

## Artık Meyvelerden Biyoalkol Üretimi ve Dizel Motorda Kullanımının Egzoz Emisyonlarına Etkisi

Salih ÖZER

Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Muş/TÜRKİYE, ORCID: 0000-0002-6968-8734  
s.ozer@alparslan.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.11.2021

Kabul tarihi:10.12.2021

### ÖZET

Bu çalışma Muş sebze ve meyve halinde atıl duruma düşen meyve artıklarından alkol üretimi ve üretilen alkolün dizel bir motorda yakıt olarak kullanılmasına odaklanmıştır. Bu amaçla halden alınan artık armut, elma, portakal, şeftali, havuç meyvelerinin işlenerek şeker, su ve maya ile fermentasyona bırakılmıştır. Elde edilen fermentasyon ürünü sonrasında beş kez damıtılarak hacimce yaklaşık 16'da birisinden alkol elde edilmiştir. Alkol içerisindeki suyun uzaklaştırılması işleminde son olarak Z4-01(2,5-5 mm) özelliklerinde nem tutucular kullanılmıştır. Elde edilen son aşamadaki biyoalkol dizel yakıtının içerisine hacimce %10 oranında karıştırılmıştır. Elde edilen yeni yakıt karışımı tek silindirli dizel bir motorda denenmiş ve egzoz gaz ve emisyon değerlerindeki değişim tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular biyoalkol ilavesi ile birlikte is, CO ve HC emisyonlarının azaldığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoalkol, artık meyve, dizel motor, egzoz gaz emisyonu

### The Effect of Bioalcohol Production from Leftover Fruits and Its Use in Diesel Engines on Exhaust Emissions

#### Abstract

This study focused on the production of alcohol from fruit residues that have become inert as Muş vegetables and fruits, and the use of produced alcohol as fuel in a diesel engine. For this purpose, the fruits of pears, apples, oranges, peaches, carrots taken from the state were processed and left to ferment with sugar, water and yeast. After the goat fermentation product, volume got from someone at about 16 alcohols by distillation five times. Finally, moisture traps with Z4-01 (2.5-5 mm) properties were used in removing water in alcohol. Volume mixed into the diesel fuel at a rate of 10% the resulting final stage of bio-alcohol. The resulting new fuel mixture was tested on a single-cylinder diesel engine and the change in exhaust gas and emission values was detected. The results got showed that the emissions of soot, CO and HC decreased with the addition of bio-alcohol.

**Keywords:** Bio-alcohol, residual fruit, diesel engine, exhaust gas emission

### GİRİŞ

Biyokütle enerjisi, güneş enerjisinin canlı organizmalarda depolandığı önemli bir döngüsel enerji depolama yöntemidir [1]. Biyokütle enerji kaynakları insanlığın ateş için odunu yakmaya başlamasından bu yana kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte biyokütle kaynaklarından yararlanma şekilleri değişiklik göstermiştir. İlkel kullanım metotları yerini teknik olarak desteklenmiş yeni metotlar kullanılmaya başlanmıştır. Hatta günümüzde artık enerji kaynaklı tarımsal ürünler yetiştirilmeye başlanmıştır. Biyokütle enerji kaynaklı yakıtlar sıvı, katı ve gaz olarak sınıflandırılmaktadır [2]. Bu yakıtlardan sıvı olanlarının içten yanmalı motorlarda kullanılması ile ilgili çalışmalara sıkça rastlanmaktadır [3-7] Çünkü günümüzde ulaşım sektörü en çok enerji kaynağı tüketen tüketim kalemlerinin başında gelmektedir [8].

Bu açıdan biyokütle yakıtlarında iki önemli husus özellikle irdelenmektedir. Bunlardan birisi çevre kirliliği diğeri de petrole alternatif arayışlarıdır. Bitkisel, hayvansal yada atık kaynakları biyokütle yakıtlarının (alkol ve biyodizel) içten yanmalı motorlarda kullanılmasının egzoz emisyonlarını azalttığı ve daha çevreci olduğu bilinmektedir. Akademik anlamda yapılan birçok çalışma ile artık biyokütle kaynaklı yakıtlarının petrole göre daha çevreci olduğu herkesçe kabul edilmiştir [9]. Petrol üretmeyen ülkeler açısından ise biyokütle yerel kaynaklarla üretilebilen bir kaynak olduğu için alternatif oluşturmak açısından önemli bir kaynak olarak görülmektedir. Hatta petrol üretmeyen bir çok ülke petrole olan bağımlılığını azaltmak için dizel yada benzin içerisine etkileri kabul edilmiş olan biyokütle kaynaklı yakıtların belirli oranlarda katılmasını zorunlu kılmaktadır [10].

Biyokütle yakıtları içerisinde alkoller en sık kullanılan yakıt gurubudur. Alkoller dizel yada benzin içerisine karıştırılarak kullanılabilir. Alkoller, birçok kaynaktan üretilebildiği gibi meyve ve sebze atıklarından, endüstriyel ürünlerin atıklarından üretilebilmektedir. Meyve ve sebzelerin hasadından tüketiciye ulaşmaya kadar geçen sürecinin uzaması, depolama koşulları gibi nedenlerden dolayı meydana gelen bozulmalar sıkça karşılaşılan bir durumdur. Yine, meyvelerin taşıma ve depolama sırasında oluşan ezilme ve su kaybı gibi nedenlerle mikroorganizmalara açık hale gelerek artık, yenilemez duruma geldiği bilinmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Hallerdeki sebze ve meyve artıkları.

Yapılan çalışmalarda, meyvelerin içerisinde doğal olarak alkollerin bulunabildiğini bildirmektedir [11]. Meyvelerden alkol üretimi, bazı enzim ve bakterilerin meyvelerdeki şekerleri yiyerek işlemesi ile oluşmaktadır. Yapılan bu çalışmada, çeşitli meyve atıklarından fermantasyon yolu ile biyoalkol üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen biyoalkol, bir dizel motorda yakıt olarak kullanılmıştır. Bu amaçla elde edilen biyoalkol dizel yakıtının içerisinde %10 oranında ilave edilmiş ve dizel motorda çalıştırılarak egzoz gaz emisyonlarına etkileri incelenmiştir.

#### MATERYAL METOT

Bu çalışmanın ilk safhasında muş sebze halinde atık halde olan meyveler toplanmıştır. Toplanan meyvelerin çürük olanları da dahil olmak üzere fermantasyonun daha hızlı olması adına daha küçük parçalara ayrılmıştır. Elde edilen artıklar mayalama sürecine bırakılmıştır. Mayalama sürecinde kullanılan meyve artıkları ve mayaların kullanım miktarları Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Mayalama Ürünleri

Ürün	Miktarı (kg)
Armut	1
Elma	1
Portakal	1
Şeftali	1
Havuç	1
Su	15
Şeker	1
Maya	0.5

Tablo 2’de verilen ürünler damacanaya doldurulmuştur. Sonrasında şeker suda eritilerek damacana içerisindeki meyvelerin üzerine konulmuştur. Son olarak da yarım kg ağırlığındaki maya dökülerek mayalama sürecine tabi tutulmuştur. Oluşturulan karışım Şekil 2’de verilmektedir.



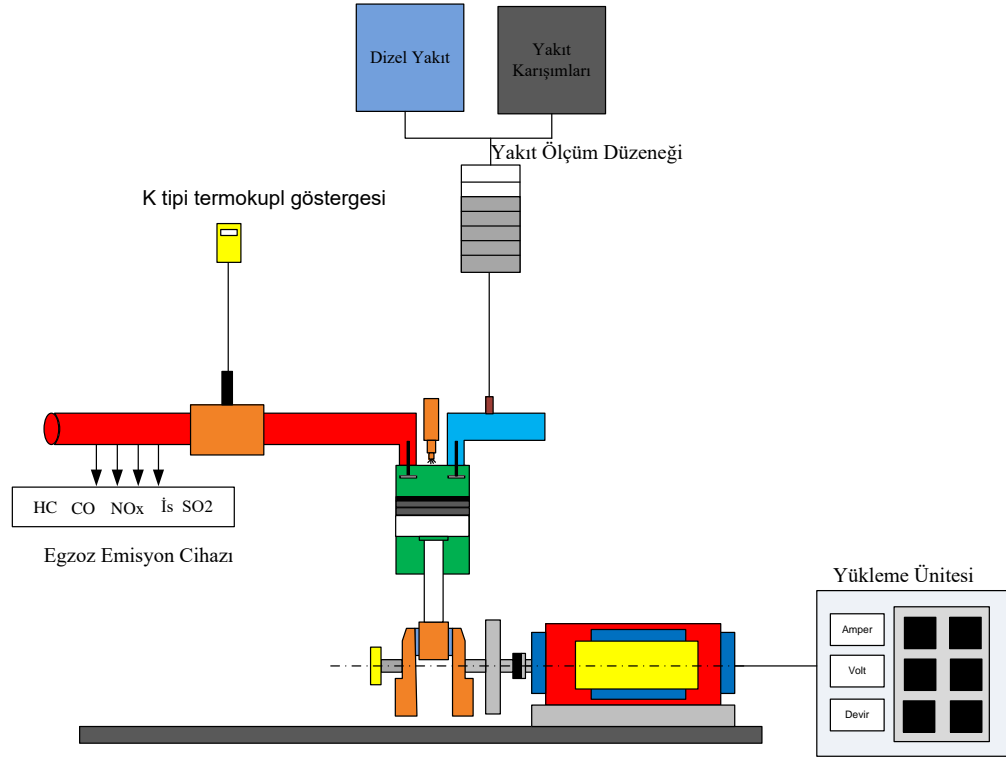
Şekil 2. (a) Artık meyve parçaları, (b) Mayalanmış meyveler

Mayalanma sürecindeki meyveler takip edilmiş, kabarcık çıkışının bitmesinin ardından mayalama sürecinin bittiği düşünülerek damıtma işlemine geçilmiştir. İlk olarak tüm karışım süzgülere geçirilerek katı parçaların sıvıdan ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen sıvı, sıvıların farklı kaynama noktası prensibinden yararlanılarak damıtma işlemine tabi tutulmuştur. Damıtma işlemi 5 kez tekrarlanmıştır. Elde edilen damıtma ürünü (biyoalkol) içerisinde kalan nemin uzaklaştırılması amacıyla Z4-01(2,5-5 mm) nem tutucu ile birebir oranında karıştırılarak 24 saat bekletilmiştir.



Şekil 3. Alkol Damıtma Düzenegi.

Elde edilen biyoalkolün dizel yakıt içerisinde hacimce %10 oranında ilave edilerek yeni bir yakıt karışımı elde edilmiştir. Elde edilen karışım tek silindirli dizel bir motora sahip jeneratörde yakıt olarak kullanılmıştır. Deney düzeneginin şematik resmi Şekil 4’de verilmektedir. Bu amaçla oluşturulan deney düzeneginde tek silindirli sıkıştırma ile ateşlemeli bir motor kullanılmaktadır. Yanma sırasında oluşan hidrokarbon (HC), karbon monoksit (CO) ve is emisyon değerleri Mobydic marka cihaz ile ölçülmüştür.

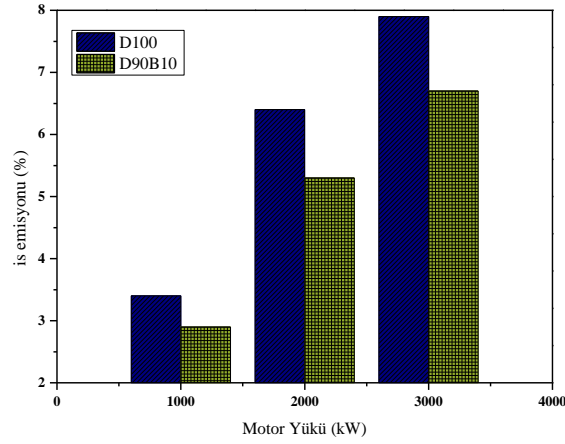


Şekil 4. Deney düzeneğinin şematik resmi.

Motor deneyleri 3000 d/dak motor hızında 1000 W, 2000 W ve 3000 W motor yüklerinde saf dizel yakıtı (D100) ve %10 biyoalkol+%90 Dizel yakıtı (DB10) ile tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar bir sonraki bölümde tartışılmaktadır.

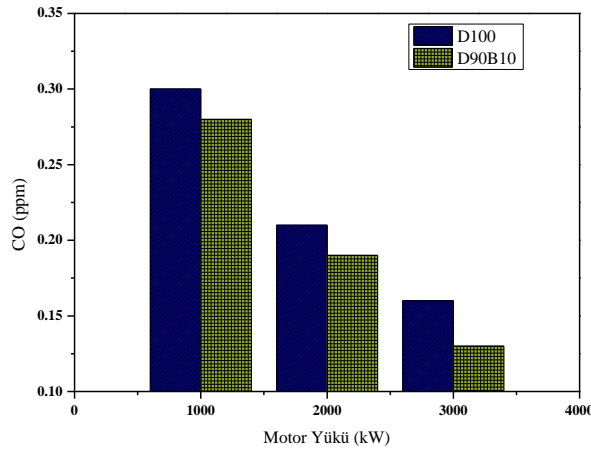
## BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 5'de biyoalkol ilavesinin is emisyonlarına etkisini göstermektedir. Motor yüküne göre is emisyonlarında artış görülmektedir. Çünkü dizel motorlarında motor yükünün artması silindir içerisine alınan yakıt miktarının artmasına neden olmaktadır. Bu durumda is emisyonlarının artmasına neden olacaktır. Dizel yakıtına alkol ilavesi ile birlikteyse tüm motor yüklerinde is emisyonlarında düşme gözlemlenmiştir. İS emisyonlarındaki azalmanın sebebinin alkol yakıtlarının içerisindeki oksijen oranlarıdır. Yapılan çalışmalar oksijence zengin yakıtların yanma performansını artırarak is emisyonlarını azaltmaya etken olduğunu ifade etmektedir. Dizel yakıtı ile is emisyonları motor yüklerine (1000 W, 2000 W ve 3000 W) göre 3.4, 6.4 ve 7.9 ölçülürken, biyoalkol ilavesi ile birlikte is emisyonları 2.9, 5.3 ve 6.7 değerlerine düşerek is emisyonları açısından iyileşme görülmüştür.



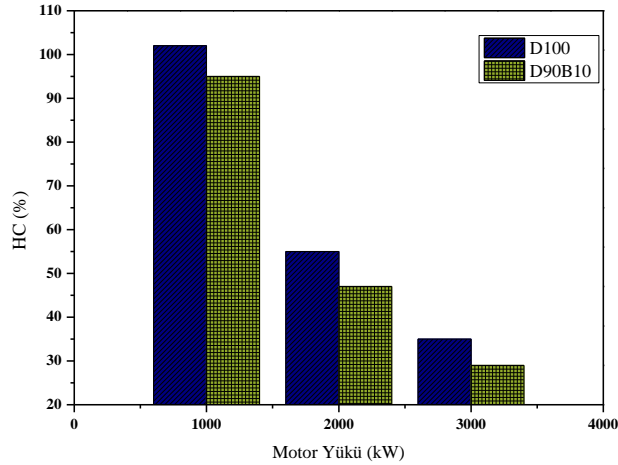
Şekil 5. Dizel yakıtına biyoalkol ilavesinin is emisyonlarına göre değişimi.

Şekil 6'da dizel yakıtına biyoalkol ilavesinin CO emisyonlarına etkisi verilmektedir. Dizel motorlarında CO emisyonları yanmayan yakıtı ifade etmektedir. Motor yükünün artmasına bağlı olarak CO emisyonlarında düşüş görülmektedir. Bu durumun yanma sonu sıcaklığının artması ile açıklamak mümkündür. Bunun yanında dizel yakıtına biyoalkol ilavesi ile birlikte CO emisyonlarında azalma görülmektedir. CO emisyonları açısından en yüksek değer 1000 W motor yükünde D100 yakıtı ile 0.3 ppm ile elde edilirken, en düşük CO emisyonu 3000 W motor yükünde D90B10 yakıt karışımı ile 0.13 ppm değeri okunmuştur.



Şekil 6. Dizel yakıtına biyoalkol ilavesinin CO emisyonlarına göre değişimi.

Şekil 7'de dizel yakıtının içerisine biyoalkol ilavesinin HC emisyonlarına etkisi verilmektedir. Silindir içerisine alınan yakıtların yanmadan egzozdan atılması ile HC emisyonları oluşmaktadır. Dizel motorları yüksek hava fazlalık katsayısı ile çalıştığı için HC emisyonları düşük düzeylerde oluşmaktadır. Motor yükünün artması ile birlikte HC emisyonlarında düşme görülmektedir. Bu durumu silindir içerisine alınan yakıt miktarının yanma sonu sıcaklığını iyileştirmesi ile açıklamak mümkündür. Silindir içerisinde artan sıcaklık değeri ile birlikte yanma sonu sıcaklığında artış görülmekte ve böylelikle HC emisyon değerlerinde azalma görülmektedir. Dizel yakıtına oksijence zengin biyoalkollerin ilave edilmesi ile birlikte tüm motor yüklerinde HC emisyonlarında azalma görülmüştür. Tüm deneyler boyunca en düşük HC değeri 1000 W ile D100 yakıt karışımında 102 ppm olarak ölçülürken en düşük HC değeri 29 ppm ile 3000 W motor yükünde D90B10 yakıt karışımında tespit edilmiştir.



Şekil 7. Dizel yakıtına biyoalkol ilavesinin HC emisyonlarına göre değişimi.

## SONUÇLAR

Bu deneysel çalışmada artık meyvelerin fermantasyonu ile alkol üretilmesi ve üretilen alkolün dizel bir motorda yakıt olarak kullanılması amaçlanmıştır. Bu amaçla elde edilen biyoalkol dizel yakıtının içerisine hacimce %10 oranında ilave edilmiş ve 1000 W, 2000 W ve 3000 W motor yüklerinde çalıştırılarak egzoz gaz emisyon değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre;

- Artık meyvelerden fermantasyon ile alkol üretimi gerçekleştirilmiştir.
- Elde edilen alkol dizel yakıtının içerisine katılan biyoalkol homojen şekilde karışmıştır.
- Yakıt karışımının 24 saatlik dinlendirilmesi sonrasında bile dizel yakıt içerisinde bir çökeltme meydana gelmemiştir.
- Dizel yakıtına biyoalkol ilavesi ile birlikte tüm motor yüklerinde is emisyonlarında azalma meydana gelmiştir. Azalma miktarının 1000 W motor yükünde % 14, 2000 W motor yükünde %17 ve 3000 W motor yükünde %15 oranında olduğu görülmüştür.
- Dizel yakıtına biyoalkol ilavesi ile birlikte CO emisyonlarında 1000 W motor yükünde % 7, 2000 W yükünde %10 ve 3000 W motor yükünde %18 oranında azalma tespit edilmiştir.
- Dizel yakıtına biyoalkol ilavesi ile birlikte HC emisyonlarında motor yüküne göre sırasıyla %7, %15 ve %17 oranında azalma görülmüştür.

Dizel motorlarında alkollerle yapılan çalışmalarda emisyonlarda etkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle gelecekte önemli bir yakıt katkı ürünü olarak kullanılabilir potansiyeli sahiptir. Bu açıdan çalışmanın silindir içi basınç değerleri ve malzeme üzerindeki etkilerinin incelenmesi ile ilgili detaylı bir araştırma ile devam ettirilmesinde faydalı olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Öztürk, H.H., Biyoyakıt Üretimi, Seçkin Kitap, 2016.
2. Şenol, H., Elibol, E.A., Açıklık, Ü., Türkiye’de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6 (2) 81-92, 2017.
3. Çanakçı, M., Combustion characteristics of a turbocharged DI compression ignition engine fueled with petroleum diesel fuels and biodiesel, Bioresour Technol 98 1167-1175, 2007.
4. Meng, X., Chen, G., Wang, Y., Biodiesel production from waste cooking oil via alkali catalyst and its engine test, Fuel Process Technol, 89 851-857, 2008.
5. Behçet, R., Performance and emission study of waste anchovy fish biodiesel in a diesel engine, Fuel Process Technol, 92, 1187-1197, 2011.
6. Keskin, A., Gürü, M., Altıparmak, D., Biodiesel production from tall oil with synthesized Mn and Ni based additives: effects of the additives on fuel consumption and emissions, Fuel, 86, 1139-114, 2007.

7. Serin, H., Özcanlı, M., Gökçe, M.K., Tüccar, G., Biodiesel production from tea seed (*Camellia sinensis*) oil and its blends with diesel fuel, *Int J Green Energy* 10, 370-377. 2013.
8. Özer, S., Effects of alternative fuel use in a vehicle with TSI (turbocharged direct-injection spark-ignition) engine technology, *Int J Green Energy*, 1-10, 2021.
9. Özcanlı, M., Serin, H., Evaluation of soybean/canola/palm biodiesel mixture as an alternative diesel fuel, *J Sci Ind Res*, 70 466-477, 2011.
10. Alptekin, E., Çanakçı, M., Biyodizel Ve Türkiye'deki Durumu, *Mühendis ve Makine*, 47 (561), 56-64, 2012.
11. Karav, S., Farklı Türden Meyve Sularının Doğal Sorbitol İçeriği, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, 2009.