

ALTI SİLİNDİRLİ BİR MOTORDA YAKIT TASARRUFU ÜZERİNE DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

*Tuncer KORUVATAN**

*Arzu KORUVATAN**

*Yücel ÖZMEN***

*İbrahim ATMACA****

Özet: Bu çalışmada, altı silindirli 1960 model bir Dodge Motorunun rölanti zamanında iki silindirinin devre dışı kalmasının yakıt tasarrufu üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deney motorunun emme manifoldunu kontrol eden mekanik bir sistem geliştirilerek, elektronik bir devre yardımıyla sistemin devreye girip çıkması sağlanmıştır. Rölanti şartlarında yapılan deneyler sonunda yaklaşık % 30'luk bir yakıt tasarrufuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Silindir pasifleştirme, yakıt tasarrufu, mekanizma değişikliği.

An Experimental Study on Fuel Saving at a Six Cylinder Engine

Abstract: In this study, a 1960 model six-cylinder Dodge Engine, the effects of shutting off of two cylinders on fuel saving at the condition of idle speed have been investigated experimentally. With designing a mechanical system to control intake manifold of engine, working of the system with an electronic control unit has been performed. The results of conducting experiments showed that % 30 saving of fuel consumption has been obtained at the condition of idle speed.

Key Words: Passivisation of cylinder, fuel saving, structural modification on engine.

1. GİRİŞ

Günümüzde, gelişen teknoloji ile birlikte yaygın olarak kullanılan konvansiyonel enerji kaynaklarının azalması ve artan çevre kirliliği, yakıt tasarrufuna yönelik çalışmaların önem kazanmasına neden olmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, çalışmada, bir benzinli motor üzerinde yapılan mekanizma değişikliğinin yakıt tasarrufu üzerine etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Söz konusu mekanizma; motorun emme manifoldu, iki yanma odası ve egzoz manifoldunu kapsayan bir yapısal değişikliktir. Yapı değişikliği sadece rölanti zamanı için geçerli olup, altı silindirli bir benzinli motorun, iki silindirinin devre dışı bırakılmasını kapsamaktadır.

Yakıt tasarrufu amacıyla silindirlerin devre dışı bırakılması şeklinde gerçekleştirilen benzer çalışmalarda, dengeli halde çalışmakta olan bir motorun herhangi bir şekilde bazı silindirlerinin devre dışı bırakılmasının, pek çok sorunlara neden olabileceği üzerinde durulmuştur. Seyir halinde, güç istenen bir durumda motor silindirlerinin birinin veya birkaçının devre dışı bırakılması, dengeli çalışmayı olumsuz yönde etkilemekte ve motorda “tekleme” denilen soruna yol açmaktadır. Bilindiği üzere her motor bütün silindirleriyle ahenkli bir şekilde çalışmak üzere dizayn edilmiştir. Bu nedenle mevcut çalışmada, uzun süre rölantide çalışan çok silindirli araçlar düşünülerek, silindirlerin devre dışı bırakılması işlemi sadece rölanti zamanı için gerçekleştirilmiştir. Böylece uygulama; motorun dengeli bir şekilde çalıştığı yüksek hızları kapsamadığından, motorun çalışmasında herhangi bir düzensizliğe neden olmayacaktır.

* Kara Harp Okulu Dekanlığı, Teknik Bilimler Bölüm Başkanlığı, Ankara.

** Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi., Makine Mühendisliği. Bölümü, Trabzon.

*** Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Antalya.

Motor üzerine yapılan bu uygulama, özellikle inşaat hizmeti veren büyük şantiye araçlarında, yük ve eşya nakliyeciliği yapan araçlarda ve intikal esnasında konvoy halinde seyreden askeri araçlarda rölanti şartlarında yakıt tasarrufu sağlayabileceği için son derece önemlidir. Bu araçların duraklama zamanlarında motorlarının durdurulup tekrar çalıştırılmaları, motorda daha fazla aşınmaya ve yakıt sarfiyatına neden olacağından, bunun yerine rölanti çalışma sırasında devreye girecek böyle bir sistemin yakıt sarfiyatını önemli ölçüde azaltacağı öngörülmüştür.

Konu ile ilgili çalışmalardan biri Cadillac Firması tarafından gerçekleştirilmiştir. V-8-6-4 adıyla imal ettikleri ve 6 litrelik strok hacmiyle yol koşullarına bağlı olarak çalışma esnekliğine sahip motorlarında ilk defa elektronik yakıt püskürtme sistemi kullanmışlardır. Taşıtın güç gereksinimine göre bazı silindirlerinin devre dışı bırakıldığı motorda, silindirlerin devre dışı kalması hem yakıt sisteminin kontrolüyle hem de emme ve egzoz supaplarının kapalı olmasıyla sağlanmaktadır. Supapların devreden çıkarılması Eaton firması tarafından geliştirilmiş solenoidli bir mekanizma ile gerçekleştirilmiştir. [1,2]

Motorlarda yakıt tasarrufuna yönelik Rusya’da gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, değişken strok hacimli bir motor uygulaması incelenmiştir. Çalışmanın esası, çok silindirli motorlarda kısmi yük konumlarında gaz kelebeğini kapatmak yerine sıralı olarak bazı silindirlere yakıt girişini engelleme şeklindedir. Bu şekildeki bir uygulamayla daha yumuşak bir geçiş rejimi sağlanabileceği ve gaz kelebeğine ısınma ve rölanti dışında gereksinim duyulmayacağı belirtilmektedir [2].

Bir başka çalışmada, direkt püskürtmeli iki zamanlı bir motor, bir motosiklete monte edilerek denenmiştir. Püskürtme işlemi, iş çevrimleri arasında üçer üçer durdurulmuş ve silindir sadece hava ile süpürülmüştür. Bu şekilde çalışma sadece rölantide sağlanmış ve gaz kelebeği açıldıkça her çevrimde püskürtme işlemine başlanmıştır. Bu uygulamaya göre gerçekleştirilen çevrimde, yakıt tasarrufunda % 30, HC emisyonunda % 50 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. [3]

Silindirlerin devre dışı bırakılarak kısmi yükte verimi artırmaya yönelik bir diğer çalışma, BMW Firması tarafından gerçekleştirilmiştir. [4, 5].

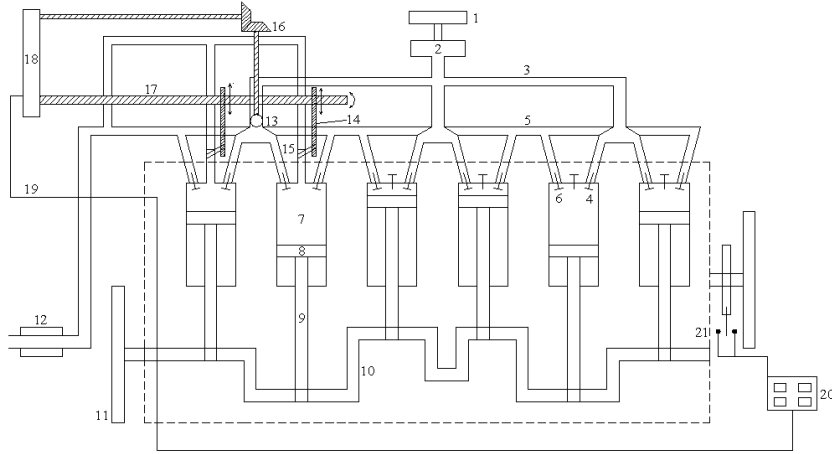
Altı silindirli motorlar ile yapılan çalışmalarda silindirler üçlü iki gruba ayrılmıştır. Silindir gruplarından biri devre dışı bırakma sistemi ile donatılmıştır. Devre dışı bırakma işlemi üçlü silindir grubuna gönderilen yakıtın kesilmesi, hava giriş kanalındaki gaz kelebeğinin kapatılması ve çalışan üçlü grup silindirinin bağlı olduğu egzoz kanalından bir bölüm egzoz gazının çalışmayan silindirlere kısılmaz olarak yönlendirilmesi ile gerçekleşmektedir. Devre dışı kalan silindirlerde sadece yakıtın kesilmesi ile yetinilmeyip aynı zamanda çalışan silindirlerden çıkan egzoz gazının bir kısmının bu silindirlerin emme kanalına verilmesi, özellikle çok düşük yük ve devir sayılarında ilave bir verim artışı sağlamamıştır [6].

Chrysler firması tarafından geliştirilen bir silindir devre dışı bırakma sisteminde, güce ihtiyaç duyulmadığı zaman dört silindir devre dışı bırakılmasıyla yakıt tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir. Sistem performansını belirlemek üzere yapılan deneyler yakıt tüketiminde % 10 ile 20 arasında bir iyileşmenin olduğunu göstermiştir [7].

Konu ile ilgili literatürde yer alan silindir pasifleştirme çalışmalarında, günümüz teknolojisi kontrol ünitelerine sahip motorlar denenirken, mevcut çalışmada 1960 model bir Dodge motor kullanılmıştır.

2. DENEY DÜZENEGİ

Bu çalışmada, 1960 model altı silindirli bir Dodge Motorunun emme manifoldunu kontrol eden bir mekanizma değişikliği gerçekleştirilmiştir. Bu değişiklikle, gerektiği zaman motorun iki silindirinin emme manifoldu kapatılarak (silindirler devre dışı bırakılarak) silindirlere yakıt girişi önlenecektir. Bu silindirler deney motorunda beşinci ve altıncı silindirler olarak dikkate alınmıştır. Şekil 1’de deney motorunun şematik resmi görülmektedir.



- | | |
|-------------------|--|
| 1-Hava Filtresi | 12-Egzoz |
| 2-Karbüratör | 13-Devre dışı kalan silindirlerin emme manifoldlarını kontrol eden klape |
| 3-Emme manifoldu | 14-16-17- Elektrik motorunun çift yönlü hareketini ileten parçalar |
| 4-Emme supabı | 15-Devre dışı bırakılan silindirlerin yanma odalarını kontrol eden küresel valfler |
| 5-Egzoz manifoldu | 18-Çift yönlü hareket sağlayan elektrik motoru |
| 6-Egzoz supabı | 19-Bağlantı kabloları |
| 7-Silindir | 20-Mekanizma kumanda elektronik kartı |
| 8-Piston | 21-Motor devrini ölçen optik sayaç |
| 9-Biyel kolu | |
| 10-Krank mili | |
| 11-Volan | |

Şekil 1:
Deney motorunun şematik resmi.

Mekanizmanın devreye girmesiyle, söz konusu iki silindire emme zamanında yakıt hava karışımı (taze dolgu) gönderilemeyeceği için silindirler güç üretmeyeceklerdir.

Silindirlerin güç üretmedikleri halde, sıkıştırma zamanında yapacakları kompresyonun önlenmesi silindir kapağından yanma odalarına açılan iki delik ile sağlanmıştır. İki silindire karşılık gelen ve yanma odalarına açılan bu deliklere daha sonra çelik borular yerleştirilmiş ve uçlarına küresel çelik valfler bağlanmıştır. Küresel valflerin açılıp kapanma zamanlarının kontrolü için bir elektrik motoru kullanılmıştır. Tüm mekanizmayla eş zamanlı çalışan küresel valfler, rölanti zamanında açık konumda kalarak devre dışı kalan iki silindirin kompresyon yapmaları önlenmekte, yüksek hızlarda ise kapalı konuma geçerek altı silindirin çalışmasına müsaade etmektedir (Böylece yanma odalarının tekrar görev yapabilmeleri eski hallerine dönmeleri sağlanmaktadır). Şekil 2’de Küresel valfler ve bağlantıları görülmektedir.



Şekil 2:
Küresel valfler ve bağlantıları.

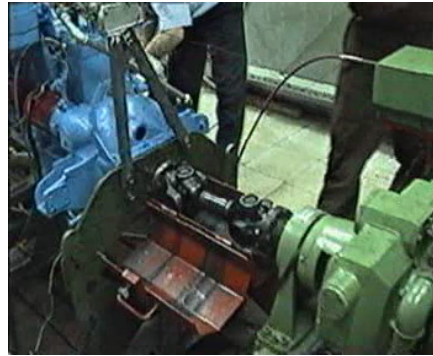
Yanma odalarından egzozaya yapılan ikinci bir bağlantı ile hem silindirlerin kompresyon yapmaları önlenmekte hem de motor tekrar altı silindire döndüğünde termik verimin etkilenmemesi sağlanmaktadır. Yanma odalarının doğrudan açık havaya açıldığı durumla değerlendirildiğinde, altı silindirli çalışma durumu için dışarıdan alınan soğuk hava nedeniyle silindir çeperleri soğuyacak ve verim düşecektir.

Tüm açılıp kapanma zamanlarını belirleyen ve silindirlerin zamanında devre dışı bırakılıp zamanında devreye alınmasını otomatik kontrol eden bir elektronik devre tasarlanmıştır. Motor devrine göre çalışan bu kontrol devresi, motorun rölanti devrinde iki silindirin yakıt girişlerini kapatarak, yanma odalarını doğrudan egzoz manifolduna açmakta, yüksek devirlerde ise kapatılan iki silindirin emme manifoldunu açıp, yanma odalarının üzerini kapatarak motorun tekrar altı silindir olarak çalışmasını sağlamaktadır.

Ani gaza basılıp bırakılmalarda sistemin hızlı devreye girip çıkması motoru olumsuz yönde etkileyeceği için elektronik kartın devreye girmesi yarım saniye gecikme ile gerçekleştirilmektedir. Ayrıca sistemin devreye giriş devir aralığına 100 d/dk'lık bir opsiyon konularak, sistemin geçişlerde meydana gelebilecek ani değişimlerden etkilenmemesi sağlanmıştır (8).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

1960 model altı silindirli bir Dodge motorunun iki silindirinin rölanti şartlarda devre dışı bırakılmasını sağlayan mekanizma değişikliğinin uyguladığı deney motorunda hem rölanti devirlerde hem de yüksek devirlerde yakıt tüketiminin belirlenmesine yönelik motor performans deneyleri gerçekleştirilmiştir. Yakıt tüketimi, su freni yöntemi kullanılarak saat başına gram olarak tüketilen yakıt miktarı olarak ölçülmüştür. Şekil 3'te deney setinin su frenine bağlantısı görülmektedir. Deney motorunda, silindirlerin devre dışı kaldıkları zamanlar dahil bütün çalışma evrelerinde yağlama sistemi devrede tutulmuştur.



Şekil 3:
Deney setinin su frenine bağlanması.

Normal çalışma devri 500 d/dk olan deney motorunda, yapılan sistemin devreden çıkışı 900 d/dk 'dan sonra gerçekleşmekte aynı şekilde belirlenen bu devir sayısının altına inildiğinde sistem tekrar devreye girmektedir. Zira gaza basılarak aracın hareket etmesi 1200 d/dk'dan sonra gerçekleşeceğinden motordaki sistemin 900 d/dk.'lara kadar devrede kalması öngörülmüştür.

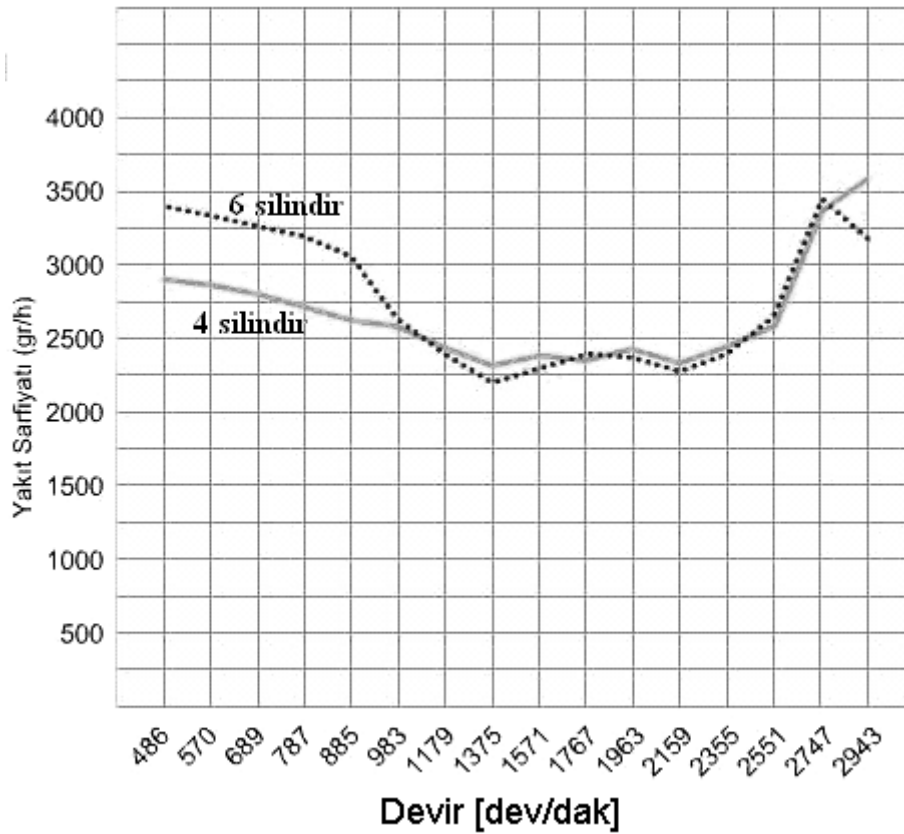
Motorun önceden belirlenen devir sayılarında altı silindirli iken ve dört silindirli iken tükettiği yakıt miktarları bilgisayar destekli olarak ölçülmüştür. Dört ve altı silindirli durumlarda farklı devir sayıları için ölçülen yakıt tüketimi sonuçları Tablo 1'de görülmektedir. Sonuçlar bir dakika boyunca alınan ölçümlerin ortalaması şeklinde sunulmuştur.

Tablo I.
Yakıt sarfiyatı ölçüm sonuçları

Devir [dev/dak]	486	570	689	787	885	983	1179	1375	1571	1767	1963	2159	2355	2551
Yakıt tüketimi Sist. Devrede [gr/h] (4 silindir)	2861	2854	2840	2711	2674	2628	2463	2273	2295	2283	2299	2274	2423	2656
Yakıt tüketimi Sist. Devre Dışı [gr/h] (6 silindir)	3386	3374	3315	3247	3055	2650	2457	2248	2275	2293	2271	2256	2415	2674

Tablo 1 incelendiğinde, ilk beş devir sayısında sistemin devrede olup olmama durumuna göre ölçülen yakıt tüketimleri değerlendirildiğinde, yaklaşık % 30'luk bir fark olduğu görülmektedir. Yaklaşık 1000 d/dk devir sayısına kadar rölanli şartlarının geçerli olduğu düşünüldüğünde, bu farkın sadece iki silindirin devreden çıkarılmasıyla oluştuğu oran olarak ta ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4'te 500 ile 3000 d/dk devir sayısı aralığında deney motorunun dört silindirli ve altı silindirli çalışma şartları için yakıt tüketimi değişimleri verilmiştir.



Şekil 4:
Yakıt tüketiminin devir sayısı ile değişimi.

Sistemin devrede olmadığı altı silindirli çalışma durumunda 500 d/dk'lık motor devrinde saatteki yakıt tüketimi yaklaşık 3450 gr iken, sistemin devrede olduğu rölanli şartlarında bu değer aynı devir için saatte 2900 gr olmaktadır. Silindirlerin altıdan dörde düşmesi nedeniyle oluşan bu fark yaklaşık 900 d/dk'ya kadar sürmekte, daha sonra azalarak kaybolmaktadır. Rölanli şartların geçerli olmadığı devir sayılarında sistem devreden çıktığı için yakıt tasarrufu değişim eğrilerinde hemen hemen hiç fark oluşmamaktadır.

4. SONUÇLAR

Altı silindirli bir motorun iki silindirinin rölanti şartlarda devre dışı bırakılması ile yakıt tasarrufu sağlamayı amaçlayan bu çalışma 1960 model bir Dodge aracının motorunda gerçekleştirilmiştir.

Deney motorunda yapılan konstrüktif değişikliğin, çelik valflerin yanma odasını kontrol etmesi, emme manifolduna yerleştirilen klapanin karbüratörden gelecek yakıtı kontrol etmesi gibi özellikler içermesi ve bunun yanı sıra elektronik bir devre ile sistemin kontrol edilmesi çalışmayı benzerlerinden farklı kılmaktadır.

Gerçekleştirilen mekanizma değişiklik ile günümüzde hala kullanılmakta olan Dodge kamyon motorlarında, rölanti hızlarda yaklaşık % 30 oranında bir yakıt tasarrufu sağlanacağı görülmüştür.

Bu çalışmada uygulanan mekanizma değişikliğinin yeni teknolojik araç motorlarında da denenmesinin gelecekte yakıt tasarrufuna yönelik çalışmalara katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Givens, L., (1980). "Engineering highlights of the 1981 automobiles", *Automotive Engineering, Volume 88, no 10, pp.51-54*
2. Givens, L., (1977). "A New Approach to Variable Displacement, Automotive Engineering", *Volume 85 no 5, pp 30-34.*
3. Kutlar, O.A, 1999. Dört Zamanlı Otto (Rochas) Motorlarında Kısmi Yükte Yakıt Tüketimini Azaltmak İçin Yeni Bir Yöntem (Periyot Atlatmalı Motor), İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü- Doktora tezi.
4. Haruhiko, I. and Fukashi, S., (1982). "Multi-Cylinder Internal Combustion Engine", *United States Patent, 4.313.406.*
5. Gürsoy, R. B., 1984. Patlamalı ve Yanmalı Motorlar, Endüstri Meslek Liseleri İle Teknik Liselerin Teknik ve Meslek Dersleri Yardımcı Ders Kitabı.
6. Mayr, B., Hofmann, R., Hartig, F. und Hockel, K., (1979). "Möglichkeiten der Weiterentwicklung am Ottomotor zur Wirkungsgradverbesserung", *ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 81-6*
7. <http://www.chrysler.com.tr/300c/features/performance/hemi.html>
8. Koruvatan, T, 2005. Altı Silindirli Benzin Yakıtlı Bir Motorda Güç İstenmeyen Durumlarda, İki Silindir Devre Dışı Kalması Halinin Deneysel İncelenerek, Simülasyon Yoluyla Değerlendirilmesi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü - Doktora Tezi.