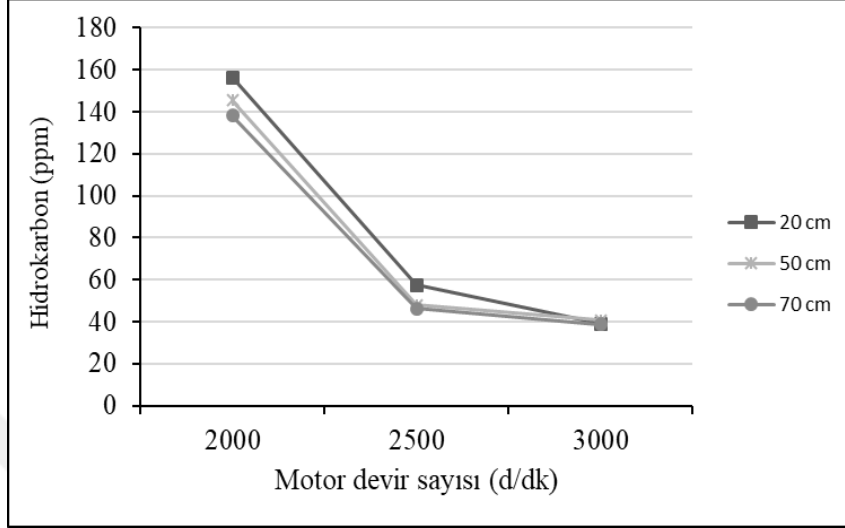
Şekil 5.1 : Mesafelere göre hava-yakıt karışım oranı kıyaslaması.

Mıknatısların motorun yakıt hattına 20 cm mesafede yerleştirilmesi ile hava-yakıt karışım oranının (λ) 3000 d/dk’ da 1.813, 50 cm mesafe 1.8986 ve 70 cm mesafede ise 1.950 olduğu gözlemlenmiştir. Mıknatısların motor yakıt hattına uzaklığının artırılması, λ değerinde bir artışa ve CO değerinde ise bir azalışa neden olmaktadır. Ayrıca motor devir sayısının artırılması ile CO değerinde önemli düşüşlerinin de olduğu Şekil 5.2’de görülmektedir.



Şekil 5.2 : Mesafeler göre karbonmonoksit kıyaslaması.

3000 d/dk' da 20 cm uzaklıkta olan mıknatıslarla yapılan çalışmada CO (% hacim) 5.318 iken, 50 cm uzaklıkta olan çalışmada 5.1154 ve 70 cm uzaklıkta olan çalışma da ise 5.0562 olmuştur. Karbondioksit miktarının mıknatıslarla yapılan deneylerde mesafenin CO₂ miktarındaki etkisi Şekil 5.3' de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.3 : Mesafeler göre hidrokarbon kıyaslaması

Mıknatıslar motorun yakıt hattına yerleştirilerek motora 20 cm uzaklıkta olacak şekilde sıralanıp egzoz emisyon ölçümü yapıldığında hidrokarbon (ppm) 3000 d/dk' da 39.16 iken, 50 cm mesafede 40.6 ve 70 cm uzaklıkta ise bu değer 38.8' e kadar düşmüştür. Yapılan tüm deneylerde yakıtın stabil yapısında değişiklik olup egzoz emisyon değerlerinde iyileşmeler meydana gelmiştir fakat en iyi egzoz emisyon sonuçları motora 70 cm uzaklığa yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışma neticesinde olduğu görülmüştür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İçten yanmalı motorlarda yanma sonucu egzozdan atmosfere atılan yanmış gaz emisyonları çevreyi kirletmeleri nedeniyle daha düşük değerlere getirilmesi oldukça önemlidir. Çevre temizliği ve canlıların sağlığı için risk oluşturan egzoz emisyon değerlerinin en az seviyede olması, içten yanmalı motorlarda istenilen en önemli özelliklerden biridir. Yakıtta manyetik alan uygulanan çalışmalarda egzoz emisyonlarının da azalmalar meydana gelmiştir. Bu da çevreye verilen zararın ve insan sağlığını da tehdit eden unsurların büyük ölçüde azaldığını göstermektedir. Bu çalışmada, yakıt hortumu üzerinde mıknatıslar arasında üç farklı mesafe seçilerek yakıtta manyetik alan uygulanmış ve zararlı egzoz emisyon değerlerinde azalmalar görülmüştür. Çalışmada optimum mesafe değeri bulunmaya çalışılmıştır.

Deneyler için kullanılan 10 adet 8 mm çapında ve 5 mm yüksekliğinde olan mıknatıslar motora 20, 50 ve 70 cm uzaklıklarda yakıt hattına yerleştirilerek egzoz emisyon ölçümleri her mesafe için ayrı ayrı yapılmıştır. Yapılan deneylerde emisyon değerlerindeki en iyi sonuçlar mıknatısların motora 70 cm uzaklıkta konumlandığı durumda elde edilmiştir. Tüm deneylerde yakıtta manyetik alan 1850 Gauss olarak uygulanmıştır. Manyetik alan, yakıtın stabil yapısında değişiklik yaptığı için yanma verimi artmıştır. Ayrıca hava-yakıt karışımı da iyileştirilmiştir. Motorun yakıt hattına, motora 70 cm uzaklıkta olacak şekilde yerleştirilen mıknatıslarla yapılan çalışmada zararlı egzoz emisyon gazlarının en önemlilerinden biri olan CO miktarında %21.2' lik bir azalma meydana gelmiştir. HC miktarında %22.06' lık azalma meydana gelmiş ve bu durum yanmanın daha iyi gerçekleştiğini göstermiştir. Lambda değerlerinde %33.07 ve O₂ oranında %34.8' lik bir artış olmuştur. Bu değerler 3000 d/dk'da elde edilmiştir. Bu da manyetik alanın egzoz emisyon değerlerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Fosil yakıtlar hidrojen ve hidrokarbon moleküllerinden oluşmakta olup hidrokarbonlar temelde kafes benzeri bir yapıya sahiptirler. Bu nedenle yanma sürecinde karbon atomlarının içine, yeterli miktarda oksijen erişememekte ve tam yanma sağlanamamaktadır. Hidrojen atomu para ve ortho olmak üzere iki farklı izomerik yapıdan oluşmakta olup para durumunda hidrojen molekülleri zıt yönde hareket ederken ortho durumunda aynı yönde hareket etmektedirler. Bu yüzden hidrojenin para durumu ortho durumuna göre yanma verimi açısından daha verimlidir. Yakıtta manyetik alan uygulandığında yakıt para durumundan ortho durumuna geçmekte ve yakıtın molekül yapısı değişmektedir. Deney sonuçlarından

anlaşılacağı üzere yakıt manyetik alana maruz kaldığında yakıtın bu özelliği değişmekte olup yanma verimi artmaktadır.

Yeni yapılacak çalışmalarda mıknatısların motora olan uzaklıkları farklı değerlerde alınarak optimum mesafenin bulunmasına fayda sağlanabilir. Ayrıca yakıtta farklı büyüklükte manyetik alan uygulayarak manyetik alan büyüklüğüne bağlı olarak egzoz emisyon değerlerindeki değişimler incelenebilir.



KAYNAKLAR

- [1] Faris, A. S., Al-Naseri, S. K., Jamal, N., Isse, R., Abed, M., Fouad, Z., & Jasim, H. (2012). Effects of magnetic field on fuel consumption and exhaust emissions in two-stroke engine. *Energy Procedia*, 18, 327-338.
- [2] Mane, D. R., & Sawant, V. S. (2015). A Comparative Study of Effect of Magnetic Field on Exhaust Emission in Internal Combustion Engine. *IOSR Journal of Applied Physics*, 7(6), 38-40.
- [3] Habbo, A. R. A., A Khalil, R., & S Hammoodi, H. (2011). Effect of Magnetizing the Fuel on the Performance of an SI Engine. *AL-Rafdain Engineering Journal (AREJ)*, 19(6), 84-90.
- [4] Salih, A. M., & Allawi, E. M. K. (2013). Effect of Magnetic Field on the Fuel Consumption and Exhaust Emissions in Internal Combustion Engine (CI Engine). *National Renewable Energies Conference And Their Applications*, 122-135.
- [5] Kumar, P. V., Patro, S. K., & Pudi, V. (2014). Experimental study of a novel magnetic fuel ionization method in four stroke diesel engines. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotic Research*, 3(1). 151-159.
- [6] Patel, P. M., Rathod, G. P., & Patel, T. M. (2014). Effect of magnetic field on performance and emission of single cylinder four stroke diesel engine. *IOSR Journal of Engineering*, 4(5), 28-34.
- [7] Pramodkumar, G., Naidu, M. K., Sandeep, J. V., Vasupalli, R., & Lade, P. (2017). Effect of Magnetic Field on the Emissions of Single Cylinder Four Stroke Petrol Engine. *Advances in Automobile Engineering*, 6(4), 2-4.
- [8] Atole, R., Ghatol, R., Arde, A., Jadhav P., & Vaidya M. (2018). Effect of Magnetic Field on Four Stroke Engine. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 5(4), 970-973.
- [9] Aniket V.P., & Narkhede J. S. (2020). Impact of Magnetic Field on Pollutant Emissions in Four Stroke Engine. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* . 7(3), 2205-2208.
- [10] Kapase, V. G., Kubde, S. A., Borse, H., & Raushan, G. K. (2018). Effect of Permanent Magnet on Fuel in 4-Stroke Engine. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 5(4), 1665-1668.
- [11] Kılıçarslan, G , Kolip, A. (2002). İçten Yanmalı Motorlarda, Alternatif Enerji Olarak Kullanılabilecek, Alkol ve Hidrojenin İncelenmesi . *Sakarya University Journal of Science*, 6 (2), 39-45. Retrieved from <http://www.saujs.sakarya.edu.tr/tr/pub/issue/20690/221013>
- [12] Breeze, P. (2017). *Piston engine-based power plants*. Academic Press.
- [13] Kirkpatrick, A. T. (2020). *Internal combustion engines: applied thermosciences*. John Wiley & Sons.
- [14] Gupta, H. N. (2012). *Fundamentals of internal combustion engines*. PHI Learning Pvt. Ltd..

- [15] **Naber, J. D., & Johnson, J. E.** (2014). Internal combustion engine cycles and concepts. In *Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance* (pp. 197-224). Woodhead Publishing.
- [16] **Ganesan, V.** (2012). *Internal combustion engines*. McGraw Hill Education (India) Pvt Ltd.
- [17] **MOOSA, I. S.** (2014). History and development of permanent magnets. *International Journal For Research & Development in Technology*, 2(1), 18-26.
- [18] **Yuksel, C., Ankarali, S., & Yuksel, N. A.** (2018). The use of neodymium magnets in healthcare and their effects on health. *Northern Clinics of İstanbul*, 5(3), 268.
- [19] **Du, X., & Graedel, T. E.** (2011). Global rare earth in-use stocks in NdFeB permanent magnets. *Journal of Industrial Ecology*, 15(6), 836-843.
- [20] **Muhammed, U.** (2018). *Magnetic Field*. Collection Date March 10, 2018, https://www.academia.edu/39529012/MAGNETIC_FIELD
- [21] **Magnetic Field**. Erişim: 18 Aralık 2020, https://www.academia.edu/8573064/MAGNETIC_FIELD
- [22] **Chaware, K., Basavaraj, M., & Walke, P.** (2015). Effect of fuel magnetism by varying intensity on performance and emission of single cylinder four stroke diesel engine. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(7), 1121-1126.
- [23] **Sawant, D. R. M. V. S. A.** (2015). Comparative Analysis of Influence of Magnetic Field on Fuel Consumption in Internal Combustion Engine. *International Journal for Scientific Research & Development*. 3(8), 557-559.
- [24] **Orthohydrogen**. Erişim: 19 Aralık 2020, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Spinisomers_of_molecular_hydrogen.png
- [25] **Boot, M. D., Tian, M., Hensen, E. J., & Sarathy, S. M.** (2017). Impact of fuel molecular structure on auto-ignition behavior–Design rules for future high performance gasolines. *Progress in Energy and Combustion Science*, 60, 1-25.
- [26] **Dindar, E.** (2014). Petrol ve petrol ürünleriyle kirlenmiş toprakların ıslahı.
- [27] **Ullmann, J.** (2014). Fuels. In *Diesel Engine Management* (pp. 34-45). Springer Vieweg, Wiesbaden.
- [28] **Sydbom, A., Blomberg, A., Parnia, S., Stenfors, N., Sandström, T., & Dahlen, S. E.** (2001). Health effects of diesel exhaust emissions. *European Respiratory Journal*, 17(4), 733-746.
- [29] **Sharaf, J.** (2013). Exhaust emissions and its control technology for an internal combustion engine. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3(4), 947-960.
- [30] **Tisaj, D.** (2014). *Design and Construction of a Tachometer* (Doctoral dissertation, Murdoch University).
- [30] **Briggs Stratton**. Erişim : 27 aralık 2020, https://www.briggsandstratton.com/eu/en_gb/product-catalog/engines/utility_engines/xr2100.html

- [31] **Daldal, N., Şeremet, İ.** (2019). Manuel Jeneratörün Otomatik Jeneratöre Dönüştürülmesi ve Uzaktan İzleme . Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology , 7 (3) , 755-764 . DOI: 10.29109/gujsc.584261
- [32] **Neodimyum – Demir - Bor Mıknatıslar.** Erişim : 25Aralık 2020,
<https://www.miknatis.net/neodimyum-mik-ndfeb>
- [33] **Castrol Magnatec.** Erişim: 27 Aralık 2020,
[https://msdspds.castrol.com/bpglis/FusionPDS.nsf/Files/2A2A5EA25F6E704E80258408003E5D7E/\\$File/BPXE-BCM5K9.pdf](https://msdspds.castrol.com/bpglis/FusionPDS.nsf/Files/2A2A5EA25F6E704E80258408003E5D7E/$File/BPXE-BCM5K9.pdf)
- [34] **Pietzuch, E. E.** (1981). U.S. Patent No. 4,253,336. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [35] **Murphy, J.,** 1999. Gaussmmeter Aplication. Electrical Insulation Conference and Electrical Manufacturing & Coil Winding Conference, Proceeding of IEEE, 573-576, 26-28.
- [36] **Gauss Metreler.** Erişim : 27 Aralık 2020, <http://www.rotalab.com/tr/urunler/manyetik-test-olcum-cihazlari/gauss-metre.html>
- [37] **Measured Parameters Of The Three-Axis Gaussmeter.** Erişim: 27 Aralık 2020.
https://dSPACE.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/186766/718_eeict2019.pdf?sequence=1
- [38] **Gaussmeters/Teslameters.** Erişim : 28 Aralık 2020,
<https://www.lakeshore.com/products/product-detail/model-410/model-410-more>

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ömer Faruk Demirtaş

ÖĞRENİM DURUMU:

- Lisans : 2017, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
- Yüksek Lisans : 2021, İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği.

MESLEKİ DENEYİM:

- 2012- 2014 Afşin/Elbistan B Termik Santrali
- 2014- 2018 K.Maraş Menzelet Hidroelektrik Santrali
- 2018- Hala devam ediyor Malatya Tarım Orman İl Müdürlüğünde çalışıyor

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN ÇALIŞMALAR

- Demirtaş, Ö. F., & Koca, T. (2021). Benzine uygulanan manyetik alanın egzoz emisyonlarına etkileri. Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2021.
- Demirtaş, Ö. F., & Koca, T. (2021). Effect Of Fuel Magnetic Field Application On Fuel Economy And Exhaust Emission Internal Combustion Engines. Middle East International Conference On Contemporary Scientific Studies-V. Ankara, March 27-28.