

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



TEK SİLİNDİRLİ DİZEL BİR MOTORDA SUSAM YAĞI/DİZEL YAKIT
KARIŞIMLARINA GRAFENOKSİT (C₁₄₀H₄₂O₂₀) İLAVESİNİN PERFORMANS VE
EMİSYON PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlker GÖKÇE

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Makine Mühendisliği Programı

Ocak, 2022

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



TEK SİLİNDİRLİ DİZEL BİR MOTORDA SUSAM YAĞI/DİZEL YAKIT
KARIŞIMLARINA GRAFENOKSİT (C₁₄₀H₄₂O₂₀) İLAVESİNİN PERFORMANS VE
EMİSYON PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlker GÖKÇE
(Y1913.080001)

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Makine Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı Dr.Öğr. Üyesi Süleyman ŞİMŞEK

Ocak, 2022

ONAY FORMU



ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans olarak sunduğum ‘‘Tek Silindirli Dizel Bir Motorda Susam Yağı/Dizel Yakıt Karışımlarına Grafenoksit (C₁₄₀H₄₂O₂₀) İlavesinin Performans Ve Emisyon Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi’’ adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça ’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (17/01/2022)

İlker GÖKÇE

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince bana her konuda desteğini gösteren bu tez çalışmasında hiçbir bilgi paylaşımını esirgemeyen ayrıca bizlere bu deneysel çalışmayı yapmamızı sağlayan bu imkanı bize sunan Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ŞİMŞEK'e, değerli bilgilerini paylaştan Doç. Dr. Samet USLU hocama teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme ve bu tez çalışmam boyunca benim yanımda olan her türlü desteğini esirgemeyen Fatma AKTAŞ'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Ocak, 2022

İlker GÖKÇE

TEK SİLİNDİRLİ DİZEL BİR MOTORDA SUSAM YAĞI/DİZEL YAKIT KARIŞIMLARINA GRAFENOKSİT ($C_{140}H_{42}O_{20}$) İLAVESİNİN PERFORMANS VE EMİSYON PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Günümüzde artan nüfus, artan fosil yakıt türevi ürünlerin tüketimi doğrultusunda ortaya çıkan fosil yakıt rezervlerinin tükeniyor olması ve fosil yakıtların kullanılması ile meydana gelen çevre kirliliğine sebep olan kirletici emisyonlar ve sera gazı etkisi canlı yaşam alanlarını olumsuz etkilemekte olup aynı zamanda küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Özellikle dizel yakıtlı motorlarda NO_x ve is emisyonu parametreleri oldukça yüksek olup çevre kirliliğine en önemli etkidir. Ortaya çıkan bu durumlardan dolayı daha yaşanabilir bir çevre ve canlı yaşamını daha ön planda tutulması için yenilenebilir daha çevreci alternatif yakıt arayışları hızlanmıştır.

Bu çalışmada susam yağından elde edilen biyodizelin tek silindirli dizel bir motorda alternatif yakıt olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. SY10 (%10 Susam Yağı +%90 Dizel) ,SY20 (%20 Susam Yağı+%80 Dizel) ,SY30 (%30 Susam Yağı+%70 Dizel) elde edilen bu biyodizeller sabit devirli, hava soğutmalı, dört zamanlı, tek silindirli, direkt enjeksiyonlu dizel motorda 500 – 3000 watt arasında farklı yük testleri yapılmıştır. Test sırasında CO, HC, CO_2 , NO_x efektif verim ve özgül yakıt tüketim değerleri anlık olarak ölçülmüştür. Bu parametrelerin en ideal yakıt olarak verdiği değerler sonucu SY30 biyodizeli en verimli yakıt olarak tespit edildikten sonra içerisine 25 mg Grafenoksit ($C_{140}H_{42}O_{20}$) ilave edilerek aynı şekilde 500 – 3000 watt arasında CO, HC, CO_2 , NO_x , efektif verim ve özgül yakıt tüketim değerleri tekrar incelenmiştir. Ölçülen bu değerler incelenmiş olup CO, HC, NO_x parametrelerinde biyodizel oranı artıka azalma meydana gelmekte olup CO_2 , özgül yakıt tüketimi, efektif verim değerlerinde artış meydana gelmektedir. SY30+25mg Grafenoksit biyodizeline dizel yakıtla oranla daha düşük HC salınımı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Susam yağı, grafenoksit, biyodizel, dizel motor, egzoz emisyonları



INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ADDITIONAL GRAPHENOXIDE (C₁₄₀H₄₂O₂₀) TO SESAME OIL/DIESEL FUEL MIXES ON PERFORMANCE AND EMISSIONS PARAMETERS IN A SINGLE CYLINDER DIESEL ENGINE

ABSTRACT

Today, the increasing population, the depletion of fossil fuel reserves resulting from the consumption of increasing fossil fuel-derived products, and the pollutant emissions and greenhouse gas effect that cause environmental pollution caused by the use of fossil fuels adversely affect living spaces and also cause global warming. Especially in diesel fueled engines, NO_x and soot emission parameters are quite high and they are the most important factor in environmental pollution. Due to these emerging situations, the search for renewable, more environmentally friendly alternative fuels has accelerated in order to prioritize a more livable environment and living life. In this study, the usability of biodiesel obtained from sesame oil as an alternative fuel in a single-cylinder diesel engine was investigated. These biodiesels obtained from SY10 (10% Sesame Oil + 90% Diesel), SY20 (20% Sesame Oil + 80% Diesel) and SY30 (30% Sesame Oil + 70% Diesel) are fixed speed, air cooled, four stroke, single cylinder. , different load tests were carried out between 500 – 3000 watts in a direct injection diesel engine. During the test, CO, HC, CO₂, NO_x effective efficiency and specific fuel consumption values were measured instantly. As a result of the values given by these parameters as the most ideal fuel, after SY30 biodiesel was determined as the most efficient fuel, 25 mg of graphenoxide (C₁₄₀H₄₂O₂₀) was added into it and the CO, HC, CO₂, NO_x, effective efficiency and specific fuel consumption values between 500 – 3000 watts were re-applied. examined. These measured values have been examined and there is a decrease in CO, HC, NO_x parameters as the biodiesel ratio increases, and an increase in CO₂, specific fuel consumption and effective efficiency values occur. Lower HC release was observed in SY30+25mg Grapheneoxide biodiesel compared to diesel fuel.

Keywords: Sesame oil, graphenoxide, biodiesel, diesel engine, exhaust emissions



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ONUR SÖZÜ	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
I. GİRİŞ	1
II. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
III. DİZEL YAKIT ÖZELLİKLERİ.....	8
A. Viskozite	8
B. Setan Sayısı.....	8
C. Parlama Ve Yanma Noktası.....	9
D. Isıl Değer	10
E. Uçuculuk.....	10
F. Özgül Ağırlık	11
G. Kükürt Miktarı	11
H. Akma Noktası	11
İ. Yoğunluk	12
IV. DİZEL MOTORDA YANMA VE EMİSYON.....	13

A. Dizel Motorlarda Yanma	13
1. Tutuşma Gecikmesi	13
2. Ani Yanma	14
3. Kontrollü Yanma	14
4. Gecikmiş Yanma.....	15
B. Dizel Motorlarda Emisyonlar	15
1. Hidrokarbon (HC) Emisyonları	15
2. Partikül Madde ve İş Emisyonları.....	16
3. Azot Oksit (NOx) Emisyonları	17
4. Karbonmonoksit (CO) Emisyonları.....	18
V. DİZEL MOTORLARDA KULLANILAN ALTERNATİF YAKITLAR ...	20
A. Biyodizel.....	20
B. Alkoller	21
C. Doğalgaz.....	21
D. Hidrojen	22
E. Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (Lpg).....	23
F. Biyogaz.....	23
VI. MATERYAL VE METOT.....	24
A. Materyal.....	24
1. Deney Motoru	24
2. Egzoz Emisyonu Ölçüm Cihazı.....	25
3. Deneylerde Kullanılan Yakıtlar	27
a. Susam yağı.....	27
b. Grafen Oksit ve Kullanım Alanları	28
4. Dizel.....	31
5. Deney Seti.....	32

6. Deneş Motoru Yükleme Bölümü.....	33
7. Yakıt Tüketimi Ölçme Düzenegİ	34
8. Kronometre	34
B. Metot.....	35
1. Efektif Verim	35
2. Özgöl Yakıt Tüketimi	35
3. Motor Momenti.....	35
VII.DENEY SONUÇLARI ,TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	37
A. Deneş Sonuçları Ve Tartışma.....	37
1. Efektif Verim	37
2. Özgöl Yakıt Tüketimi	38
B. Egzoz Emisyonları.....	39
1. CO Emisyonu.....	39
2. HC Emisyonu.....	39
3. CO ₂ Emisyonu	40
4. NO _x Emisyonu	40
VIII. SONUÇLAR.....	42
IX. ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ.....	50

KISALTMALAR

CO : Karbonmonoksit

CO₂ : Karbondioksit

NO_x : Azot oksit

HC : Hidrokarbon

SY : Susam Yağı

GO : Grafenoksit

O₂ : Oksijen

Pe : Efektif Güç

B : Saatlik Yakıt Tüketimi

Hu : Kullanılan Yakıtın Alt Isıl Değeri

b_e : Özgül Yakıt Tüketimi

M_e :Motor Momenti

n :Motor Devri

SY10 : %10 Susam yağı içeren %90 dizel yakıt karışımı

SY20 : %20 Susam yağı içeren %80 dizel yakıt karışımı

SY30 : %30 Susam yağı içeren %70 dizel yakıt karışımı

SY30+25mg GO :%30 Susam yağı içeren %70 dizel yakıt ve 25 mg grafenoksit katkı maddesi içeren yakıt karışımı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. .Kullanılan deney motorunun özellikleri.....	24
Çizelge 2. Kullanılan motora bağlı deney jeneratörünün özellikleri.....	25
Çizelge 3. Egzoz gaz analizi ölçüm cihazı teknik özellikleri.....	26
Çizelge 4. Grafenin fiziksel ve mekanik özellikleri	29
Çizelge 5. Elde edilen biyodizel yakıtın ve saf dizel yakıtın kimyasal özellikleri...	32

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.	Setan Cetveli.	9
Şekil 2.	Dizel motorlarda yanma diyagramı.....	14
Şekil 3.	Deneyselerde kullanılan motorun görseli verilmiştir	25
Şekil 4.	Egzoz gaz analizi için ölçüm cihazı	26
Şekil 5.	Egzoz emisyon ölçüm cihazı.....	26
Şekil 6.	Susam yağı ve dizel yakıttan elde edilen biyodizeller	28
Şekil 7.	Grafitin tek katmanlı yapısı olan grafen görünümü	28
Şekil 8.	Çeşitli grafen elde etme yöntemleri	29
Şekil 9.	Grafen pil.....	30
Şekil 10.	%30 Susam yağı + %70 dizel ve 25 mg grafenoksit katkılı biyodizel....	31
Şekil 11.	Deneysel çalışmanın yapıldığı düzenek	32
Şekil 12.	Deneysel çalışmaların şematik görüntüsü	33
Şekil 13.	Yükleme ünitesi.....	33
Şekil 14.	Özgül yakıt tüketimi ölçme düzeneği.....	34
Şekil 15.	Kronometre.....	34
Şekil 16.	otor yüküne bağlı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen efektif verim değerleri.....	38
Şekil 17.	Motor yüküne bağlı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen özgül yakıt tüketim değerleri.	38
Şekil 18.	Motor yüküne bağlı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen CO değerleri..	39

Şekil 19. Motor yüküne bağı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen HC değerleri. . 40

Şekil 20. Motor yüküne bağı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen CO₂ değerleri. 40

Şekil 21. Motor yüküne bağı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen NO_x değerleri. 41



I. GİRİŞ

Bulduğumuz yüzyılda çoğunlukla kara araçlarında motor için yakıt kaynağı petrol ve türevi ürünlerdir. Dünya üzerindeki bu rezervler de bölgesel olarak farklı yerlerde toplanması sebebiyle ekonomik anlamda ve siyasi anlamda ülkelerin birbirine ambargo uygulamasına sebep olmaktadır. Motorlu taşıtların insan yaşamını kolaylaştırmasının yanı sıra çevreye ve doğaya verdiği zararda yadsınamaz bir gerçektir. Günümüzde azalmakta olan petrol rezervlerinin ve petrol rezervlerini kullanan içten yanmalı motorlarında emisyon miktarının doğaya, çevreye ve canlı yaşamına verdiği olumsuz etkiden dolayı en azından sağlık açısından risk oluşturmayacak alternatif yakıt arayışında bulunmaktadır (Koyun, 2009).

Arayışı içinde bulunan bu yakıtların içten yanmalı motorlarda ki emisyon değerlerinin düşmesine, çevre dostu, canlı yaşamını tehdit etmeyecek düzeyde olması farklı şartlar altında ki avantajları ve dezavantajlarının da detaylı çalışılması gerekmektedir. Çalışması yapılan bu alternatif yakıtlar içten yanmalı motorlarda doğrudan kullanılacağı gibi bir kısmının da farklı proseslere maruz bırakılması gerekmektedir (Er, 2009).

Bu anlamda çağımızı en yeni enerji ve yenilenebilir olmasında dolayı en büyük hacme sahip olan enerji seçeneğimiz biyokütledir. Biyokütle rezervlerinden elde edilen sıvı yakıt anlamındaki çoğu çalışma ve araştırma dizel motorlarda bulunan potansiyel doğrultusunda bitkisel ve benzeri yağlar üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Biyodizel dizel motorlardaki bitkisel yağ anlamında en uygun alternatif yakıttır. Bu alternatif yakıt olarak belirttiğimiz bitkisel yağlar veya türevi yağların dizel yakıt olarak kullanılabilmesi için 4 farklı üretim yöntemi vardır. Yağların motorin katkısıyla seyreltmek, transesterifikasyon reaksiyonu, mikro emülsiyonlama ve termal kriting yöntemidir (Koyun, 2009).

Bu yöntemlerden son zamanlarda en fazla transesterifikasyon reaksiyonu yöntemi ile araştırmalar yapılmaktadır. Bu yöntemle üretilmiş olan biyodizel ile

geleneksel dizel yakıt yakıldığı esnadaki emisyon değeri bakımından kıyaslandığında düşük CO, yanma gerçekleşmeyen HC emisyon meydana getirmektedir. Araştırılması gerçekleştirilen bu alternatif yenilenebilir biyodizelin yanma sonucu meydana gelen CO₂ ürünü doğada tekrardan fotosentez işlemine adapte olduğu söylenebilir. Sera gazlarına etkisi olan dizel motorlarda ki emisyon değeri bu anlamda minimize edilmiştir (Özsezen, 2007).

Biyodizeli alternatif yakıt haline getiren en önemli parametrelerin geleneksel dizel yakıt özelliklerine çok yakın olmasıdır. Bunlar, yüksek olan ısı değer, yapısında bulunan oksijen ile emisyon değerlerini azaltması, basit şekilde esterleşmesi, yapısındaki yüksek setan miktarı, yapısındaki düşük sülfür oranı, sahip olduğu yüksek parlama noktası, kullanım alanına bağlı olarak yağlama oranının yapı içerisinde iyi olması biyodizeli alternatif yakıt olarak düşünülmesini sağlamaktadır. Alternatif yakıt olarak düşünülen biyodizelin yakıt olarak kullanılmasındaki en büyük problemlerden biri yakıt olarak düşünülen bitkisel veya hayvansal yağın akıcılığının yüksek olmasıdır. Yaklaşık olarak kullandığımız dizel yakıt 3 mm²/s akıcılık değerini verirken diğer bitkisel yağlar yaklaşık (yer fıstığı, soya yağı, pamuk yağı vb.) 30 mm²/s akıcılık değerini vermektedir. Alternatif yakıt için oluşan bu en önemli problem transesterifikasyon, piroliz, esterleşme ve mikro emülsiyon yöntemleri ile çözülebilmektedir. Bu önemli sorun çözümü için kullanılan işlemler ile elde edilen biyodizelin akıcılığını artırarak verimliliği artırmaya yönelik yapılan çalışmalardır (Maden, 2016).

Alternatif yakıtların kullanılabilmesi için bitkisel yağların yakıt parametrelerinde ki yapılan iyileştirme çalışmalar değeri ise motor aksamında yapılan çalışmalardır. Bitkisel yağların özelliklerini yanma parametrelerini geleneksel yakıt parametrelerine getirebilmek için en önemli etken olan viskozite iyileştirme çalışması yer almaktadır. Viskozite yani akıcılığı artırma çalışmalarında kimyasal ve ısı olarak iki yöntem uygularız. Bu yöntemlerden ısı yönteminde akıcılığı artırmak için ön ısıtma işlemi uygulanır. Bu işlem ile sıcaklık artışı sağlanarak akıcılığın artırılması hedeflenmektedir (Gök, 2008).

II. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Alpgiray ve Gürhan bu çalışmalarında, alternatif yakıt olarak değerlendirebileceğimiz kanola yağını dizel bir tek silindirli motorda ki emisyon ve motor performansına yönelik yaptıkları bir çalışmadır. Araştırmalarında 5,5kW ve 4 zamanlı doğrudan püskürtmeli dizel bir motor kullanmışlardır. Araştırmalarının ilk bölümü dizel yakıt içerisine belli oranlarda kanola yağının ilavesi ile dizel yakıtın seyreltilmesi sağlanmıştır. Bu oranlar % 20, %40, %60 ve %80'dir. Bu oranlar ile seyreltilmiş dizel yakıtın emisyon ve performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Diğer bölümünde ise, kanola yağından transesterifikasyon yöntemi ile metil esterini üreterek motor performansı ve emisyon değerlerini incelemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada motor devir sayısını göz önünde bulundurarak yakıt sarfiyatı, emisyon, dönme momentinin değerlerini incelemişlerdir. Kullanılan kanola yağı dizel yakıtla kıyasla motor, gücünde, dönme momentinde düşüşün olduğunu gözlemlemişlerdir. Elde ettikleri metil esterinin kullanımı ile kullandıkları kanola yağına kıyasla dizel yakıt performansına yakın sonuçlar verdiğine ulaşmışlardır. Kanola yağına uyguladıkları transesterifikasyon ile üretim yönteminde alternatif yakıt olarak düşünülen bitkisel yağların akıcılığının arttığı ve birim hacim ağırlığında azalma olduğu sonucuna varmışlardır. Vardıkları bu sonuca istinaden kanola yağından elde edilen metil esterinin dizel yakıtla daha yakın özellikler sağladığı sonucuna varmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada kanola yağının deneysel çalışma esnasında egzoz dumanında ki koyu rengin dizel yakıt egzoz dumanına göre daha koyu renkte olduğunu, fakat transesterifikasyon yöntemi ile elde edilen metil esterinin kullanımı ile egzoz duman yoğunluğunun daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Ulaştıkları sonuç olarak kanola yağının geleneksel dizel yakıtla daha yakın emisyon ve motor performansı verdiği gözlemlemişlerdir (ALPGİRAY ve GÜRHAN, 2007).

Akbaş ve arkadaşları bu çalışmalarında, fındık yağının alternatif yakıt araştırmasını yapmışlardır. Deneysel çalışmada doğrudan püskürtmeli dört

zamanlı soğutma sistemi hava olan tek silindirli bir dizel motorda çalışmışlardır. Alternatif yakıt olarak kullandıkları ham fındık yağının akıcılığının çok az olması durumuna karşılık seyreltme işlemi için fındık yağı ve motorin, % 25, %50 ve %75 oranında karışımlar ile seyreltme işlemi yapmışlardır. Seyretme işlemi ile elde ettikleri yakıtı dizel motorda kullanıp, farklı motor devirlerinde, hızında performans değerlendirmelerini yapmışlardır. Sonuç olarak yaptıkları bu çalışmada gelenekse dizel yakıtı göre motor gücü, moment ve tüketim gibi değerleri yüksek olduğu sonucuna varmışlardır (Sugözü, Akbaş, Altun ve Öner, 2007).

Behçet ve Oral bu çalışmalarında, bitkisel yağ olarak fındık yağı ve hayvansal yağ olarak balık yağı kullanarak trasesterifikasyon yöntemi ile hayvansal yağın metil esterini ve bitkisel yağın metil esterini elde etmişlerdir. Elde ettikleri metil esteri %50 oranı ile geleneksel dizel yakıt ile karıştırmışlardır. Hayvansal yağ metil esterinden elde ettikleri balık yağı metil esterine ve geleneksel dizel yakıt karışımı sonucu bitkisel yağ esterinden elde ettikleri fındık yağı metil esterine geleneksel dizel yakıt ile karışımına da FYME50 isimlerini vermişlerdir. Elde edilen bu yakıtlar direkt püskürtmeli, tek silindirli, hava soğutmalı, dört zamanlı dizel deney motorunda kullanmışlardır. Bu yakıtların emisyon ve performans değerlerini incelemişlerdir. Kullanılan bu yakıtların sonucunda motor devrine bağlı olarak elde edilen motor performansı ve emisyon değerleri ile grafik oluşturmuşlardır. Elde edilen FYME50 isimli yakıtlarının belli oranlarda karıştırılmasıyla elde ettikleri sonuçlar ile geleneksel dizel yakıtı oranla motorun SO₂, CO, motorun gücü, HC ve tork gibi değerler azalmıştır fakat birim hacim hacim ağırlığı, NO_x gibi değerlerde artma gözlemlemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada elde ettikleri karışımların geleneksel dizel motorda herhangi bir değişikliğe maruz bırakılmadan kullanılabileceğini sonucuna varmışlardır (Behçet ve Oral, 2014).

Keskin ve Aydın yaptıkları bu çalışmada fındık yağından üretimi yapılan biyodizelin alternatif yakıt olarak geleneksel dizel motorda kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Elde edilen biyodizelin kimyasal ve fiziksel değerlerini belirleyip, direkt püskürtmeli, tek silindirli bir geleneksel dizel motorda belli devir aralığında tam kapasite yüke maruz bırakılmıştır. Deney sırasında elde edilen veriler biyodizelin birim hacimde ki yakıt tüketiminin, motor gücünün ve motor

torku değerlerinin geleneksel yakıtta göre yakın değerler olduğunu söylemişlerdir. Emisyon ve karbon monoksit değerlerinde geleneksel yakıt değerlerine göre azaldığını söylemektedirler. Motorun dşuk devirlerinde NO_x değerinin dizel yakıt değerine göre yükselmiş olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri biyodizelde SO_x ile karşılaşmamışlardır (Ali Keskin ve Aydın, 2005).

Keskin ve Ekşi yaptıkları bu çalışmada, mısır yağından elde ettikleri biyodizeli geleneksel dizel bir motorda dizel yakıtta alternatif bir yakıt olarak araştırmasını yapmışlardır. Elde ettikleri biyodizelin tek silindirli, doğrudan püskürtmeli bir motorda farklı devir aralıklarında 1800 - 3200 d/d tamamen yükleme ile test etmişlerdir. Deneysel alışma sırasında performans ve emisyon değerlerini kayıt altına almışlardır. Elde edilen biyodizelin çalışma esnasındaki kayıt edilen verileri incelendiğinde motor tork, g değerinin geleneksel yakıtta benzer sonuçlar elde edildiğini tespit edilmiştir. Elde ettikleri veriler sonucunda biyodizelin karbon monoksit değerinin azaldığını söylerken NO_x değerinin arttığını sylemekteler. Elde ettikleri verilerde SO_x ile karşılaşmadıklarını da belirtmekteler (Ali Keskin ve Ekşi, 2006).

Keskin bu çalışmasında, bitkisel yağ olarak kullandığı pamuk yağından elde ettiği metil esterini belli oranlarda direkt püskürtmeli dizel bir tek silindirli motorda farklı oranlarda dizel yakıtına karşıtılarak emisyon değerini, motor performansı gibi değerleri incelemiştir. 1500 rpm değerindeki sabit devirli deney motorunda farklı yüklemeler ile çalışılmıştır. Pamuk yağı metil esterinin farklı oranlarda yakıtta ilavesi ile %10, %20 ve %50 oranlarında dizele ilavesi ile üretilen yakıtı deneyde kullanmıştır. Bu üretilen yakıtı direkt püskürtmeli hava soğutmalı tek silindirli motorda kullanmıştır. Elde ettiği yakıt karşımının yani pamuk yağı metil esterinin dizele göre daha geç tutuştuğunu gecikme söz konusu olduğunu deneysel çalışma sonucu elde etmiştir. Elde edilen metil esteri karşımın dizel yakıtına göre farklı yüklerde birim hacim yakıt tüketiminin yüksek ve ısıl verimliliği dşuk olduğu sonucuna varmıştır. Dizelin ısısı yayınımı elde edilen karşımdan daha düşüktür. Elde edilen karşım yakıtların dizele göre dumandaki koyuluğun azaldığını aynı zamandan CO değerlerinde azalmaya neden olduğu söylenmektedir. NO_x değerinde ise artma, HC değerinin düşük olduğu sonucuna varılmıştır (Ahmet Keskin, 2018).

Sarıdemir ve Tekin bu çalışmalarında, dizel tek silindirli motorda geleneksel dizel yakıt ile kanola yağından elde edilmiş metil esterinin karışımının motordaki tork, güç değişimini ve verimini aynı zamanda egzoz emisyonunun değişimini araştırmışlardır. Geleneksel dizel yakıtta %0, 20, 40 olmak üzere farklı oranlarda ilave edilen metil esterinin homojen karışımın tork değerindeki değişimi, gürültüde ki değişimi, emisyon değerinde ki değişimi ve güçteki değişim değerlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri kanola yağı metil esterini geleneksel yakıt ile homojen karışımının oranını artırdıkça dizel motorda ki güç, egzoz emisyonunda ve torkunda düşüş meydana gelmiştir (Saridemir ve Tekin, 2016).

Bedeloğlu ve Taş bu çalışmalarında, grafenin iki boyutlu tek bir atom katmanı kalınlığında kabul edildiğinden balpeteği şeklinde ki yapısından ve çoğu malzemeye göre üstün özellikleri kapsadığından dolayı nanomalzeme çatısı altında nitelendirilmektedir. Grafenin içerisinde ihtiva ettiği elektronların normal şartlardaki oda sıcaklığında üzerinde ağırlık bulunmayan parçacıklar şeklindedir. Bundan dolayı grafenin kendisine özel özellikleri vardır.

Grafenin diğer nanomalzemelerden ayıran en önemli özellikleri elektron mobilitesinin,, ısı iletkenliğin ve tanecik yüzey alanının büyük olması denilebilir. Bu şekilde diğer malzemelerden bir çok üstün özelliği bulunan malzemenin aynı zamanda birçok kullanımı bulunmaktadır. Transistörler, nanokompozitler, transparan elektrotlar vb. gibi sıralanabilir. Yaptıkları bu çalışmada grafenin farklı üretim yöntemlerine değinmişlerdir (Bedeloğlu ve Taş, 2016).

Tiyek ve arkadaşları bu çalışmada, grafenin fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından dünya çapında araştırmaların ilgi odağı bir malzeme olarak tanımlamaktadırlar. Grafeni elde etmenin en basit ve uygulanabilir yolu indirgenmiş grafen oksitten sentezlemektir. Çalışmalarında Modifiye Hummers tekniği ile ilk olarak grafen oksiti elde edip daha sonra indirgeme yöntemi ile indirgenmiş grafen oksit elde etmişlerdir. Elde edilen grafen oksiti incelediklerinde yapısında bulunan epoksi bağları, hidroksil bağları gibi yapısında ihtiva ettiği çoğu bağın indirgenmiş grafen oksit yapısından ayrıldığına dikkat çekmişlerdir. Karbon oranını SEM görüntülerine bakıldığında %89 oranında olduğunu, birbiri ardını takip eden düzenli yapıların fazlaştığını da belirtmişlerdir. Sonuç olarak çalışmalarında indirgenmiş grafen oksit malzemenin

elde edilen katman katman yapının d mesafesi uzunluğunun 0,83 nm olan uzunluğun 0,36 nm' ye gerilediğini belirtmişlerdir (Tiyek ve diğerleri, 2016).

Çoruk bu çalışmasında, ZnO, Ag ve TiO₂ ihtiva eden bir nanokompoziti indirgenmiş grafen oksit katkı maddesi ile sentezlemiştir. Grafen üretiminde birden fazla yöntem olmasında dolayı ve üretim yöntemlerinden biri olan kimyasal üretim prosesi hem üretim miktarı fazlalığından hem de toksik gazların açığa çıkmasından ayrıca içerisinde çok daha az kimyasal madde içermesinde dolayı bu çalışmasında modifiye Hummers's prosesi ile grafen oksit sentezlenmiştir. Elde edilen grafen oksitte bu çalışmada indirgenmiştir. Yapıda bulunan Lakorbik asit ise elde edilen grafen oksidi indirgeyici madde olarak kullanılmıştır. Elde edilen ZnO, TiO₂ ve Ag nano boyuttaki parçaları iki, üç ve dörtlü olarak ultrasonikasyon yöntemi ile üretmiştir. Daha sonra elde ettiğimiz malzemeler 6 farklı yöntem kullanılarak elde edilen malzemelerin karakterizasyonu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler nanokompozit malzemenin hibrit yapısını 6 farklı yöntem ile kontrol sonucu doğrular nitelikte olduğu yapının kararlılığının yüksek olduğunu söylenmektedir. Elde edilen malzemelerde antibakteriyel yapısı kuyu difüzyon yöntemi ile araştırılmıştır (Çoruk, 2019).

Başbağ bu tez çalışmasında, Titanyum dioksit ve Grafen oksit ile elde ettiği nanokompozit malzemenin üretimini sağlayarak elde edilen bu malzemelerin optik özelliklerini ele almıştır. Titanyum dioksit iyi bir yarı iletken malzemedir. Yarı iletken olan titanyum dioksit brokit, rutil ve anafaz olarak farklı faz yapılarına sahiptir. Titanyum dioksitin farklı alanlarda yarı iletken olmasından dolayı örneğin güneş pillerinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen grafen oksit modifiye Hummers yöntemi ile elde edilirken titanyum dioksit ise sol jel işleminin kullanılmasıyla üretilmiştir. Çalışma için elde ettiğimiz katkılı grafen oksit ve katkısız titanyum dioksitli grafen oksit ince film olarak camın alt kısımlarına kaplanması ile deneysel çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda grafen oksit'in titanyum dioksitin yapısal özelliklerini farklılaştırdığı belirlenmiştir. Yapılan bu katkılama işlemi ile yapıdaki bu soğurma işleminden elde edilen yüzde değişirken dalga boyu için bir etki söz konusu değildir. Katkı oranındaki artış elde edilen malzeme de ki geçirgenliği olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Başbağ, 2019).

III. DİZEL YAKIT ÖZELLİKLERİ

A. Viskozite

Bir sıvının akış eğilimine karşı koyduğu, sürtünme ve yer çekimi kuvvetleri doğrultusunda oluşan dirençtir. Bu bağlamda yakıtın tabaka ve atomların üst üste bulunan yapılarının kendi aralarında oluşturduğu kayma eylemine karşı gösterdiği zorluk olarak da tanımlayabiliriz. Viskozite olarak tanımladığımız durum kinematik viskozite ve dinamik viskozite olarak iki farklı grupta değerlendirilmelidir. Örneğin, kare boyutlardaki 2 farklı ve $1m''$ aralarında mesafe bulunan bir düzlem düşünülürse bu iki düzlem arasında bulunan sıvının $1m/s^2$ ile kayması durumunu “dinamik viskozite” bu durumunda yoğunluğa oranlanması ile “kinematik viskozite” olarak tanımlanmaktadır (MUTLU, 2010).

Motor içerisinde yanma odasına gönderilerek kullanılacak olan yakıtın viskozitesi, yanma hızını ve kullanılan yakıtın kalitesini doğrudan etkilemektedir. Viskozite parametresinin yüksek olması yakıtın yanma odasına püskürtülmesi ile motorun enjektörlerinde kalıntı ve tıkanmalara sebebiyet verebilmektedir. Bu durum motor içerisinde bulunan silindirlerde kurumlaşmaya ve püskürtme yetersizliğine de yol açmaktadır. Biyodizel yakıtın kaliteli bir yakıt olduğunun göstergesi kinematik viskozite parametresinde anlaşılmaktadır. Yakıtın yüksek viskoziteye sahip olması transesterifikasyon prosesinin doğru yapılmadığının göstergesi olarak düşünülmelidir (Yüce, 2008).

B. Setan Sayısı

Dizel yakıtlarda setan sayısı yakıtın tutuşma kalitesinin önemli bir parametresi olup artması durumda tutuşmanın daha basit olacağını ve yakıt kalitesinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Setan sayısı egzoz emisyonunun kalitesini motorun performansını ve motor içerisindeki yanma özelliğini etkilemektedir. Benzin yakıtını kullanan motorlarda yakıtın kendiliğinden yanması doğru olmayacağından istenmemektedir. Oktan olarak ifade edilen

noktasından düşüktür. Yakıtlar kendiliğinden tutuşma anlamında ihtiva ettikleri duruma ve parametrelerine bağlıdır. Dizel yakıtlar benzin yakıtlarına göre hemen tutuşma durumuna göre daha güvenilirlerdir. Çünkü dizel yakıtların buharlaşma sıcaklığı benzin yakıtına göre daha yüksektir. Benzin yakıtı açık havada dizel yakıtına göre daha düşük sıcaklıklarda yanma kabiliyetine sahiptir (Şimşek, 2010).

D. Isıl Değer

Isıl değer, yakıtın birim kütlede ya da birim hacimde bulunan enerjidir. Yakıtın motor içerisinde yanması sonucu oluşan egzoz gazı içinde ihtiva ettiği su buharı ısı değeri oluşturur buda alt ısı değeri olarak düşünülmelidir. Isıl değer her zaman yüksek olması istenir (Uslu, 2015).

Yakıt içerisinde ihtiva ettiği enerji alt veya üst ısı değeri olarak tanımlanır. Isıl değer daha önce de tanımladığımız gibi yakıt içerisinde yanma sonucu meydana çıkan su buharı yani H₂O'yu buharlaştırmak için gerekli enerjidir. Bu durumda alt ısı değeri ve üst ısı değeri arasındaki farkı tanımlar. Üretimi yapılan alternatif yakıtlar farklı proseslerden geçirilerek üretimi tamamlandığı için farklı ısı meydana çıkar. Yüksek ısı değerli yakıtlar düşük ısı değerli yakıtlara oranla birim hacimde çok daha iyi sarfiyata sahiptir (Maden, 2016).

E. Uçuculuk

Yakıtta ki önemli parametrelerden biride uçuculuktur. Dizel yakıtın benzinli yakıtına oranla uçuculuğu azdır. Bu doğrultuda dizel yakıtta beklenti de motorun çalışmasını yakıtın daha hızlı yanması ve egzoz gazında buna oranla daha fazla çıkması, yakıtın hava ile daha kolay karışımını sağlamak amacıyla belli bir değere kadar istenmektedir. İyi bir petrol türevi yakıtta damıtma işlemi uçuculuk parametresini temsil edeceğinden yakıtın kaynama ısısı 200-300 °C aralığındadır (Uslu, 2015).

Örneğin soğuk havada motorun çalışmasını kolaylaştıran önemli parametrelerden biride uçuculuk özelliğidir. Yanma işleminin daha kolay olması ve duman oluşturmadan motorun çalışması için bulunan yakıtın uçuculuk özelliğinin oldukça yüksek olması istenmektedir. Uçuculuk özelliğinin düşük olduğu yakıtlar ise daha yüksek devirde ve hızda çalışan (gücü daha doğru ve

verimli elde etmek için) motorlarda kullanılması tercih edilmektedir (Akdere, 2006).

F. Özgül Ağırlık

Yakıtın içerisinde bulunan yağın kolay ve hızlı şekilde ayrıştırılmasını sağlayan bir özelliktir. Üretimi yapılan yakıtın özgül ağırlığının belirlenmesi ve tanımlanabilmesi için önemli bir parametredir. Birim hacimdeki ağırlık olarak tanımlanabilir. Örneğin aynı sıcaklıktaki su ve yakıtın birbirine oranı olarak ifade edebiliriz. Özgül ağırlığı yüksek olan yakıtlar karbon oranı bakımından da yüksektir ve ısıl değeri de fazladır. Özgül ağırlık olarak belirttiğimiz kavram düşük ise yakıt o oranla daha kolay tutuşur. Aynı zamanda yakıtta ki sıcaklık artışı da özgül ağırlıkta düşüş gösteren bir etkiye sahiptir (MUTLU, 2010).

G. Kükürt Miktarı

Ham petrolde bulunan kükürt damıtma prosesi sırasında ham petrol içerisinde ayrıştırılıp uzaklaştırılmaktadır. Bu sırada yakıt içerisinde bir miktar kükürt bulunmakta olup yanma esnasında O_2 ile birlikte SO_2 veya SO_3 bileşiği oluşturur. Bu sırada oluşan SO_3 gazı H_2O ile birlikte H_2SO_4 bileşiğini oluşturur ki buda kuvvetli bir aşındırıcıdır. Bundan dolayı motor içerisinde ki bulunan parçaların hızlı ve kısa zamanda aşınmasına sebep olacaktır bu doğrultuda motor içerisinde ki silindir yuvaları ve segmanlarda çok ciddi arızalara sebep olur. H_2SO_4 aynı zamanda motor içerisinde de yanması sonucunda bir miktar asit oluşturur ki buda egzoz yapısında korozyona sebep olmaktadır. Oluşan bu sülfirik asit doğa ve insan hayatına zararlı bir maddedir. Bundan dolayı yakıt içerisinde ihtiva edilen kükürt oranının minimum seviyede olması istenir (MUTLU, 2010).

H. Akma Noktası

Aynı zamanda katılma noktası olarak da bilinmektedir. Bu durum motorun düşük sıcaklıklarda, yeterli yakıt akışının sağlanamadığı durumlarda motorun çalışmamasıdır. Akma noktası için uygun sıcaklık motorun çalışması için daha düşük sıcaklıklarda olmalıdır (Uslu, 2015).

Soğuk havada dizel yakıtın akıcılığının devamlılığını sağlaması gerekir. Yüksek akma noktasına sahip bir dizel yakıtın soğuk havada püskürtme sisteminden geçememesi motorun çalışmamasına sebebiyet verecektir. Soğuk bölgelerde çalışacak olan dizel motor içerisine gaz yağı vs. gibi maddeler katılır (Akdere, 2006).

İ. Yoğunluk

Özgül ağırlıkları fazla olan yakıtlar yapılarında yüksek miktarda karbon buldukları için ısı enerjileri de yüksektir. Yakıtın kolay tutuşması için özgül ağırlığının düşük olması gerekir. Özgül ağırlık değeri dizel yakıtlarda 0,815–0,934 kg/dm³ arasında olmalıdır. Yakıtlarda minimum maliyet özgül ağırlık olarak yüksek denilebilecek yakıtlardan sağlanır (Akdere, 2006; Uslu, 2015).

IV. DİZEL MOTORDA YANMA VE EMİSYON

A. Dizel Motorlarda Yanma

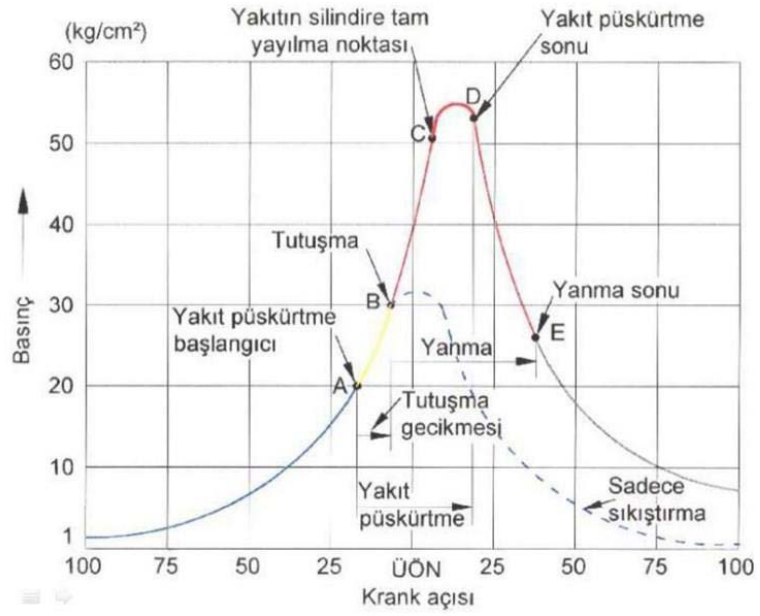
1. Tutuşma Gecikmesi

Yakıt, dizel motorda silindir içerisine püskürtülerek küçük tanecikli yapılara dönüştürülür, kimyasal buharlaşma reaksiyonlarının hepsi bir arada oluşur. Yapıdaki alev çekirdeğinin ortaya çıkması ile yapı içerisindeki kimyasal reaksiyonların meydana gelmesi olayları arasındaki süreç tutuşma gecikmesi olarak tanımlayabiliriz. Motor içerisindeki sıkıştırma süresinin bitimine yakın yakıt ilave edilir. Yakıtın alevlenebilmesi için oksijen ile reaksiyona girmesi ve ısı artışının bir arada olması gerekmektedir. Tutuşma gecikmesi yanma odası içerisindeki bulunan havanın hareketini, yakıtın püskürtme zamanını, yakıt kalitesini ve en önemli parametre olan motor devrini direkt etkilemektedir. Birden fazla çalışma koşullarında püskürtme zamanlamasının ölçülmesinde fayda vardır. Tutuşma gecikmesi, yakıtın motor içerisindeki silindire püskürtme işleminin başladığı süreçten itibaren yapıdaki basınç artışı doğrultusunda silindir içinde ani artış başlangıç zamanına kadar ki toplam süredir. Silindir içerisindeki yanma durumunu direkt olarak tutuşma gecikmesi etkilemektedir. Tutuşma gecikmesi olayı boyunca meydana gelen fiziki, kimyasal olayları belirleyerek bu durumu en uygun düzeyde tutmak mümkün olacaktır. Kısacası tutuşma gecikmesini meydana getiren parametreleri belirlemek gerekir. Bu açıklamaya istinaden tutuşma gecikmesi durumunu iki başlık altında değerlendirmek doğru olacaktır. İlki fiziksel tutuşma gecikmesi ikincisi kimyasal tutuşma gecikmesidir.

Yakıtın küçük yapılara ayrıştırılması, yeterli optimum düzeydeki sıcaklığı oluşturarak buharlaşana kadar ki geçen süredir. Kimyasal gecikme fiziksel gecikme sonrası tutuşma sürecine gelene kadar ki ön reaksiyonların meydana geldiği durumdur. Tutuşma gecikmesi yakıt kalitesine, yapı içerisindeki sıkıştırılan havanın basıncına, yapının sıcaklığına, türbülansa, püskürtme avansı ile ilişkilidir (Uslu, 2015; Uyumaz, 2009).

2. Ani Yanma

Tutuşma gecikmesi kısmındaki püskürtülen yakıt bu kısımda bir miktarı tutuşarak ön yakıt olarak yanar. Bu kısımda basınçta anlık ve ani olarak yükselmeler meydana gelir. Basınçtaki bu yükseliş tutuşma gecikmesi durumunun süresine ayrıca çevrimdeki yakıt miktarı ile ilişkilidir. Yüksek basınç bu yapıda perno, silindir ve piston parçalarının sert bir şekilde birbirine çarpması sağlar buda dizel motorlarda dizel vuruntusu olarak adlandırılmış olup olmaması gereken bir durumdur. Bu vuruntulu durumun oluşmaması için tutuşma gecikmesi süresi optimum düzeyde olabildiğince kısa sürede meydana gelmelidir. Dizel motorlar genelde 0,2-0,3 MPa/KMA olarak basınç artışı söz konusu olup 0,4-0,5 MPa/KMA bu basınç değerlerinde artış olduğunda motor sert ve vuruntulu çalışır (Uslu, 2015; Yağız, 2019).



Şekil 2. Dizel motorlarda yanma diyagramı (Yağız, 2019).

3. Kontrollü Yanma

Ani yanma süreci sonrası ihtiva edilen yakıt , püskürtme süreci devam ettiği süre boyunca yanma işlemine devam edecektir. Yakıt oksijen ile reaksiyonuna devam ettiği sürece yanacaktır. Püskürtülen yakıt ani yanma ile oluşan hızlı yanma sonucu olarak kısa zaman içerisinde yanacaktır. Enjektörlerden püskürtülen yakıt optimum olarak ayarlanarak basıncı istenilen düzeyde tutulabilir. İyi bir kontrollü yanma, yapıdaki avansın ve türbülansın iyi

ayarlanması ile sağlanır. Kontrollü yanma en üst düzeyde elde edilen basıncın sağlandığı C noktası ile silindir içerisinde yakıtın büyük çoğunluğunun yanması için yani D noktasına kadar ki sürece denir. Kontrollü yanma sürecinde basıncı, püskürtme hızı, yanma odası şekli, silindir içerisine alınan yakıtta ki pistonun durumuna göre değişir (Atmanlı, 2013; Uslu, 2015; Uyumaz, 2009; Yağız, 2019).

4. Gecikmiş Yanma

Kontrollü yanma sonrası yani D ve E noktaları arasında egzoz subabının açıldığı ana kadar ki süreç gecikmiş yanma olarak isimlendirilir. Püskürtme işleminin bitmesi ile silindir içerisinde bulunan yakıt, yanma işlemini tamamlayamayan yakıt oksijen ve türbülans durumuna bağlı olarak işlemine devam eder. Gecikmiş yanma bir anda düşen basınç ve ısı ile silindir yapısı içerisindeki hacime de bağlı olarak kısa sürelidir. Bu durumda motor verimi artırmaktadır (Atmanlı, 2013; Uslu, 2015; Yağız, 2019).

B. Dizel Motorlarda Emisyonlar

1. Hidrokarbon (HC) Emisyonları

Hidrokarbonların büyük bir çoğunluğu yanma artıkları olup petrol ürünler, olarak nitelendirilmektedir. Aynı zamanda hidrokarbonlar organik bileşiklerin gaz yapısında olanların tamamıdır. Hidrokarbon ve kirletici sınıfında alifatik ve aromatik yapıda olan hidrokarbonlarda bilinmektedir. Yüksek sıcaklıklarda egzoz gazında CO ve NO_x'in tersine oranla çok yüksek sıcaklıklarda HC bulunmamaktadır. Fakat oksijen ve sıcaklığın yetmediği durumlarda yanma işleminin tamamlanamamasından kaynaklanan bir yanma ürünü olan HC oluşmaktadır. HC oluşumu, yanma odasındaki bulunan çeşitli bölgelerdeki karışım oranının yüzey/hacim değerinin büyük olması sebebiyle meydana gelen ısı kayıpları ile karışımda tutuşmaya engel teşkil etmesi, yanma odasının soğuk yapısı içeriye gönderilen alevin sönmesine sebebiyet vermesi, yapıda karışım oranlarının düşük olması yada aşırı zengin olmasından dolayı oksidasyon işleminin gecikmesi yavaşlamasında dolayı meydana gelen ısı kaybı sonucu alevin sönmesi durumlarında oluşmaktadır (ORAK, 2011).

Hidrokarbon oluşumu yanma odasında meydana gelen şartlar, motor yükü, yakıt sistemi ve yapının hava emiş gücüyle doğru orantılıdır. Oluşan bu

hidrokarbon yanma için gerekli olan karışımın zengin oranı ve buharlaşma hızının yavaş olmasından kaynaklanmaktadır. Yanma odasında ki yakıtın buharlaşma süresi ayrıca odada bulunan bulunan yakıt/hava miktarı yanma olayını doğrudan etkiler (Uslu, 2015).

HC emisyonu yapıdaki karışımın yanmaması sonucu oluşan iri yakıt tanelerinin oksijen ile karışımı sonucu meydana gelmektedir. HC emisyonu, silindir odasındaki temas eden bölgeler, yakıtın çekirdeği, püskürtme hüzme boyutu, soğuk alev bölgesi ve art püskürtme ile ilgilidir (Ayhan, 2016; Uslu, 2015).

Dört zamanlı motorlarda HC oluşumunun ana sebebi olarak yanma odasına gönderilen alevin odanın duvarlarına teması gösterilmektedir. Yanma odasında ki duvarın yaklaşık 0,008 – 0,038 cm'lik kısımlarında yanma meydana gelmediği gözlemlenmiştir. Bu duruma yani alev sönme bölgesi olarak bilinen bölgede, tutuşma sıcaklığının altına düşen karışım sıcaklığı neden olmaktadır. Duvarın sıcaklığı, duvar malzemesi, yapıdaki karışım oran, karışımın sıcaklığı, basınç alev sönme bölgesi olarak adlandırılan bölgenin kalınlığını etkilemektedir. Karışımda ki oranlarının yüksek olması durumunda yapıdaki oksijen miktarının da yetersiz olması durumunda HC miktarı artar (ORAK, 2011).

2. Partikül Madde ve İis Emisyonları

Motor içerisindeki yanmamış yakıtların ve motorun yağlama yağından ortaya çıkan organik bileşenlerin karbon ihtiva eden malzemeler yani is ile sönümlenmesi sonucu partikül maddeler meydana gelir. Oluşan bu partikül maddelerin boyutu 20 nm ile 10 µm arasında olup canlılar için solunmaktadır. Partikül maddenin çözülebilir ve çözülemez kısımları olup bu kısım kuru kısım olarak tanımlanır. Dizel motor egzoz emisyonu içerisinde ihtiva ettiği partikül madde yapısında ki is miktarı farklılık gösterir buda %35-%50 oranlarına denk gelir. Geri kalan partikül madde bileşenleri aşınmış metal parçaları su, kısmi olarak yanan yakıt, yağlama yağı, sülfattan meydana gelir. Yapıdaki kükürt miktarına bağlı olarak sülfürik asit/sülfat oranı değişiklik gösterir (Uslu, 2015).

Dizel motorda oluşan is hava yakıt oranının yüksek olması, kısmi olarak buharlaşmış yakıt taneciklerinin, eksik yanmanın bir sonucudur. İis, fazlar

arasında geçiş esnasında yüksek sıcaklıkta çekirdek yapı haline gelen yakıtın yanmamasından kaynaklanır (AZİ, 2017).

Dizel motorlarda ki is oluşumu yanmanın bir aşaması olup oluşan is silindirlerin aşınmasına ve segman kanallarına, yuvalarına birikerek yapıya zarar vermektedir. Benzin motorlarında aynı durum söz konusu olmayıp motor içerisinde ki yağlama yakıtının yanması ve yakıtın yanması durumunda yanma odasının duvarlarında karbon kalıntıları meydana gelir (ORAK, 2011).

Dizel motorlarda soğuk hava şartlarında bu çevrimin aksamasından gerçekleşmemesinden kaynaklı olarak beyaz is olarak adlandırılan is oluşmaktadır. Bu işlem yakıtın buharlaşmaya çalışırken oksijen ile kısmi olarak karıştığını ifade eder. Soğuk hava şartlarında çalıştırılan dizel motorlarda bu durum düşük sıcaklıktaki silindirin yakıtın püskürtülmesi esnasında yapıdaki buharlaşma işlemini zorlaştırır. Oluşumu tamamlanan beyaz is yanmamış hidrokarbonlardan oluşmuş olup motorun uygun sıcaklığa ulaşması ile azalır. Püskürtme zamanının gecikmesi yakıtın tutuşmasının gecikmesinin, sıkışma oranının düşük olması beyaz isin gözükmemesinin sebebidir (Ayhan, 2016; Uslu, 2015).

3. Azot Oksit (NO_x) Emisyonları

NO_x emisyonu azot dioksit ve azot monoksitten oluşmaktadır. Yüksek bir oranla sıcaklık ile ilişkili olup %70-%90'lık büyük bir kısmı NO' dan oluşmaktadır. Aynı zamanda oksijen miktarına ve yanma süresi ile ilişkilidir. Ani yanma anında NO_x emisyonu yüksek miktarda oluşum göstermektedir. Yanma işlemi boyunca NO ürünü oluşur oluşan NO'ların bir miktarı NO₂ 'ye dönüşür (Uslu, 2015).

NO_x miktarı denge hesaplamaları ile , yanma şartları sonucu elde edilen değer ile uygunluk göstermemektedir. Motor şartlarında yanma sonucu elde edilen ürünler kimyasal dengeye gelmesi için zaman yeterli değildir. Yapıdaki oluşan reaksiyonların süresi sıcaklık ile ilişkilidir. Ulaşılan maksimum sıcaklıkta NO_x ile denge olmadan yapıdaki yanan gazların sıcaklıkları düşme eğilimi göstermektedir (ORAK, 2011).

Diğer bir denge olayı yanmış gazların soğuması ile sağlanabilir. Düşen sıcaklık ile NO_x, N₂ ve O₂'ye dönüşmesi istenirken, düşük sıcaklıklarda

reaksiyonun düşük olmasından dolayı reaksiyon hızı çok yavaşlar. Bu şekilde yüksek ısı değerlerinde elde edilen NO_x değerleri korunmuş olur. Oluşan bu reaksiyonlar bir süre sonra sıcaklığın azalması sebebiyle reaksiyonlar donar ve yüksek sıcaklık değerlerinde sağlanan miktarlar egzoz gazı içinde belli bir oranda kalmaktadır. Azotoksit oluşumu reaksiyon hızı ve tamamlanması için zamanla doğru orantılıdır (ORAK, 2011; Uslu, 2015).

Tutuşma gecikmesi için belirlenen optimum düzey öne çekilmesi ile gecikme artar. Yakıt düşük sıcaklık ve düşük sıkıştırma basıncında püskürtülmekte olup tutuşma gecikmesi artmaktadır. Artan gecikme püskürtülen yakıtın hava ile teması için daha fazla zaman oluşturur. Oluşan, uzun tutuşma gecikmesi yanma odasına püskürtülen yakıtın ani yanma süresinin uzamasına neden olur. Tutuşma gecikmesini püskürtme zamanının uzaması ile azalma gösterir. Tutuşma gecikmesi süresinin azalması ile ani yanma ve NO_x 'te azalma görülür (Ayhan, 2016; Uslu, 2015).

Setan bakımından zengin yakıtlar daha düşük zaman aralığında ani yanmaya sebebiyet verir ve NO_x emisyonunda azalma meydana getirir. Setan sayısı bakımından düşük olan yakıtlar yüksek tutuşma gecikmesine sahiptir ve yanma işleminin başlangıcında fakir alev kısmında daha çok yakıt biriktirirler. Ani yanma işlemi sırasında biriken yakıt ani yanması sonucunda sıcaklıkta artışa sebep verir. Bu durumun sonucu olarakta NO_x oluşumu artar (Ayhan, 2016; AZİ, 2017; ORAK, 2011; Uslu, 2015).

4. Karbonmonoksit (CO) Emisyonları

Yakıtın yanması sonucu oluşan ürünlerden biri olan CO oluşumunun temel sebebi oksijenin yetersiz olmasıdır. Aynı zamanda elde edilen yakıtın tam homojen olmaması durumunda da yakıtın püskürtüldüğü yanma odası da yetersiz olabilmektedir (ORAK, 2011).

Hidrokarbonun eksik olarak yakılması ile CO emisyonu oluşmaktadır. Yakıtın yanması sırasında oksijenin yetersiz olması ve sıcaklığın düşük seviyede olması CO emisyonunun oluşumunu sağlar. Yanma sonuna doğru oluşan CO'lar yapıda bulunan diğer oksijenler ile birleşerek CO_2 emisyonunu oluşturur. Oda içerisinde ki düşük sıcaklık ve oksijen miktarından dolayı birleşme tepkimeleri oluşmaz bundan dolayı CO miktarı artar (Uslu, 2015).

Yapıdaki sıcaklığın zamanla daha da düşüşü durumunda denge tepkimeleri sıcaklıktaki düşme oranının zamana göre çok hızlı olmasından dolayı CO miktarı daha yüksek olmaktadır. Yanma bölgesinde ki yakıt karışımı zengin olup karışımın fakir durumda olması sonucu yapıdaki CO düzeyinin düşük olmasını sağlar (Ayhan, 2016; ORAK, 2011).



V.DİZEL MOTORLARDA KULLANILAN ALTERNATİF YAKITLAR

Günümüzde canlının en temel ihtiyacı olan enerjinin büyük bir çoğunluğu petrol rezervlerinden karşılanmakta olup bu rezervlerin belli bölgelerde ve sınırlı miktarda olması ve her gün artışı olarak kullanılması sonucu olarak bu kaynaklar tükenme ile karşı karşıyadır. Bundan dolayı alternatif yakıtlar üzerine yapılan çalışmalarda hızlanmıştır. İnsanların alternatif olarak yenilenebilir enerji arayışı artmıştır (Uslu, 2015).

A. Biyodizel

Bitkisel ve hayvansal yağların alkol katalizörü kullanılarak belli reaksiyonlar sonucu elde edilen alternatif bir yakıttır. Bu yakıtlar saf hali ile veya motor yakıtı ile belli oranlarda karıştırılmasıyla ateşlemeli motorlarda kullanılır hale getirilebilir. Biyodizelin motor yakıtı olarak kullanılmasının sebebi;

- Egzoz emisyon değerindeki azalma
- Setan sayısının yüksek olması
- Yapısal olarak değişikliklere ihtiyaç duyulmaması
- Isıl değerinin yüksek olması
- Üretim kolaylığı ve maliyeti uygun olması gibi etkenler
- Biyodizelin yakıt olarak kullanımını için önemli etkenlerdir (Uslu, 2015).

Bitkisel kökenli yağların alternatif yakıt olarak kullanıldığı durumlarda yapılan çalışmaların ortak bir sonucu olarak motor momentini ve motorun vermiş olduğu gücü doğrudan etkilemektedir. Bitkisel kökenli biyodizellerin alt ısıl değerleri dizel yakıtına göre düşüktür. Aynı şartlarda yapılan çalışmalarda da görüldüğü gibi motor gücü dizel yakıtına göre biyodizellerde daha düşük olması ve

yakıt tüketim miktarında ki artış biyodizel ve motorinin alt ısı değerlerinin birbirinde farklı olduğunu kanıtlar niteliktedir (ALTUN ve GÜR, 2005).

B. Alkoller

Fosil kökenli enerji tüketimini doğrudan taşıt sayısındaki artış ile ilişkilendirilebilir. Geleneksel motorlarda kullanılan fosil yakıt kökenli petrol yakılması ile atmosfere birden fazla zararlı emisyonlar verilmektedir. Petrol türevi yakıtların yakılması ile açığa çıkan azot oksitler, karbon monoksitler, hidrokarbonlar, partikül ve is emisyonlarının atmosfere salınması ile insan sağlığında büyük problemler meydana getirir. Yapılan çalışmalar sonucu büyük şehirlerde petrol kökenli yakıtların kullanılması ile atmosferdeki insan sağlığı için zararlı maddelerin % 50'sini bu yakıtların yakılmasından kaynakladığını göstermektedir (Özer, 2014).

Nüfus artış oranı ile ters orantılı olarak mevcut olan enerji kaynakları tükenmekte ve nüfustaki artışın da enerji talebi ile doğru orantılı olarak arttığını göz önünde bulundurursak çevre kirliliğindeki artışında önüne geçebilmek adına alternatif yakıtlar büyük önem kazanmıştır. Atmosferin bu şekilde hızlı olarak kirlenmesi yanı sıra küresel ısınma tehdidini de meydana getirmektedir. Bu sebeptendir ki atmosferi daha az kirlüten ve üretilmesi kolay olan en önemlisi de çevreye daha az zarar veren yakıt arayışı hızlanmıştır. İçten yanmalı motorlarda alkollerin kullanılmasının sebebi olarak oktan sayısının yüksek olması, buharlaşma ısının yüksek olması gibi etkenler alternatif olarak değerlendirilmesinin sebebidir. İçten yanmalı motorlarda alkollerin kullanılması için motor parçalarının uygun hale getirilmesi, alkol üretim maliyetinin düşürülmesi, alkollerin uygun hale getirilmesi için revizyonların yapılması gerekir (ÇELİKTEN, 2004; Özer, 2014).

C. Doğalgaz

Yandığında duman çıkartmayan, renksiz, kokusuz bir gazdır. Doğalgazın kaynama sıcaklığı -162°C olup basınç altında daha az sıcaklıklarda sıkıştırılabilir. Doğalgaz içerisinde ihtiva ettiği karbondioksit, su buharı, helyum, azot, hidrokarbonlar kullanıma hazır hale getirebilmek için ayrıştırılır. Ayrıştırılma

işlemi gerçekleştirilen bu gaz saf derecede sayılabilecek metan gazını meydana getirir. Bu gazın ağırlığı havanın ağırlığının yarısı olup yoğunluğu havaya göre daha azdır. Bu özelliklere sahip olan gaz kısa sürede seyrelerek atmosferde yükselir. Bu gaz içerisinde bulunan diğer kısım gazlar azot, propan, bütan, karbondioksit, etan, pentandan oluşur. 650°C’de yanan metan sızmış olup gaz sisteminde bulunan sıcak yapıdaki bileşikler ile bir araya gelerek yanma durumuna sahip olur. Difüzyon katsayısının doğalgaz da yüksek değere sahip olması nedeni ile karışımı daha hızlı oluşturarak havayla daha kolay karışır (Onur, 2005).

D. Hidrojen

Doğada bulunan en hafif ve tatsız, kokusuz, renksiz yapıya sahip bir maddedir. Hidrojen kıyaslanabilirlik olarak en yakın hava ile kıyaslandığında 15 kat hafiftir. Sıvı hidrojenin motorlarda kullanılan yakıtlara oranla ,sıvı hidrokarbonlara göre 10 kat hafiftir, metan gazına oranla gaz halindeki hidrojen 10 kat daha hafif olduğu söylenebilir.

Oksijen, hidrojen, karbon bakımından içeriğinde bulunmayan bir yakıt olup aynı zamanda molekül ağırlığı bakımından da en az ağırlığa sahip alternatif yakıt olarak düşünülebilir. Sıvı haldeki hidrojen düşük sıcaklıkta olup -252°C kaynama sıcaklığına sahiptir. Sıvılaştırılmış hidrojenin depolanabilmesi için depoların paslanmaz malzemeden yapılmış olması ve çok iyi yalıtım yapılmış olması gerekir. Yakıtlar için kendi kendine tutuşabilme önemli özellik olup herhangi bir dış etken tarafından ısı vermeden karışımın yanması için gerekli sıcaklıktır. Bu durum sıkıştırılabilirlik için belirleyicidir. Bu sayede hidrojenin kendiliğinden tutuşması motordaki sıkıştırma oranının yüksek alınmasına olanak sağlar. Isıl verimlilik açısından sıkıştırma oranları önemlidir. Hidrojenin yüksek tutuşma sıcaklığından dolayı dizel yakıtlı motorlar için pek uygun alternatif yakıt değildir. Düşük yoğunluğa sahip hidrojen belli bir ulaşım mesafesi için büyük hacimli depolara ihtiyaç duymaktadır (Fatih BALIÇ, 2007; Uslu, 2015).

E. Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (Lpg)

Ham petrol rafinirasyon işlemleri prosesi ile sıvılaştırılmış petrol gazı ortaya çıkar. Propan ,bütan ,izomerli hidrokarbonlarının belli miktarlarda karışımı sonucu meydana gelmektedir. Basıncın çok yüksek olduğu ortamlarda sıkıştırılıp sıvılaştırılabilmektedir. Yakıt olarak ekonomik olması sebebi ile sıvılaştırılmış petrol gazı kullanan taşıtlar artmıştır. Dizel motorlarda emisyon değerini iyileştirilmek amacıyla kullanılabilmektedir (BAYIK, 2010).

LPG'nin özellikleri;

Korozif olmaması, insan vücudu ile temasında soğuk yanma olması, Çabuk parlayan çabuk yanan bir gaz, renk ve koku yoktur, yapısında çok az miktarda kükürt bulunur, hava/yakıt karışımını daha homojen sağlar, sıvılaştırılmış petrol gazı bulunan kapalı mekanda solunması durumunda kısa sürede baş dönmesi meydana gelir, buhar basıncıda yüksektir (Fatih BALIÇ, 2007).

F. Biyogaz

Biyolojik bozunma sonucu organik kökenli atıkların oksijen bulunmayan ortamda elde edilmesidir. Kokusu olmayıp, renksiz ve hafiftir. Yapısında karbondioksit, metan ve az miktarda hidrojen, azot içermektedir. Yapısındaki yanma eğilimi biyogaz karışımı içeriğinde bulunan metan gazından oluşmaktadır. 1 m³ biyogaz yanması sonucu açığa çıkan ısı 4700-5700 Kcal/m³ 'tür. Yanmanın tam gerçekleşebilmesi için 1/7 oranında hava ile karıştırılmalıdır. Biyogazın motor içerisinde yakılabilmesi için motora ek olarak %18 veya %20 miktarında motorin gönderilmelidir (BAYIK, 2010; Uslu, 2015).

VI. MATERYAL VE METOT

A. Materyal

Deneyisel çalışma sırasında elde edilen %10 susam yağı + %90 dizel, %20 susam yağı + %80 dizel, %30 susam yağı + %70 dizel yakıt karışımından oluşan biyodizel elde edilmesi, ideal yakıt karışımının belirlenmesi ve ilave edilen katkı maddesinin homojen olarak karıştırılmasında kullanılan ekipmanlar aşağıdaki konu başlıklarında sırası ile anlatılmıştır.

1. Deney Motoru

Deneylerde hava soğutmalı, tek silindirli, dört zamanlı, direkt enjeksiyonlu ve 3000 d/d sabit devirli doğal emişli bir dizel motor kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan motor ve motora bağlı jeneratöre ait özellikler Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir. Deneyisel çalışmada kullanılan motorun Şekil 3’te görseli verilmiştir.

Çizelge 1. .Kullanılan deney motorunun özellikleri

Model	Katana KM 178 FE
Motor tipi	4 zamanlı ,üstten valfli, tek silindirli, yatay şaftlı
Çap strok	78X62 mm
Silindir hacmi	296 cm ³
Yakıt sistemi	Direkt püskürtme
Motor hızı maksimum	3000 d/d
Hava filtresi	Çift elemanlı
Yakıt cinsi	Dizel
Yakıt Tüketimi	1,20 Lt/Saat
Yağ haznesi kapasitesi	1,1 Litre
Soğutma sistemi	Cebri hava soğutmalı

Deneyisel çalışmada kullanılan motora bağlı jeneratörün teknik özellikleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Kullanılan motora bağlı deney jeneratörünün özellikleri

Jeneratör	
Model	KD 4500 E
Maksimum çıkış gücü	4,2 kW
Sürekli çıkış gücü	3,36 kW
Volt	230
Faz	Monofaze
Frekans	50 Hz
Güç faktörü	1
AC devre kesici	Var



Şekil 3. Deneylerde kullanılan motorun görseli verilmiştir

2. Egzoz Emisyonu Ölçüm Cihazı

Deneyisel çalışmada kullanılan motorun egzoz emisyonlarının ölçümü için BİLSA marka Mod 2210 WIN-XP egzoz emisyon cihazı kullanılmıştır. Cihaz üzerinde egzoz gaz analizörü ile lambda, motor devri, HC, CO, CO₂, O₂, NO_x parametreleri ölçülebilmesinin yanı sıra dizel motorlar için is emisyonlarının da ölçülebilmesi mümkündür.



Şekil 4. Egzoz gaz analizi için ölçüm cihazı



Şekil 5. Egzoz emisyon ölçüm cihazı

Çizelge 3. Egzoz gaz analizi ölçüm cihazı teknik özellikleri

Parametre	Hassasiyet	Ölçüm Aralığı
Ölçüm Odası Sıcaklığı		70 - 100 °C
Çalışma Ortam Sıcaklığı	0,01%	0 °C + 40 °C
Motor Yağ Isısı	1 °C	0 - 150 °C
Debi		2 - 6 (1/min)
Algılama Süresi		< 5 sn.
Devir	10 d/dak.	0 - 9990 d/dak.
CO	0,001%	0 - 10,0 % vol.
CO ₂	0,001%	0 - 20,0 % vol.
HC	1 ppm	0 - 10,000 ppm vol.
O	0,01%	0 - 10 % vol.
NO _x	1 ppm	0 - 5000
Lambda	0,001	0,5 - 2,00

3. Deneylerde Kullanılan Yakıtlar

a. Susam yağı

Endüstri amaçlı ve beslenme amaçlı kullanılabilir. Bitkisel olarak nitelendirildiğimiz yağlar gliserin ile oluşturdukları esterlerdir. Gliserinlerin üçlü alkol gurupları ile ester oluşturmaları sonucu trigliseridler meydana getirirler.

Üç karbon atomunun birbiri ile aynı olan yağ asitleri ile birleşmesi ve sonucunda esterleşme meydana getirmesi ile basit olarak nitelendirilen trigliseridler oluşurken farklı olarak nitelendirilen yağ asitleri ile birleşmesi ile karışık olarak nitelendirilen trigliseridler oluşturur. Yağ asitlerinin içerisinde ihtiva eden karbon atomları sayısına bağlı olarak uzunluğu farklı zincir oluştururlar. Susam yağının meydana getiren yağ asitleri 16 ve 18 karbon atomu içerir.

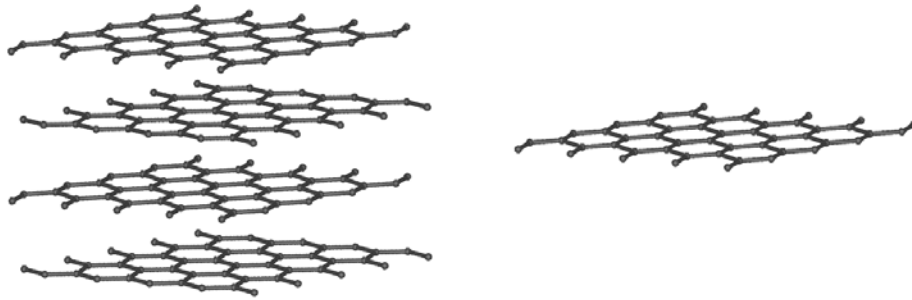
Doymuş veya doymamış olmak üzere yağ asitleri iki farklı guruba ayırmak mümkündür. Doymamış yağlar bir biri ile aynı temel yapıya sahip olmalarına rağmen yağ asidi olarak adlandırdığımız organik kısımların sayıları ve dizilişleri dolayısıyla yağlarının farklı özellikler göstermesine sebep olmaktadır. Yapı içerisindeki karbon adedi ve karbonlar arasında ki bağların tek veya çift oluşu bile “doymuş” yada “doymamış” yağları oluşturmaktadır. Doymamış yağlar motor içerisinde hızlı olarak polimerize olabilmektedir. Yağların doymamışlık miktarının yükselmesi sonucu erime noktası düşmesi gözlemlenir. Susam yağlarında palmitik asit 16 karbonlu ve stearik linoleik, oleik 18 karbonlu asitler mevcuttur. Bu asitler içerisinde çift bağ olmayıp doymuş olarak nitelendirilebilir. Ayrıca susam yağının viskozitesinin yüksek olması dizel motor yakıtına kıyasla motorda olumsuzluk oluşturmaktadır.



Şekil 6. Susam yağı ve dizel yakıttan elde edilen biyodizeller

b. Grafen Oksit ve Kullanım Alanları

İçerisinde ihtiva ettiği karbon atomlarının altıgen yapıda bir araya gelmesi ile oluşan bal peteği şeklinde ki 2 boyutlu yapılardır. Grafen'in yapısı çok nadir görülen planar yapının bir örneğidir. Karbon atomlarının orbital dizilimlerinde melezleşme sonucunda boşta kalmış p_z orbitali grafen'in üstün özelliklerini ortaya çıkartmaktadır. Bu sayede yapıda 2 boyutta tek malzeme meydana gelmiş olur.



Şekil 7. Grafitin tek katmanlı yapısı olan grafen görünümü

Kaynak: (KAYA, 2016).

Meydana gelen grafen grafit tabaklarından ayrılmış halde olup en küçük atomun bile geçemeyeceği sıkı bir dizilime sahiptir. Bu şekilde bir dizilime sahip olmasına rağmen gayet esnek bir yapıdadır. Elmas iyi bir ısı iletkeni olup grafen

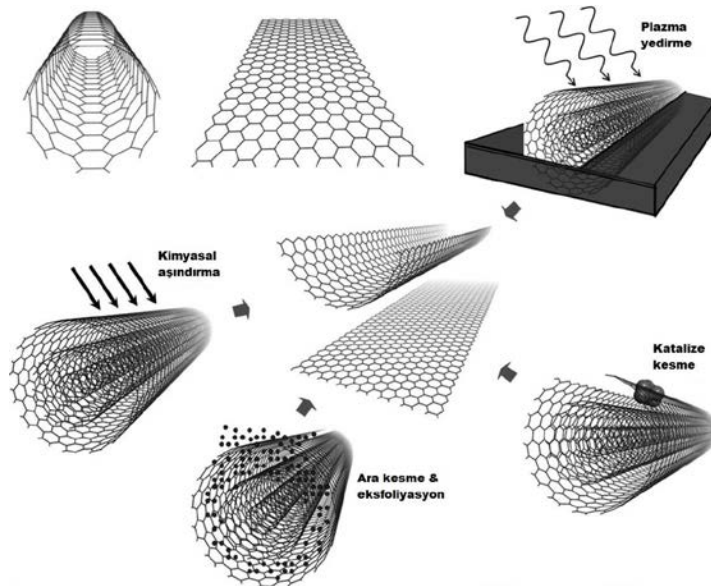
ise bu yapıya göre çok daha yüksek ısı iletkenidir. Aynı zamanda grafen iyi bir elektrik iletkenidir. Elektronlar grafen içerisinde ki bu yapıya rağmen karbon atomlarının bir kütlesi yokmuş gibi çok hızlı hareket eder.

Grafen birim hacimde ki bulunan her bir molekülün kalınlığı ve yüzey/hacim oranına bağlı olarak daha fazla foton miktarını daha fazla çeker. Bu özelliği sebebiyle grafen yoğunluğu yüksek ışık darbelerini nüfuz ettirmede ve birim hacim başına da verimliliğini yüksek olduğu söylenebilir. Grafen akım yoğunluğunun çok yüksek olduğu, optik geçirgenliğinin ve termal yapısının iyi derecede iletken olduğu kusursuz bir yapıya sahiptir. Grafen için önemli olan mekanik ve fiziksel özellikler Tablo 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Grafenin fiziksel ve mekanik özellikleri

Özellik	Grafen
Termal İletkenliği	$4,84-5,3 \times 10^3 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
Geçirgenlik	>70% 10 nm için ince film >95% 2 nm için ince film
Elektron Mobilitesi	$15000 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$
Elastik Modülü	0,5–1 Tpa
Termal Genleşme Katsayısı	$-6 \times 10^{-6} / \text{K}$,
Özdirenci	$10^{-6} \Omega\text{-cm}$
Gerilme Direnci	130 Gpa

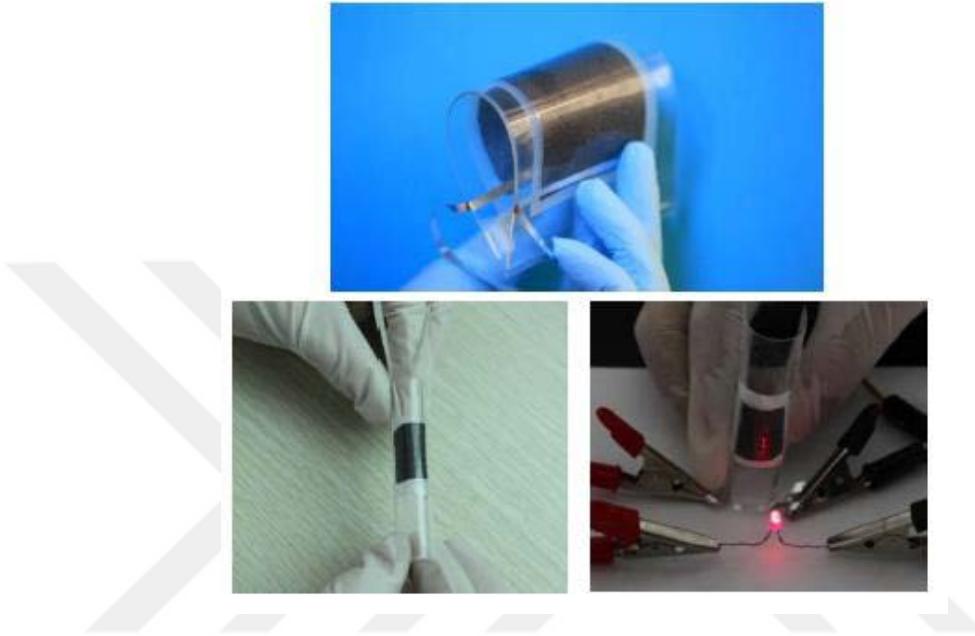
Kaynak: (Başbağ, 2019; Tiyek ve diğerleri, 2016).



Şekil 8. Çeşitli grafen elde etme yöntemleri (KAYA, 2016)

Grafen yapısındaki bu yüksek mekanik özelliklere sahip olmasından dolayı çoğu alanda kullanılabilir. Yapısı itibari ile mevcut malzemelere göre en ince ve

en güçlü malzeme olarak nitelendirilmektedir. Elastiklik açısından iyi, bir o kadar da elmasa göre sert bir yapıdadır. Geçirgen bir yapıya sahip değildir, oda sıcaklığında akım oranı bakır malzemedен oldukça fazladır. Kompozit malzemelerde bileşim olarak kullanılmasının yanı sıra sensör imalatında, esnek yapıda ki ekranların üretiminde görüldüğü üzere bir çok alanda kullanılabilen bir malzemedir.



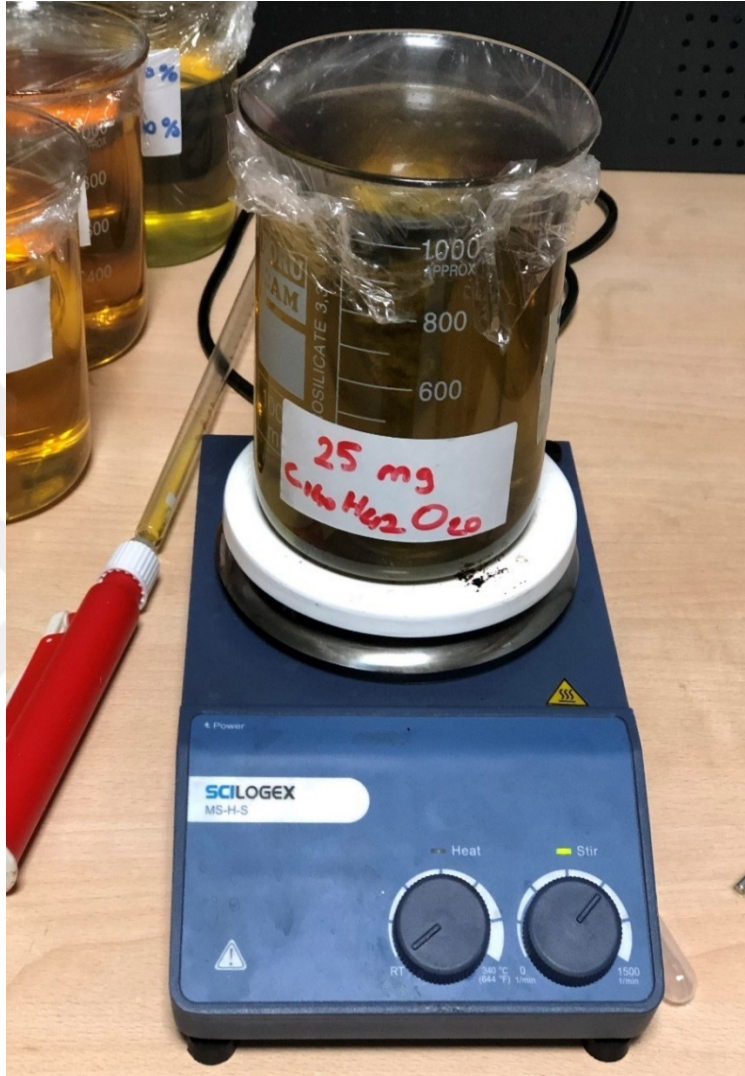
Şekil 9. Grafen pil

Kaynak: (KAYA, 2016)

Ayrırcı yüzey yardımı ile grafen dispersiyonunun vakum ortamı oluşturulmuş bir kanal yardımı ile çekilip ayrırcı yüzeylerde biriktirilmesi ile grafen filmleri elde edilir. Oluşturulan bu grafen filmleri elektrik iletkenliği yüksek ve yapısında ki hassasiyet sayesinde telefon, tablet vs. gibi yüzeylerde dokunmatik ekran imalatında kullanılabilir.

- Ayrıca grafenin kullanım alanları;
- Enerji dönüşümü kapsamında: Güneş Pili , Yakıt Hücresi
- Enerji depolama kapsamında: Süperkapasitör , Li-iyon Pilleri
- Elektronik malzemeler: Saydam elektrotlar, Esnek elektrotlar, Transistörler
- Termal arayüz malzemelerinde: Işık yayan diyotlar, Bilgisayar işlemcileri

Düşük yoğunluklu yapısal malzemeler: Koruyucu kaplama, Sağlam yüzey gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Şekil 10'da elde edilen %30 Susam yağı + %70 dizel ve 25 mg Grafenoksit katkıli elde edilen biyodizelin manyetik karıştırıcıda homojen olarak karıştırıldığı görsel verilmiştir.



Şekil 10. %30 Susam yağı + %70 dizel ve 25 mg grafenoksit katkıli biyodizel

4. Dizel

Ham petrolün damıtılması esnasında 180-350°C kaynama sıcaklığı aralığında damıtılan 805-850 kg/m³ yoğunluğa sahip olan ürüne motorin adı verilir. Dizel yakıtının sahip olması gereken özellikler tutuşabilirlik, düşük sıcaklık akıcılığı, yüksek setan sayısı, iyi yağlayıcılık ve düşük kükürt içeriğidir. Tablo 5 'de elde edilen biyodizel ve saf dizelin TÜBİTAK MAM analizi sonucu kimyasal özellikleri verilmiştir.

Çizelge 5. Elde edilen biyodizel yakıtın ve saf dizel yakıtın kimyasal özellikleri

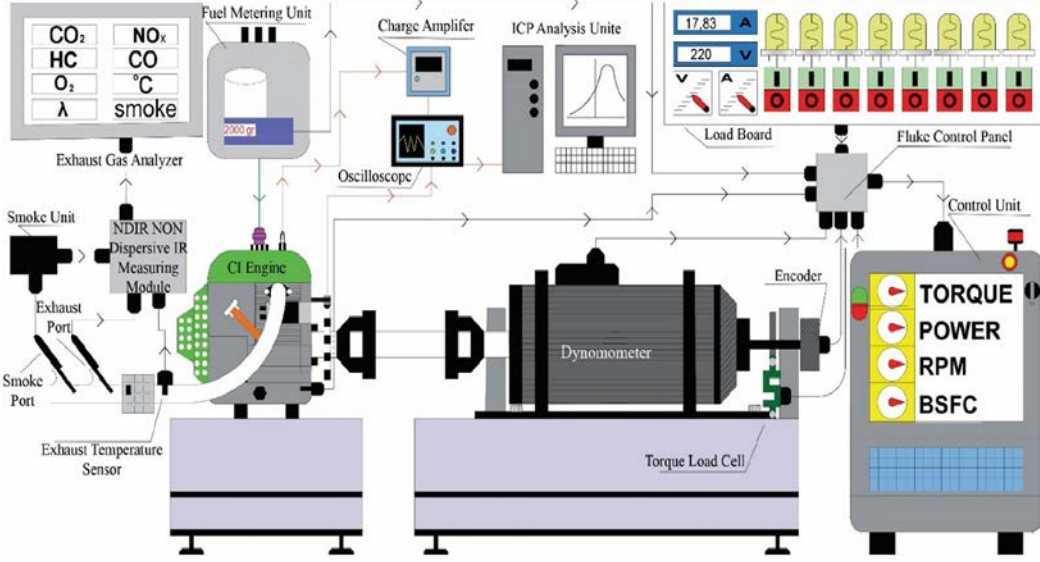
	Saf Dizel	Susam Yağı	%90 Dizel+%10 Susam	%80 Dizel+%20 Susam	%70 Dizel+%30 Susam	%70 Dizel+%30 Susam+ 25 mg Grafen
Setan Sayısı	56,2	Yapılamıyor.	55,8	54,8	-	-
Üst Değer (D240) cal/g	Isıl 10951	9310	10729	10532	10190,91	10425
Alt Değer (D240) cal/g	Isıl 10274	9094	10114	9972	9875	9892
Yoğunluk 15°C kg/m ³	830,2	921,9	839,4	848,2	-	-

5. Deney Seti

Deney düzeneği içerisinde deney motoru, yağ sıcaklık sensörü, egzoz sıcaklık sensörü, deney jeneratörü, devir sensörü, yük ünitesi, dijital voltmetre, dijital amper metre, yakıt ölçüm düzeneği, egzoz emisyon cihazından oluşmaktadır. Deneysel çalışmanın testleri İstanbul Aydın Üniversitesi Otomotiv laboratuvarında yapılmıştır. Şekil 11’de deneysel çalışmanın yapıldığı düzeneğin görünümü verilmiş olup Şekil 12’de şematik olarak gösterilmiştir..



Şekil 11. Deneysel çalışmanın yapıldığı düzeneğin görünümü



Şekil 12. Deneysel çalışmaların şematik görüntüsü

6. Deney Motoru Yükleme Bölümü

Deneysel çalışmalar yapılırken deney motoruna 500,1000,1500,2000,2500 ve 3000 Watt 'tan oluşan halojen lambaların bulunduğu bir yükleme ünitesi kullanılarak yükleme yapılmıştır. Şekil 13'te kullanılan yükleme ünitesi gösterilmiştir.



Şekil 13. Yükleme ünitesi

7. Yakıt Tüketimi Ölçme Düzenegi

Yapılan deneysel çalışmada yakıt tüketimini ölçmek için Ender marka SWOCK YP20002 model elektronik hassas dijital terazi kullanılmıştır. Terazini ölçme kapasitesi 2 kg'dır. Deneysel çalışma esnasında kullanılan dijital terazi Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Özgül yakıt tüketimi ölçme düzenegi

8. Kronometre

Yakıt tüketimi süresinin ölçümü için telefon üzerindeki kronometre kullanılmış olup 1 salise hassasiyet ile dijital ölçümler yapabilmek mümkündür. Şekil 15'te kullanılan kronometrenin görseli verilmiştir.



Şekil 15. Kronometre

B. Metot

Deneyisel çalışma yapılmadan önce deney motorunun ilk kontrolleri gerçekleştirilmiş olup uygun çalışma sıcaklığına getirilmesi ile deneye başlanmıştır. Deneyisel çalışmada kullanılan motor 500,1000,1500,2000,2500 ve 3000 Watt'lık halojen ampullerden bir yükleme ünitesi oluşturulmuş olup motorun yüklenmesi ile deneyisel çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen biyodizelin ve katkı eklenerek elde edilen ideal biyodizellerin 500,1000,1500,2000,2500 ve 3000 Watt yüklemeler ile motor çalıştırılarak anlık emisyon değerleri ölçülmüştür.

1. Efektif Verim

Efektif verim aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\eta = \frac{P_e \cdot 3600}{B \cdot H_u} \quad \text{Formül 1}$$

η : Termik (efektif) verim (%)

P_e : Motor gücü (kW)

B : Yakıt tüketimi (kg/h)

H_u : Kullanılan yakıtın alt ısıl değeri (kJ/kg)

2. Özgül Yakıt Tüketimi

Özgül yakıt tüketimi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$b_e = \frac{B \cdot 1000}{P_e} \quad \text{Formül 2}$$

b_e : Özgül yakıt tüketimi, (g/kWh)

B : Saatlik yakıt tüketimi, (kg/h)

P_e : Efektif motor gücü, (kW)

3. Motor Momenti

Motor momenti aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$M_e = \frac{P_e \cdot 9549}{n} \quad \text{Formül 3}$$

M_e : Motor Momenti, (Nm)

P_e : Motor gücü, (kW)

n : Motor devri, (d/dk)



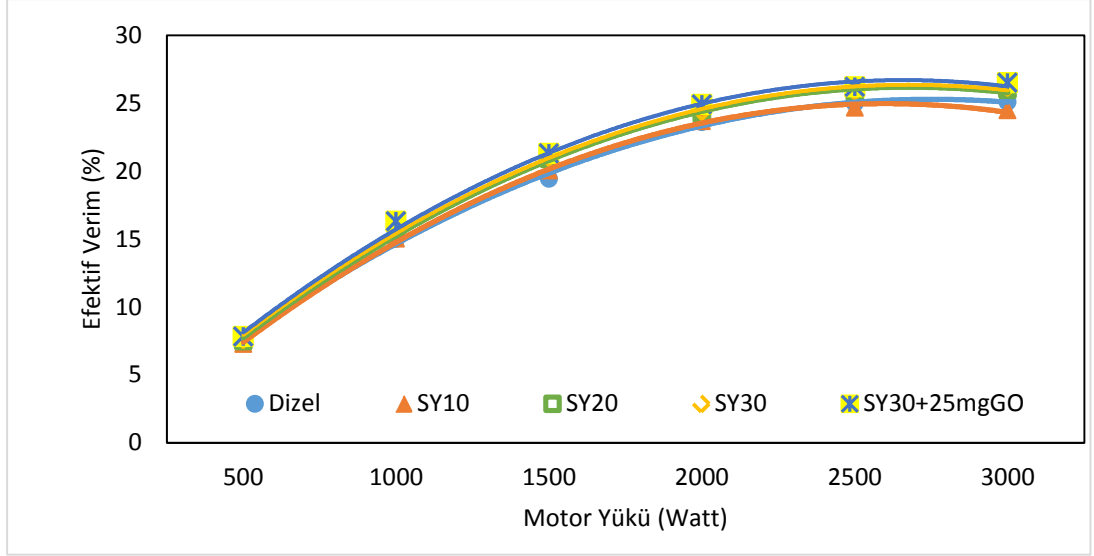
VII. DENEY SONUÇLARI ,TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada biyodizele grafen oksit katkı maddesinin ilavesinin motor performansına ve egzoz emisyon değerlerinin analizi yapılmış olup farklı motor yüklerinde 500,1000,1500,2000,2500 ve 3000 watt yüklerde deneyler yapılmıştır. Biyodizel içerisine 25 mg grafen oksit ilave edilerek deneysel çalışma yapılmıştır. Deneylerde analiz edilen motor performansı parametreleri efektif verim, özgül yakıt tüketimi ve egzoz emisyonları ile ilgili parametreler NO_x,CO₂,CO,HC parametreleri analiz edilmiştir.

A. Deney Sonuçları Ve Tartışma

1. Efektif Verim

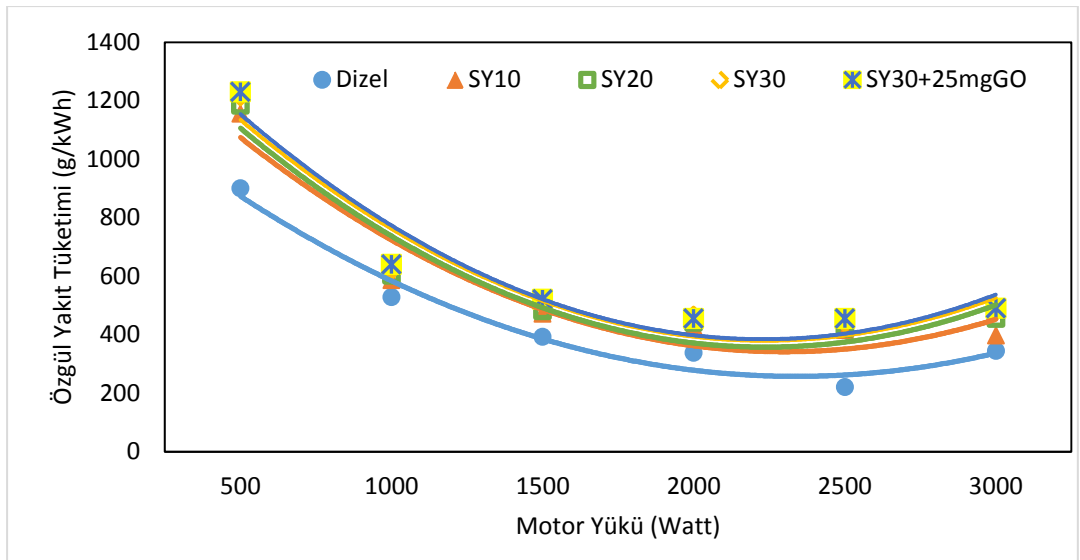
Dizel yakıt içerisine ilave edilen susam yağı ile edilen biyodizelin içerisine grafenoksit ilavesi ile efektif verime etkisi Şekil 16'da görülmektedir. Dizel motorlarda yakıt kalitesi, setan sayısı, yakıt optimizasyonu, yakıtın buharlaşma hızı, yanma odası tasarımı, enjeksiyon zamanlaması, sıkıştırma oranı gibi çeşitli faktörler efektif verimi etkilemektedir. Biyodizel karışımlarında motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama olarak %0,49 azalış ve %3,72, %4,69, %6,31 artış gözlemlenmiştir. Özgül yakıt tüketimindeki artış efektif verimin azalmasına sebep olmuştur.



Şekil 16. Motor yüküne bağılı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen efektif verim değerleri.

2. Özgöl Yakıt Tüketimi

Değişken motor yüklerinde dizel ve biyodizel karışımların özgül yakıt tüketim verileri Şekil 17’de gösterilmiştir. Özgöl yakıt tüketiminde biyodizel karışımlarında motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama olarak %26,75, %31,67, %37,01, %39,22 oranında artışı tespit edilmiştir. Hazırlanan biyodizel karışımın alt ısıl değeri motorin yakıtının alt ısıl değerinden daha düşük olmasından dolayı gücü verebilmesi için yanma odasına daha fazla yakıt püskürtüldüğünden dolayı özgül yakıt tüketimi artmaktadır.

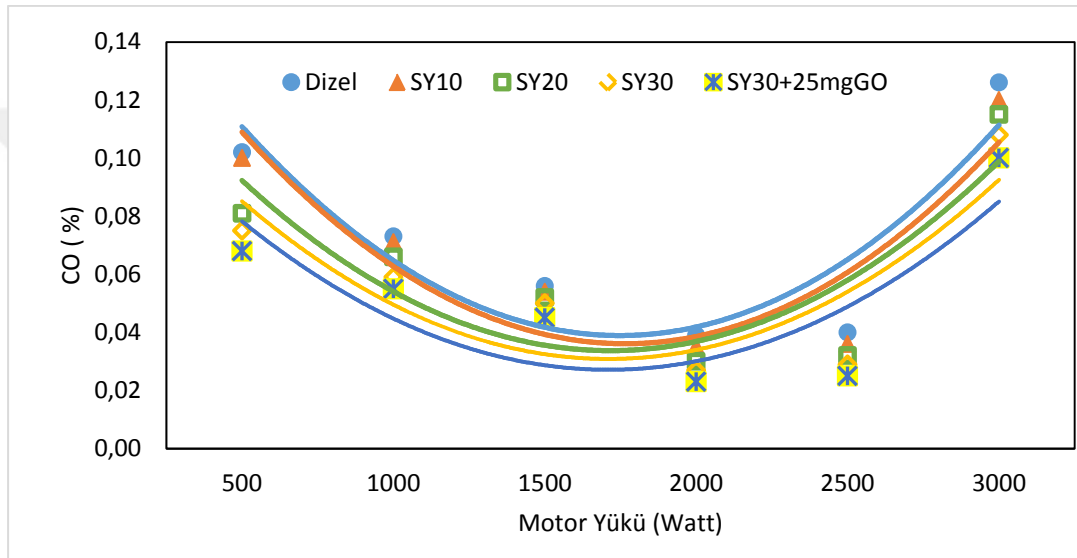


Şekil 17. Motor yüküne bağılı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen özgül yakıt tüketim değerleri.

B. Egzoz Emisyonları

1. CO Emisyonu

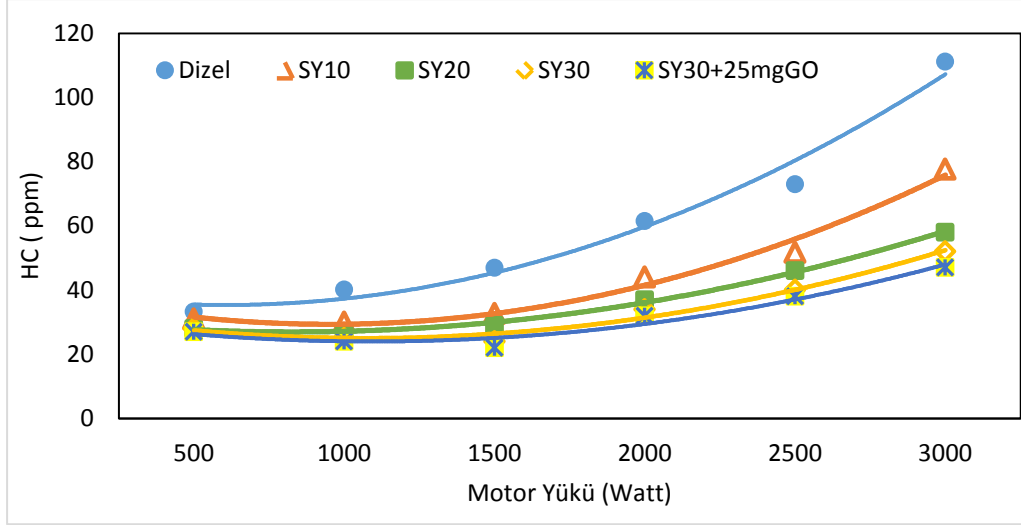
Yapılan çalışmada beş farklı yakıtın belli motor yüklerinde test edilmesi ile oluşan karbonmonoksit sonuçları Şekil 18’de gösterilmiştir. Karışımda bulunan biyodizel oranı arttıkça CO değerinin motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama %4,58, %13,76, %20,18, %27,52 azaldığı gözlemlenmiştir. Biyodizel oranının artışına bağlı olarak CO miktarının azalması biyodizel içerisinde oksijen bulundurmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 18. Motor yüküne bağlı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen CO değerleri.

2. HC Emisyonu

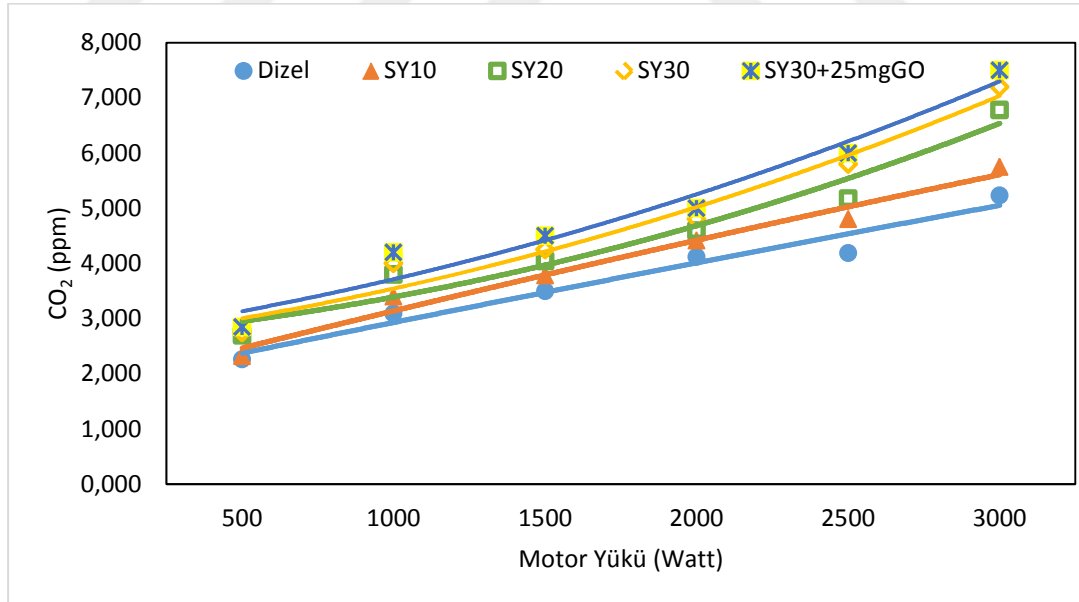
Değişken motor yükleri üzerinde yapılan deneylerde HC emisyon değerleri Şekil 19’da gösterilmiştir. HC emisyonu oluşumu yakıtın silindir içerisine gönderilmesi ile tüm yakıtın yanması sonucu dışarı atılan yakıt sonucu oluşmaktadır. HC değerinde motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama %26,99, %38,48, %44,49, %48,05 azaldığı gözlemlenmiştir. Biyodizelin içerisinde bulunan oksijen hava yakıt karışımlarında oksidasyon sağlamış ve bu sebepten HC emisyonunda azalma görülmüştür.



Şekil 19. Motor yüküne bağlı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen HC değerleri.

3. CO₂ Emisyonu

CO₂ miktarında biyodizel karışımlarında motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama olarak %9,24, %20,95, %28,59, %34,17 arttığı gözlemlenmiştir. Biyodizel içerisindeki oksijen miktarı CO₂ emisyonunda artışa sebep olmuştur. Şekil 20’de CO₂ grafiği görülmektedir.

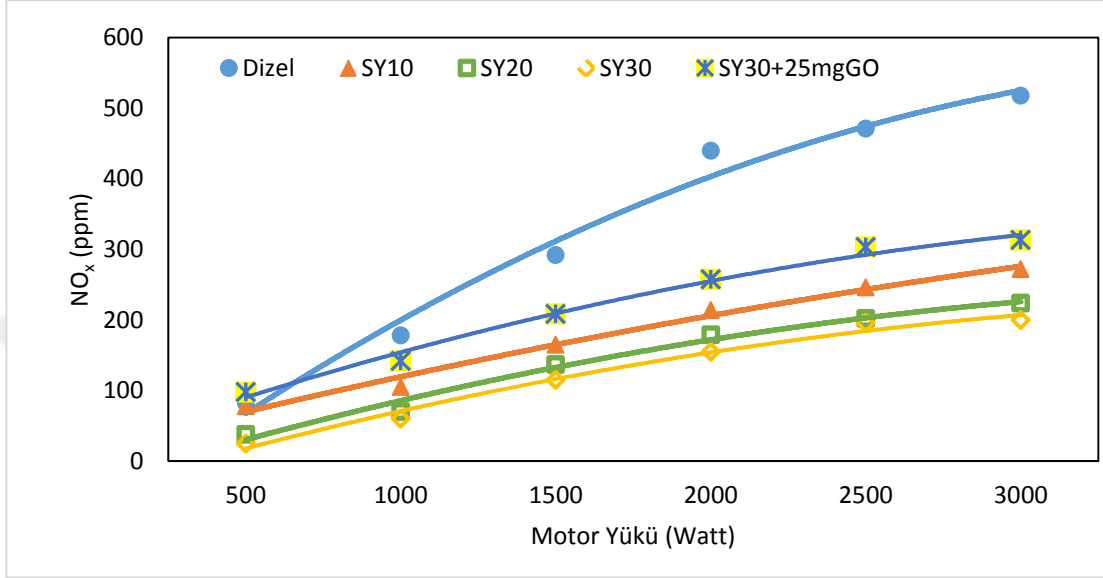


Şekil 20. Motor yüküne bağlı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen CO₂ değerleri.

4. NO_x Emisyonu

Değişken motor yükleri üzerinde yapılan deneylerde NO_x emisyon değerleri Şekil 3’te gösterilmiştir. Dizel yakıtlı motorlarda NO_x oluşmasının sebeplerinden en

önemlisi yanma sonrası sıcaklık artışıdır. Oksijen miktarı olarak yüksek ve enerji içeriği bakımından düşük enerjiye sahip olan biyodizel karışımlarında yanma sonucu oluşan sıcaklıkların düşüşüne neden olur. Bu sebepten NO_x değerinde motorine kıyasla sırasıyla tüm motor yüklerinde ortalama %45,50 , %57,11, %62,10, %33,29 azaldığı gözlemlenmiştir



Şekil 21. Motor yüküne bağlı olarak farklı yakıtlar ile elde edilen NO_x değerleri.

VIII. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada tek silindirli dizel bir motorda susam yağı ve katkı maddesi grafen oksit ile dizel yakıtın belli oranlarda karıştırılarak elde edilen biyodizelin farklı yüklerde performans ve emisyon değerleri incelenmiştir.

Deneysel çalışma tek silindirli direkt püskürtmeli dizel motor üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yakıtlar %100 dizel, SY10, SY20, SY30, SY30+25mg GO 'dir. Deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlar;

- Özgül yakıt tüketimi bakımında SY10,SY20,SY30,SY30+25mg GO ve %100 Dizel yakıtın verileri incelendiğinde 3000 watt'a kadar biyodizellerin birbirine yakın tüketim verilerine ulaşılmış olup tüm biyodizellerin yakıt sarfiyatında artış gözlemlenmiştir. Elde edilen bu biyodizellerin alt ısıl değerlerinin düşük olması sebebi ile aynı gücü verebilmesi amacıyla motorun biyodizel oranı artıkça daha fazla yakıt sarfiyatı meydana gelmiştir.
- NO_x emisyonu bakımından incelendiğinde dizel yakıt içerisine ilave edilen belli oranlardaki susam yağı NO_x dizele oranla düşüktür. Yapılan deneysel çalışmada en düşük NO_x oranı SY30 biyodizelinde elde edilmiştir. Bunun sebebi olarakta SY30'un dizel yakıt ile karışımının sonucunda buharlaşma ısısının yükselmesi, yoğunluğunun ve ısıl enerjisinin düşmesinden dolayı silindir içerisindeki yeterli sıcaklığa ulaşamamasından dolayı NO_x oluşumu tam anlamıyla gerçekleşmez.
- CO emisyonunun susam yağı oranı artıkça salınan CO miktarında azalış gözlemlenmiştir. Bu durum SY30+25 mg GO biyodizeli'nin diğer biyodizellere ve motorin yakıtına oranla daha yanmanın zor gerçekleştiği bir biyodizel yakıt olduğunu göstermektedir.

- SY30 + 25mg GO biyodizelinin farklı motor yüklerinde dizele oranla daha düşük HC salınımı gözlemlenmiştir.
- Biyodizellerin CO₂ emisyonu dizel yakıtın verilerine göre daha fazla ölçülmüş olup biyodizelin oranı artıkça bitkisel yağların kimyasal yapısı içerisinde bulundurduğu yüksek oksijen miktarından dolayı yanmanın silindir içerisinde tam anlamıyla gerçekleşmesiyle yapısında karbon bulunduran biyodizelin oksijen ile reaksiyona girmesi sonucu CO₂ oranında artış meydana gelmiştir.



IX. ÖNERİLER

Biyodizel yakıtı petrol konusunda dışa bağımlılığı azaltmakta olup motor üzerinde herhangi bir değişikliğe gerek duymadan dizel motorda yakıt olarak kullanılabilir. Susam yağından biyodizel üretildiği gibi geri dönüşümü de sağlanabilir. Susam yağından elde edilen biyodizel ve içerisine eklenen katkı maddesi ile dizel yakıtına benzer ve egzoz emisyonları bakımından olumlu etkilere sahip olmasından dolayı alternatif yakıt olarak değerlendirilir. Ayrıca çalışmamızda eklenen katkı maddesi gibi alternatif katkı maddeleri eklenerek ve farklı orankarda susam yağından elde edilen biyodizeller üzerinde de çalışma yapılabilir.

KAYNAKLAR

DERGİLER

- AYHAN, V. (2016). **Direkt Enjeksiyonlu Bir Dizel Motoruna Buhar Ve Farklı Yöntemlerle Su Gönderiminin Performans Ve Nox Emisyonlarına Etkilerinin İncelenmesi.** Saü Fen Bil Dergisi, 3(20), 463–471. Doi:10.16984/Saufenbilder.71773
- ALPGİRAY, B. VE GÜRHAN, R. (2007). **Kanola Yağının Dizel Motorunun Performansına Ve Emisyon Karakteristiklerine Etkilerinin Belirlenmesi***. Tarım Bilimleri Dergisi, 13(3), 231–239.
- ALTUN, Ş. VE GÜR, M. A. (2005). Bitkisel Yağların Alternatif Yakıt Olarak Dizel Motorlarında Kullanılması. Hr.Ü.Z.F.Dergisi, 9(3), 35–42.
- BEDELOĞLU, A. VE TAŞ, M. (2016). **Grafen Ve Grafen Üretim Yöntemleri.** Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(2016), 544–554. Doi:10.5578/Fmbd.32173
- BEHÇET, R. VE ORAL, F. (2014). **Dizel Motor Performans Ve Emisyonları Üzerindeki Biyodizel -Dizel Karışım Yakıtların Etkisi** Effect Of Biodiesel-Diesel Blend Fuels On Diesel Engine Performance And Emissions. Beü Fen Bilimleri Dergisi, 3(1), 15–23.
- ÇELİKTEN, İ. (2004). **Tam Yükte Çalışan İndirekt Püskürtmeli Bir Dizel Motorunda, Dizel Ve Dizel-Etanol Yakıt Karışımlarının Performans Ve Emisyon Değişimlerine Etkisi.** Teknoloji Dergisi, 7(1), 11–18.
- KESKİN, AHMET. (2018). **Pamuk Yağı Metil Esteri-Eurodizel Yakıt Karışımlarının Direkt Püskürtmeli Bir Dizel Motorunun Yanma, Performans Ve Emisyon Karakteristiklerine Etkisi.** Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2018(18–2), 915–927. Doi:10.17341/Gazimmfd.460490

- KESKİN, ALİ VE AYDIN, K. (2005). **Fındık Yağı Biyodizeli Üretimi Ve Dizel Motorlarda Alternatif Yakıt Olarak Kullanımının Araştırılması.** Ç.Ü.Müh.Mim.Fak.Dergisi, 20(1), 75–84.
- KESKİN, ALİ VE EKŞİ, A. K. (2006). **Dizel Motorlarda Mısır Yağı Biyodizelinin Yakıt Olarak Kullanımının Motor Performans Ve Em Syonuna Etkisi.** C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 1, 49–55.
- ONUR, M. (2005). **Petrol Ve Doğal Gazın Dünyada, Türkiye’de Durumu Ve İtü’deki Çalışmalar.** İtü Dergisi, 240–272.
- ÖZER, S. (2014). **Alkollerin İçten Yanmalı Motorlarda Alternatif Yakıt Olarak Kullanılması.** Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(1), 97–114.
- SARİDEMİR, S. VE TEKİN, M. (2016). **Kanola Yağı Metil Esteri Ve Dizel Yakıt Karışımlarının Tek Silindirli Dizel Bir Motorun Performans Ve Gürültü Emisyonlarına Etkisi.** Politeknik Dergisi, 19(1), 53–59. Doi:10.2339/2016.19.1.53-59
- SUGÖZÜ, İ., AKBAŞ, B., ALTUN, Ş. VE ÖNER, C. (2007). **Fındık Yağının Dizel Motorlarda Alternatif Yakıt Olarak Kullanılması Ve Yanma Karakteristiklerinin İncelenmesi.** Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2007(2), 15–24.
- TİYEK, İ., DÖNMEZ, U., YILDIRIM, B., ALMA, M. H., SABRİ ERSOY, M., KARATAŞ, Ş. VE YAZICI, M. (2016). **Kimyasal Yöntem İle İndirgenmiş Grafen Oksit Sentezi Ve Karakterizasyonu.** Saü Fen Bilimleri Dergisi, 2, 349–357.

TEZLER

- AKDERE, Y. (2006). **Soya Yağı Metil Esterinin Dizel Motorlarda Yakıt Olarak Kullanımının Deneysel Olarak Araştırılması.** Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Balıkesir Üniversitesi.
- ATMANLI, A. (2013). **Dizel Motorunda Dizel Yakıtı - Alkol - Bitkisel Yağ Karışımları Kullanımının Motor Karakteristiklerine Etkilerinin İncelenmesi.** Balıkesir Üniversitesi.

- AZİ, H. (2017). **Bir Dizel Motorda Hint Yağı Biyodizeli Ve Dietil Eter Kullanımının Motor Performansına Ve Emisyonlara Etkisinin Araştırılması.** Batman Üniversitesi.
- BAŞBAĞ, G. (2019). **Titanyum Dioksit-Grafen Oksit Nanokompozit Malzemelerin Üretim Ve Optik Özelliklerinin Araştırılması.** Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Fırat Üniversitesi.
- BAYIK, M. (2010). **Dizel Yakıtına İzobütanol İlavesinin Performans Ve Emisyonlara Etkisi.** Karabük Üniversitesi.
- ÇEVİK, K. (2012). **Tek Silindirli Bir Dizel Motorunda Atık Kızartma Yağı Metil Esterinin Petrol Dizeli İle Karışımının Ve Ön Isıtmalı Mısır Yağı Kullanımının Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi.** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gazi Üniversitesi.
- ÇORUK, M. (2019). **İndirgenmiş Grafen Oksit Katkılı Zno, Tio₂ Ve Ag İçeren Nanokompozit Malzemelerin Hazırlanması Ve Karakterizasyonu.** Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.
- ER, H. (2009). **Pamuk Yağı Metil Esterinin Yakıt Olarak Bir Dizel Taşıtında Kullanımı Ve Taşıt Performansına Etkisinin Araştırılması.** Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Selçuk Üniversitesi.
- FATİH BALIÇ. (2007). **Dizel Motorunda Etil Alkol Fumigasyonunun Motor Performansına Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi.** Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya Üniversitesi.
- GÖK, C. (2008). **Biyodizel Olarak Çeşitli Bitkisel Yağların Etil Ester Metoduyla Üretilerek Karakteristiklerinin Araştırılması.** Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- KAYA, İ. (2016). **Grafen Oksit Lif Eğirme Cihazı Tasarımı.** İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- KOYUN, S. (2009). **Pamuk Yağı Metil Esterinin Yakıt Olarak Bir Dizel Taşıtıta Kullanımının Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Araştırılması.** Selçuk Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü. Selçuk Üniversitesi.

- MADEN, K. (2016). **Kanola Yağından Biyodizel Üretim Sürecinin Optimizasyonu Ve Motor Performansına Etkileri.** Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- MUTLU, E. (2010). **Dizel Yakıtı, Kanola Yağı Ve Fındık Yağı Metil Esterlerinin Dizel Motor Performansına Ve Emisyonlarına Etkilerinin Deneysel İncelenmesi.** Gazi Üniversitesi.
- ORAK, E. (2011). **Tek Silindirli Dizel Motorlarda Emme Portuna Su Püskürtmenin, Performans Ve Emisyona Etkilerinin Araştırılması.** Yıldız Teknik Üniversitesi.
- ÖZCAN, Ç. (2018). **Dizel Yakıtı İle Birlikte Lpg Kullanan Dual Yakıtlı Bir Dizel Motorun Verimlilik Performans Ve Emisyon Yönünden Deneysel Olarak İncelenmesi.** Gazi Üniversitesi.
- ÖZSEZEN, A. N. (2007). **Atık Palmiye Yağından Üretilen Biyodizelin Motor Performans Ve Emisyon Karakterleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi.** Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kocaeli Üniversitesi.
- ŞİMŞEK, D. (2010). **Soya Yağı Metil Esterinin Değişik Püskürtme Basınçlarında Dizel Motor Performans Ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Olarak Araştırılması.** Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük Üniversitesi.
- USLU, S. (2015). **Düşük Güçlü Bir Dizel Motorda Dietil Eter Kullanılmasının Motor Parametrelerine Etkisi.** Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- UYUMAZ, A. (2009). **Pamuk Yağı Esaslı Biyodizel İle Çalışan Bir Dizel Motorunda Yakıt Püskürtme Avansının Motor Performansına Ve Egzoz Emisyonlarına Etkileri.** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gazi Üniversitesi.
- YAĞIZ, S. (2019). **Pamuk Yağı Ve Atık Pamuk Yağı Biyodizelinin Dizel Motorlu Bir Jeneratörde Yakıt Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması.** Batman Üniversitesi.

YÜCE, İ. (2008). **Alternatif Yakıt Olarak Biyodizelin Türkiye'deki Ve Almanya'daki Durumu İle Taşıtlarda Kullanımının İncelenmesi.** İstanbul Teknik Üniversitesi.



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : İlker GÖKÇE

Öğrenim Durumu

Yüksek Lisans: : İstanbul Aydın Üniversitesi
Makine Mühendisliği 2019-2022

Lisans: : Karabük Üniversitesi
İmalat Mühendisliği 2013-2018

Lise: : Füsun Yönder Lisesi
2009-2013

Mesleki Deneyim

KESESAN OTOMOTİV : Kalite Kontrol Müdürü
: Haziran 2018 - Aralık 2020

Bahçivan Elektrik Motor : Stajyer
: Temmuz 2017-Ağustos 2017

Bahçivan Elektrik Motor : Stajyer
: Haziran 2016-Ağustos 2016