

# BUJİ İLE ATEŞLEMELİ MOTORLARDA DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMASININ PERFORMANSA ETKİLERİ ÜZERİNE DENEYSEL BİR ARAŞTIRMA

Ali AKBAŞ, Can ÇINAR, Yakup SEKMEN

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Beşevler/Ankara

Geliş Tarihi : 26.09.2000

## ÖZET

Bu çalışmada buji ile ateşlemeli motorlarda kullanılan değişken supap zamanlaması mekanizmalarına alternatif bir prototip hazırlanmıştır. Bu prototip ile kam profili sabit kalmak şartıyla emme supabı açılma miktarı ve zamanlaması değiştirilerek motor performansına olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla tek silindirli, dört zamanlı, buji ile ateşlemeli bir motor kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Değişken supap zamanlaması, Motor performansı, Buji ile ateşlemeli motor

## AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF VARIABLE VALVE TIMING ON THE PERFORMANCE IN SPARK IGNITION ENGINE

### ABSTRACT

In this study, an alternative prototype has been designed and constructed for variable valve timing systems which are used in spark ignition engines. The effects of intake valve timing and lift changing on engine performance have been investigated without changing the opening duration of the valves. A four stroke, single cylinder, spark ignition engine has been used for these experiments.

**Key Words:** Variable valve timing, Engine performance, Spark ignition engine

## 1. GİRİŞ

İçten yanmalı motorların icadından günümüze kadar geliştirilmesi sürecinde hem yüksek performans, hem de daha iyi yakıt ekonomisinin yakalanması değişmeyen hedeflerdir. İleri taşıt performansının gereklerini karşılayan günümüz motorları, doğal kaynakların ve özellikle çevrenin korunması bakımından da gerekli şartları yerine getirmelidir (Moriya et al., 1996).

Bu temel motor performans karakteristikleri büyük ölçüde supap zamanlamasından etkilenmektedir. Geleneksel supap zamanlaması, bir motor devri ve yükü için optimum edilecek şekilde ayarlanır. Bu motorun yüksek hız ve tam gaz kelebek açıklığı çalışma şartlarıdır. Bu motorlarda düşük devirlerde,

düşük piston hızı ve geniş gaz geçiş kesitinden dolayı yeterli türbülans oluşmaz. Aynı zamanda yine düşük devirlerde supap açık kalma süresinin uzun olmasından dolayı silindire alınan dolgunun bir kısmı geri pompalanır ve silindire yeterli dolgu alınamaz. Ayrıca supap kalkma miktarının büyük olması hem uygun türbülans oluşumunu engeller, hem de supabı açmak için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyar. Eğer supap zamanlaması düşük devirlerde daha yüksek moment ve daha iyi rölanti kararlılığı için ayarlanırsa, bu defa da yüksek devirlerde yüksek piston hızından dolayı kinetik enerjisi artan karışımın emme zamanının sonuna doğru emme supabının erken kapatılmasından dolayı silindire girişi engellenecektir (Maekawa and Ohsawa, 1989; Asmus, 1991; Moriya et al., 1996).

İçten yanmalı motorlarda karışımın silindire giriş ve çıkışını kontrol eden, aynı zamanda sızdırmazlık sağlayan emme ve egzoz supaplarının zamanlaması ve kalkma miktarının motorun bütün devir ve yük aralıkları için optimize edilmesiyle başta volumetrik verim olmak üzere, motor momenti, çıkış gücü, özgül yakıt tüketimi ve egzoz emisyonları iyileştirilmiş, ayrıca motorun kullanılabilir devir aralığı arttırılmıştır (Dresner and Barkan, 1989; Hara et all., 1989; Safgönül ve ark., 1999).

Bu amaçla uygulanan değişken supap zamanlaması sistemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

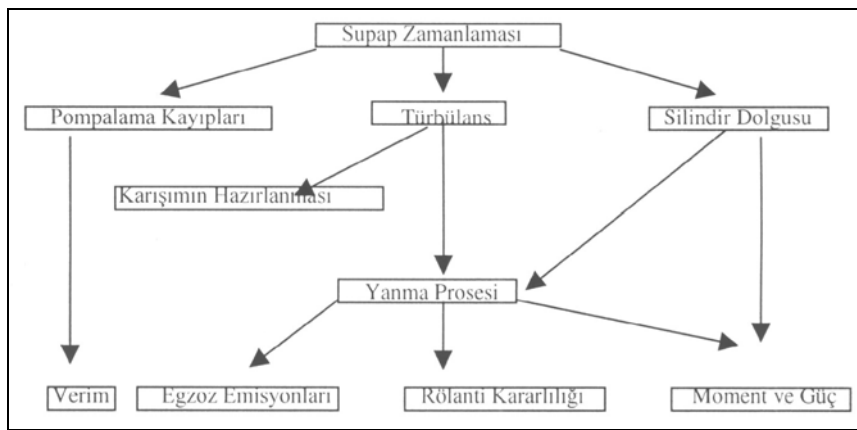
1. Supap kalkma miktarı ve açılma profili sabit, düşük ve yüksek devirler için iki ayrı açılma-kapanma zamanlamasına sahip sistemler.
2. Supap kalkma miktarı ve açılma profili sabit, bütün devir ve yük aralıkları için sürekli değişken açılma-kapanma zamanlamasına sahip sistemler.
3. Supap kalkma miktarı sabit, supap açılma profili ve açılma-kapanma zamanları sürekli değişken sistemler (Açılma profili genişliyor veya büzülüyor).
4. Supap kalkma miktarı, açılma profili ve açılma-kapanma zamanları sürekli değişken sistemler.

Bu sistemlerin dışında, düşük motor devirlerinde emme supabının açılmasını geciktiren veya kapanmasını erkene alan, böylece bindirme periyodunu kısaltarak rölanti kararlılığını, düşük devirde momenti ve volumetrik verimi arttıran yardımcı sistemler (yardımcı emme supabı vb.) kullanılmaktadır (Gray, 1988; Ahmad and Theobald, 1989).

İçten yanmalı, buji ile ateşlemeli motorlarda kullanılan bazı değişken supap zamanlaması mekanizmaları motor yükünü gaz keleşi etrafındaki kısılma kayıplarını da ortadan kaldırır (Tuttle, 1980). Gaz keleşi ile yükün kontrol edildiği motorlarda supap çakışma zamanı kontrolü tam yük performansını, emisyonları ve rölanti çalışmasını etkiler.

İçten yanmalı motorlarda kullanılmak üzere 1880 yılından bu yana değişken supap zamanlaması mekanizmaları ile ilgili sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde yaklaşık 800 patent alınmıştır. Bunların bir kısmı motorlar üzerinde denenmiştir. Bütün bu çalışmalara rağmen, mekanizmaların yüksek maliyeti, karmaşıklığı gibi sebeplerle değişken supap zamanlaması mekanizmalarının otomobillerde uygulanabilirliği ile ilgili bazı sınırlamalar vardır (Dresner and Barkan, 1989). Otomobiller üzerinde üretime konulan mekanizmaların hemen hepsi kam milinin sürekli faz açısı değişimini sağlayan mekanizmalardır (Gray, 1988).

Günümüz benzin motorlarında motor performansının iyileştirilmesi üzerinde yapılan çalışmalarda, değişken supap zamanlaması mekanizmaları en ümit verici sonuçları ortaya koymaktadır. Şekil 1'de değişken supap zamanlaması mekanizmalarının verim, sürülebilirlik, motor momenti ve egzoz emisyonları karakteristiklerine etkileri farklı yönlerden görülmektedir (Kreuter, 1992).



Şekil 1. Değişken supap zamanlaması aracılığı ile muhtemel motor karakteristiklerinin etkilenmesi

## 2. MATERYAL VE METOT

Deneylerde Cussons P8160 marka elektrikli dinamometre ile egzoz gazlarının analizi için Sun

MGA-1200 gaz analizörü kullanılmıştır. Bütün ölçümler için önce, motor çalıştırılarak çalışma sıcaklığına getirilmiş ve gaz keleşi tam açık konuma getirilerek, motor dinamometreyle

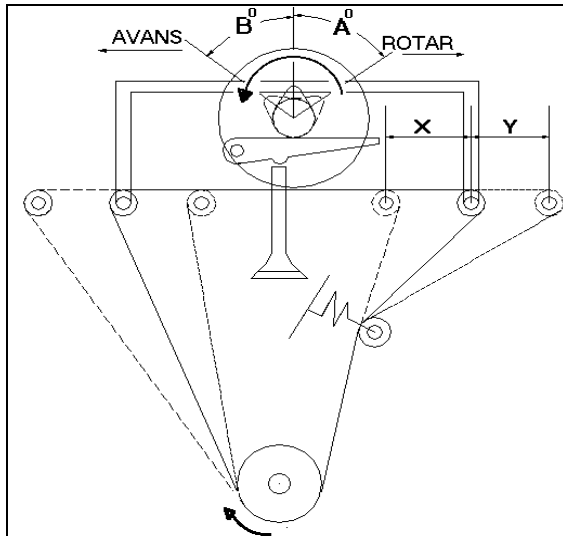
yüklenmiştir. Deneyler motor 1200 d/d dan 3600 d/d ya kadar 200 d/d aralıklarla 13 değişik devirde çalıştırılarak yapılmıştır. Deneyler için teknik özellikleri Tablo 1’de verilen Briggs and Stratton-Vanguard marka tek silindirli buji ile ateşlemeli bir motor kullanılmıştır.

Tablo 1. Deney Motorunun Teknik Özellikleri

Markası	Briggs and Stratton-Vanguard
Silindir hacmi	182 cm <sup>3</sup>
Emme açılma avansı	15° önce ÜÖN
Emme kapanma gecikmesi	45° sonra AÖN
Egzoz açılma avansı	45° önce AÖN
Egzoz kapanma gecikmesi	15° sonra ÜÖN

Şekil 2’de görülen özel değişken supap mekanizması yapılırken kam taşlama tezgahında önce orijinal kam mili üzerinden emme ve egzoz kamlarının şablonları çıkarılmıştır. Çıkarılan kam şablonlarından, kam taşlama tezgahında kam mili orijinal değerlerinde işlenip motor üstten kamlı hale getirilmiştir. Bu değişiklik sadece emme supabı mekanizmasında yapılmıştır. Egzoz supabı mekanizması değiştirilmemiştir. Mekanizma sadece emme supabına kumanda eden üstteki kam milinin hareketlerini kontrol etmektedir.

Emme kamının pozisyonu, Şekil 2’de görülen düzenekte değişik açı değerleri için krank miline göre ayarlanmış açılı bir tamburdan referans alınarak taşıyıcı mekanizması Y mesafesi kadar hareket ettirildiğinde emme kam milin B° kadar avansa alınmış olur. Değişim X mesafesi kadar ters yöne hareket ettirilirse A° kadar emme supabı fazı rötara alınmış olur. Şekil 2’de görülen düzenekte emme supabı açılma-kapanma değeri 10° krank mili açısı aralıklarla değiştirilmiştir.



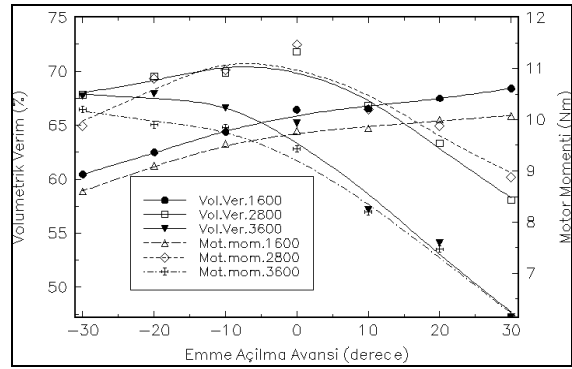
Şekil 2. İmal edilen değişken supap zamanlaması mekanizması

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Deneyler emme kamının orijinal profilinde 30° KMA avanstan 30° KMA rötara kadar 10° aralıklarla 7 değişik emme supabı zamanlamasında yapılmıştır. Tam gaz kelebek açıklığında, 1600 d/d, 2800 d/d ve 3600 d/d devir aralıklarında yapılan deneylerde supap zamanlamasının motor performansına olan etkileri incelenmiştir.

#### 3. 1. Supap Zamanlamasının Volümetrik Verim ve Motor Momentine Etkileri

Şekil 3’de emme supabı zamanlamasının volümetrik verim ve motor momentine olan etkisi beraber gösterilmiştir.

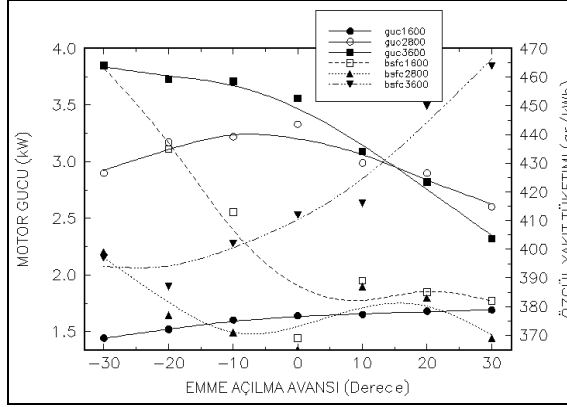


Şekil 3. Emme supabı açılma açısının motor devir sayısına bağlı olarak volümetrik verime ve motor momentine olan etkileri

Şekilde görüldüğü gibi volümetrik verim artışı motor momentinin de artmasına neden olmaktadır. Bunun sebebi içeri alınan dolgu miktarının artmasıdır. Düşük devirlerde emme supabı zamanlamasının standart zamanlamaya göre avansa alınması volümetrik verimi artırırken beraberinde motor momentini de artırmaktadır. 1600 d/d’de emme supabı 30° avansa alındığında volümetrik verim % 68.40 iken 30° rötara alındığında % 60.44 düşmektedir. Bu durumda moment ise 10.07 Nm’den 8.60 Nm’ye düşmektedir. Orta devirlerde, standart emme supabı zamanlaması için volümetrik verim % 71.80 motor momentini ise 11.47 Nm ile en iyi neticeyi vermiştir. Supap açılma zamanının avansa veya rötara alınması volümetrik verimi ve momentini düşürmüştür. Yüksek devirler için rötara değerleri daha iyi neticeler vermektedir. 3600 d/d’da 30° rötara için volümetrik verim % 67.69 motor momentini 10.20 Nm iken 30° avans değerinde volümetrik verim % 47.26 motor momentini ise 6.15 Nm’ye düşmektedir. Sonuç olarak, motor devri arttıkça emme supabı zamanlamasının rötara doğru kaydırılması daha iyi volümetrik verim ve motor momentinin elde edilmesini sağlayacaktır.

### 3. 2. Supap Zamanlamasının Motor Gücü ve Özgül Yakıt Tüketimine Etkisi

Şekil 4'de emme supabı zamanlamasının motor gücü ve özgül yakıt tüketimine olan etkisi beraber gösterilmiştir.



Şekil 4. Emme supabı açılma zamanının motor gücü ve özgül yakıt tüketimine etkisi

Emme supabı zamanlaması düşük devirlerde avansa alındıkça hem motor gücünde hem de özgül yakıt tüketiminde belirgin bir artış olmaktadır. 1600 d/d'da motor gücü emme kamının 30° avansa alındığında 1.69 kW iken 30° rötara alındığında 1.44 kW düşmektedir. Bu durumda özgül yakıt tüketimi 382 gr/kWh den 464 gr/kWh yükselmektedir. Avanslı çalışmada düşük devirde güç de % 3'lük bir artış, özgül yakıt tüketiminde ise % 12.69 luk bir iyileşme olmaktadır. Orta devirlerde ise standard supap zamanlaması en iyi neticeyi vermektedir. 2800 d/d'da standard zamanlama için güç 3.33 kW iken avans ve rötara değerlerinde bunun altında kalmaktadır. Özgül yakıt tüketimi ise buna paralel olarak 365 gr/kWh ile en düşük değerdedir. Yüksek devirlerde ise kazanç rötara değerleri tarafındadır 3600 d/d'da en yüksek güç 3.85 kW ile 30° rötara değerinde elde edilmiştir. Özgül yakıt tüketimi de 30° rötarda en düşük değerinde 397 gr/kWh çıkmaktadır.

Sonuç olarak emme supabı zamanlamasının avansa alınması düşük motor devirlerinde performansı artırmaktadır. Çünkü düşük devirlerde supap etrafından geçen karışım hızı yavaş olduğundan kinetik enerjisi de düşüktür, dolayısıyla emme supabı kapanmasının geciktirilmesi içeri alınan dolgunun tekrar emme manifolduna geri pompalanmasına sebep olmaktadır. Emme supabı zamanlaması erkene alındığında manifolda geri pompalama olmayacak ve pompalama kayıpları

normal motora göre azalacaktır. Yüksek motor devirlerinde ise bunun tam tersi silindire alınan dolgunun hızı ve kinetik enerjisi de yüksek olduğundan supap zamanlamasının da geciktirilmesi gerekmektedir. Böylece silindire alınan karışım miktarı artırılmış olacaktır. Bu çalışmadan da görüldüğü gibi supap zamanlamasının motor devrine bağlı, dinamik olarak değiştirilmesi motor performansını önemli derecede iyileştirmektedir.

## 4. KAYNAKLAR

Ahmad, T. and Theobald, M. A. 1989. A Survey of Variable Valve Actuation Technology, **SAE Paper**, No: 891674.

Asmus, T. G. 1991. Perspectives on Application of Variable Valve Timing, **SAE Paper**, No: 910445.

Dresner, T., Barkan, P. 1989. A Review and Classification of Variable Valve Timing Mechanisms, **SAE Paper**, No: 890674.

Gray, C. 1988. A Review of Variable Engine Valve Timing, **SAE Paper**, No: 880386.

Hara, S., Kumagai, K., Matsumoto, V. 1989. Application of a Valve Lift and Timing Control System to an Automotive Engine, **SAE Paper**, No: 890681.

Kreuter, P. 1992. Strategies to Improve Spark Ignition Engine Performance By Means of Variable Intake Lift, Timing Duration, **SAE Paper**, No: 920449.

Maekawa, K., Ohsawa, N. 1989. Development of a Valve Timing Control System, **SAE Paper**, No: 890680.

Moriya, Y., Watanabe, A., Uda, H., Kawamura, H., Yoshioka, M., Adachi, M. 1996. A Newly Developed Intelligent Variable Valve Timing System-Continuously Controlled Cam Phasing as Applied to a New 3 Liter Inline Engine, **SAE Paper**, No: 960579.

Safgönül, B., Soruşbay, E., Arslan, M., Ergenaman, M. 1999. İçten Yanmalı Motorlar, İTÜ., Makine Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı, **Birsen Yayinevi** İstanbul.

Tuttle, H. J. 1980. Controlling Engine Load by Means of Late Intake Valve Closing, **SAE Paper**, No: 800794.