

# HİDROJENİN MOTORLARDA KULLANIMI VE MOTOR GÜRÜLTÜSÜNE ETKİSİ

**Kamil DELİKANLI**

*Süleyman Demirel Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Makine Müh. Böl. Isparta*  
Tel: 0(246) 211 12 48 E-Posta: kdelikan@mmf.sdu.edu.tr

**Mustafa BAYHAN\***

*Süleyman Demirel Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Makine Müh. Böl. Isparta*  
Tel: 0(246) 211 12 52 E-Posta: mbayhan@mmf.sdu.edu.tr

**Antoni JANKOWSKI**

*Polonya Havacılık Enstitüsü (ILOT) VARŞOVA-POLONYA*

## ÖZET

*Hidrojen yüksek verimliliğe sahip, tüm otomotiv yakıtlarına göre daha üstün özellikler taşıyan ideal bir yakıttır. Sudan olduğu gibi fosil yakıtlardan da üretilebilir. Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/veya su önemini arttırmaktadır.*

*Araştırmalar, mevcut koşullarda hidrojenin diğer yakıtlardan yaklaşık üç kat pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürücü teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir. Hidrojenin motorlu araçlarda alternatif yakıt olarak kullanılması uzun zamandan beri araştırılmaktadır. Ulaşım sektöründe, hidrojen ile çalışan araçların geliştirilmesi, petrol tüketimini azaltacağı gibi, araçlardan kaynaklanan hava kirliliğini de minimum düzeye indirecektir.*

*Bu çalışmada; benzinli bir motora farklı çalışma devirleri için yakıtı hidrojen ilave ederek motor gürültüsündeki değişimler incelenmiştir. Normal yakıt ve yakıtı hidrojen ilavesiyle elde edilen ses ölçüm sonuçları grafikler halinde irdelenmeye sunulmuştur.*

**Anahtar Kelimeler:** Temiz yakıt, gürültü analizi, hidrojen

## Using Hydrogen in Engines and Effect of Engine Noise

### ABSTRACT

*Hydrogen has high a efficiency, higher properties than the other automotive fuels as an ideal fuel. It can be produced from water and from fossil fuels. Every area of heat and Explosion energy necessity, Using Hydrogen as fuel in energy systems, Emission only water to atmosphere, will be increased its importance.*

*Researches shows hydrogen about three times expensive than other fuels and using as common energy source, It depend on technological developments of cost degresing researches at the producing hydrogen. Using hydrogen in motor vehicles as alternative fuel is researched for a long time. Improvement vehicles working with hydrogen in transport sector will be decrease fuel consumption and air pollution.*

*In this study, by adding hydrogen to fuel for different working cycles for gasoline engine, the alterations in engine's noise have been examined. The sound measurement results obtained by normal fuel and adding to normal fuel have been presented to examine in graphics.*

**Keywords:** Clean fuel, hoise analysis, hydrogen

## GİRİŞ

**B**ugün dünyada yaklaşık olarak 700 milyon motorlu araç vardır. Motorlu araçlara olan talep giderek artmaktadır.

Hijikata, hidrojen enerjisini kullanarak uluslararası temiz enerji ağının geliştirilmesi üzerine bir araştırma yapmıştır. 1996 yılından bu yana hidrojenin güvenilir bir biçimde içten yanmalı motorlarda kullanılabilirliği gösterilmiştir. Ghosh ve arkadaşları, dizel motorundaki gürültü kirliliğinin kontrolü için bir susturucu dizaynı geliştirilmiştir. Kim ve arkadaşları, egzoz

gürültüsünü azaltmak için otomobil egzoz sistemine tutturulan aktif bir susturucunun kullanımını deneysel olarak incelemiştir.

Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama 1.33 kat daha verimli bir yakıttır ve Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. Motor yakıtı olma özelliği, kullanım verimliliği, çevresel uygunluk, çok yönlü kullanım ve maliyet açısından da yapılan değerlendirmeler, hidrojenin değerli bir hammadde olan ham petrolün kullanılabilirliğini arttırmak ve ona olan bağımlılığımızı azaltmak için yeni enerji kaynaklarımızı

\* İletişim yazarı

Bu yazı TMMOB Makina Mühendisleri Odası Bursa Şubesinde 27-28 Mayıs 2005 tarihleri arasında düzenlenen IX. Otomotiv ve Yan Sanayi Sempozyumu'nda bildiri olarak sunulmuştur.

geliştirmemiz gerekmektedir. Buna örnek olarak hidrojen enerjisini gösterebiliriz. Çevre koşulları altında hidrojen bir gazdır ve çevre dostudur. Diğer yandan hidrojenin depolama ve dağıtım teknolojileri katı ve sıvı enerji kaynaklarına göre daha kompleksdir.

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde hidrojenin önemi her geçen gün hızlı bir şekilde artmaktadır. Hidrojen kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan, güneş enerjisi ve nükleer enerjiden, su gibi sonsuz bir kaynaktan elde edilebilir.

Hidrojen, halen en ucuz olarak fosil yakıtlardan buharla reaksiyon yöntemiyle elde edilmektedir. Ancak bu yöntem fosil kaynaklara olan bağımlılığı azaltmamakta ve aynı zamanda hava kirliliğine sebep olmaktadır. Diğer en çok kullanılan yöntem elektroliz ile suyun ayrıştırılmasıdır.

Hidrojen yakıtının en önemli kullanım alanı ulaşım sektöründedir. Hidrojen halen bir yakıt olarak uzay mekiği ve roketlerde kullanılmaktadır.

## HİDROJEN VE MOTORLARDA KULLANIMI

Hidrojen 1500'lü yıllarda keşfedilmiş, 1700'lü yıllarda yanabilme özelliğinin farkına varılmış, evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup, renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir (Üst ısıl değeri 140.9 MJ/kg, alt ısıl değeri 120,7 MJ/kg). 1 kg hidrojen 2.1 kg doğal gaz veya 2.8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir. Hidrojen doğada serbest halde bulunmaz, bileşikler halinde bulunur. En çok bilinen bileşiği ise sudur. Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/veya su buharı olmaktadır. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama 1.33 kat daha verimli bir yakıttır. Hidrojenden enerji elde edilmesi esnasında su buharı dışında çevreyi kirlenici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir.

Hidrojen motoru üzerine ilk çalışmalar ise 1920'lerde başladı. Hidrojen hava karışımı, Ateşlemeli motorlar Ricardo, Burstall, Erren ve King gibi araştırmacılar tarafından incelendi. Bunların karşısına erken tutuşma sorunu çıktı. Oysa bu gibi motorlar dizel motorlara göre yüksek ısıl verimlerle ve yüksek sıkıştırma oranlarıyla çalışmaktaydı. Bunlardan doyurucu bir sonuç elde edilemediği söylenebilir. Ayrıca Oehmichen

silindir içinde hidrojen püskürtmek erken tutuşmayı önlemeyi düşürerek yüksek basınçlı püskürtmeli, ateşlemeli motorlarla pek çok deneyler yapmıştır. Kendiliğinden tutuşma sıcaklığının yüksek olması, ateşlemeyi başarmadaki zorluk, yüksek basınçlı hidrojeni elde etmekteki zorluk nedeniyle, motoru düşük güçte kullanma gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların bir çoğu halen tam olarak çözümlenememiştir. Bu çalışmalar 1970'den sonra tekrar başlamıştır.

Son onbeş yıl içerisinde hidrojenle çalışan değişik motorlar üretilmiş, otolara, otobüslere uygulanarak gösterimler yapılmıştır. İçten yanmalı motorlarda yakıt olarak hidrojen kullanılabilenekte olup, bunlar çoğunlukla enjeksiyonlu motorlardır. Dizel kafalı motorlarda hidrojen enjeksiyonu ön yanma odasına yapılırken, Otto kafalı motorlarda doğruca yanma odasına yapılmakta ve uzun tırnaklı özel bujiler kullanılmaktadır. Bu motorların hem iki ve hem de dört zamanlı olanları vardır. Son yıllarda hidrojen/benzin ve hidrojen/doğal gaz sistemli Otto motoru gibi düzenlemeler ortaya çıkarılmıştır. Hidrojen yakıtı araçlara sıvılaştırılmış biçimde veya metalik hidrid biçiminde uygulanmaktadır.

Çalışmalar düşük kirlilikteki otomobil motoru, petrolün yerine seçenек bir yakıt olarak hidrojen ve hidrojen motoru üzerine araştırmalar olarak sürdü. Halen dünyada yapılmış incelenmiş düşük güçte küçük otomobiller vardır. Bunlarda sıvı hidrojen tankı, sıvı hidrojen pompası, ısı eşanjörü ve enjektör gibi elemanlar kullanılmaktadır. Bunlarda sıvı hidrojen tankının soğutulması, sıvı hidrojen pompasının çalıştırılması için fazladan enerji harcanmaktadır.

Bir yakıtın motor yakıtı olma özelliği yalnızca ısıl değerine bağlı değildir. Ayrıca devindirme-tahrik etme faktörü önemli olup, bu faktör yakıtın kütlesi ve buna karşılık olan hacmine bağlı biçimde, en yüksek ısıl değerli yakıtla analitik karşılaştırması sonucu hesaplanır. Hidrojenle birlikte çeşitli motor yakıtlarının özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Yakıtlar için önemli olan bir özellik de çevresel uygunluktur. Fosil yakıt kullanımının hava kalitesi, insanlar, hayvanlar,

Tablo 1. Hidrojen ve Diğer Motor Yakıtlarının Karşılaştırmalı Temel Özellikleri

Yakıt	Kimyasal Formülü	Isıl Değer (MJ/kg)	Isıl Değer (MJ/m <sup>3</sup> )	Devindirme Faktörü (%)
Sıvı Yakıtlar				
Fuel-oil	C <sub>≤20</sub> H <sub>≤42</sub>	45.5	38.65	78
Benzin	C <sub>5-10</sub> H <sub>12-22</sub>	47.4	34.85	76
Jet Yakıtı	C <sub>5-10</sub> H <sub>22-32</sub>	46.5	35.30	75
LPG	C <sub>3-4</sub> H <sub>8-10</sub>	48.8	24.40	62
LNG	~CH <sub>4</sub>	~50.0	~23.0	61
Methanol	CH <sub>3</sub> OH	22.3	18.10	23
Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	29.9	23.60	37
LH <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	141.9	10.10	100
Gaz Yakıtlar				
Doğal gaz	~CH <sub>4</sub>	~50.0	0.040	75
GH <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	141.9	0.013	100

Tablo 2. Hidrojeni Alternatif Yakıt Yapan Özellikleri

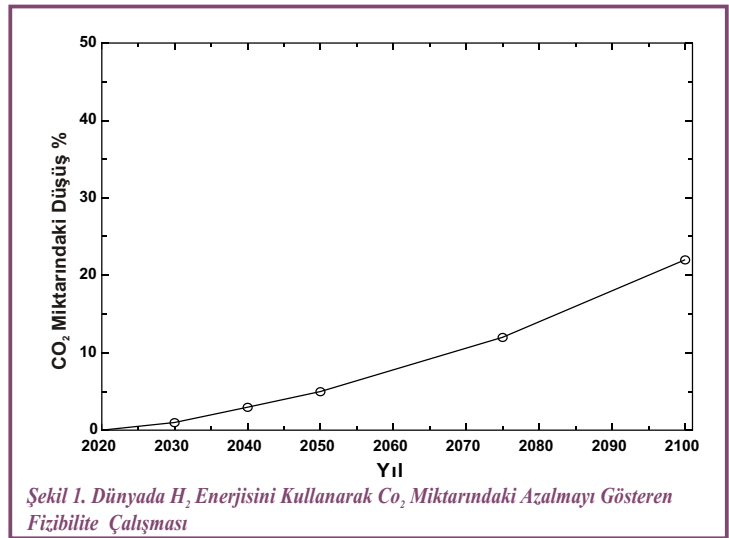
Yakıt	Hidrojen	Metan	Propan	Benzin	Metanol
Kendi kendine tutuşma sıcaklığı (C)	585	540	510	440	385
Min. Tutuşma enerjisi (MJ)	0.02	0.28	0.25	0.25	-
Tutuşma aralığı (% hacim)	4-75	5-15	2.2-9.5	1.3-7.1	6.7-3.6
Max. Laminer alev hızı (cm/s)	270	38	40	30	-
Difüzyon Katsayısı (cm <sup>2</sup> /s)	0.63	0.2	-	0.08	-

plantasyonlar ve ormanlar, akuatik ekosistemler, insan yapısı yapılar, açık madencilik, iklim değişikliği, deniz seviyesi yükselmesi üzerindeki olumsuz etkilerinden çevresel zararlar olarak saptanmıştır.

Uzunca bir süreden beri hidrojenin motorlarda yakıt olarak kullanılma imkanları araştırılmaktadır. Günümüzde yakıt seçiminde ölçüt olarak alınan ulaştırma yakıtı olma özelliği, çok yönlü kullanıma uygunluk, kullanım verimi, çevresel uygunluk, emniyet ve maliyet açısından yapılan değerlendirmeler hidrojen lehine sonuç vermektedir. 1970'lerde hidrojenin alternatif motor yakıtı olarak kullanılması yeniden gündeme gelmiştir. Egzoz emisyon değerlerinin düşük olması, petrole olan bağımlılığı azaltması hidrojenin uzun yıllar önceden tespit edilmiş olan avantajlarıdır. Bu önemli özelliklerinin yanında hidrojeni üstün bir alternatif yakıt yapan özellikler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Hidrojenin kendi kendine tutuşma sıcaklığı yüksek olmasına rağmen, hidrojen-hava karışımlarının tutuşturulabilmesi için gerekli enerji miktarı düşüktür. Tutuşma aralığının geniş olması, hidrojenin daha geniş karışım aralığında düzgün yanmasını sağlar ve yanma sonucunda daha az kirletici oluşur. Benzin motorları ise stokiyometrik orana daha yakın oranlarda ya da zengin karışım oranlarında çalıştırılmak zorunda olduklarından egzoz gazlarında önemli miktarda azot oksit (NO<sub>x</sub>), karbon monoksit (CO) ve yanmamış hidrokarbon (HC)'lar oluşur. Hidrojen motorları, maksimum yanma sıcaklığını azaltacak biçimde fakir karışım ile çalıştırılabilirler. Böylece daha az NO<sub>x</sub> oluşurken, HC ve CO emisyonları oluşmaz. Alev hızının yüksek olması ise Otto motorlarında ideale yakın bir yanmanın oluşmasını sağlayarak, ısı verimi artırır. Geniş tutuşma aralığı sayesinde, gaz kelebeğine gerek kalmadığından, karışımın silindirlere kısılmadan gönderilmesi sonucu pompalama kayıpları azaltılmış olur. Hidrojenin yüksek sıkıştırma oranlarında, fakir karışım ile yanabilmesi yakıt tüketimini azalttığı gibi, yanma sonucu oluşan maksimum sıcaklığı da azaltır. Yanma sonucu partikül madde oluşmadığından bujiler kirlenmez. Alev parlaklığının düşük olması, diğer karbon esaslı yakıtlara göre radyasyon yolu ile olan ısı kaybını azaltacağından daha yüksek verim sağlar. Hidrojenin alev hızının yüksek olması, buji kıvılcımından sonra karışımın başka noktalardan tutuşma (detenasyon)

ihtimalini azaltır. Bu durum sıkıştırma oranının artırılmasını sağlayacağından motorun gücü de artar.



Hidrojenin CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılmasında büyük bir katkı vardır. Hidrojen enerjisini kullanarak CO<sub>2</sub> azalmasını gösteren fizibilite çalışması Şekil 1'de gösterilmektedir.

## HİDROJENİN DEPOLANMASI

Genel olarak hidrojenin depolanmasında dört ana yöntem vardır. Bunlar: Yüksek basınçlı gaz halinde depolanması, soğutulmuş olarak sıvı halde depolanması, metal hidritler şeklinde depolama ve bazı kimyevi maddeler bünyesinde depolama şeklinde gösterilebilir. Taşıtlarda kullanılan hidrojen depolarında, küresel tanklar bol miktarda hidrojen depolanabilmesi yönünden ideal olmasına karşılık kapladığı hacim yönünden pratiklik sağlamaz. Bu nedenle taşıtlarda eliptik kesitli silindirik hidrojen tankları yeğlenmekte, hatta disk şeklinde yassı ve simit şeklinde tanklar da kullanılmaktadır.

Hidrojenin yüksek basınçlı gaz halinde depolanması halinde depolama çevre sıcaklığında yapılabilir. Isı için ek bir yalıtıma gerek yoktur. Yüksek basınçtan dolayı depo içerisinde sıvı hale geçen enerji kaybı söz konusu değildir. Bu sıvı haldeki hidrojen bilinen teknoloji ile tekrar buhar haline getirilebilir. Düşük yoğunluklu oluşundan depolama kapasitesi azdır. Büyük hacimli depo gerektirir. Sonuç olarak denilebilir ki; basınçlı gaz olarak hidrojen depolama taşıtlar için pratik sayılmaz.

Sıvılaştırılmış hidrojen olarak depolandığında basınç iki bar kadar olup, depo vakum gömleklidir. Depodan motora hidrojen gaz halinde gittiğinde bir ısı eşanjöründe motorun soğutma suyuyla ısıtılmaktadır. Eğer depo basıncı artarsa fazla hidrojen gazı bir katalitik konvertörde okside edilerek su buharı şeklinde atmosfere atılmaktadır. Taşıtın işletilmesi sırasında hidrojen depodan çekilip motora yöneltilir. Hidrojenin çekilmesi, eğer depo basıncı işletme basıncının üstündeyse deponun üst kısmından, eğer işletme basıncının altındaysa deponun sıvı hacminden yapılır. Taşıt durduğunda depo basıncı normal işletme basıncının altında olması gerekir. Bunun nedeni şöyle açıklanabilir: Çevreden sıvı hidrojen deposuna, çok iyi yalıtılsa bile, ısı kaçağı önlenemez. Depodaki sıvı hidrojenin bir kısmı sıcaklık artışından dolayı buhar haline geçer. Sonuç olarak da depo basıncı artar. Bu artış 2.5, 5 bar arasında olmalıdır. Taşıt tekrar hareket ettiğinde basınç azami 5.5 bar olmalıdır. Buna da maksimum depo basıncı denilebilir. Taşıtın hareketi sırasında soğutma yapılacağından basınç tekrar işletme basıncına düşürülür. Sıvı hidrojen veya soğuk gaz şeklindeki hidrojen ısı değiştirgecinde, yani buharlaştırıcı yoğunlaştırıcı bölümde motorun soğutma suyuyla ya da motorun egzoz gazlarıyla ısıtılarak motora yöneltilir. Depo iki güvenlik armatürüyle donatılmıştır. Bu armatürler basıncın artması durumunda, sıvı hidrojen deposunun patlamaması için kullanılırlar. Armatürden geçen gaz aracın en uygun bir yerinden dışarıya atılmalıdır. Özellikle taşıtın uzun zamanlarında, basıncın artması durumunda, güvenlik armatürleri aksamadan çalışabilmelidir. Yaklaşık 5.5 bar basınçta basınç ayarlı ventil açılır katalitik bir yanma ile su buharı dışarıya atılır. Deponun doldurulması kombine edilmiş doldurma ve boşaltma ventiliyle olabileceği gibi taşıtın işletilmesi için hidrojenin çekildiği aynı boru sistemiyle de yapılabilir. Sıvı hidrojen deposunda basınç altında gaz hidrojen bulunuyorsa motor yakıtı olarak hidrojen hemen kullanılabilir durumdadır. Burada motorun önünde, motor tarafından tahrik edilen bir kompresör eklenmiştir. Bu kompresör, sıkıştırma işi için motor masrafı gerektirecek hem de enerji kaybı olacaktır. Diğer durumda sıvı hidrojenin motora sevk edilmesinde bir pompa kullanılır. Burada hidrojen sıvı fazla bir pompa ile motora yöneltilir. Pompa ya sıvı hidrojen deposunun içine monte edilmeli ya da depo dışında ısıl yönden iyi yalıtılmış olmalıdır. İşletme sırasında pompa basınç enerjisiyle daha fazla buharlaşma oluşacaktır. Bu enerji kaybı pompalanmış akışkanın ısıtılmasında kullanılabilir.

Hidrojenin metal hidritler şeklinde depolanması durumunda hidrojenin küçük molekül boyutları ve yüksek yayılma özelliğiyle gaz hidrojen halinde katı metallerin kafes şeklindeki iç yapılarına nüfuz edebilmesinden ve kristal yapılarının çeşitli yerlerine bağlanabilme özelliğinden yararlanılır. Titanyum gibi metallerde bu nüfuz ediş daha fazladır. Hidritler metalin gaz halindeki basınçlı hidrojene maruz bırakılmasıyla elde

edilirler. Hidrit oluşumu egzotermik bir tepkimedir. Isı uygulamakla tepkimenin ters yönde oluşması sağlanabilir. Egzoz ısı metal hidritteki hidrojeni serbest duruma getirmekle kullanılabilir. Hidrojenin metal hidritler biçiminde depolanmasında olabileceği kadar ucuz metaller tercih edilir. En çok kullanılan madde demir-titanyum-hidrittir. Hidritleme yani yüklemde sistemden ısı çekilmeli, boşaltmada yani hidrojen çekilmesinde ısı verilmelidir. Taşıtlarda ağırlık yüzdesi bakımından daha fazla hidrojen içerebileceği için nikel katalizörlü magnezyum-nikel-hidrit daha uygundur. Yalnız bunun en önemli dezavantajı yüksek kullanım sıcaklığıdır. Bu değer 1 bar basınçta 25°C kadardır.

Platinyum alternatifleri konusunda uzmanlaşan QuantumSphere firması, katalizator işlevi gören nano-nikel geliştirmiştir. Yakıt hücresinde, platinyum yerine nano-nikel kullanılmasıyla yarım kilogramı 10 bin dolar olan platinyuma göre nikel çok daha ucuz bir materyel ve bu açıdan hidrojenli otomobillerin geleceği için bir umut olmaktadır. Nano-nikel önce eritilip, sonra da sıkıştırılarak yeniden katılaştırılarak, katılaştırma esnasında nikel eriyiği 20 nanometre'lik parçalara bölüştürülmektedir. QuantumSphere'in ürettiği nano-nikel, platinyuma benzer fiziksel özellikler gösteriyor olup, yakıt hücresinde aynı işlevi görebilmektedir. Şirket, nano-nikeli 10 yıl içinde ticari bir ürüne dönüştürmeyi düşünmektedir. Nano-nikel halen California Institute of Technology'de test edilmektedir.

Hidrojenin kimyevi maddeler bünyesinde depolanmasına gelince, hidrojen kimyasal olarak çeşitli biçimlerde depolanabilir. Azot ve havadan hareketle amonyak sentezleri, kömür ve hidrojenle hareketle elde edilen metanol sentezleri sayılabilir. Hidrojen esaslı yakıtlar burada incelenebilir. Hidrojenin kimyevi maddeler bünyesinde depolanmasının bugün için taşıtlarda pek kullanım yeri yoktur.

## GÜRÜLTÜ

Gürültüyü frekans dağılımına ve ses düzeyinin zamanla değişimine göre sınıflandırmak mümkündür. Frekans dağılımına göre yapılan sınıflandırmada iki tip gürültüden söz edilebilir:

**Geniş bant gürültü:** Gürültüyü oluşturan arı seslerin frekansları geniş bir aralığı kapsar. Yani; gürültünün frekans spektrumu yayılmış ve hiçbir frekans bandında toplanmamıştır.

**Dar bant gürültü:** Geniş band gürültünün tersine, bu tür gürültünün frekans dağılımı belli bir frekans bandında toplanmış bir grafik gösterir. Diğer bir deyişle; gürültüyü oluşturan arı seslerden frekansı belli bir aralıkta olanlar baskındır.

Ses düzeyinin zamanla değişimi açısından, gürültüyü yine iki ayrı grupta incelemek olasıdır.

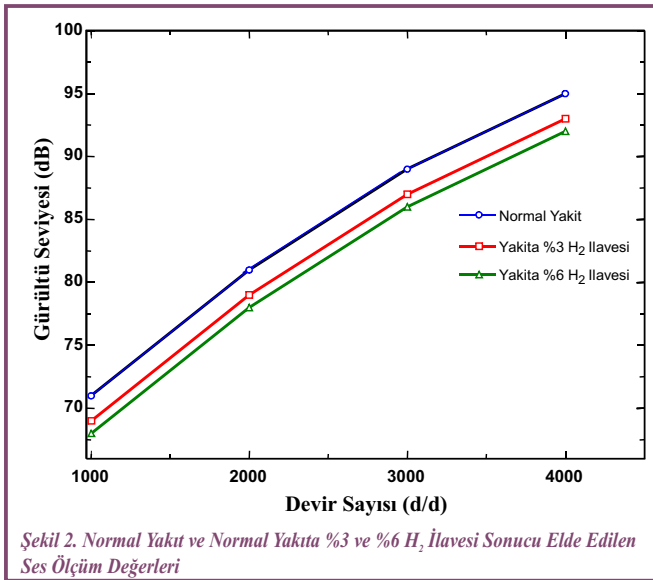
**Kararlı gürültü:** Gürültünün düzeyinde zamanla önemli bir değişme gözlenmez. Sabit bir hızda ve güçte çalışan herhangi bir motorun yaratacağı gürültü, kararlı gürültüye iyi bir örnektir.

**Kararsız gürültü:** Gürültü düzeyinde zamanla önemli değişikliklerin gözlemlendiği gürültüdür. Zamanla değişme,

Tablo 3. Ses Ölçüm Sonuçları

N (d/d)	Normal yakıt (dB)	Yakıtta %3 H <sub>2</sub> ilavesi (dB)	Yakıtta %6 H <sub>2</sub> ilavesi (dB)
1000	71	69	68
2000	81	79	78
3000	89	87	86
4000	95	93	92

dalgalanma ya da durup yeniden başlama şeklinde gözlenir. Bu tür gürültülere, sırasıyla dalgalı gürültü ve kesikli gürültü adı verilir. Kararsız gürültünün diğer bir şekli de darbe gürültüsüdür. Darbe gürültüsünün kesikli gürültüden farkı; her gürültü anının darbe gürültüsünde çok daha kısa olmasıdır.



Şekil 2. Normal Yakıt ve Normal Yakıtta %3 ve %6 H<sub>2</sub> İlavesi Sonucu Elde Edilen Ses Ölçüm Değerleri

## DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada önce normal yakıtta yapılan motor gürültüsü değişimleri daha sonra motor emme manifoldundan yapılan %3 H<sub>2</sub> ve %6 H<sub>2</sub> ilavesinin sonucunda motor gürültüsündeki değişimler incelenerek, ses ölçüm sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

## SONUÇLAR

Hidrojenin depolama problemleri çözülmeden ve daha ucuz hidrojen elde etme yolları bulunmadan hidrojenin kullanımı ekonomik değildir.

Hidrojen istasyonlarının yaygınlaşması, yeni enerjiye geçişin pratikte en önemli sorunu olarak görülmektedir.

Trafik yoğunluğunun sebep olduğu gürültünün kontrol altına alınması gerekmektedir. Otomobil teknolojisindeki çalışmalar gürültü ve çevre kirliliğini en aza indirebilme çabaları üzerine yoğunlaşmıştır.

Otto motoruna H<sub>2</sub> ilavesi ile yanma sonu sıcaklığı düştüğü için HC, CO, CO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyonları düşmektedir. Bunun

sonucunda yanma verimi artmakta ve vuruntu ile gürültü azalmaktadır. Motor sessiz ve sarsıntısız bir şekilde çalışmaktadır.

## KAYNAKÇA

1. Pehr, K., Sauermaun, P., Traeger, O., Bracha, M., 2001, "Liquid Hydrogen for Motor Vehicles-the World's First Public LH2 Filling Station", International Journal of Hydrogen Energy, 26, pp.777-782.
2. Hijikata, T., 2002, "Research and Development of International Clean Energy Network Using Hydrogen Energy(WE-NET)", International Journal of Hydrogen Energy, 27, pp.115-129.
3. Hipp, E., Kersch S., Pflanz T., Gruber, C., 2003, "Hydrogen Supplied ICEs and Fuel Cells for Commercial Vehicles", Fuel Cells, 3, pp.133-140.
4. Ghosh, B.D., Chaudhury, J., Banerjee, T.K., Ghosh, A.K., 1999, "Development of a Muffler for Control of Noise Pollution in a Diesel Engine", Journal of Automobile Engineering", 213, pp.83-90.
5. Kim, H.S., Hong, J.S., Oh, J.E., 1998, "Active Noise Control with the Active Muffler in Automotive Exhaust Systems", JSME International Journal Series C-Mechanical Systems Machine Elements and Manufacturing, 41, pp.178-183,
6. Bayhan, M., 1989, "Hidrojenin Otto Motorlarında Kullanımı", Mühendis ve Makine, 353, s.14-16.
7. www.tusiad.org/turkish/rapor/enerji/html/sec14.html
8. www.obitet.gazi.edu.tr/Makaleler/T14\_Hidrojen.html
9. Özgüven, N., 1986., "Endüstriyel Gürültü Kontrolü", TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın No:118.
10. www.metaldunyasi.com/tr/haber.asp "2005 Hidrojen Motorların Yılı Olacak", Şubat 2005, sayı 141, sayfa 64.
11. Bayhan, M., Bolattürk, A., Coşkun, A., Esendemir, Ü; 2004, "Hidrojen Enerjisinin Motorlu Araç Gürültüsüne Etkisi", II.Ulusal Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, 26-28 Mayıs 2004, Dumlupınar Ün. Bildiriler Kitabı sayfa:564-569.