

BENZİNE UYGULANAN MANYETİK ALANIN EGZOZ EMİSYONLARINA ETKİLERİ

Ömer Faruk DEMİRTAŞ¹, Tarkan KOCA^{2*}

¹İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Malatya, 44100, Türkiye

²İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, 44100, Türkiye

Geliş tarihi: 12.03.2021 Kabul tarihi: 15.04.2021

ÖZET

İçten yanmalı motorlarda, motor performans parametrelerini iyileştirmek, yakıt tüketimini ve istenmeyen egzoz emisyonlarını azaltmak oldukça önemlidir. Hem çevreye hem de insan sağlığına zarar veren istenmeyen egzoz gaz emisyonlarının düşürülmesi genel olarak motorda iyi bir yanmanın oluşmasına bağlıdır. Bu çalışmada dört zamanlı tek silindirli, benzinli bir motorun yakıt hattına manyetik alan uygulanarak yanma verimliliği arttırılmaya ve istenmeyen egzoz gazları azaltılmaya çalışılmıştır. Manyetik alan oluşturmak için yakıt hattı üzerine neodimyum mıknatıslar yerleştirilerek yakıt hortumu içerisinde 1850 Gauss gücünde bir manyetik alan oluşturulması sağlanmıştır. 2000, 2500 ve 3000 d/dak motor devirlerinde ayrı ayrı manyetik alan deneyleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylerde 1850 Gauss ve 3000 d/dak'da istenmeyen gazlardan HC, CO ve CO₂'nin sırasıyla %22.06, %21.2 ve %25.9 oranında azaldığı ve hava-yakıt karışımının da %33.07 oranında arttığı tespit edilmiştir..

Anahtar Kelimeler: İçten yanmalı benzinli motor, Manyetik alan, Egzoz emisyonları.

EFFECTS OF MAGNETIC FIELD APPLIED TO GASOLINE TO THE EXHAUST EMISSIONS

ABSTRACT

In internal combustion engines, it is very important to improve engine performance parameters, reduce fuel consumption and unwanted exhaust emissions. 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 study, it has been 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. In order to create a magnetic field, neodymium magnets were placed on the fuel line at a magnetic field of 1850 gauss was created in the fuel hose. Magnetic field experiments were carried out separately at engine speeds of 2000, 2500 and 3000 rpm. In the experiments carried out, it was determined that HC, CO and CO₂ among the undesired gases at 1850 Gauss and 3000 rpm decreased by 22.06%, 21.2% and 25.9% respectively, and the air-fuel mixture increased by 33.07%.

Keywords: Internal combustion gasoline engine, Magnetic field, Exhaust emissions

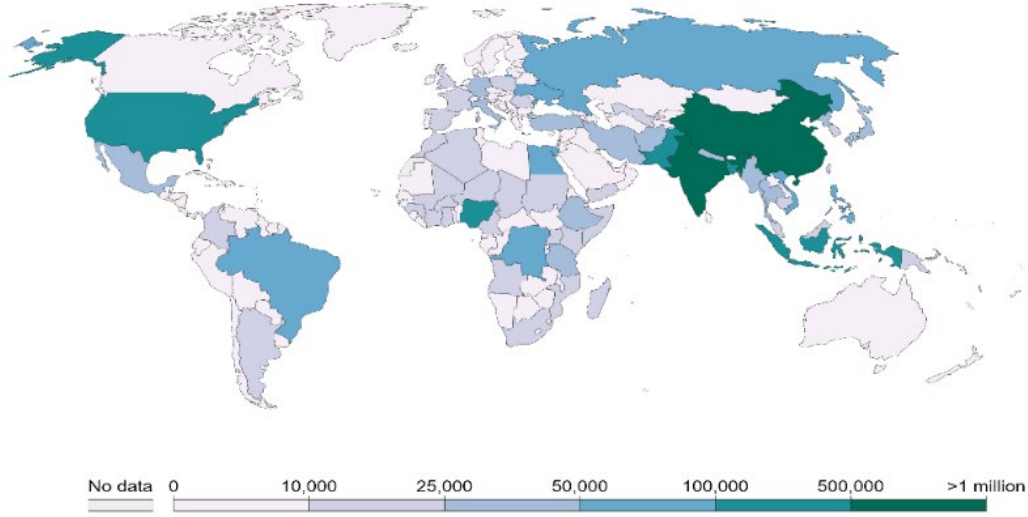
1. Giriş

Dünyada her geçen gün nüfusun artmasına ve otomotiv sanayisindeki gelişmelere bağlı olarak motorlu araç sayısı ve trafikteki kullanıcı sayısı artmaktadır. Bu artış fosil kaynaklı yakıtların tüketim

¹ e-posta: ofaruk299@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2385-9550>

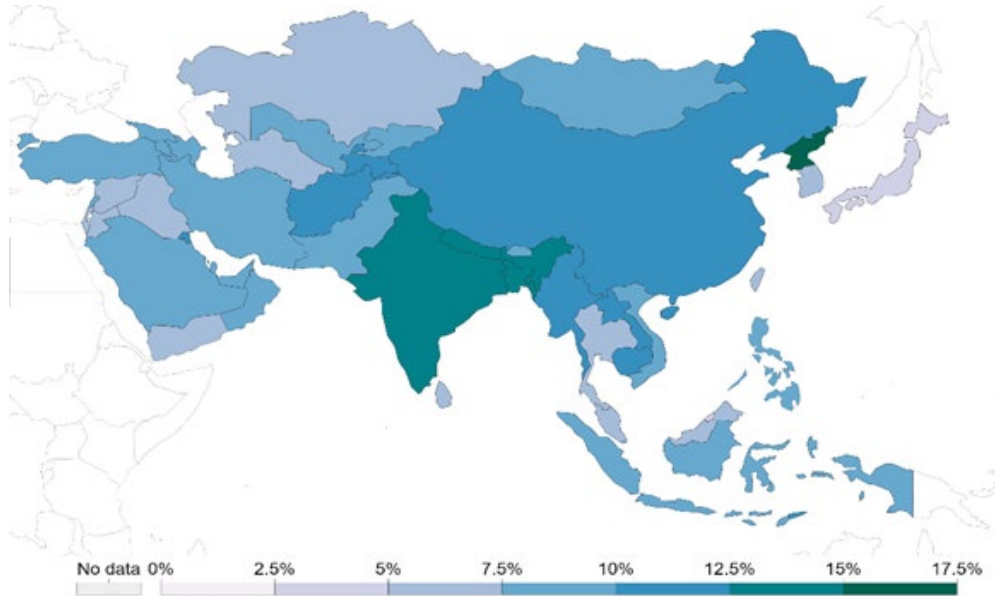
^{2*} e-posta: tarkan.koca@inonu.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6881-4153> (Sorumlu Yazar)

miktarının ve dolayısı ile çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Çünkü fosil kaynaklı yakıtlar, motorun tasarımından çevre koşullarına kadar birçok sebepten dolayı %100 verimle yakılamadığından atmosfere CO, CO₂, HC ve NO_x gibi çeşitli zararlı gazlar salınmaktadır. Bu zararlı gazlar çevreyi kirleterek insan sağlığını da tehdit etmektedir. Şekil 1’de verilen haritada Dünya’da hava kirliliğinden dolayı ölen insan sayısı gösterilmiştir. Ölüm sayılarının bazı bölgelerde daha fazla olduğu görülmektedir.



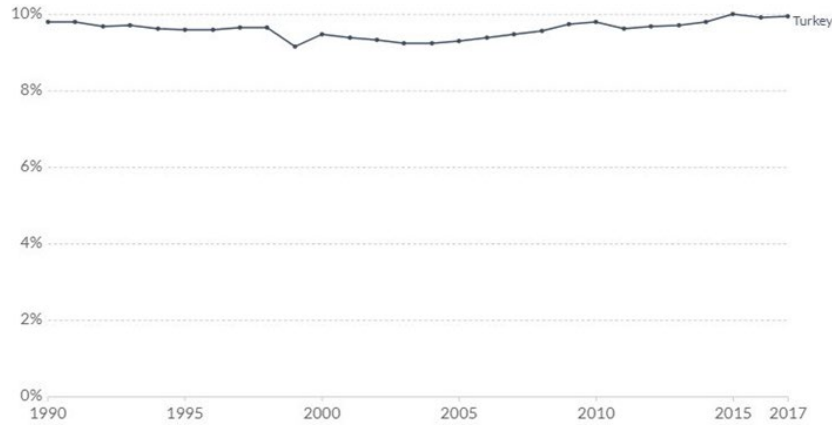
Şekil 1. Dünya’da 2017 yılında hava kirliliğinden dolayı ölenlerin sayısı [1]

Asya kıtasında ölümler diğer kıtalara göre daha fazla olup bu ölümler Şekil 2’de haritalandırılmıştır.



Şekil 2. Asya kıtasında 2017 yılında hava kirliliğinden dolayı ölümler [1]

Türkiye’de Şekil 3’de gösterildiği gibi ölümlerin %9.94’lük kısmı hava kirliliğinden dolayı olmaktadır [1]



Şekil 3. Türkiye’de 2017 yılında hava kirliliğinden dolayı ölüm oranı [1]

Motorlu araçlardan çıkan zararlı egzoz gazları insan sağlığını tehdit ettiği gibi doğaya da zarar vermektedir. Bu konu için çeşitli araştırmalar ve önlemler hükümetler tarafından alınmaya çalışılmaktadır. Egzoz emisyon gazlarını azaltmak için motorda yanan fosil yakıtların yanma veriminin iyileştirilmesi günümüzün önemli konularından biridir. Bu alanda yapılan çalışmalardan bazıları yakıt manyetik alan uygulanmasıdır. Fosil yakıtlarda, hidrokarbonlar yüksek miktarda bulunmaktadır. Manyetik alan fosil yakıtların içinde bulunan hidrojen moleküllerinin yapısına etki etmektedir.

Hidrokarbon molekülleri "kafes benzeri" bir yapıya sahiptir [2]. Hidrokarbonlu yakıtlarda Hidrojen, para ve orto olarak iki farklı izomerik formda oluşur. Hidrojenin, orto durumundaki yanma hali, para durumunda yanma haline göre daha verimlidir [3]. Orto durumu yakıt hattı boyunca manyetik alan etkisiyle elde edilebilir [4]. Yakıt güçlü bir manyetik alan uygulandığında, hidrokarbonlar yön değiştirir ve para formundan orto formuna geçiş yapar. Orto formunda, moleküller arası kuvvetlerde önemli azalmalar meydana gelir ve hidrojenler arasındaki boşluklarda artış oluşur. Bu boşluk, yakıtın manyetik işleminden geçirilmesi ile artar ve yakıt silindirde tamamen yanar [5].

Faris ve ark. [6] içten yanmalı iki zamanlı benzinli bir motorun yakıt hattına kalıcı mıknatıslar ile farklı yoğunluklarda manyetik alan uygulaması yapmış ve egzoz gazı bileşenlerinden CO oranında %30 azalma, HC oranında %40 azalma, CO₂ oranında %10 bir artış tespit etmişlerdir. Habbo ve ark. [7] tek silindirli dört zamanlı benzinli motorda yakıt hattında iki tür manyetik bobin kullanarak 1000 ve 2000 Gaussluk manyetik alan oluşturup motor devrini 2000 d/dak’da sabit tutarak deney yapmışlardır. En iyi sonuçları 2000 Gauss'luk manyetik bobin kullanıldığında CO'da %90 ve HC'da %58 azalma olarak tespit etmişlerdir. Salih ve Allawi [8] dört zamanlı ve dört silindirli dizel motora kalıcı mıknatıs uygulamasını yakıt hattı boyunca uygulayarak CO oranında %13.8, CO₂ %7.8, HC'da %10.8'lik bir azalma tespit etmişlerdir. Patel ve ark. [9] tek silindirli dört zamanlı dizel motor kullanarak yakıt hattına ferrit mıknatıs uygulaması ile 2000 Gauss değerinde manyetik alan oluşturmuştur. Yakıt tüketiminde % 8 bir azalma saptamışlardır. NO₂'de %27.7, HC'da %30, CO₂'de %9.72 lik bir azalma tespit etmişlerdir. Pramodkumar ve ark. [10], dört zamanlı tek silindirli benzinli motor yakıt hattına neodimyum mıknatıs uygulaması yaparak 4000 ve 8000 Gaussluk manyetik alan oluşturmuşlardır. 8000 Gauss'da HC, CO ve CO₂ ' de sırasıyla %97, %30.57 ve %30.57'lik bir azalma tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada tek silindirli dört zamanlı bir benzinli motorun yakıt hattına neodimyum mıknatıslar ile manyetik alan uygulaması yapılmıştır. Mıknatıslar yakıt hattına yerleştirilerek yakıt tüketimine ve egzoz emisyon değerlerine etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Dört Zamanlı Tek Silindirli Motor

Bu çalışmada Briggs Stratton marka XR2100 model dört zamanlı tek silindirli benzinli motor kullanılmıştır (Şekil 4). Bu motorun teknik özellikleri Çizelge 1’de belirtilmiştir.



Şekil 4. Briggs Stratton / XR2100

Çizelge 1. Briggs Stratton XR200 teknik özellikler.

Marka / Model	Yakıt tipi	Motor Hacmi	Ağırlık	Güç HP
Briggs Stratton / XR2100	Benzin	420 CC	31.5 Kg	13.5 HP

2.2. Mıknatıslar

Bu çalışmada Neodimyum N35 tipinde kalıcı mıknatıslar kullanılmıştır (Şekil 5). Bu mıknatıslar maksimum manyetik enerji alanı ile maksimum artık manyetizmaya sahiptirler. Yüksek korozyon direnci göstermekte olup istenilen herhangi bir şekilde (disk, halka, segment, çubuk gibi) üretilebilmektedirler. Bunlar 8 mm çapında, 5 mm yüksekliğinde silindirik tip mıknatıslardır. 8 mm çapında 5 mm yüksekliğinde N35 mıknatıslardan 10 adet olacak şekilde yakıt hortumu üzerine yerleştirilmiştir. Sinterlenmiş N35 neodimyum mıknatıslarının özellikleri Çizelge 2’de gösterilmiştir. Yapılan deneylerde manyetik alanın en ideal değerinin 1850 gauss olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. N35 tip Neodimyum mıknatıslar

Çizelge 2. Sinterlenmiş N35 Neodimyum mıknatısın özellikleri [11]

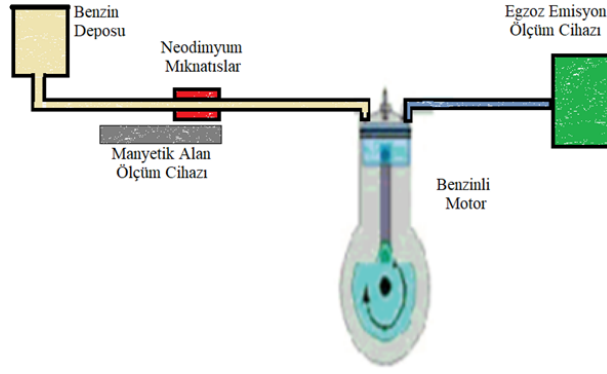
Maksimum çalışma sıcaklığı (C°)	Kalıcı indüksiyon (KiloGauss)		Zorlayıcı kuvvet (kA/m)		Ürettiği maksimum enerji (kJ/m ³)
	Minumum	Maksimum	Endüktif koersivite	İçsel koersivite	
80	1.17	12.2	≥859	≥955	263-287

2.3. Deney Düzenegi

Deney seti bir stant üzerinde kurulmuştur. Ölçüm cihazları ve deney seti Şekil 6'da görülmektedir. Şekil 7'de şematik olarak deney seti diyagramı gösterilmektedir. Yakıt deposu motordan daha yüksek bir konumda olması için tekerlekli standın yanına bir depo aparatı yapıp standa monte edilmiştir. Yakıt deposu motordan sökülüp, depo aparatına montajı yapılmıştır. Motor ile yakıt deposu arasındaki yakıt hattına mıknatıslar döşeneceğinden dolayı depo motora 1.5 metre uzaklığa yerleştirilmiştir. Deneylerde kullanılan mıknatısın manyetik alan gücü değerini ölçmek için LakeShore-411 marka/model gaussmetre cihazı kullanılmıştır. Yakıt hortumunun içinde oluşan manyetik alan deneylere başlanmadan önce gaussmetre ile ölçülmüştür. Yakıt hortumu şeffaf bir hortum ile değiştirilmiştir. Bunun amacı yakıt hortumu içerisinden geçen yakıtı görebilmektir. Deneylerde kullanılan mıknatıslar yakıt hattına karşılıklı olarak birbirini çekecek (N-S/N-S) biçimde yerleştirilmiştir. Motor çalışma devir sayısını ölçmek için YokoGawa marka cep takometre cihazı kullanılmıştır. Bu cihazı motorun krank miline temas ettirerek ölçüm işlemi yapılmıştır. Her deney için istenilen devir sayısı motor üzerinde bulunan gaz kolu ile ayarlanmıştır. Motor devir sayıları deneylerde her seferinde 2000, 2500 ve 3000 d/dak olacak şekilde ayarlanmıştır. Tüm bu işlemler yapıldıktan sonra Bosch BAE 350 model egzoz emisyon ölçüm cihazı ile egzozdan dışarı atılan egzoz emisyon gazları ölçülmüştür.



Şekil 6. Deney seti (1- Yakıt deposu 2- Yakıt hattı 3- Benzinli Motor 4- Egzoz emisyon cihazı)



Şekil 7. Deney seti akış diyagramı

2.4. Deneylerin Yapılması

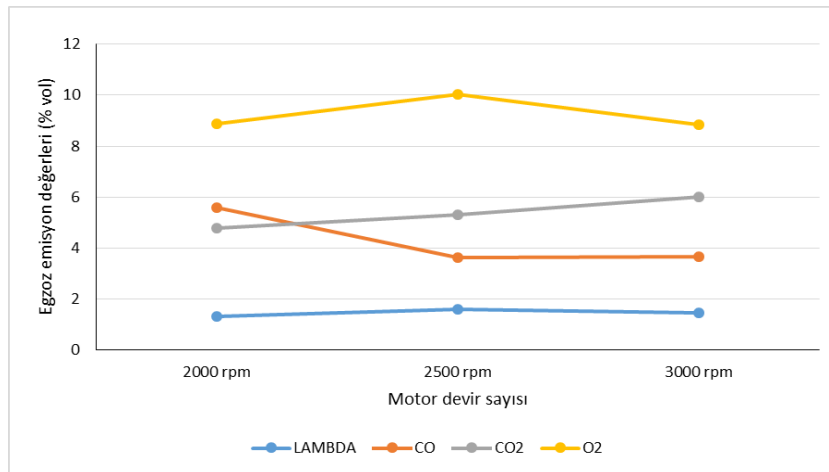
Deney setinde öncelikle yakıt hattına mıknatis uygulaması yapılmadan önce egzoz emisyon ölçümleri yapılmıştır. Tüm deneyler motorun kararlı çalışma bölgesinde yapılmıştır. Deneylerde yakıtın maruz kaldığı toplam manyetik alan 1850 Gauss olarak ölçülmüştür. Yapılan deneylerde mıknatislar yakıt hattına yerleştirilerek, egzoz emisyon cihazı ile ölçümler yapılmıştır. Mıknatislarla yapılan deneyde yakıt hattında 8 mm çapında olan 10 adet mıknatis karşılıklı olarak birbirini çekecek şekilde yerleştirilmiştir. Motor devri 2000, 2500 ve 3000 d/dak olarak ayarlandıktan sonra egzoz emisyon ölçüm analizleri yapılmıştır. Her ölçüm en az onar defa tekrarlanmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.

Mıknatis kullanılmadan yapılan deneyin egzoz emisyon verileri Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. Mıknatis kullanılmadan yapılan deneyin egzoz emisyon verileri

Motor devir sayısı	Lambda	CO	CO ₂	HC	O ₂
2000 d/dak	1.320	5.5984	4.778	162.2	8.888
2500 d/dak	1.6198	3.647	5.324	62.2	10.018
3000 d/dak	1.4653	3.6755	5.9983	48.5	8.85

Motor devir sayısı arttıkça egzoz emisyon değerlerindeki değişim Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8. Mıknatis kullanılmadan yapılan deneyin egzoz emisyon değerleri

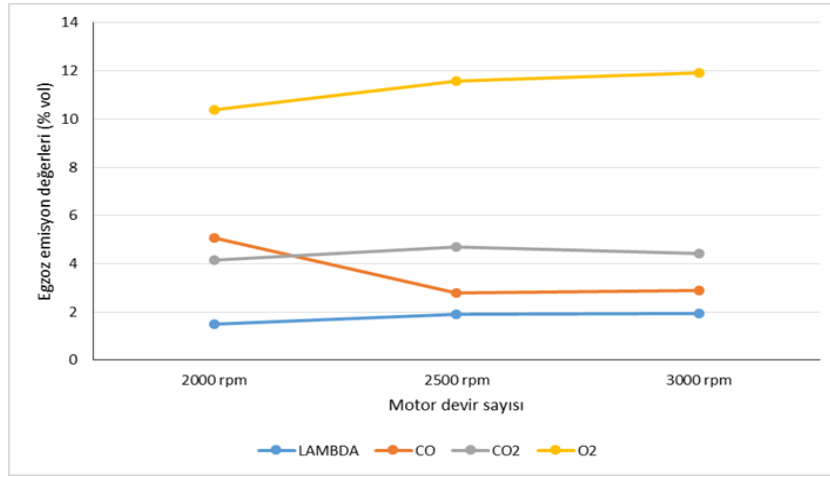
3. Bulgular Ve Tartışma

Yapılan çalışmada, yakıt hattına mıknatıslar yerleştirilerek deneyler yapılmıştır. Motor 2000, 2500, 3000 d/dak devir sayısı ile çalışırken manyetik alan uygulanan deneyin egzoz emisyon değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Mıknatıs kullanılarak yapılan deneyin egzoz emisyon değerleri

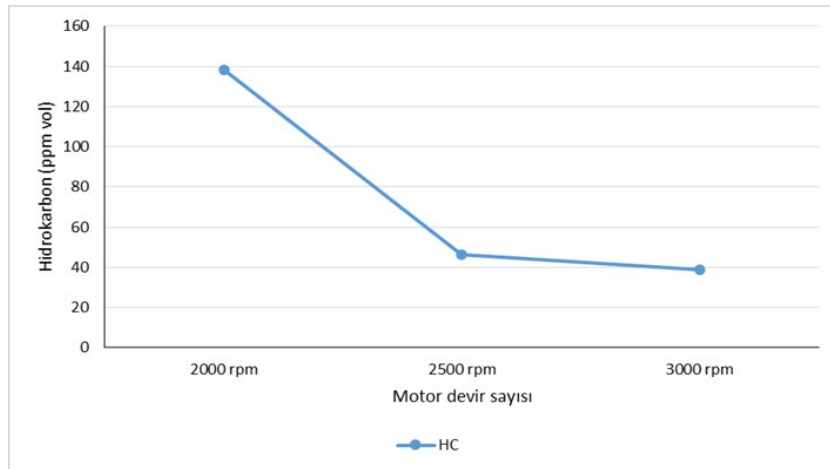
Motor devir sayısı	Lambda	CO	CO ₂	HC	O ₂
2000 d/dak	1.504	5.0562	4.148	138.2	10.38
2500 d/dak	1.909	2.783	4.702	46.4	11.576
3000 d/dak	1.950	2.896	4.442	38.8	11.936

Bu deneyde CO, CO₂, HC ve O₂ gibi egzoz emisyon değerleri ile hava-yakıt oranı olan lambda değeri motor devir sayısına bağlı olarak ölçülmüştür (Şekil 9).



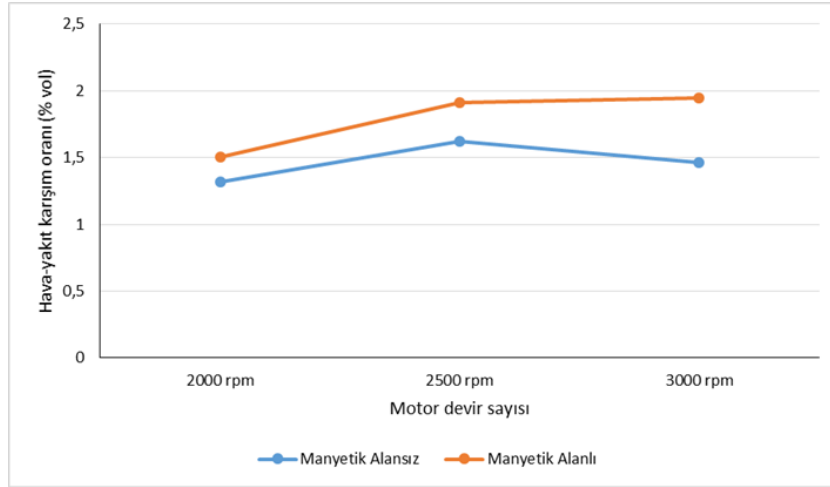
Şekil 9. Devir sayısı ve egzoz emisyon değerlerinin değişimi

Bu deneyde mıknatıs kullanılarak yapılan deney sonucunda hidrokarbon emisyon gaz değerleri Şekil 10’da gösterilmiştir. Motor devri 2000, 2500 ve 3000 d/dak değerinde sabit tutulmuştur.



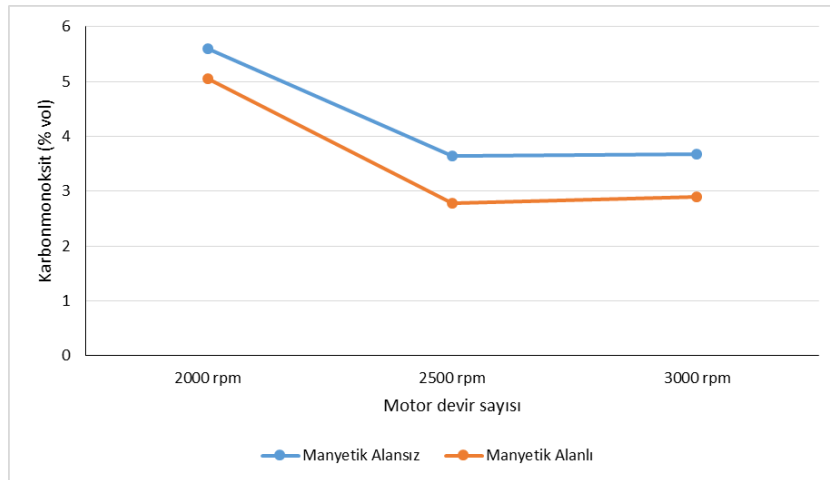
Şekil 10. Devir sayısı ve HC değerlerinin değişimi

Mıknatıs kullanılmadan yapılan deneye göre lambda değerindeki artış Şekil 11’de gösterilmiştir. Grafikten anlaşılacağı gibi manyetik alan uygulaması, hava-yakıt karışımı olan lambda değerinde artış etkisi oluşturmuştur. Bu durum yakıt tüketiminde bir azalma olduğunun göstergesidir.



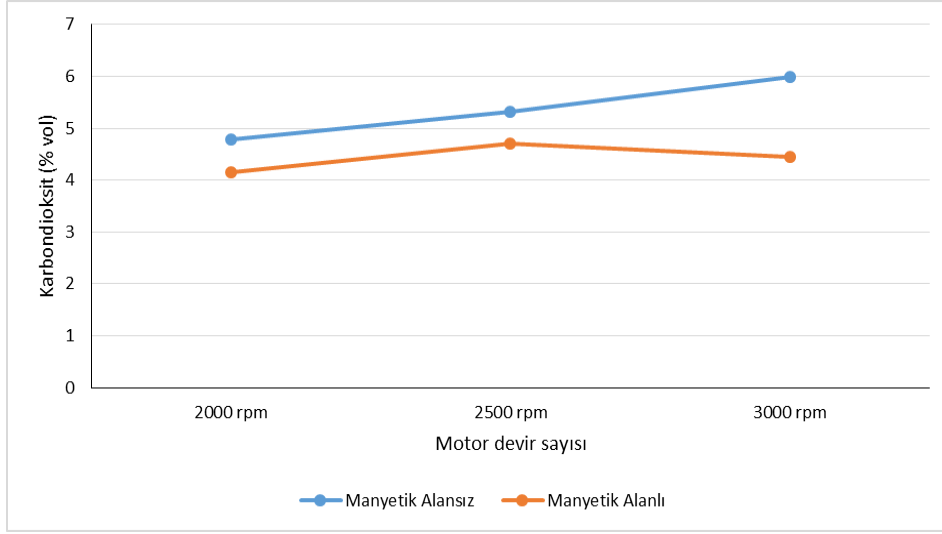
Şekil 11. Devir sayısı ve hava-yakıt oranının değerlerinin değişimi

Karbonmonoksit (CO), eksik yanmanın bir ürünüdür. 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 oluşturur [12]. Karbonmonoksit miktarı mıknatıs kullanılmadan yapılan deneye göre oldukça azalmaktadır (Şekil 12).



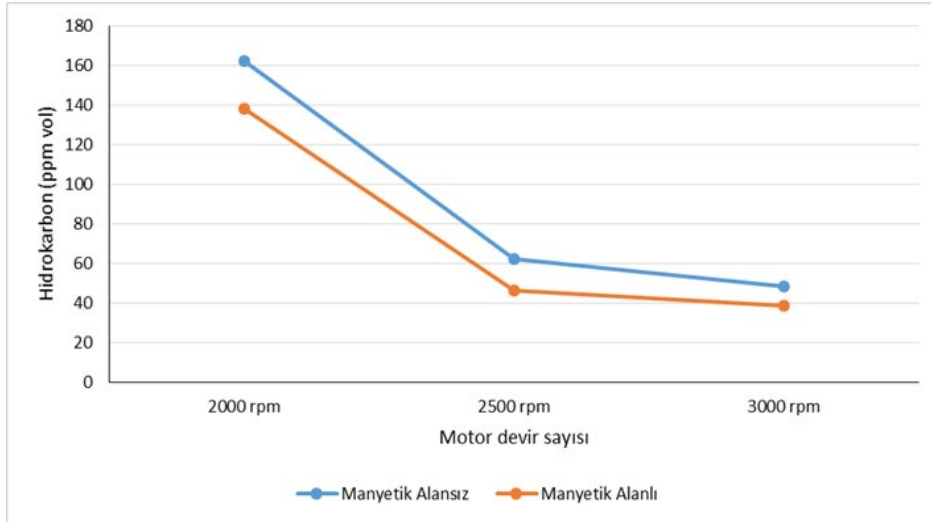
Şekil 12. Devir sayısı ve CO değerlerinin değişimi

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 [12]. Şekil 13’de karbondioksit değerlerinin, yakıtı manyetik alan uygulaması sonucunda azaldığı görülmektedir.



Şekil 13. Devir sayısı ve CO₂ değerlerinin değişimi

Hidrokarbon emisyonları, motordaki yakıt molekülleri yanmadığında veya kısmen yandığında ortaya çıkar. Bazı egzoz hidrokarbonları toksiktir ve kansere yol açma potansiyeli vardır [12]. Mıknatısla yapılan deneyde HC seviyesinin, mıknatıs kullanılmadan yapılan deneye göre azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Devir sayısı ve HC değerlerinin değişimi

4. Sonuç

Motorlu taşıtların atmosfere yaydığı egzoz gazı emisyonlarından kaynaklanan kirlilik, günümüzde hava kirliliğine yol açan önemli etkenlerden biridir. Çevre ve canlıların sağlığı için risk oluşturan egzoz gazı emisyon değerlerinin minimum seviyede olması, içten yanmalı motorlarda istenilen en önemli özelliklerden biridir. Zararlı egzoz gaz emisyon değerlerini azaltmak için yakıtı manyetik alan uygulaması bir çok çalışmada yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmada, yakıt hortumu üzerine döşenen mıknatıslar ile yakıtı manyetik alan uygulanmıştır. Yapılan deneylerde motor devri 2000 d/dak, 2500 d/dak ve 3000 d/dak seçilmiş ve egzoz

emisyona değerleri ölçülmüştür. Manyetik alan, yakıtın stabil yapısında değışiklik yaptığı için yanma verimi artmış olup hava-yakıt karışımı da iyileştirilmiştir. Motor yakıt hattına mıknatıslarla manyetik alan uygulayarak yapılan analizlerde, lambda, CO₂, CO, HC ve O₂ gibi değerlerdeki değışiklikler Çizelge 5’de gösterilmiştir. Motorda yakıt hattına yerleştirilen mıknatıslar ile oluşturulan 1850 Gauss’luk manyetik alan değerinde CO salımında % 21.2 bir azalma meydana gelmiştir. HC miktarında ise % 22.06’lık azalma gerçekleşmiştir. Lambda değerlerinde %33.07 artış ve O₂ oranında % 34.8’lik bir iyileşme olmuştur. Bu sonuçlar yakıtta manyetik alan uygulamanın yanma verimini arttırdığını göstermektedir. Bu değerler 3000 d/dak’da elde edilmiştir.

Çizelge 5. Mıknatıs kullanılarak yapılan deneylerin, mıknatıs kullanılmadan yapılan deneye göre analizi

Motor devir sayısı	Lambda	CO	CO ₂	HC	O ₂
2000 d/dak	% 14.01 artış	% 9.6 azalma	% 13.18 azalma	% 14.8 azalma	% 16.7 artış
2500 d/dak	% 17.85 artış	% 23.7 azalma	% 14.68 azalma	% 25.4 azalma	% 15.5 artış
3000 d/dak	% 33.07 artış	% 21.2 azalma	% 25.9 azalma	%22.06azalma	% 34.8 artış

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 orto olmak üzere iki farklı izomerik yapıdan oluşmakta olup para durumunda hidrojen molekülleri zıt yönde hareket ederken orto durumunda aynı yönde hareket etmektedirler. Bu yüzden hidrojenin para durumu orto durumuna göre yanma verimi açısından daha verimlidir. Yakıtta manyetik alan uygulandığında yakıt para durumundan orto durumuna geçmekte ve yakıtın molekül yapısı değışmektedir. Deney sonuçlarından anlaşılacağı üzere yakıt manyetik alana maruz kaldığında yakıtın bu özelliği değışmekte olup yanma verimi artmaktadır.

Manyetik alan uygulamak için herhangi bir enerjiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle ekonomik olarak uygulanabilir. Yakıtın molekül yapısı manyetik alan ile değıştiğinden endüstriye ve çevreye ait farklı uygulamalarda da kullanılabilir. Yakıtta manyetik alan uygulanması ile hidrokarbon yakıt kullanan motor ve makinelerin veriminin artacağı görülmekte olup yakıt tüketimi miktarı da azalacaktır. Yakıtta hattına yerleştirilen mıknatısların ortalama özgül yakıt tüketimine etkisi Çizelge 6’da gösterilmiştir. Yakıtta uygulanan manyetik alan sonucu özgül yakıt tüketimi yaklaşık %9.95 düşmüştür.

Çizelge 6. Motorun özgül yakıt tüketim analizi

Motor devir sayısı	Özgül yakıt tüketimi (gr/kW)	
	Mıknatıs kullanılmadan	Mıknatıs kullanarak
2000 d/dak	0.390	0.375
2500 d/dak	0.415	0.380
3000 d/dak	0.435	0.415

Manyetik alan uygulanması sonucu yakıt moleküllerinin yer değıştirmesi ve polarize olması yakıtın manyetik alandan etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca bu sistemin ekonomik olması, kurulmasının kolay olması, enerji tüketmemesi ve motorda mekanik değışiklik yapmaya gerek duymaması önemli avantajlardır.

Kaynaklar

- [1] Ritchie H, Roser M. Outdoor Air Pollution. Our World in Data, <https://ourworldindata.org> (Erişim Tarihi: 10.12.2020).
- [2] Govindasamy P, Dhandapani S. Experimental Investigation of Cyclic Variation of Combustion Parameters in Catalytically Activated and Magnetically Energized Two-Stroke SI Engine. *Journal of Energy and Environment* 2007; 6: 561–569.
- [3] Raut MS, Uparwat SS, Nagarale C. Experimental Inspection by Using the Effect of Magnetic Field on the Performance of Diesel Engine. *International Research Journal of Engineering and Technology* 2017; 4: 2191–2194.
- [4] Chaware K, Basavaraj M, Walke P. Effect of Fuel Magnetism by Varying İntensity on Performance and Emission df Single Cylinder Four Stroke Diesel Engine. *International Research Journal of Engineering and Technology* 2015; 2: 1121–1126.
- [5] Mane DR, Sawant VS, India M. Comparative Study of Effect of Magnetic Field and Magnetically Treated Water on Growth of Plants and Crop Yield. *International Journal for Scientific Research and Development* 2015; 3: 300–302.
- [6] Faris AS, Al-Naseri SK, Jamal N, Isse R, Abed M, Fouad Z, Kazım A, Reheem N, Chaloob A, Mohammad H, Jasim H, Sadıkın C, Salim A, Abas A. Effects of Magnetic Field on Fuel Consumption and Exhaust Emissions in Two-Stroke Engine. *Energy Procedia* 2012; 18: 327–338.
- [7] Habbo ARA, Khalil R, Hammoodi HS. Effect of Magnetizing the Fuel on the Performance of an SI Engine. *AL-Rafdain Engineering Journal* 2011; 19: 84–90.
- [8] Salih AM, Allawi EMK. Effect of Magnetic Field on the Fuel Consumption and Exhaust Emissions in Internal Combustion Engine. *National Renewable Energies Conference and Their Applications* 2013; 122–135.
- [9] Patel PM, Rathod GP, Patel TM. Effect of Magnetic Field on Performance and Emission of Single Cylinder Four Stroke Diesel Engine. *IOSR Journal of Engineering* 2014; 4: 28–34.
- [10] Pramodkumar G, Naidu MK, Sandeep JV, Vasupalli R, Lade P. Effect of Magnetic Field on the Emissions of Single Cylinder Four Stroke Petrol Engine. *Advances in Automobile Engineering* 2017; 6: 2-4.
- [11] Anonim. Sinterlenmiş NdFeB Miknatısları Özellikleri, <https://www.miknatis.net/neodimyum-mik-ndfeb> (Erişim Tarihi: 12.12.2020).
- [12] Sharaf J. Exhaust Emissions and Its Control Technology for an İnternal Combustion Engine. *International Journal of Engineering Research and Applications* 2013; 3: 947–960.