

PERLİTTEN ÜRETİLEN FİLTRELERİN İS PARTİKÜLLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN DENEYSEL ARAŞTIRILMASI

Hüseyin TURHAN¹, Erkan YÜKSEL^{2*}

¹ Fırat Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Elazığ, 23100, Türkiye

² Fırat Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Elazığ, 23100, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmanın amacı perlit kullanılarak oluşturulan filtrenin emisyon değerleri üzerindeki etkisini incelemektir. Araştırma sonucunda duman koyuluk (islilik) oranının yük miktarıyla doğru orantılı bir şekilde arttığı, dizel partikül filtrelerinde genişletilmiş perlitin Ford Focus marka araçta kullanılan orijinal filtreye oranla duman koyuluk oranını daha düşük düzeyde azalttığı ve sıcaklık değerleriyle doğru orantılı olarak filtreleme özelliğinin arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dizel, emisyon, dizel partikül filtresi, duman

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF FILTERS PRODUCED BY PERLITE ON THE PARTICULARS OF BUSINESS

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effect of converters generated by using perlite on emission values. As a result of the research, the rate of smoke darkness increased in proportion to the amount of load, it has been found that expanded perlite in diesel particulate filters reduces the smoke darkness (occupancy) ratio lower compared to the original converter used in Ford Focus brand and the filtering feature increases in proportion to the temperature values.

Keywords: Diesel, emission, diesel particul filters, fume

1. Giriş

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ülkemizde ve dünyada her yıl trafiğe çıkan motorlu taşıtların sayısı artış göstermektedir. Trafike çıkan motorlu taşıt sayısının artması doğaya salınan zararlı gazların miktarının ve hava kirliliği gibi çevre sorunlarının da artmasını beraberinde getirmektedir. Motorlu taşıtların neden olduğu çevre kirliliğinin en önemli sebebini egzoz emisyonları oluşturmaktadır. İçten yanmalı motorlarda yakıtın yanması sonucunda açığa çıkan zararlı gazların ve partiküllerin egzozdan atılarak atmosfere karışması hava kirliliğine ve çevresel sorunlara neden olmakta ve insan sağlığına zarar vermektedir [1].

* e-posta: erkanyuksel01@hotmail.com.tr

İçten yanmalı motorlarda kullanılan hidrokarbon içerikli yakıtların yanması sonucunda azotoksit (NO_x), yanmamış hidrokarbon (HC), karbonmonoksit (CO) ve partikül maddeler (PM) açığa çıkmaktadır. Hidrokarbon içerikli yakıtlar ideal koşullarda yandıkları durumlarda zararlı gaz çıkışı ve partikül madde oluşumu düşük düzeyde ortaya çıkmaktadır. İçten yanmalı motorlarda ideal şartlarda yanma gerçekleşemediğinden dolayı zararlı gaz çıkışı ve partikül oluşumunun gerçekleşmesi kaçınılmaz bir durumdur. Zengin karışımlarla yanmanın meydana geldiği benzinli motorlarda hidrokarbon ve karbonmonoksit oluşumu, benzinli motorlar kadar zengin olmayan karışımlarla meydana gelen dizel motorlarda ise partikül madde ve azotoksit oluşumu daha fazla gerçekleşmektedir [2].

Son yıllarda ülkemizde ve dünyada benzin fiyatlarının artması, dizel araçların yüksek tork değerine sahip olmaları, düşük yakıt tüketimi gibi etkenler tüketiciyi dizel araç tercihine yönlendirmiştir. İçten yanmalı dizel motorlarda yakıtın yanması sonucunda karbonmonoksit (CO), kükürtlü bileşikler, azotoksit türleri (NO_x), hidrokarbon (HC), aldehitler ve partikül madde açığa çıkmaktadır [3].

Yanma olayı sırasında yeterli miktarda hava ile reaksiyona giremeyen karbon (C), karbonmonoksit oluşumuna neden olmaktadır. Fakir karışımlar ile çalışan dizel motorlarda karbonmonoksit oluşumu düzeyi düşüktür. İçten yanmalı motorlarda yanma olayı sonucunda yanma odası sıcaklığının 1800 K'in üzerine çıkması nedeniyle havanın birleşiminde bulunan azot ve oksijenin kimyasal reaksiyona girmesi sonucunda azot oksitler (NO_x) oluşmaktadır. İçten yanmalı motorlarda yakıtın bir kısmının yanmaması ya da yakıtın buharlaşması sonucunda hidrokarbon (HC) oluşumu meydana gelir. Yine hidrokarbon içerikli yakıtlardaki hidrokarbonların eksik yanmaları aldehit oluşumuna neden olmaktadır. Yanma olayı sonucunda açığa çıkan yanmayan yakıt, yağ, nitrat, sülfat, is ve metaller partikül maddeleri oluşturmaktadır [4].

Motorlu taşıt egzoz emisyonlarını azaltma konusunda farklı malzemelerin kullanımıyla ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır [1-3]. Bu çalışmanın amacı ekonomik ve uzun ömürlü dizel partikül filtresi üretimi gerçekleştirmektir. Bu amaçla perlit kullanılarak üretilen filtre ile 2005 model Ford Focus marka dizel yakıtlı araca ait filtrenin is emisyon değerleri karşılaştırılmıştır. Perlitin hafif olması, kullanılabilirliği, sıcaklığa dayanıklılığı, malzeme temininin kolay olması ve ekonomik açıdan uygun olması dizel partikül filtrelerinde kullanılabilirliği açısından oldukça önemli avantajlar sağlamaktadır. Son yıllarda artan motorlu araç ve taşıt sayısına bağlı olarak egzozlardan çıkan zararlı gazlardan dolayı ciddi şekilde çevreyi kirletmekte ve zarar vermektedir. Çevreyi abluka altına alan zararlı gazlar, gerek insan sağlığı açısından gerekse iş güvenliği açısından ciddi şekilde sorunlar teşkil etmektedir. Bu çalışmanın sonucunda bu zararlı gazların genişletilmiş belirli boyutlardaki perlit taşlarının kalıp halinde egzozlara yerleştirilmesi, egzozlardan çıkan zararlı gazları minimum seviye indirmek ve iş güvenliği açısından solunan gaz ve duman yönünden oluşabilecek meslek hastalıklarını alt limitlere çekmek açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmanın, çevreyi koruma çalışmaları ile iş güvenliği açısından belirli ölçüde yapılan çalışmalara katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Amaç

Çalışmanın asıl amacı perlit kullanılarak üretilen filtrelerin gerek özel sektör açısından gerekse kullanıcılar açısından hem ekonomik hem de dayanıklılık ve uzun ömürlülük açısından değerlendirilmesidir. Perlitin özelliği gereği hafif, kullanışlı, sıcaklığa dayanıklı, rezervinin kolay bulunabilirliği ve ekonomik açıdan birçok konuda avantaj sağlaması perlitin marka dizel partikül filtrelerinde kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Ülkemizde son yıllarda artan motorlu araç ve taşıt sayısına bağlı olarak araç egzozlarından dışarı atılan zararlı emisyon gazları ciddi şekilde çevreyi kirletmekte ve zarar vermektedir. Egzoz emisyon gazları hem insan sağlığı açısından hem de iş

güvenliği açısından ciddi problemler açığa çıkarmaktadır. Bu çalışma ile açığa çıkan bu zararlı gazların 2005 model Ford Focus marka aracın filtresi içerisinde genişletilmiş belirli boyutlardaki perlitin kalıp haline getirilerek egzozlara yerleştirilmesi ile egzozlardan çıkan zararlı gazları minimum seviye indirilmesi amaçlanırken, iş güvenliği açısından da solunan gaz ve dumanın oluşturduğu meslek hastalıklarını önlemek de araştırmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır. Bu çalışmanın günümüzde çevrenin korunması ve iş güvenliği açısından belirli ölçüde yapılan çalışmalara katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2.2. Kullanılan Malzemeler

2.2.1. Perlit

Genleştirilen perlit üretici firmadan satın alınarak boyutlarına göre ayrılmıştır. Genleştirilen perlitin genleştirilmesi işlemi özel fırınlarda gerçekleştirilebilir bir işlem olması nedeniyle genleştirilmiş perlit satın alma yoluyla temin edilmiştir. Genleştirilmiş perlit taşlarının birbirine bağlayıcılığı açısından partikül boyutlarına göre epoksi vb. malzemeler kullanılarak perlit preslenerek kalıplar haline getirilmiştir.

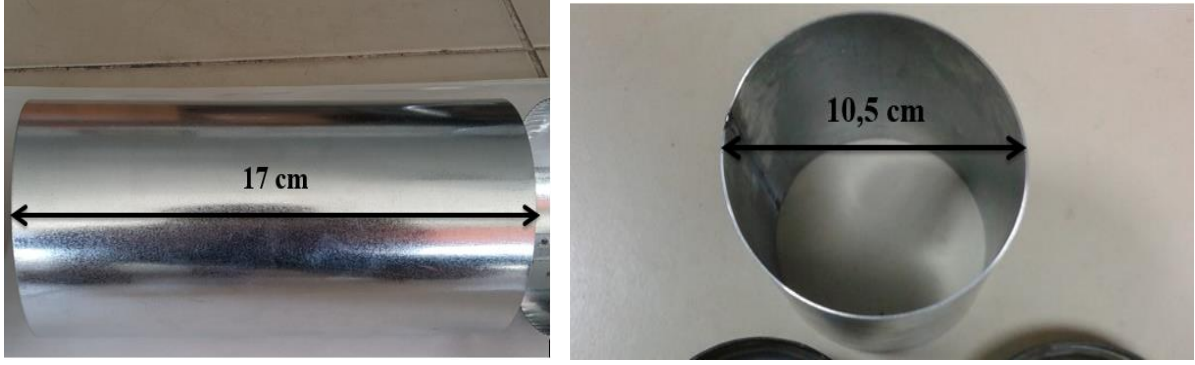


Şekil 1. Genleştirilmiş perlit numuneleri

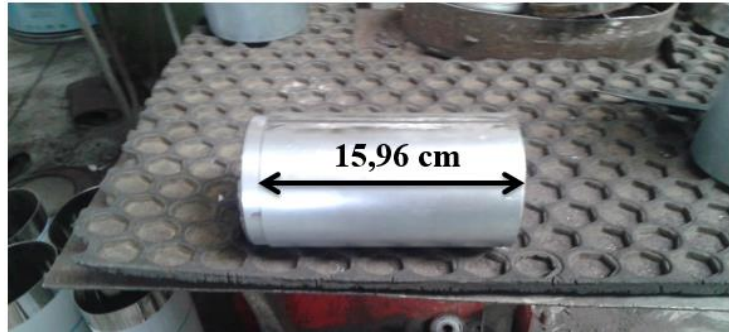
2.3. Yöntem

Partikül filtresi yapımında kullanılmak üzere sac levhalar kullanılmıştır. Plaka halindeki sac levhalar MVD marka hidrolik giyotin kullanılarak istenilen ebatlarda kesilmiştir.

Uygun ebatlarda kesimi tamamlanan 12 mm kalınlığındaki sac levhalar filtre dış kılıfı, filtre iç kılıfı, ızgara ve kapakların yapımında kullanılmıştır. Öncelikle filtre malzemesinin içerisine konulacağı 17 cm uzunluk ve 10,5 cm çapındaki filtre iç kılıfından 1 adet hazırlanmıştır.

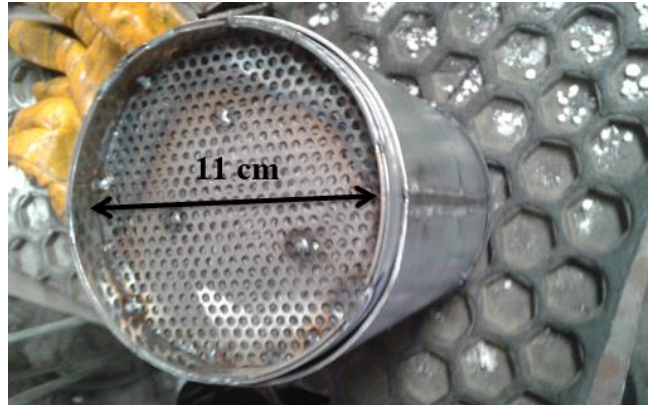


Şekil 2. Filtre iç kılıfı ebatları Filtre iç kılıfının üstü 15,96 cm uzunluk ve 11,25 cm çaplı filtre dış kılıfı ile sarılmıştır.



Şekil 3. Filtre dış kılıfı

Filtre iç kılıfının bir ucu 3mm delikli ve 11 cm çaplı ızgara ile bir ucu kaynak ile birleştirilmiştir.



Şekil 4. Delikli ızgara

Filtrenin 3 mm delikli ızgara ile kapatılan ucu, filtrenin kılıfı yapımında kullanılan sac kullanılarak imal edilen kapak kapatılarak kaynak ile birleştirilmiştir.



Şekil 5. Filtre uç kapağı

Bir ucuna ızgara ve kapak montajı yapılan filtrenin içerisine perlit ilave edilerek diğer uçlarına da 3 mm delikli ızgara montajı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6. Filtre malzemesi doldurulan filtrenin iki ucunun kapakla kapatılması

Yapımı tamamlanan filtre siyah renge boyanarak sistem montajına uygun hale getirilmiştir.



Şekil 7. Boyama işlemi sonrasında elde edilen filtre

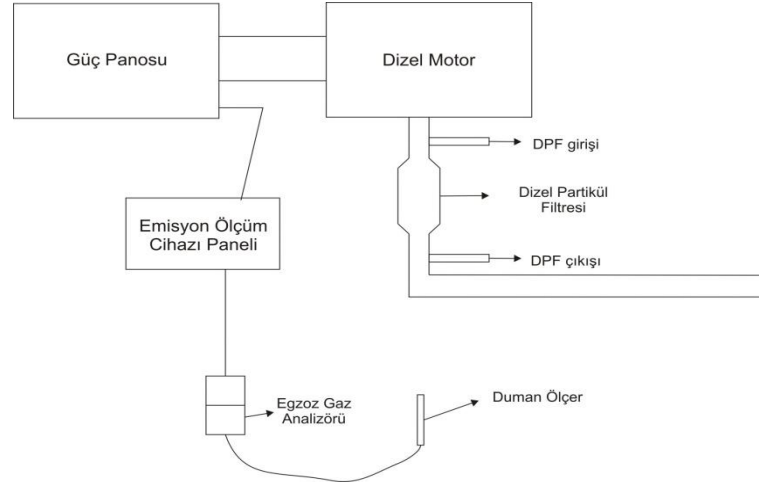
Perlit kullanılarak hazırlanan filtrenin emisyon değerleri üzerine olan etkilerini ölçmek amacıyla dizel motor ünitesine flanş kullanılarak montajı gerçekleştirilmiştir.

2.3.1. Dizel Motor Deney Seti

Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan 2 silindirli ve V tipi dizel motora sahip jeneratör, 230/400 V alternatör ve çalıştırma ve kontrol ekipmanları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Aksa APD 12EM marka jeneratöre ait teknik veriler Çizelge 1’de verilmiştir. Gaz emisyon değerlerinin ölçülmesi amacıyla Çukurova Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği’nde bulunan MRU Air Fair Optrans 1600 marka garaj tipi analiz cihazı kullanılmıştır. Araştırmada emisyon ölçümüne başlanmadan önce yapılan her bir test için ilgili filtre kullanılarak motor kararlı hale gelinceye kadar bir süre çalıştırılmıştır. Motor kararlı çalışma şartlarına ulaştığında her bir filtre ile 3000 dev/dk sabit hızda 1 kW, 2kW ve 3kW güç çıkışlarında deneyler gerçekleştirilmiştir. Çalışma esnasında ortamın nem ve sıcaklık değerleri dijital cihazlar ile ölçülüp kontrol altına alınmıştır.

Çizelge 1. Deney motorunun teknik özellikleri

Marka ve Model	APD-12EM
Maksimum Standby Güç	3000 dev/dk’da 13,2 kW [18 HP]
Soğutma Sistemi	Su soğutmalı
Hava Emme Sistemi	Doğal emişli
Çap x strok (mm)	80 x 79
Silindir sayısı	2 Silindirli, V Tipi
Püskürtme sistemi	Direkt
Sıkıştırma oranı	18:1
Egzoz Gaz Sıcaklığı (°C) (Katalog Değeri)	600



Şekil 8. Deney düzeneği

Egzoz emisyon ölçümlerinde ve duman koyuluğunu ölçmek amacıyla MRU Air Fair Optrans 1600 marka gaz ölçüm cihazı kullanılmış olup cihaz hassasiyeti ile ilgili bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. MRU Air Fair Optrans 1600 gaz analiz cihazına ait teknik değerler

Emisyon Gazı	Ölçüm Aralığı	Hassasiyet
CO	%0-10	%0,01 hacim
CO ₂	%0-20	%0,1 hacim
HC	0-20000 ppm	1 ppm
NO _x	0-5000 ppm	1 ppm
O ₂	%0-20	%0,01 hacim
Duman Koyuluğu (İslilik)	%0-99,9	%0,01

2.4. Perlit Kullanılan Filtreye Ait Duman Koyuluğu (İslilik) Miktarının Karşılaştırılması

Genleştirilmiş perlit kullanılarak oluşturulan filtrenin 3000 dev/dk sabit devirde 1 kW, 2 kW ve 3 kW yükler altında, motorun kararlı çalışma şartlarına ulaşmasından sonra 30 sn beklenecek duman koyuluğu oranları ölçülmüştür (Şekil 9).

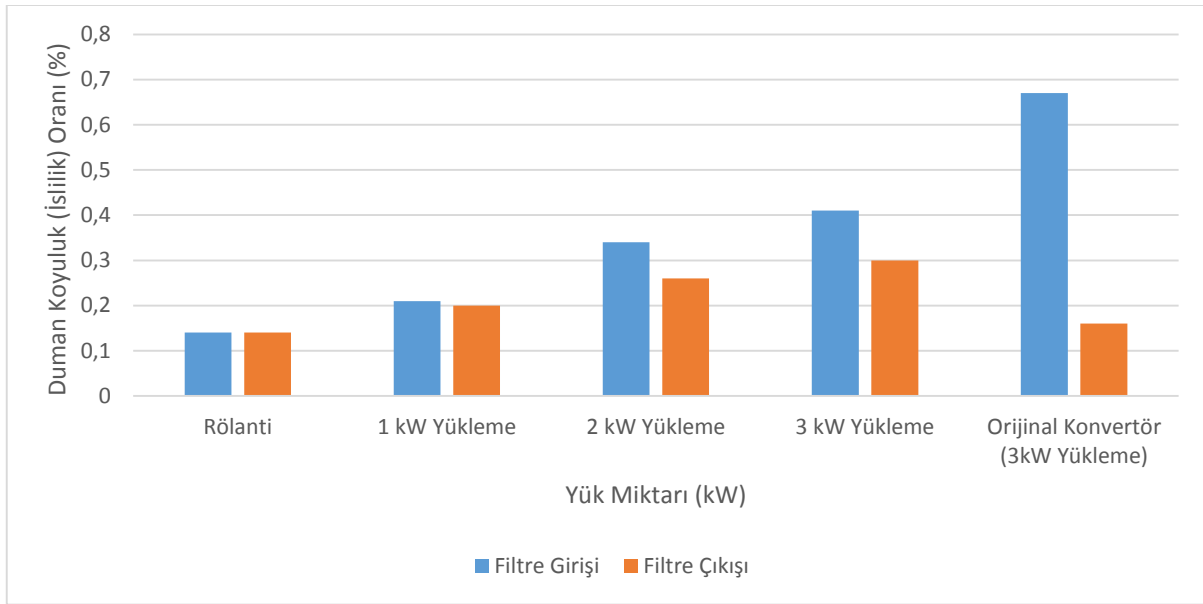


Şekil 9. Filtrenin DPF girişinde ölçüm yapma

Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen ışık absorpsiyon katsayısı (K) ve duman koyuluğu oranları (N) değerleri Şekil 10 ve Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Filtrenin farklı yükler altındaki duman koyuluğu oranı

Dizel Motor Yük Miktarı	Ölçüm Değerleri	Filtre Girişi	Filtre Çıkışı
Rölanti	K (1/m): N (%):	0,032 0,14	0,025 0,14
1 kW Yükleme	K (1/m): N (%):	0,049 0,21	0,063 0,20
2 kW Yükleme	K (1/m): N (%):	0,075 0,34	0,063 0,26
3 kW Yükleme	K (1/m): N (%):	0,090 0,41	0,051 0,30
APD-12EM Jeneratör motorunun teknik özelliklerine göre orijinal filtre ölçüm sonuçları (3 kW Yükleme)	K (1/m) N (%)	0,061 0,67	0,039 0,16



Şekil 10. DPF girişindeki ölçüm noktaları

Şekil 10'da verilen grafikte sabit devir ve farklı yük miktarlarında ölçülen duman koyuluğu oranları görülmektedir. Genleştirilmiş perlit ile yapılan filtrede motorun rölanti durumunda duman koyulu oranının partikül filtresi girişinde ve çıkışında aynı olduğu, motor yük miktarı arttıkça genleştirilmiş perlit kullanılarak oluşturulan filtrede duman koyulu oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Motorun 3 kW'lık yük altında oluşturduğu egzoz gazının islilik oranının %50 oranında düştüğü tespit edilmiştir. Genleştirilmiş perlit kullanılarak oluşturulan filtrenin motor yük oranı arttıkça duman koyulu oranının azaldığı yapılan araştırma sonucunda tespit edildiği söylenebilir. Motor yük miktarı arttıkça duman koyulu oranının azalmasının sebebi egzoz sıcaklığının artması olduğu söylenebilir. 2005 yılı üretimi Ford model araç orijinal filtresinin 3kW'lık yük altında oluşturduğu egzoz gazının islilik oranının yaklaşık %77 oranında düşüş olduğu ve bu değer

genleştirilmiş perlit ile yapılan filtreye göre daha yüksek bir değer olduğu araştırma sonucunda tespit edilmiştir.

Araştırmada yük miktarı ile duman koyulu oranının ters orantılı olduğu yapılan deneyler sonucunda tespit edilmiştir. Bu durumun sebebinin yük miktarının artmasının egzoz sıcaklığını artırması olduğu söylenebilir. Egzoz sıcaklık düzeyinin artması yakıtın yanma verimini artırarak duman koyuluk oranını azaltmaktadır. Motor rölantide çalışırken genleştirilmiş perlit kullanılan filtrede duman koyuluk oranının değişmediği tespit edilmiştir. Bu durum genleştirilmiş perlitin düşük egzoz sıcaklıklarında daha iyi filtreleme özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. 1 kW'lık yük değerinde duman koyulu oranının perlit kullanılarak yapılan filtrede bu oranın sabit kaldığı tespit edilmiştir. 2 kW'lık yük değerinde perlit kullanılarak üretilen filtrenin duman koyulu oranını azalttığı araştırma sonucunda tespit edilmiştir. 3 kW'lık yük değerinde perlit kullanılarak üretilen filtrenin duman koyulu oranını azalttığı araştırma sonucunda tespit edilmiştir.

3. Sonuçlar

Sonuç olarak dizel partikül filtrelerinde genleştirilmiş perlit kullanımı duman koyuluk (islilik) oranını önemli ölçüde azalttığı ve sıcaklık değerleriyle doğru orantılı olarak filtreleme özelliğini arttığı söylenebilir. APD-12EM jeneratör motorunun teknik özelliklerine göre Ford Focus marka araçta kullanılan filtrede duman koyulu oranındaki azalmanın perlit kullanılarak üretilen filtreye oranla daha yüksek düzeyde olduğu araştırma sonucunda tespit edilmiştir. Filtreleme özelliğine sahip olan farklı malzemelerin dizel partikül filtrelerinde kullanılması çevre kirliliğinin azaltılmasında önemli rol oynayabilir. Araştırmada ham perlit ile bir filtre yapılarak ham perlitin duman koyulu oranı üzerindeki etkisi araştırılabilir.

Kaynaklar

- [1] Ayhan V., 2009. Bir Dizel Motoruna Buhar Enjeksiyonunun NOx ve İS Emisyonlarına Etkisinin Araştırılması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi, Doktora Tezi, Sakarya.
- [2] Soruşbay C., 2015. Egzoz Gazları Emisyonu Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul.
- [3] Keskin A., Sağıroğlu S., 2010. Dizel Motorlarından Kaynaklanan Egzoz Emisyonları ve Kontrol Yöntemleri. Mühendis ve Makina, Cilt 51 (606).
- [4] Keskin A., Sağıroğlu S., 2009. Dizel Motorlarından Partikül Madde Emisyon Kontrolü ve Gelişmeler. 5. Uluslararası Teknolojiler Sempozyumu, Karabük.