

Değişken Supap Zamanlamasının Motor Performansına Etkilerinin Deneysel İncelenmesi

* Atilla KOCA, **Fuat GÜN
*Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA
**Edremit Mesleki Eğitim Merkezi
Edremit, BALIKESİR

ÖZET

Bu çalışmada sabit supap zamanlaması ile değişken supap zamanlamasının farklılıkları incelenmiştir. Bunu sağlayabilmek için değişken supap zamanlamasına sahip bir taşıt motorunun, motor üzerinde başka hiçbir değişiklik yapılmadan devre dışı bırakılması ile sabit supap zamanlaması elde edilmiş, değişken supap zamanlaması ve sabit supap zamanlamasının motor momentine, motor gücüne, tekerlek çıkış gücüne ve özgül yakıt tüketimine etkileri incelenmiştir. Deney sonuçları değişken supap zamanlamasının sabit supap zamanlamasına göre motor momenti, motor gücü, tekerlek çıkış gücü ve özgül yakıt tüketiminde iyileşme olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler : Değişken Supap Zamanlaması (VVT), Tekerlek Çıkış Gücü, Motor Gücü, Motor Momenti

Experimental Research of the Effects of the Variable Valve Timing to the Engine Performance

ABSTRACT

In this research paper, the differences between the constant valve timing and variable valve timing (VVT) have been studied. To obtain this, shutting down the VVT system, without any changing on the engine of a vehicle that has a variable valve timing, the engine that has a constant valve timing was obtained. In addition the effects of the constant valve timing and variable valve timing against to the engine torque, engine power, wheel output power and specific fuel consumption have been discussed. In the results of the experiment the variable valve timing has more good effects on the engine torque, engine power, wheel output power and specific fuel consumption than constant valve timing have been showed.

Key Words : Variable Valve Time (Vvt), Wheel Output Power, Engine Power, Engine Torque

1. GİRİŞ

Otomotiv sektörünün hızlı gelişimi, petrol rezervlerinin azalması, dünyadaki hava kirlilik oranlarının artmasından dolayı egzoz emisyonlarının azaltılması, fayda-maliyet analizleri ve arz talep dengeleri gibi faktörlerden dolayı içten yanmalı motorlar teknolojiye paralel olarak sürekli geliştirilmektedir.

İçten yanmalı motorlarda supaplar kam mili yardımıyla açılıp kapanmakta, emniyetli ve güvenilir bir supap performansı sağlamaktadır. Sabit supap mekanizmasına sahip motorlarda seçilen supap zamanlaması, volumetrik verimi motorun en çok çalıştığı devir aralığına göre optimize eder. Motor bu devir aralığının altında veya üstünde volumetrik verim açısından düşük verim değerleri ile çalışır. Motorun düşük ve yüksek devirlerinde birbirleriyle zıt özelliklere sahip olan parametreleri elde edebilmek için motorun çalıştığı tüm devir aralıklarında silindir içine alınan dolgu miktarını, tasarım sonucu ortaya çıkan belli bir devir aralığındaki dolgu miktarına yakın değerlere getirmek gerekir.

Motorun performansını arttırmak için yukarıdaki nedenlerden dolayı supaplar üzerine çeşitli çalışmalar

yürütülmektedir. Bu çalışmalar sırasıyla, supapların çalışması sırasında oluşan kayıpları ortadan kaldırmak için kullanılan çoklu supap teknolojisi ile başlar. Bu sayede her bir silindir için iki yada daha fazla emme ve egzoz supabı kullanılarak her devirde silindir içerisine en fazla karışımın alınması hedeflenmektedir. Daha sonra yapılan çalışmalar, supapların açılma ve kapanma zamanlamalarının değişken hale getirilmesi yönünde olmuştur. Motor devri arttıkça piston hızı, piston hızına bağlı olarak da içeri alınan dolgunun hızı ve kinetik enerjisi sürekli değişeceğinden supap zamanlamasının da sürekli değişmesi gerekmektedir.

Bunu sağlayabilmek için günümüz motorlarında değişken supap zamanlaması diye adlandırılan motorun devir özelliklerine göre supabın açılma ve kapanma zamanını ve açılma miktarını değiştiren mekanizmaya sahip sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemin çalışması motor çalışma koşullarına olabildiğince mükemmel bir uyum sağlayabilen, her devirde silindire alınan en yüksek dolgu ile hem yüksek performans hem de yüksek verim sağlayabilir.

Kabul edilebilir maliyet, dayanıklılık ve güvenilirlikle yeterli derecede esnekliğe sahip değişken su-

pap zamanlaması yada değişken supap zamanlı ve açılmalı elektronik kontrol sistemi mekanizmalarını tasarlamak çok zor olduğu için üreticiler değişken supap zamanlaması sunan mekanizmaların bütün yada bir kısım avantajlarını verebilen daha basit yöntemleri tercih ederler. Bunlarda genellikle emme supaplarının erken açılması ve emme supaplarının erken kapatılmasını kontrol eden yani fazı kaydıran mekanizmalardır.

Bu çalışmada; değişken supap zamanlaması mekanizmasına sahip bir taşıtın, şasi dinamometresinde aynı şartlarda, supap zamanlama mekanizması devre dışı bırakılarak devre dışı bırakılmadan tork, güç ve özgül yakıt tüketimlerinin değişimleri incelenmiştir.

2. VOLÜMETRİK VERİM ve SUPAP ZAMANLAMASI

Volumetrik verimi etkileyen faktörler; yakıtın cinsi, buharlaşan yakıtın yüzdesi, yakıt- hava oranı, karışımın sıcaklığı, buharlaşma ısısı ve cidarlara olan ısı transferi, sıkıştırma oranı, supap zamanlaması, motor hızı, egzoz basıncının emme basıncına oranı, komşu silindirin müşterek manifold da hasıl ettiği tedirginlik ve tasarımsal faktörlerdir. Tasarımsal faktörlerin içerisinde port ve manifold dizaynı, kam kontriksiyonu, supap geometrisi ve emme supapları önem arz etmektedir.

İçten yanmalı motorların yapıları gereği emme sisteminde basınç düşüşlerine neden olan elemanlar mevcuttur. Bu elemanlar hava filtresi, manifold gövdesi, ventüri, gaz keleşi, portlar, emme ve egzoz supapları ile susturuculardır (1,2).

Uzun emme borularının belirli hızlarda yüksek volumetrik verim sağladığı tespit edilmiştir. Bu etkileşim silindirdeki ve emme manifoldundaki gaz ataletleri ve gaz elastikiyetinden kaynaklanmaktadır. Emme manifoldunun çapı ve uzunluğunun volumetrik verim üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (2,3).

Emme manifoldu birden fazla silindire bağlandığı zaman manifold dizaynı zorlaşır, özellikle karbüratörlü motorlarda sıvı yakıt hava içerisinde üniform bir dağılım gösteremez. Bu nedenden dolayı karbüratörlü motorlarda manifoldlar daha farklı ölçü ve dizayn gerektirir (4).

Çok silindirli motorlarda manifold uzunluklarından dolayı silindirlerin hepsi aynı karışım oranına sahip olmamaktadırlar. Bu ise düzgün olmayan bir çalışma, güç kaybı ve silindirler arasında ısınma ve emisyon farklılıkları oluşturur. Manifoldun ısıtılması bu probleme karşı tedbir olmakla birlikte mükemmel bir karışım temin edemez. Ayrıca bu tedbirin vuruntuyu arttırmak ve volumetrik verimi düşürmek gibi istenmeyen bir sonucu da vardır (5).

Kam yüzeyinin şekli ve kamın hareket seyri incelendiğinde supaptan maksimum akış sağlayacak profillerin seçimi önemlidir. Bu bakışla Şekil 2.5'de kesik çizgilerle gösterilen ve emme supabının aniden açılıp kapanması daha iyi gibi gözükabilir. Ancak bu tür hare-

ket seyri mekanik olarak imkansız olduğu gibi pistonun alt ve üst noktalarındaki hareketi yavaş olduğu için gereksizdir (2,6).

Egzoz supabının oturma yüzeyinin düzgünlüğü ve supap sapının mümkün olduğunca kısa olması ısı transferinin iyi olması için gereklidir. Emme supabında ise supabın soğumasında giren dolgu etkili olduğundan böyle bir kısıtlama yoktur, fakat genellikle dairesel veya dairesele yakın olan emme kanalının kesit alanı istenen motor momentini sağlayacak büyüklükte olmalıdır. İçten Yanmalı Motorlarda (İYM) yanma odası tasarımına göre supap başı ölçüleri değişmekte, ayrıca volumetrik verimi artırabilmek için büyük supap başı ölçüsü veya birden fazla emme supabı gibi konstriksiyonlar kullanılmaktadır (7).

Supap hareket alanına bağlı olan akış katsayısı, supap kalkma miktarının, çapa oranının (L_v/D_v) sürekli olmayan bir fonksiyonudur.

Kalkma miktarı çok az durumdayken akış, supap başı ve oturma yüzeyine temas ettiğinden dolayı akış katsayısı yüksektir. Kalkma miktarındaki artış ile birlikte orta seviyelerdeki akışta, akış supap başından ve supap oturma yüzeyinin iç köşesinden ayrılır. Bu durumda akış katsayısında aniden azalma olur fakat supap kalkma miktarının artışı ile akış katsayısı yeniden artar. Yüksek kalkma miktarında meydana gelen akışta ise; akış oturma yüzeyinin iç kenar sınırından ayrılır. L_v/D_v nin maksimum değeri 0.25 tir (8).

Normal şartlarda çalışan bir motorun supabının dinamik akış şartlarında, farklı supap kalkma miktarlarında dinamik akışta ve sürekli akış şartlarında çok az bir değişiklik olmaktadır. Bu durum sürekli akış şartlarından ziyade, dinamik çalışma şartları altındaki supabın çok büyük açıklıklarında ortaya çıkar. Bunların dışında supabın üst tarafındaki basınç emme süresince önemli değişiklikler arz eder. Bununla birlikte motorun normal devir aralığında makul doğrulukla dinamik performansını belirlemek için sürekli akış şartlarında emme supabı akış katsayısı kullanılmıştır (9,10).

Emme supabı için supap çevresinden silindire akan gazların hızı emme Mach indeksi ile tayin edilmiştir. Emme Mach indeksi iyi bir volumetrik verim için 0,6 – 0,25 arasında ve 0,4 civarında olmalıdır (11).

Emme ve egzoz supaplarının açılma ve kapanma zamanlarının dört zamanlı İYM'nin performansına büyük etkisi vardır. Emme supabının görevi, emme zamanı süresince mümkün olduğu kadar çok hava yakıt karışımının silindire alınmasını sağlamaktır. Buna karşılık egzoz supabının görevi de, yanmış gazların silindiri tamamen terk etmesini sağlamaktır. Emme ve egzoz kesitleri tam olarak açılmayacağı, ayrıca akış halindeki gazlar kinetik enerjiye sahip olduklarından, supap açılma ve kapanma zamanlarının, pistonun ölü noktalarından önce ve sonra olması gereklidir.

Emme ve egzoz supabı açılıp kapanma zamanlarının değiştirilmesi içten yanmalı normal emişli motor-

larda; pompalama işi, genişleme işi, NO_x üretiminin kontrol edilmesi gibi parametrelerde etkilidir. Supap zamanlamasını değiştiren mekanizmalar genelde kam milini krank milinin dönüşünden bağımsız döndürerek zamanlamayı avans ve rötara alırlar. İYM' lar tam yük ve rölanti çalışma aralığından çok kısmi yüklerde çalışırlar (12).

Kam milinin rötara alınması ile supap bindirmesi de geciktirilir. Standart supap zamanlamasındaki emme zamanının başlangıç noktası, rötara alınması ile örtüştüğü noktada sadece egzoz supabı açıktır ve emme supabı henüz açılmamıştır. Pistonun aşağı hareketiyle artık gaz egzoz manifoldundan silindir içine geri döner. Bu durum silindir içindeki seyreltici etki yapan artık gaz miktarını arttırdığından NO_x azalır. Egzoz zamanının son kısmında yüksek oranda yanmamış HC silindir içine dönüp daha sonraki yanma olayında yakıldığından yanmamış HC oranı azalır (13).

Şalfun R. (14) tarafından yapılan çalışmada emme supabının üç farklı noktada kapanması sağlanarak içeriye giren dolgu miktarının değişimi incelenmiştir. Emme supabının açılması sabit olduğu için ÜÖN'dan 10° önce açılmış böylece içeriye giren dolguya etkisi azaltılmaya çalışılmıştır. İlk deneyde emme supabı tam AÖN'da kapatılmış buna bağlı olarak dolgu miktarı piston hızı arttığında azalmaya başlamıştır.

İkinci deney de ise emme supabı AÖN'dan 40° sonra kapatılmıştır. Düşük devirlerde içeriye giren dolgu miktarı azalmış, piston hızı arttıkça dolgu miktarı artış göstermiştir. Son deneyde ise emme supabı AÖN'dan 65° sonra kapatılmıştır. Bu durumda ise düşük piston hızlarında birim dolgu miktarı azalmış ve daha yüksek hızlarda maksimum dolgu girişi sağlanmıştır.

Akbaş, A.(15) tarafından yapılan çalışmada emme kamının orijinal açılıp kapanma değerleri sabit tutularak 2,5 mm'den 6,5 mm'ye kadar 8 değişik emme supabı kalkma miktarında ve supap kalkma miktarı sabit tutularak 10° KA aralıklar ile 10° - 20° - 30° avans ve rötara değerlerinde deneyler yapılmış, supap zamanlamasının motor performansına ve egzoz emisyonlarına etkisi araştırılmıştır. Her iki deneyde de tam gaz kelebek açıklığında, motor devri 1200 d/d'dan 3600 d/d'ya kadar 200 d/d aralıklarla 13 farklı noktada motor performans değerleri ve egzoz emisyonları elde edilmiştir. Emme supabı zamanlaması kademeli olarak rötara alındığında ise düşük devirlerde orijinal supap zamanlamasına göre tork ve güç düşmüş, yüksek devirlere çıkıldıkça içeriye alınan dolgunun artmasıyla tork ve güçte artış meydana gelmiştir (15).

Arslan, R.(16) tarafından yapılan çalışmada, supap zamanlamasının volumetrik verim üzerindeki etkileri teorik ve deneysel olarak araştırılmıştır. Tek silindirli dizel motoruna ait mevcut kam mili ve buna bağlı olarak üretilen 13 adet farklı açılarda işlenmiş kam mili kullanılmış böylece farklı emme ve egzoz açılma ve kapanma parametreleri elde edilmiştir. Volumetrik verim

eğrileri grafikte incelendiğinde emme açılma avansının artırılması ile düşük ve orta devirlerde volumetrik verimi arttırdığı görülmüştür. Ayrıca emme supabı açılması geciktirilen kamlar ile egzoz kapanması çok öne alınan kamlarda kayda değer bir volumetrik verim düşüşü görülmüştür (16).

3. MATERYAL VE METOD

Deneyler Doğu Otomotiv Genpar Eğitim Merkezi test laboratuvarında yapılmıştır. Deney yeri ve tesisi Resim 1'de gösterilmiştir. Deneylerde Sun Ram 2000 şasi dinamometresi, VAS 5052 diagnostik test cihazı, yakıt tüketimi ölçmek için 5052 test cihazı kullanılmıştır. Araç şasi dinamometresi üzerinde iken motora test cihazları bağlanmış ve test, her iki durumda da aynı şartlarda gerçekleştirilmiştir.

Deney aracı olarak üzerinde 2000 cm³ hacimli FSI motor bulunan 2006 model VW Jetta kullanılmıştır. Test aracının motorunda kullanılan değişken supap zamanlaması, emme supaplarına hükmeden ve sürekli faz kaydırabilen mekanizmaya sahiptir. Bu motorun teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Resim 1. Deney yeri ve deney tesisi

Çizelge 1. Deney aracı motorunun teknik özellikleri

| | |
|--------------------------|---|
| Motor Düzeni | 4 silindirli sıralı motor |
| Hacim (cm ³) | 1984 |
| Çap (mm) | 82,5 |
| Kurs (mm) | 92,8 |
| Silindir başına supap | 4 |
| Sıkıştırma oranı | 11,5 |
| Maksimum Güç | 6000 d/d'da 110 kW |
| Maksimum Tork | 3500 d/d'da 200 Nm |
| Motor işletim sistemi | Bosch Motronic Med 9.5.10 |
| Yakıt | 98 Oktan kurşunsuz Super Plus (daha az güç indirgemesinde 95 Oktan kurşunsuz süper) |
| Egzoz gazı devri daimi | NO _x depolayıcı katalitik konvertörü ve 2 ön katalitik konvertör |
| Egzoz gazı normu | EU 4 |
| Yakıt püskürtmesi | Direkt püskürtme |
| Supap zamanlaması | Emme'de sürekli değişkenlik |

4. DENEYSEL BULGULAR

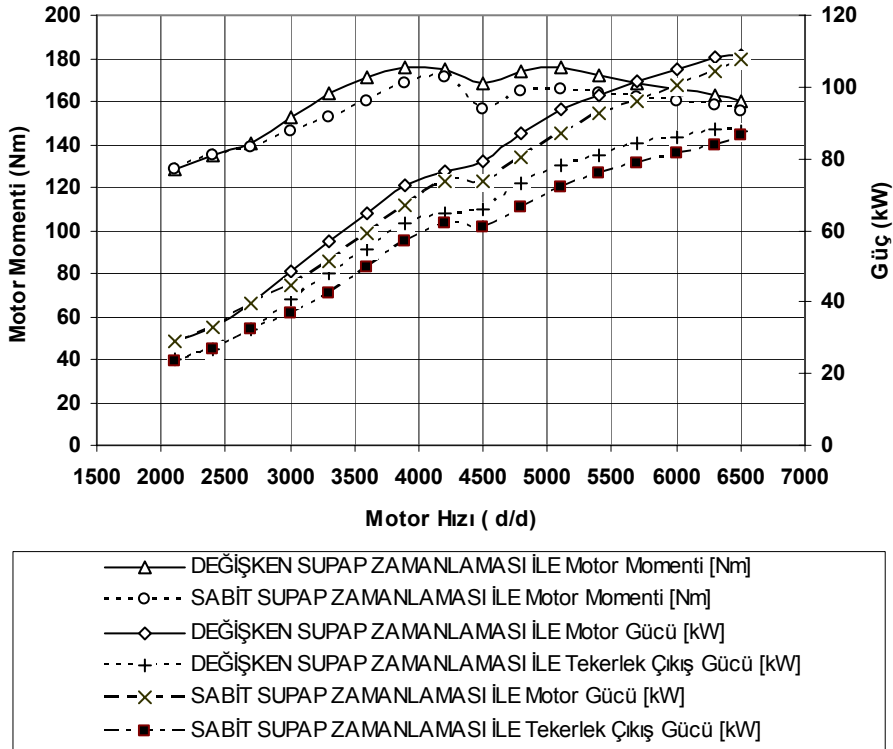
Yapılan deneyler iki kısımdan oluşmuştur. Bunlardan birincisi test aracı motorunda bulunan değişken supap zamanlama mekanizması devrede iken şasi dinamometresi üzerinde 4. vites konumunda yapılmıştır. Diğer test ise değişken supap zamanlaması devre dışı bırakılarak ve başka hiçbir değişiklik olmadan aynı şartlarda yapılmıştır. Ayrıca her iki test esnasında 95 oktan kurşunsuz benzin kullanılmıştır. Dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise deneyler şasi dinamometresinde yapıldığından düşük motor ve taşıt hızlarında dinamometreden ve sürücünden kaynaklanan hatalar oluşmuş ve düşük hızlarda güvenilir veriler elde edilememiştir. Buna bağlı olarak 2000 d/d' ya kadar olan motor hızlarındaki veriler değerlendirmeye alınmamıştır.

Motor hızına bağlı olarak tork, güç ve tekerlek gücünün değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Sabit supap zamanlaması ve değişken supap zamanlaması ile elde edilen değerler 2800 d/d'ya kadar birbirine yakındır. Bu devire kadar değişken supap zamanlaması etkili olmamaktadır.

Değişken supap zamanlaması ile motor 3000 d/d'da 152,3 Nm tork üretmiştir. Aynı devirde sabit supap zamanlaması ile motor 146,3 Nm tork sağlamıştır. 3000 d/d'da değişken supap zamanlamasının motor torkuna katkısı 6 Nm olmuştur. Motor devri 3300 d/d'ya geldiğinde bu fark 11,8 Nm'ye çıkmış ve sağladığı tork artışı % 8 olmuştur. Sabit supap

zamanlamasının 171 Nm maksimum tork ürettiği 4200 d/d'lık motor devrinde değişken supap zamanlaması 174,5 Nm tork değeri üreterek sabit supap zamanlamasının tork eğrisinin üzerinde kalmıştır. Her iki tork eğrisinde de 4500 d/d'da bir çukurlaşma olmuştur. Test edilen FSI motorun bu devirlerde çalışma modu değişmektedir. Tork eğrisindeki bu çukurlukta da iki eğri arasında 11,9 Nm'lik bir fark oluşmuştur. Dolayısıyla 4500 d/d'da değişken supap zamanlaması ile % 8'lik iyileşme kaydedilmiştir. Değişken supap zamanlaması ile tork eğrisinde 3900 d/d ve 5100 d/d motor devri noktalarında 176 Nm maksimum tork değeri elde edilmiştir. Motor devri 6600 d/d'ya ulaşana kadar değişken supap mekanizması ile motordan daha yüksek tork değerleri elde edilmiştir.

Motor çıkış gücü 3000 d/d'da zamanlamanın değişken olması ile 48,79 kW zamanlamanın sabit olması ile 44,83 kW elde edilmiştir. 3000 d/d'da uygun supap zamanlaması seçilmesinin güçte 3,96 kW iyileşme gösterirken, bu iyileşme 3300 – 3900 d/d motor devir aralığında 5,2 kW olarak gerçekleşmiştir. Motor momentinde de bahsedildiği gibi 4500 d/d'da oluşan çukurluk motor çıkış gücü eğrilerinde görülmektedir. 4500 d/d ile 5200 d/d motor devir aralığında zamanlamanın değişken olmasının faydası 6,5 kW olmuştur. 5200 d/d'dan sonra motor devrinin artmasıyla supap zamanlamaları birbirine yaklaştığından elde edilen motor çıkış gücü değerleri birbirine yaklaşmıştır. Test taşıtının motoru değişken supap zamanlaması vasıtasıyla 6600 d/d'da 109,5 kW



Şekil 1. Motor hızına bağlı olarak tork, güç ve tekerlek gücünün değişimi

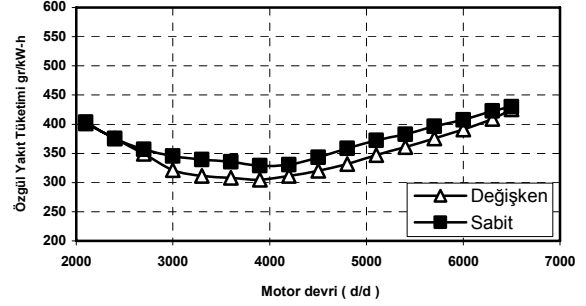
maksimum güç, zamanlama sabitlendiğinde ise 6510 d/d'da 108 kW maksimum güç üretmiştir.

3000 d/d'da zamanlamada değişkenlik olması ile 40,66 kW, sabit olması ile 36,7 kW tekerlek çıkış gücü elde edilmiştir. Bu devir noktasında uygun supap zamanlamasının seçilmesinin faydası 3,96 kW olmuştur. Bu fayda 3300 – 3900 d/d motor devri aralığında 5,2 kW olarak gerçekleşmiştir. 4500 – 5200 d/d motor devri aralığında gerçekleşen fayda ise 6,5 kW olmuştur. 5200 d/d'dan sonra motor devrinin artmasıyla her iki durumdaki supap açılıp kapanma değerleri birbirine yaklaşmış ve böylece tekerlek çıkış gücü arasındaki farklar azalmıştır.

Şekil 2'de değişken ve sabit supap zamanlamasının motor devrine bağlı olarak özgül yakıt tüketimine etkileri gösterilmiştir.

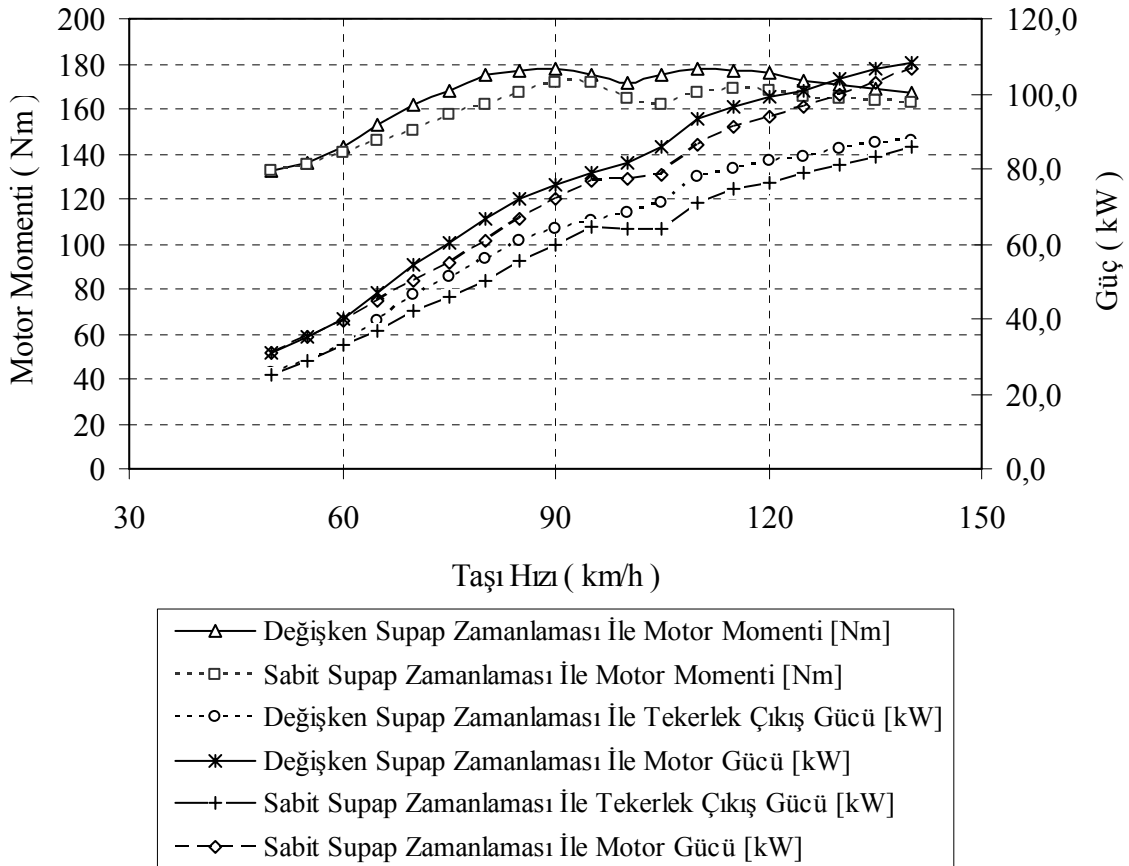
Şekil 2'de görüldüğü gibi 2500 d/d motor devrine kadar özgül yakıt tüketimi değerleri birbirine yakın olmuştur. Sabit ve değişken supap zamanlaması ile en düşük özgül yakıt tüketim aralığı 3000 d/d ile 5000 d/d arasındadır. 3000 d/d'da zamanlamasının değişkenliği ile 321,3 gr/kw-h, sabit zamanlama ile 345,2 gr/kw-h özgül yakıt tüketimi değerleri elde edilmiştir. 3900 d/d'da en düşük özgül yakıt tüketim değerleri olan değişken zamanlama ile 305,1 gr/kw-h,

sabit zamanlama ile 329 gr/kw-h verileri elde edilmiştir. Bu devir noktası için özgül yakıt tüketiminde % 7,2'lik iyileşme gerçekleşmiştir. 5000 d/d'dan sonra her iki zamanlama çeşidi arasında elde edilen değerler devir arttıkça birbirine yaklaşılmaya başlamıştır. 6500 d/d'da değişken supap zamanlaması ile 425,3 gr/kw-h, sabit supap zamanlaması ile 430,1 gr/kw-h özgül yakıt tüketimi değerleri elde edilmiştir.



Şekil 2. Supap zamanlamasının motor devrine bağlı olarak özgül yakıt tüketimine etkileri

Motor hızına bağlı olarak tork, güç ve tekerlek gücünün değişimi Şekil 3'te verilmiştir.



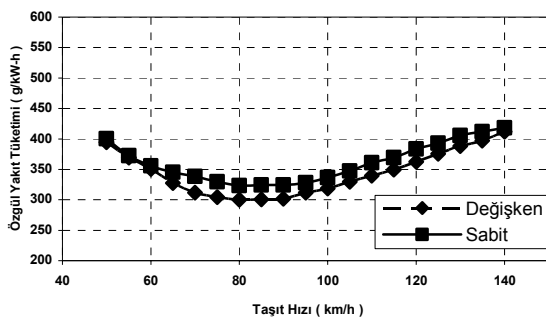
Şekil 3. Motor hızına bağlı olarak tork, güç ve tekerlek gücünün değişimi

Her iki tork eğrisi de 60 km/h taşıt hızına kadar üst üstdedir. Bu noktadan sonra değişken supap zamanlamasının tork eğrisinde diğer tork eğrisine göre daha fazla artış oluşmuştur. 80 km/h taşıt hızında mekanizma devrede iken 174,7 Nm, mekanizma devre dışı iken 161,7 Nm tork üretilmiştir. Bu hız noktasında iki eğri arasındaki fark 13 Nm olmuştur. 85 km/h taşıt hızında sırasıyla 177 Nm ve 167 Nm tork üretilmiştir. Bu hız noktasındaki fark ise 10 Nm olmuştur. 90 km/h taşıt hızından sonra iki eğri de düşüş olmasına rağmen mekanizma devrede iken diğerine göre yüksek tork eğrisi oluşmuştur. Buna bağlı olarak 125 km/h taşıt hızına kadar iki eğri arasında ki fark ortalama 10 Nm olmuştur. 105 km/h taşıt hızında mekanizmanın sağladığı tork artışı % 8 olmuştur.

Motor çıkış gücü 70 km/h taşıt hızından 90 km/h taşıt hızına kadar ortalama 5,5 kW motor çıkış gücü artışı elde edilmiştir. 90 km/h ile 100 km/h taşıt hızı aralığında motor çıkış gücü değerleri birbirine yaklaşmıştır. 100 km/h ile 135 km/h taşıt hızı aralığında değişken supap zamanlaması motor çıkış gücünde 5,3 kW iyileşme sağlamıştır. Değişken supap zamanlaması ile maksimum güç 141 km/h taşıt hızında 109,5 kW, zamanlama sabit olduğunda 148 km/h taşıt hızında 108 kW olmuştur.

Değişken ve sabit supap zamanlamasının her ikisinde de en düşük özgül yakıt tüketim aralığı 70 km/h ile 100 km/h arasındadır. 70 km/h taşıt hızında değişken zamanlama ile 311,5 gr/kw-h, sabit zamanlama ile 338,1 gr/kw-h özgül yakıt tüketimi değerleri elde edilmiştir. 80 km/h taşıt hızında değişken ve sabit supap zamanlamaları ile en düşük özgül yakıt tüketim değerleri elde edilmiştir. Bu değerler değişken zamanlama için 300,3 gr/kw-h, sabit zamanlama için 323,1 gr/kw-h'dir. 80 km/h taşıt hızında değişken supap zamanlamasının ile özgül yakıt tüketiminde % 7,1 lik iyileşme gerçekleşmiştir. 110 km/h taşıt hızından sonra değişken ve sabit supap zamanlama değerleri birbirine yaklaştırmaya başlamıştır. 140 km/h taşıt hızında değişken supap zamanlaması ile 418,1 gr/kw-h sabit supap zamanlaması ile 411,6 gr/kw-h özgül yakıt tüketimi değerleri elde edilmiştir.

Şekil 4'de değişken ve sabit supap zamanlamasının motor devrine bağlı olarak özgül yakıt tüketimi değişimi gösterilmiştir.



Şekil 4. Supap zamanlamasının taşıt hızına bağlı özgül yakıt tüketimi değişimi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada; test aracının motorundaki emme supabı fazını sürekli kaydırabilen bir mekanizma ile elde edilen değişken supap zamanlaması ve bu mekanizmanın devre dışı bırakılması ile elde edilen sabit supap zamanlamasının motor momentine, gücüne, özgül yakıt tüketimine, tekerlek çıkış gücüne ve sürtünme gücüne etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

Değişken supap zamanlaması ile düşük devirlerden 2700 d/d veya 60 km/h'a kadar tork eğrilerinde bir değişim olmamıştır. Deneyler sonucu elde edilen tork değerleri arasındaki fark 3900 d/d ile 5010 d/d motor devirlerinde maksimuma ulaşmıştır. Tork değerleri incelendiğinde düşük ve yüksek motor devirleri yada taşıt hızlarında tork değerlerinin birbirine yaklaştığı görülmüş fakat orta devirlerde veya hızlarda ise değerler arasındaki farklar artmıştır.

Motor gücü değerlerine bakıldığında 2700 d/d veya 60 km/h'ya kadar bir değişim olmamıştır. Bu devir ve hızdan sonra değişken supap zamanlaması ile güç değerlerinde dikkate değer bir yükseliş oluşmuştur. Özellikle 4500 d/d'dan 5700 d/d'ya kadar aradaki fark ortalama 5,7 kW olmuştur. En yüksek güçte ise 1,5 kW lik (%1,38) güç artışı meydana gelmiştir.

Değişken supap zamanlaması devrede iken daha düşük özgül yakıt tüketimi değerleri elde edilmiştir. 3000 – 5000 d/d motor devirleri arasında her iki özgül yakıt tüketimi değeri azalma göstermiştir. Her iki zamanlama değerleri de minimum olduğunda değişken supap zamanlaması ile özgül yakıt tüketimi % 7,2 oranında iyileşmiştir. Aynı şekilde taşıt hızına göre bu aralık 70 km/h – 100 km/h arasındadır.

6. KAYNAKLAR

1. Nelson, M. T., Elrod, A. C., "Continuous-Camlobe Phasing; An Advanced Valve Timing Approach", SAE Transactions, Vol.96, Section 4, New York, 758-767 (1987).
2. Taylor, C. F., "The Internal Combustion Engine in Theory and Practice", Mit press, Volume 2, U.S.A., 157-161 (1997).
3. Rogowski, A. R., "Elements of Internal Combustion Engines", Mc.Graw Hill Book Co, New York, 321-324 (1953).
4. Vizard, D., "Theory and Practice of Cylinder Head Modification", The Amadeus Press Ltd, Detroit, 758-760 (1991).
5. Borat, O., Balci, M. ve Sürmen, A., "İçten Yanmalı Motorlar, Cilt 2" Teknik Eğitim Vakfı Yayınları, Ankara, 96-97 (1995).
6. Stone, R., "Introduction to Internal Combustion Engine", Mc Millon Publishing, U.S.A., 256 (1985).
7. Heywood, J. B., "Internal Combustion Engine Fundamentals", Mc. Graw Hill Publishing Company, Newyork, 102-104 (1988).
8. Bensinger, W. D., "Motor Kontrüksiyonu (Gaz Kumanda Elemanları)", Güven Kitabevi, Ankara, 48-49 (1974).

9. Amann, C. A., "The Automotive Engine-A Future Perspective", SAE paper, 891666: 945-946 (1986).
10. Arslan, R., Karagöz, İ., Avcı, A., "Emme Supaplarında Debi Katsayısı Değişimlerinin Deneysel İncelenmesi", 5 nci Yanma Sempozyumu, Bursa, 345-353 (1997)
11. Taylor, C. F., "The Internal Combustion Engine in Theory and Practice", The M.I.T. Press, U.S.A, 652-653 (1994).
12. Leone, T. G., Christenson, J., Stein, R. A., "Comprasion of Variable Camshaft Timing Strategies of Part Load", Sae Paper, 960584: 49-54 (1996).
13. Tabaczynski, R., "Time-Resolved Measurements of Hydrocarbon Mass Flow Rate in the Exhaust of a Spark Ignition Engine", Sae Paper, 720112: 96-97 (1972).
14. Şalfun, R., "Effects of Cam Profiles on Performance of Internal Combustion Engine for the Development of Locally Manufactured Diesel Engine", M.Sc.Thesis, M.E.T.U., Ankara, 82-83 (1966).
15. Akbaş, A., "Buji ile Ateşlemeli Motorlarda Değişken Supap Açıklığının ve Supap Zamanlamasının Motor Performansına Etkisi", Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 82-85 (2000).
16. Arslan, R., Sürmen, A., Avcı, A., "Dizel Motorlarında Supap Zamanlamasının Volumetrik Verim Üzerindeki Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi", 5 nci Yanma Sempozyumu, Bursa, 299-311 (1997)