



Salih Özer

Muş Alparslan University, s.ozer@alparslan.edu.tr, Muş-Turkey

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2020.15.2.1A0455
ORCID ID	0000-0002-6968-8734
CORRESPONDING AUTHOR	Salih Özer

İKİ ZAMANLI BİR MOTORDA BENZİN/ALKOL KARIŞIMLARININ YAKIT OLARAK KULLANILMASININ GÜRÜLTÜ VE TİTREŞİME ETKİSİ

ÖZ

Makinelardaki titreşim ve gürültü makine operatörlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli parametrelerdir. Bu değerlerin belirtilen limitler dahilinde kalması operatörlerin sağlıkları açısından önem arz etmektedir. Diğer taraftan içten yanmalı motorlarda alternatif enerji kaynakları ile ilgili yapılan çalışmalar hız kazanmakta ve birçok ülke hızla bu tür yakıtların kullanımını teşvik etmektedir. Bu çalışmada da alternatif yakıt olarak kullanılan alkollerin (etanol, n-bütanol ve metanol) titreşim ve gürültüye etkisi incelenmiştir. Bu amaçla motor yakıtının içerisinde hacimce %10, %20 ve %30 alkol (etanol, n-bütanol ve metanol) ilave edilmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan motorlu tırpanın tek silindirli, iki zamanlı, benzinli bir motoru vardır. Bu tip bir motorda yakıt karışımlarının rölanti ve tam gaz konumunda kullanılmasının etkilerinin belirlenebilmesi için motorlu tırpan sabit bir zemin üzerinde rölanti ve tam gaz durumlarında ayrı ayrı çalıştırılarak veriler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen bulgular alkollerin kullanımı ile titreşim ve gürültü seviyesinde saf benzin yakıtına göre artışın olduğunu göstermiştir. En yüksek gürültü seviyesi 123.3dB(A) ve titreşim seviyesi de 5.4m/s² değeri ile E30 yakıt karışımının kullanılması tam gaz kolu konumunda elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İki Zamanlı Motor, Alkoller, Titreşim, Gürültü, Alternatif Yakıt

THE EFFECT OF GASOLINE/ALCOHOL MIXTURES AS A FUEL ON NOISE AND VIBRATION IN A TWO-STROKE ENGINE

ABSTRACT

Vibration and noise in the machines are important parameters for the occupational health and safety of the machine operators. It is important for operators to maintain these values within the specified limits. On the other hand, studies on alternative energy sources in internal combustion engines gain momentum and many countries are encouraging the use of such fuels rapidly. In this study, the effects of alcohols (ethanol, n-butanol and methanol) used as alternative fuels on vibration and noise was investigated. For this purpose, 10%, 20% and 30% alcohol (ethanol, n-butanol and methanol) were added to the engine fuel. The motor scythe used in the study has a single cylinder, two stroke, gasoline engine. In order to determine the effects of the use of fuel mixtures in idle and full throttle position in this type of engine, the motor scythe was operated separately on idle and full throttle conditions on a fixed ground and the data were recorded. The results showed that there was an increase in vibration and noise levels with the use of alcohols. The highest noise level is 123.3 decibels and the vibration level is 5.4m/s² with E30 mixture.

Keywords: Two-stroke Engine, Alcohols, Vibration, Noise, Alternative Fuel

How to Cite:

Özer, S., (2020). İki Zamanlı Bir Motorda Benzin/Alkol Karışımlarının Yakıt Olarak Kullanılmasının Gürültü ve Titreşime Etkisi, Engineering Sciences (NWSAENS), 15(2):113-123, DOI: 10.12739/NWSA.2020.15.2.1A0455.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde günlük hayatımızı kolaylaştıran el aletleri her alana girmeye devam etmektedir. Öyle ki, bu tür el aletleri (çim biçme makinesi, boya makinesi, süpürgeler vb.) her geçen gün giderek hayatımızın vazgeçilmezi konumuna gelmiştir. Bu tip makineler genel olarak ya bir elektrik motorundan ya da içten yanmalı bir motordan hareket alarak çalışmaktadır. İçten yanmalı motorlar silindir içerisinde petrol ve türevlerini kullanarak kimyasal enerjiyi hareket enerjisine dönüştürmektedir. Bu sayede elde edilen hareket enerjisi ile el aletlerine hareket verilmektedir. El aletlerinin hafif ve kompakt olması taşınması için tercih sebebidir. Bu nedenle bu tür el aletlerinde düşük güçlü iki zamanlı motorlar tercih edilmektedir. Bu tür motorlar az yakıt tüketimleri ve hafif olmaları nedeniyle genelde tercih sebebidir. Alkoller; bünyesinde OH bulunduran mısır, şeker pancarı, tahıllar vb. biyolojik kökenli hammaddelerin fermantasyonu sayesinde elde edilen zehirli olmayan yanabilme kabiliyetine sahip temiz yakıt olarak tanımlanabilir [1]. Alkoller dünyada bir çok ülkede doğrudan ya da petrol kökenli yakıtların içerisine katılarak ticari anlamda alternatif yakıt olarak içten yanmalı motorlarda kullanılmaktadır [2]. Bu anlamda bazı ülkelerin ekonomisinde de önemli bir girdi kaynağı olarak tasarruf yapılmasını sağlamaktadır. Ülkemizde de benzinin içerisine belirli oranlarda alkol katılması zorunlu hale gelmiştir. Bu zorunluluk TÜPRAŞ tarafından sağlanmakta ve satılan benzinin içerisine EN228 standardını sağlayacak şekilde alkol ilavesi yapılmaktadır [3]. Özellikle alkollerin ikincil ürünlerden üretilerek alternatif yakıtlarda kullanılması ülkelerin geri dönüşüm ve milli enerji hamlelerinde önemli bir yer tutmaktadır [4].

Günümüzde kullanılan içten yanmalı motorların kullanılmasına devam edildiği müddetçe alternatif yakıtların üzerindeki çalışmaların artacağı öngörülmektedir. Öyle ki bazı ülkeler petrole olan bağımlılığını azaltmak ve egzoz emisyon oranlarını düşürmek için kanunlarında değişiklikler yapmaya devam etmektedir. Bu düzenlemeler ile ilerleyen yıllardaki biyolojik kökenli alkollerin kullanım oranlarının artması öngörülmektedir. Örneğin Uluslararası Enerji Birliği (International Energy Agency (IEA)) 2050 yılında küresel çapta yük ve yolcu taşımacılığında kullanılan yakıtın %27'sini ikincil biyolojik yakıtlardan elde edilmesini hedeflemektedir [5]. Elde edilen bulgular alkollerin önümüzdeki yıllarda kullanımının artacağını ve daha etkin kullanılacağını göstermektedir. Titreşim (vibrasyon), mekanik bir sistemdeki salınım hareketlerini tanımlamaktadır. Bu tür titreşimler sistemlerin dış kuvvetlerinden aldığı hareket ile oluşmaktadır. Bu dış kuvvetler bazen dönen sistemlerle dengelenmiş kütleler, bazen motor hareketleri bazen de sistemin temelindeki düzenden kaynaklanabilmektedir [6]. Titreşimler kullanılan makine parçalarına zarar vermektedir. Makinenin ömrünü kısaltmakta ve makinenin aşınmasına neden olabilmektedir. Bunun yanında o makinenin operatörünün maruz kaldığı titreşim makine operatörüne de zarar vermektedir. Operatörler üzerinde uzun süreli titreşimler kalıcı hasarların oluşmasına da neden olabilmektedir [7, 8 ve 9]. Makine titreşimleri insan vücudunda el kol titreşimi ve bütün vücut titreşimi olmak üzere iki şekilde etkilemektedir. Şekil 1'de uzun süreli titreşimin ellerde oluşturduğu kalıcı hasarlardan örnekler görülmektedir.



Şekil 1. Titreşimin ellerde bıraktığı kalıcı hasarlar [10]
(Figure 1. Permanent damage caused by vibration in hands)

Gürültüyü belirli bir anda herhangi bir istenmeyen ses olarak tanımlamak mümkündür. Büyüyen şehirlerde uğultu şeklinde sürekli maruz kaldığımız gürültü de titreşim gibi operatörler üzerinde kalıcı hasarlara neden olabilmektedir. İnsan fizyolojisi birçok duruma alışabildiği halde gürültüye alışması zordur. Uzun süre gürültü kirliliğine maruz kalanlarda gürültü şiddetine göre baş ağrısı, huzursuzluk ve gece uyuyama gibi yan etkiler oluşabilmektedir [10 ve 11]. Yapılan literatür çalışmasında gürültü ve titreşimle ilgili yapılan çalışmalardan bazıları özetlenmeye çalışılmıştır. Dev ve Nachiketa dizel yakıtına harmanladıkları n-bütanol karışımının gürültü ve titreşim seviyesine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla tek silindirli, dört zamanlı bir motor kullanmışlar ve dört farklı yakıt karışımında %0, %20, %40, %60, %80 ve %100 motor yüklerinde deneylerini tekrarlamışlardır. Elde ettikleri sonuçlar göstermektedir ki; dizel yakıtına n-bütanol ilavesi ile birlikte, silindir içi yanma sesi miktarı yüksek motor yüklerine çıkıldığında artış gösterirken egzozdan elde edilen ses ise tüm motor yüklerinde artmaktadır [12]. Ioannis ve arkadaşları benzinli bir motorda benzin içerisine hacimce %10, %20 ve %30 etanol ve metanol ilavesinin gürültü ve titreşim etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla motorun 1000, 1300, 1600, 1900 d/d motor hızlarında çalışmasını sağlamışlardır. Metanol ve etanolün benzine göre titreşimi arttırdığını bildirmişlerdir [13].

Nikhil et al., benzin içerisine ilave ettikleri metanolün motor titreşimine ve gürültüsüne de etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla benzin içerisine hacimce %10 ve %20 oranlarında ilave etmişlerdir. Motor deneylerini GDI tipi bir motorda 1000, 1500, 2000 ve 2500 d/d motor hızında %0, %25, %50, %75 ve %100 motor yüklerinde gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri bulgular göstermektedir ki; tüm motor yüklerinde ve motor hızlarında metanol ilavesi ile birlikte toplam gürültü miktarı artmaktadır. Motor titreşimleri açısından incelendiğinde düşük motor hızlarında (1000, 1500 ve 2000d/d) titreşim miktarı azalırken yüksek motor hızlarında (2500d/d) titreşim miktarı artmaktadır [14]. Engür, park ve bahçelerde kullanılan değişik tipteki el aletlerinin gürültü ve titreşim seviyelerinin araştırılmasına yönelik bir çalışma yürütmüştür. Elde ettiği bulgular operatörlerin risk altında olduğunu göstermektedir [15]. Tint et al., yaptığı çalışmada çim biçme makinelerinden çalışanların yüksek desibelli sese maruz kaldığını bildirmektedir [16]. Sarıöz, tarafından yapılan çalışmada çim biçme makinelerindeki gürültünün 852dB(A) ile 95.6dB(A), çalı tırpanında 83.0dB(A)-890dB(A) ve çim biçme traktöründe ise 97.1dB(A)-101.2dB(A) aralığında gürültü miktarının değiştiğini ifade etmektedir [17]. László, çalı tırpanı kullanan çalışanlarda el-kol titreşimi sınır değerlerinin 1.88m/s^2 ile 4.469m/s^2 arasında, çim biçme makinesi kullanan çalışanlarda ise el-kol titreşimi sınır değerlerinin 3.915m/s^2 ile 10.039m/s^2 arasında değiştiğini belirtmiştir [18]. Yeh

vd., ise çalı tırpanı kullanımında çalışanların sekiz saatlik çalışma süresi için el-kol titreşimi sınır değerlerinin 2.08m/s^2 ile 4.97m/s^2 arasında değiştiğini ifade etmiştir [19]. Tüm çalışmalarda bu değerlere uzun süre maruz kalmanın riskli olduğu ifade edilmektedir. Yukarıda da bahsedildiği gibi makinelerle çalışanların maruz kaldığı fiziksel durumlar (titreşim ve gürültü) kalıcı hasarlara neden olabilecek niteliktedir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak el aleti de olan benzinli, iki zamanlı bir motora sahip motorlu tırpanda alternatif yakıt (etanol, n-bütanol ve metanol) kullanımının titreşim ve gürültüye etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla motorlu tırpan yakıtının içerisine hacimce %10, %20 ve %30 oranında etanol, metanol ve n-bütanol ilave edilerek deneyler tekrarlanmıştır. Motorlu tırpan rölantide (2700d/d) ve tam gazda (9500d/d) çalıştırılmış ve belirtilen etkilerin ne şekilde oluştuğu incelenmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Alternatif yakıtlarla ilgili son yıllarda yayınlanmış birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların büyük bir kısmı motorlarda kullanılacak alternatif yakıtlara odaklanmıştır. Fakat bu çalışmada insanların direk temas ettiği bir el aletinin motorunda alternatif yakıt kullanımının etkilerinden bahsedilmektedir. Özellikle titreşim ve gürültü bu tür makinelerde insan sağlığını tehdit eden önemli bir etkidir. Bu nedenle alternatif enerji kaynağı ile çalışan bu tür bir motorda gürültü ve titreşimin ne şekilde değiştiğinin araştırılması son derece önemlidir. Genel itibari ile bakıldığında ise bu tür küçük motorlarda alternatif yakıt kullanımında titreşim ve gürültünün ne şekilde değiştiğinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu anlamda literatürdeki bir eksikliğin kapatılmasına yardımcı olmaktadır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Deneyler STHIL marka FS 460 model motorlu tırpanda gerçekleştirilmiştir. Kullanılan motorlu tırpanın resmi Şekil 2'de verilmektedir. Motorunun teknik özellikleri Tablo 1'de verilmektedir.



Şekil 2. Motorlu tırpanın görünüşü
(Figure 2. The appearance of a motor scythe)

Gürültünün ölçümleri için CEM DT-8852 marka gürültü ölçer kullanılmıştır (Şekil 3a). Cihaz $30-130\text{dB(A)}$ aralığında ölçüm kabiliyetine sahip olup hassasiyeti $\pm 1.5\text{dB(A)}$. Elle taşınabilir özellikte olup led göstergesi üzerinden değer görülebilmekte ve anlık ses şiddeti kayıt altına alınabilmektedir. Gürültü ölçümleri TS EN ISO 9612 "Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler" standardında belirtilen metotlara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir [21 ve 24]. Titreşim ölçümleri için PCE-VT 1100-TurkAK marka el tipi titreşim aracı kullanılmıştır

(Şekil 3b). Kullanılan cihaz 01-199.99mm/s²'lik aralıktaki titreşimleri ± 5 hassasiyetinde ölçebilmektedir. Elde taşınabilme özelliği bulunmaktadır. Ölçümler sırasında TS EN ISO 5349-1 "Mekanik titreşim-Kişilerin maruz kaldığı, elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi-Bölüm 1: Genel kurallar" standardında belirtilen metot kullanılmıştır.

Tablo 1. Motorlu tırpanın teknik özellikleri [20]
(Table 1. Technical specifications of motor Scythe)

STHIL FS460	
Silindir Hacmi (cm ³)	4560
Silindir Çapı (mm)	44
Piston Strok (mm)	30
Motor Gücü (HP)	3 (9500d/dak)
Rölanti Devri (d/dak)	2700
Toplam Ağırlık (kg)	8.5
Benzin Deposu (lt)	0.75



(a)



(b)

Şekil 3. a) Dijital ses ve gürültü ölçer b) Titreşim ölçme aracı
(Figure 3. a) Digital sound and noise meter b) Vibration measurement tool)

Motorlu tırpanın titreşim ölçüm işlemi rölanti ve tam gaz kolu konumlarında Şekil 4'de gösterilen noktalardan gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sırasında motor sabitlenmiş ve insan kullanımdan kaynaklanabilecek ölçüm belirsizliklerinin önüne geçilmiştir.



Şekil 4. Motorlu tırpanın ölçüm noktası
(Figure 4. The measuring point of the motor scythe)

Deneylerde kullanılan alternatif yakıtlar Merk kimyadan temin edilmiştir. %99.6 saflıktaki bu alkoller, benzin+motor yağının içerisine hacimce %10, %20, %30 oranlarında karıştırılarak deney yakıt karışımları oluşturulmuştur. Motor deneyleri sırasında kullanılan motor yağlama yağının, benzin ve alkollerin özellikleri Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 2. Motor yağlama yağının özellikleri [22]
(Table 2. Characteristics of engine lubrication oil)

FULLTRAC 2T	
Viskozite (mm ² /s)	42.3
Yoğunluk (g/m ³)	0.873
Parlama noktası (°C)	180
Akma Noktası (°C)	-12

Tablo 3. Kullanılan yakıtların özellikleri [23 ve 25]
(Table 3. Characteristics of fuels used)

	Benzin	Metanol	Etanol	n-bütanol
Kimyasal Formülü	C ₁₂ H ₂₆	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH	C ₄ H ₉ OH
Yoğunluk (g/m ³)	0.732-0.755	0.796	0.788	0.811
Isıl Değer (Mj/kg)	44.3	20.11	26.9	33
Oktan Sayısı	95	108.7	108.6	96
Viskozite (mm ² /s)	0.37-0.44	0.59	1.19	3.6

Deneyde kullanılan karışımların karışım miktarları ve grafiklerdeki kısaltmaları Tablo 4'de verilmektedir.

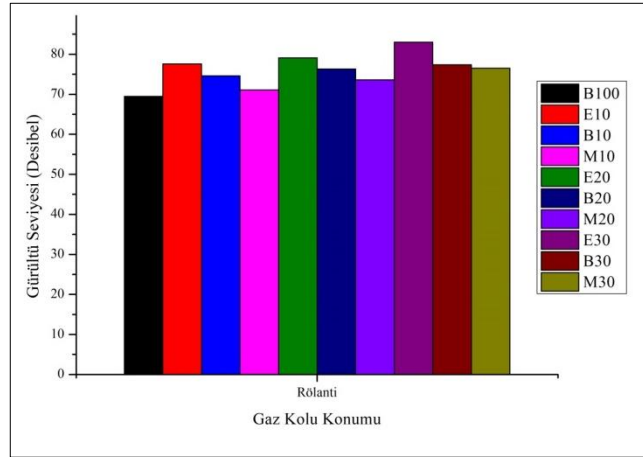
Tablo 4. Karışım oranları ve kısaltmaları
(Table 4. Mixture ratios and abbreviations)

Alkol Türü	Alkol Miktarı (Hacimce %)	Benzin Miktarı (Hacimce %)	Kısaltması
-	0	100	B100
Etanol	10	90	E10
	20	80	E20
	30	70	E30
Metanol	10	90	M10
	20	80	M10
	30	70	M10
n-bütanol	10	90	B10
	20	80	B10
	30	70	B10

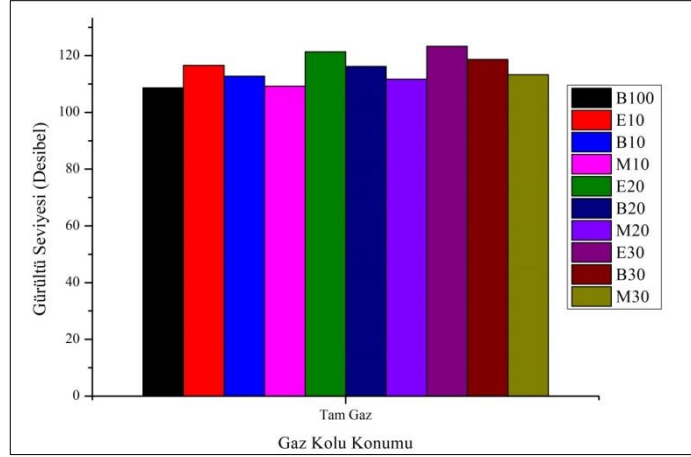
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Şekil 5 ve 6'de benzinin içerisine alkol ilavesinin motorlu tırpandaki gürültü miktarına etkisi gösterilmektedir. Deneyler sırasında rölanti (Şekil 5) ve tam gaz (Şekil 6) kolu konumundaki gürültü miktarları ayrı ayrı ölçülmüştür. Benzin içerisine alkol ilavesi ile birlikte tüm yakıt karışımlarında rölantide ve tam gaz kolu konumunda gürültü miktarında artış görülmüştür. En yüksek gürültü E30 yakıt karışımı ile elde edilmiştir. Bu durumun etanolün oktan sayısının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzinli motorlarda yakıt içerisindeki oktan sayısı yakıtın piston tarafından sıkıştırılmasına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle benzin içerisine ilave edilen etanol ve metanol miktarının artması ile yakıt karışımlarının oktan sayısı artış göstermektedir. Böylelikle silindir içerisinde yakıtın birikerek aniden yanması güçlü bir patlamaya neden olmaktadır [25]. Yapılan çalışmalar benzin içerisine alkol ilavesi ile birlikte düşük motor hızlarında sesin azaldığını yüksek motor hızlarında ise sesin arttığını bildirmektedir [13]. İki zamanlı bir motorda yapılan çalışmada da benzin içerisine alkol ilavesinin rölanti ve tam gaz kolu konumunda benzin kullanımına göre motor sesini

arttırdığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları bu yönüyle literatürdeki çalışmalar [12 ve 14] ile benzerlik göstermektedir. Deneylerde kullanılan alkoller içerisinde en yüksek gürültü artışının etanol yakıtı ile elde edildiği görülmüştür. Bu durumun yakıt karışımlarının ısısal değeri ile açıklamak mümkündür. Etanol ve metanolün oktan sayısının yüksek olmasına karşın etanol, metanole göre yaklaşık %26 daha fazla ısısal enerjiye sahiptir. Yakıt karışımlarının ısısal enerjisinin fazla olması silindir içerisinde yanma gürültüsünün artmasını sağlayan bir faktör olarak düşünülmektedir. Buna karşın n-bütanolün ısısal değerinin kullanılan alkoller arasında en yüksek değerde olmasına rağmen gürültü seviyesinin etanolden düşük olması ise yakıtın içerisindeki oktan sayısının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Rölanti seviyesinde B100 yakıtı ile 69dB(A) ses yüksekliği ölçülürken bu değer E30 yakıtı ile 83dB(A)'e ulaşmıştır. Tam gaz konumunda ise B100 yakıtı ile 108.7dB(A) ses seviyesi oluşurken E30 yakıtı ile 123.3dB(A) ses yüksekliğine kadar çıkmıştır. Silindir içerisinde yanarak piston üzerine ani bir patlama etkisi oluşturan yanma biyel kolu üzerinden biyel keplerine kadar baskı yaparak titreşim ve sesin artmasına neden olmaktadır. Motor devrinin artması da titreşim ve gürültünün artmasına neden olan önemli bir etkidir. Fakat silindir üzerine gelen yüklerin titreşim ve gürültüyü daha çok arttırdığı da yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir [26]. Elde edilen bulgular motorlu tırpanın yüksek gürültü değerlerine (80-120dB(A)) ulaştığını göstermektedir. Sonuçlar gürültü seviyelerinin belirtilen limitlerin çok üstünde olduğunu ve kullanıcıların uzun süreli maruz kalmasının işitme kaybı yanında çalışanlarda psikolojik ve fizyolojik etkilere neden olabileceğini göstermektedir. Elde edilen bu değerler literatürdeki daha önce titreşim ve gürültünün etkilerini araştıran [15, 17 ve 27] araştırmacıların sonuçları ile desteklenmektedir.

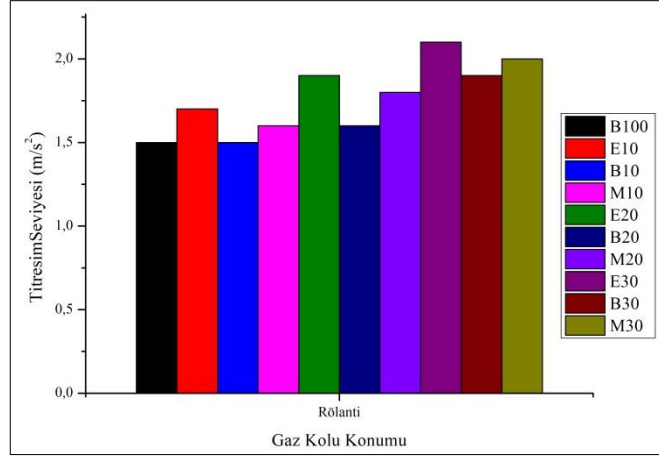


Şekil 5. Alkol ilavesinin rölantideki gürültü seviyesine etkisi
(Figure 5. Effect of alcohol addition on idle noise level)

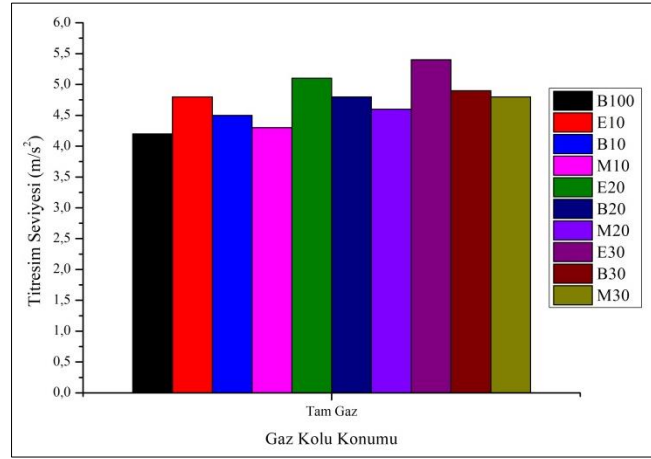


Şekil 6. Alkol ilavesinin tam gaz kolu konumunda gürültüye etkisi
(Figure 6. Effect of alcohol addition on noise at full throttle position)

Şekil 7 ve 8'de benzinin içerisinde alkol ilavesi ile motorlu tırpandaki titreşim miktarının değişimi gösterilmektedir. Deneyler sırasında rölantideki (Şekil 7) ve tam gaz (Şekil 8) kolu konumundaki titreşim miktarları ayrı ayrı ölçülmüştür. Benzin içerisinde alkol ilavesi ile birlikte titreşim seviyesinde tüm yakıt karışım oranlarında rölanti ve tam gaz kolu konumunda artış görülmektedir. Titreşim miktarındaki en yüksek artış oranı ise gürültüde de olduğu gibi etanol yakıt karışımları ile elde edilmiştir. Benzin içerisindeki alkol miktarının artmasına bağlı olarak titreşim seviyesinde artma görülmektedir. Artışın sebebinin yakıtların oktan sayısı ile açıklamak mümkündür. Yapılan çalışmalarda benzin içerisinde alkol ilavesi ile birlikte yakıt karışımlarının artan oktan sayısının bir etkisi olarak silindir içerisinde yakıtın birikmesine ve aniden yanmaya neden olarak vurutuya neden olduğu bildirilmiştir [28]. Rölantide B100 yakıtı ile 1.5m/s^2 titreşimi elde edilirken E30 yakıtı ile titreşim seviyesinin 2.3m/s^2 değerine çıktığı görülmüştür. Motorun gaz kolu konumunun tam gaza gelmesi ile birlikte B100 yakıtında bu değer 4.2m/s^2 değerine çıkarken E30 yakıtı kullanımı ile birlikte ise titreşim değeri 5.4m/s^2 değerine ulaşmıştır. Çalışmanın sonuçları literatürdeki [28] çalışması ile benzerlik göstermektedir. Çünkü motorlardaki ani vurutular biyel ve keplere aşırı yüklenerek motorun titreşim ve gürültü seviyesine arttırdığını bildirmektedir [28]. "Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik" [29] yönetmeliği incelendiğinde operatörlerin maruz kalması gereken günlük limitlerin 2.5m/s^2 olması gerektiği bildirilmektedir. Elde edilen bulgular göstermektedir ki alkol ilavesi ile birlikte tam gaz kolu konumunda belirtilen sınır değerinin üstünde titreşim değerleri elde edilmiştir.



Şekil 7. Alkol ilavesinin rölantideki titreşime etkisi
(Figure 7. Effect of alcohol addition on idle vibration)



Şekil 8. Alkol ilavesinin tam gaz kolu konumunda titreşime etkisi
(Figure 8. Effect of alcohol addition on vibration at full throttle position)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

İçten yanmalı motorlarda alternatif yakıt uygulamaları ile ilgili sıkça yayınlar yayınlanmaktadır. Fakat bu alternatif yakıtların titreşim ve gürültü üzerine etkileri ile ilgili detaylı yayınlar bulunmamaktadır. Bu nedenle bu tür yakıtların kullanımı sırasında titreşim ve gürültü analizi yapılarak bu tür yakıtların etkilerinin araştırılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar ve öneriler sunulmaktadır.

- Benzin içerisine ilave edilen alkol miktarı arttıkça gürültü miktarı artış göstermektedir.
- Benzin içerisine ilave edilen alkol miktarı arttıkça titreşim miktarı artış göstermektedir.
- Etanol, metanol ve n-bütanole göre daha fazla gürültü ve titreşim düzeyinde artışa neden olmuştur.
- Motorlu tırpanda oluşan gürültü ve titreşimin sürekli kullanımda kalıcı hasarlara neden olabileceği düşünülmektedir.
- Kullanım süresine bağlı olarak titreşim miktarının artacağı öngörüldüğü için bu tür el aletlerinin bakım ve onarımlarının zamanında yapılması operatörlerin maruz kaldıkları fiziksel durumlara karşı önemlidir.

- Alternatif yakıtların kullanılması durumlarında titreşim ve gürültü ile ilgili durumların kontrol edilmesi kullanıcıların sağlıkları açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Onurbaşavcıoğlu, A., Atasoy, Z.D., Türker, U. ve Koçtürk, D., (2013). Tarımsal Kökenli Yenilebilir Enerjiler: Biyoyakıtlar, Nobel Yayınevi, Ankara.
- [2] Akalın, B. ve Seyrekbasan, M.A., (2015). Dünyadaki Biyoetanol Politikalarının Türkiye Koşulları ile Karşılaştırmalı İncelenmesi ve Türkiye Şartlarına Uygunluk Açısından Biyoetanol Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Değerlendirilmesi, U.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(1):157-168.
- [3] Çakmak, A. ve Özcan, H., (2018). Benzin İçin Oksijenli Yakıt Katkıları, Politeknik Dergisi, 21(4):831-840.
- [4] Fogassy, G., Thegarid, N., Schuurman, Y., and Mirodatos, C., (2011). From Biomass to Bio-gasoline by FCC Coprocessing: Effect of Feed Composition and Catalyst Structure on Product Quality, Energy and Environmental Science, 4(12):5068-5076.
- [5] IEA, (2011). Technology Roadmap: Biofuels for Transport, International Energy Agency.
- [6] Demir, C., (2019). Mekanik Titreşimler <http://www.yildiz.edu.tr/~cdemir/TitresimSunum.pdf>, (Erişim Tarihi: 30.03.2020).
- [7] İSG, (2019). Fiziksel Risk Etmenleri, http://www.tyih.gov.tr/Eklenti/2677_fiziksel-risk-etmenleripdf.pdf?0, (Erişim Tarihi: 30.03.2020).
- [8] Doğan, T., Erdem, B. ve Duran, Z., (2015). Tüm Vücut Titreşiminin Operatör ve Sürücüler Üzerindeki Etkileri: Ölçümü Ve Değerlendirilmesi, Madencilik, 54(3-4):25-39.
- [9] Anadolu Sağlık, (2019). Titreşimin İş Güvenliği ve Sağlığına Etkileri, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiOi9TVjMDiAhWJyqQKHTWqCBcQFjACegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.anadoluisagligi.com%2Fimg%2Ffile_972.doc&usg=AOvVaw34hBJfmkD3tjX94owBCwTb, (Erişim Tarihi: 30.03.2020).
- [10] Anonim, (2019). <https://www.dicle.edu.tr/Contents/5fd689c3-3cc4-4909-843a-0c3671016alc.pdf>, (Erişim Tarihi: 30.03.2020).
- [11] Özkan, M.O., Çiftçi, E.S. ve Bozcan Postalıcıoğlu, E.F., (2016). Çalışma Yaşamında Gürültü İle Mücadele Rehberi. İş Sağlığı ve Güvenliği Müdürlüğü.
- [12] Dev, P.S. and Nachiketa, T., (2018). Experimental Investigation on Combustion, Noise, Vibrations, Performance and Emissions Characteristics of Diesel/N-Butanol Blends Driven Genset Engine, Fuel, 221(6):44-60.
- [13] Ioannis, G., Spyridon, L., Dimitrios, M., Theodoros, G., Dimitrios, K., Zisis, T., and Panagiotis, X., (2013). Detection of Fuel Type on a Spark Ignition Engine from Engine Vibration Behaviour, Applied Thermal Engineering, 54:171-175.
- [14] Nikhil, S., Chetankumar, P., Nachiketa, T., and Avinash, K.A. (2019). Experimental Investigations of Noise and Vibration Characteristics of Gasoline-methanol Blend Fuelled Gasoline Direct Injection Engine and Their Relationship with Combustion Characteristics, Applied Thermal Engineering, 158, 113754.
- [15] Engür, O.M., (2018) Park ve Bahçe İşlerinde Kullanılan Makinelerde Çalışanlara Yönelik Riskler ve Önleme Yolları, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6 (ÖS:Ergonomi2017):83-91.

- [16] Tint, P., Tarmas, G., Koppel, T., Reinhold, K., and Kalle, S., (2012). Vibration and Noise Caused by Lawn Maintenance Machines in Association with Risk to Health, *Agronomy Research Biosystem Engineering*, 1:251-260.
- [17] Sarıöz, İ., (2016). Belediyelerin Park ve Bahçe İşlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 146, Ankara.
- [18] László, H.E., (2010). The Vibration Exposure of Small Horticultural Tools and Its Reduction, Phd thesis, Budapest Corvinus University.
- [19] Yeh, C., Lu, S., Lin, K., and Lee, C. (2015). An Investigation of Vibration Exposure for Use of Brushcutter, Proceedings 19'th Triennial Congress of the IEA, Melbourne.
- [20] STHİL, (2019). Motorlu Tırpanın Özellikleri, <https://www.sadal.com.tr/Product?productId=211>, (Erişim Tarihi: 30.03.2020).
- [21] TS EN ISO 9612, (2009). Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [22] OPET, (2019). Yağlama Yağının Teknik Özellikleri, <http://www.opetfuchs.com.tr/urun/fulltrac-2t>, (Erişim Tarihi: 30.03.2020).
- [23] Özer, S., (2014). Alkollerin İçten Yanmalı Motorlarda Alternatif Yakıt Olarak Kullanılması, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1):97-114.
- [24] OPET, (2019). <https://www.opet.com.tr/files/PDF/Urun/Ultra-Force-95-Oktan-urun-teknik-ozellikleri.pdf>, (Erişim Tarihi: 30.03.2020).
- [25] Çelik, M.B., Özdalyan, B. ve Alkan, F., (2011). The Use of Pure Methanol as Fuel at High Compression Ratio in a Single Cylinder Gasoline Engine, *Fuel*, 90(4):1591-1598.
- [26] Sarıdemir, S., Polat, F. ve Kılınçel, M., (2016). Motor Devit ve Yükünün Titreşim ve Gürültü Emisyonuna Olan Etkisinin İncelenmesi, *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 3(3):459-469.
- [27] ÇSGB, (2013). Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete Sayısı: 28721, Resmi Gazete Tarihi: 28 Temmuz 2013, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
- [28] Ahmad, T.A. and Abbas, R., (2016). The effect of added ethanol to diesel fuel on performance, vibration, combustion and knocking of a CI engine, *Fuel*, 185:718-733.
- [29] ÇSGB, (2013). Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete Sayısı: 28743, Resmi Gazete Tarihi: 22 Ağustos 2013, T.C. Resmi Gazete, Ankara.