

---

*Araştırma Makalesi / Research Article*

---

## **Benzin ve Dizel Motorlarda Devir Sayısının Titreşime Olan Etkisinin İncelenmesi**

Nurullah GÜLTEKİN<sup>1\*</sup>, Murat MAYDA<sup>2</sup>, Mesut KİLİT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Karaman

<sup>2</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Karaman

<sup>3</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Karaman

---

### **Özet**

Titreşim, içten yanmalı motorlu araçlarda konforu etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Doksanlı yıllarda üretilen dizel araçların, benzinli araca göre daha titreşimli çalıştığı bilinmektedir. Son teknoloji dizel araçlarda ise titreşim seviyesi azalmıştır. Bununla birlikte dizel araçların titreşim seviyesi benzinli araçlar seviyesine indirilememiştir. Bu çalışmada; benzinli ve dizel motorların farklı devir sayılarındaki titreşim ölçümleri ivme cinsinden (g) yapılmıştır. Her iki motorun maksimum ve ortalama titreşim değerleri kendi içinde ve karşılıklı olarak kıyaslanmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda, ortalama ivme dikkate alındığında, dizel motorun benzinli motora göre rölanti devrinde (1000 dev/ dak) 42.2 kat daha titreşimli çalıştığı tespit edilmiştir. Her devir aralığındaki titreşim oranları değerlendirildiğinde ise iki motorun da maksimum torkun ulaşıldığı devire kadar titreşim oranı azaldığı, bu devirden sonra arttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** İçten Yanmalı Motor, Benzin, Dizel, Devir Sayısı, Titreşim.

---

## **Investigation of the Effect of Revolution of Diesel and Gasoline Engines on Their Vibration**

### **Abstract**

Vibration is one of the important factors affecting the comfort of vehicles with internal combustion engines. It is known that diesel vehicles produced in the 1990s runs with more vibration than the gasoline engine. On the other hand, the high technology diesel engines produces less vibration. Although there are significant developments in the vibration levels of diesel engines, it is obvious that the vibration level of gasoline engines are better than that of diesel engines. In this study, the vibration level of gasoline and diesel engines are measured as acceleration (g) in their different revolutions. The maximum and average vibration values of these two engines are compared first inside each kind of engine itself and finally with each other. According to this comparison, in terms of average acceleration, the vibration level of the diesel engine is higher (42.2 times) than that of gasoline engine in the idling state (1000 rev/min). In terms of the vibration rates in the range of each revolution for both two engines, it is observed that the vibration rate decreases until the revolution at which the maximum torque is reached, and the vibration rate increases after that revolution.

**Keywords:** Internal Combustion Engine, Diesel, Gasoline, Revolution, Vibration.

---

### **1. Giriş**

Taşıtlarda konfor faktörünü etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunların en önemlisi olan titreşim ve gürültü, taşıt sürüş güvenliğini ve konforunu etkileyen önemli unsurlardan ikisidir. Oldukça karmaşık dinamik bir sisteme sahip olan motorlu taşıtlar, içerisinde bulunan yolcular, eşyalar, yol zemini ve taşıt etrafında akan hava ile sürekli etkileşim halindedirler. Karayolu taşıtlarında titreşim ve gürültünün temel kaynakları, içten yanmalı motor, yol yüzeyi ve aerodinamik etkilerdir. Sürekli olarak titreşime ve gürültüye maruz kalan kişilerde dikkat dağınıklığı, stres, sinirlilik hali ve yorgunluk belirtileri gözlenmektedir [1,2]. Bu durumdaki bir sürücünün kaza yapma olasılığı daha da

---

\*Sorumlu yazar: [ngultekin@kmu.edu.tr](mailto:ngultekin@kmu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 07/08/2017 Kabul Tarihi: 29/09/2017

yükselmektedir. Ayrıca taşıttaki titreşimler, taşıt üzerindeki sistemlerin darbelere, malzeme yorgunluğuna, sürtünmelere ve ısı gerilmelere maruz kalmalarına ve kısa sürede arızalanmalarına neden olabilir. Malzeme yorgunluğuna bağlı arızalanmalar, titreşimin en önemli sonuçları arasında yer almaktadır [3,4]. Titreşimin azaltılması gürültü miktarını da yaklaşık iki kat kadar azaltmaktadır [5].

İçten yanmalı motorlarda oluşan titreşimlerin temel sebepleri; yanma sonucu oluşan değişken gaz kuvvetleri, ivmeli hareket yapan motor parçalarının balanssızlığı, volanın meydana getirdiği merkezkaç kuvveti ve supap mekanizmasındaki geçici rejim etkileşimleridir [6,7]. İvmeli doğrusal ve dögüsel hareket gerçekleştiren parçalar ile balanslanmamış kütlelerin yarattığı zorlama kuvvetleri, harmonik motor frekanslarının tam katlarını meydana getirirler. Gaz kuvvetleri ise harmonik motor frekanslarının hem tam hem de yarım katlarının oluşumuna katkı yaparlar. Harmonik frekanslı motor titreşimlerinin daha küçük katları, parçaların esnekliklerinden, parçalar arası boşluklardan ve süreksiz temaslar gibi bazı diğer faktörlerden kaynaklanmaktadır [5,8].

Taşıt motorlarının gelişmesiyle birlikte, titreşimlerde önemli derecede azalmalar sağlanmıştır. Özellikle dizel motorlardaki titreşimler eski teknoloji dizel motorlara göre oldukça azalmıştır. İçten yanmalı motorlarda titreşimi yok etmek günümüz teknolojisinde imkânsızdır. Fakat azaltmak mümkündür. Özellikle malzeme teknolojisinde ilerlemeler motor titreşimi üzerinde olumlu yönde etki etmektedir. Geçmişten günümüze bilinen en önemli durum ise dizel motorların benzinli motorlara göre daha salınımlı çalıştığıdır.

Bu çalışmanın amacı; farklı çalışma parametrelerinin uygulandığı benzinli ve dizel motorların, oluşturmuş olduğu titreşimleri kendi içlerinde ve birbirleri ile kıyaslayarak optimum çalışma koşulunu tespit etmek ve motorların oluşturmuş olduğu titreşimi azaltabilecek faktörleri incelemektir

## 2. Materyal ve Metot

Deneylerde, dizel motor ve benzinli motor kullanılmıştır. Motorlar farklı firmalara ait motorlardır. Motorların üretim yılları benzerdir ve benzer çalışma koşulları için gerekli yenileştirmeler yapılmıştır. Motorlardan titreşim verilerini almak için ise PCE-VD3 model ivme ölçer titreşim cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, entegre triaksial (X, Y, Z eksenleri) ivme sensörü olan minyatür universal veri kaydedicisidir. Bu cihazın dahili sensörünün eksen başına  $\pm 18$  ölçüm aralığı vardır ve X, Y, Z eksenlerinde ve toplam bileşke ivme olarak dört farklı ivme türü g biriminde ölçülür. Bu deney ekipmanları Resim 1'de verilmiştir. Titreşim verileri bilgisayar aracılığı ile kayıt altına alınmıştır. Titreşim verileri 500 ms zaman aralığında yazılım tarafından otomatik kaydedilmiştir. Seçilen her motor devri için ölçüm süresi 15 sn kabul edilmiştir. Her ölçüm sonunda ortalama ve maksimum bileşke ivme değerleri kaydedilmiştir.



a)



b)



c)

**Resim 1.** Deneyde kullanılan ekipmanlar: a) Dizel motor, b) Benzinli motor, c) İvme ölçer cihaz

### 3. Bulgular ve Tartışma

Tablo1’de bu iki motorun farklı devirlerindeki maksimum ve ortalama titreşim verileri görülmektedir. Benzinli motorların genel çalışma aralığı 2500-3500 dev/dk iken, dizel motorların çalışma aralığı biraz daha düşük 1500-2500 dev/ dk’dır.

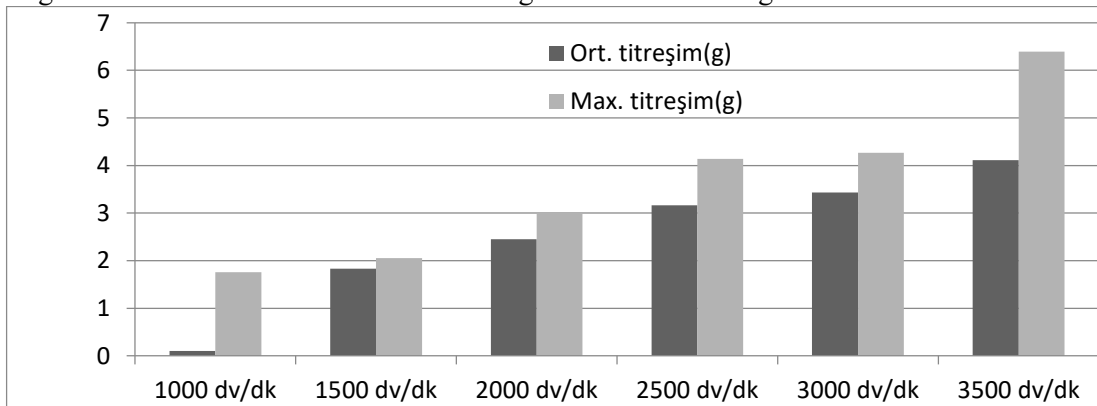
**Tablo1.** Benzinli ve dizel motor titreşim verileri

DEVİR(DEV/DK)	Benzin Titreşim ivme(g)		Dizel Titreşim ivme(g)	
	Max.(g)	Ort.(g)	Max.(g)	Ort.(g)
1000	1,76	0,10	6,80	4,22
1500	2,05	1,83	4,86	3,57
2000	2,98	2,45	5,71	4,30
2500	4,14	3,16	7,58	5,03
3000	4,27	3,43	9,59	6,24
3500	6,39	4,11	12,22	8,08

Veriler incelendiğinde 1000 dev/dk’da benzinli motorda ortalama titreşim 0.1g iken devir arttıkça titreşim artmaktadır. 3000 dev/dk’dan sonra titreşimde yüksek bir artış oranı tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise maksimum güç devrinden sonra motorun çalışmasındaki düzensizliktir.

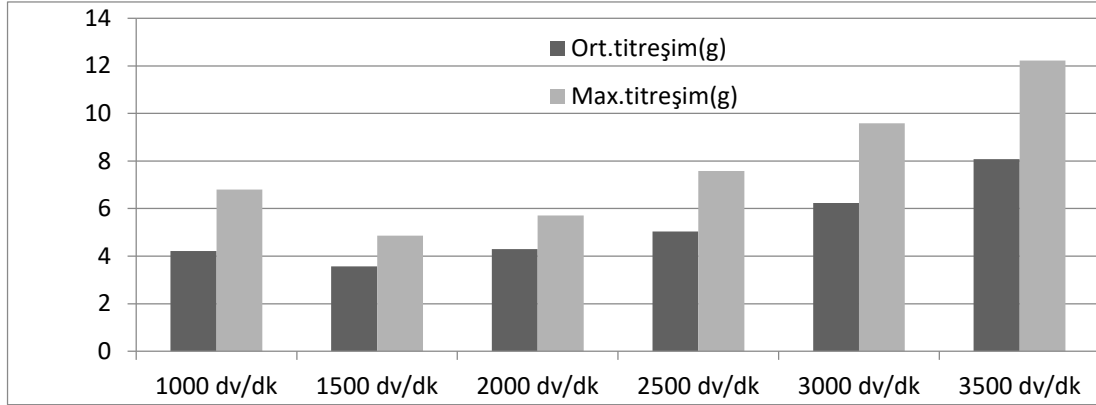
Dizel motorda 1000 dev/dk’da titreşim 4,22 g tespit edilmiştir. Devir arttıkça 1500 dev/dk’dan sonra orantılı bir titreşim artışı gözlemlenmiştir. Rölanti devrinde yüksek titreşim tespit edilmesi deney motorlarının ilk deneylerde soğuk olmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek devirlere çıkıldıkça dizel motorun daha düzenli çalıştığı ve maksimum güç devrinden sonra benzinli motorlar gibi titreşim değerinin çok yükseldiği tespit edilmiştir.

İki farklı motorun kıyaslanması karakteristik özelliklerinden dolayı tam mümkün olmamakla birlikte, dizel motorların genelde soğuk iken daha fazla titreşim oluşturduğu söylenebilir. Deneyin diğer bir önemli bulgusu ise ortalama ile maksimum ivme değerleri arasındaki bağıntıdır.



**Şekil 1.** Benzinli motor maksimum ve ortalama titreşim (g) karşılaştırılması

Benzinli motorda maksimum titreşim ile ortalama titreşim arasındaki oran farkı; 1500 dev/dk'da %12, 3000 dev/dk'da %24 şeklinde ölçülmüştür. Benzinli motorlarda 1500-3000 dev/dk arası oran farkının az olması motorda oluşan vuruntunun az olduğunun bir kanıtı olarak görülebilir.



Şekil 2. Dizel motor maksimum ve ortalama titreşim(g) karşılaştırılması

Dizel motorda maksimum ile ortalama ivme değeri arasındaki oran farkı; 1500 dev/dk'da %36, 3000 dev/dk'da %60 şeklinde ölçülmüştür.

Benzinli ve dizel motorlarda devir artışının çalışma düzensizliğini artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca benzinli motorların maksimum ve ortalama titreşim oranının dizel motora göre oldukça az olduğu tespit edilmiştir. Bunun başlıca sebebi sıkıştırma oranının farklı olması ve oluşan maksimum basınç farklarının olduğu düşünülmektedir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada benzinli ve dizel motorların kendi içlerindeki değerlendirmeleri yapılmış ayrıca genel anlamda iki motor kıyaslanmıştır. Deneyler sonucunda dizel motorların beklenildiği gibi daha titreşimli çalıştığı tespit edilmiştir. Çalışmadaki en önemli sonuçlardan bir diğeri ise, özellikle bakımı düzenli yapılmayan ve ayarları rutin kontrol edilmeyen motorların titreşimlerinin çok arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışmanın devamında farklı motor tiplerinin çalışması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuca varılmasındaki en önemli faktör ise doğrusal hareketin dairesel harekete dönüşmesinde oluşan titreşimlerdir. Pistonun ÜÖN (üst ölü nokta) ve AÖN (alt ölü nokta) da yön değiştirebilmesi için bir an durması ve bunun sonucunda oluşan titreşimler çalışılması gereken en önemli konu olarak tespit edilmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda; wankel motorlarının ve boksör tipi motorların oluşturdukları titreşimler incelenerek bu motorların yapmış olduğu salınımlar sıra tipi motorların salınımları kıyaslanacaktır.

#### Kaynaklar

1. Drugă C., Barbu D., Lache S. (2007). Vibration and The Human Body, Fascicle of Management and Technological Engineering, 6 (16): 168-173.
2. Hostens I., Ramon H. (2003). Descriptive Analysis of Combine Cabin Vibrations and Their Effect on the Human Body, Journal of Sound and Vibration, 266: 453-464.

3. Chu C.C. (1997). Multiaxial Fatigue Life Prediction Method in the Ground Vehicle Industry, *International Journal of Fatigue*, 19: 325-330.
4. Fonta M., Freitas M. (2009). Marine Main Engine Crankshaft Failure Analysis, *Engineering Failure Analysis*, 16: 1940-1947.
5. Karabulut H. (2012). Dynamic Model of a Two-cylinder Four-stroke Internal Combustion Engine and Vibration Treatment, *International Journal of Engine Research*, 13: 616-627.
6. Boysal A., Rahnejat H. (1997). Torsional Vibration Analysis of a Multi-body Single Cylinder Internal Combustion Engine Model, *Applied Mathematical Modelling*, 21: 481-493.
7. De la Cruz M., Theodossiades S., Rahnejat H. (2009). An Investigation of Manual Transmission Drive Rattle, *Journal of Multi-Body Dynamics*, 224: 167-181.
8. Rahnejat H. (1998). *Multi-Body Dynamics: Vehicles, Machines and Mechanisms*, Professional Engineering Publishing, SAE, London.