

DESIGNING AND PROTOTYPING OF AN ALTERNATIVE ELLIPTIC INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Nadir AKSOY*

G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstriyel Tek. Eğt. Böl. Beşevler/ Ankara/ Türkiye
email:nadiraksoy@ttnet.net.tr

Yakup İÇİNGÜR

G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı Beşevler/ Ankara/ Türkiye

ABSTRACT

In the conventional internal combustion engines, the elements of linear movement cause the friction power to increase the manufacturing economy to deteriorate and also cause vibration. The diameter of intake valves, which is smaller than the diameter of the cylinder, causes the volumetric efficiency to decrease. In the two stroke engines, in which the number of work per cycle is increased, power output per unit volume (kW/liter) is higher; however, specific fuel consumption decreases considerably. In this study, an alternative elliptic internal combustion engine, in which crankshaft, camshaft and valve mechanism are not used, has been designed and its prototype has been manufactured. The elliptic engine works on 4 stroke Otto cycle principle. However, the cycle is completed in 360 degrees. The first prototype has been manufactured and proved workable. And the problems related to the first prototype have been determined. It has been anticipated that by eliminating the problems that affect the running of the first prototype, some advantages for the second prototype could be obtained such as improved manufacturing economy, increase in the mechanical efficiency and decrease in the specific fuel consumption. Furthermore, the patent application of this new engine has already been made.

Key Words: Alternative engines, elliptic engine, internal combustion engine

ALTERNATİF BİR ELİPTİK İÇTEN YANMALI MOTORUN TASARIMI VE PROTOTİPİNİN ÜRETİMİ

ÖZET

Geleneksel pistonlu motorlarda doğrusal hareket elemanları, sürtünme gücünün artmasına, imalat ekonomisinin kötüleşmesine ve titreşime sebep olmaktadır. Silindir çapına göre küçük olan emme supabı çapı volümetrik verimi düşürmektedir. Çevrim başına iş sayısının arttırıldığı iki zamanlı motorlarda kW/litre gücü daha yüksek olmakta, buna karşılık özgül yakıt tüketimi kötüleşmektedir. Bu çalışmada, krank mili, kam mili ve supap mekanizması kullanılmayan alternatif bir eliptik içten yanmalı motor tasarımı yapılmış ve prototipinin imalatı gerçekleştirilmiştir. Eliptik motor, 4 zamanlı Otto çevrimi esasına göre çalışmaktadır. Ancak çevrim 360 derecede tamamlanmaktadır. İlk prototip imal edilmiş ve motorun çalışabilirliği kanıtlanmıştır. İlk prototiple ilgili sorunlar belirlenmiş, bu sorunların giderilmesi ile ikinci prototipte imalat ekonomisi, mekanik verimin arttırılması ve özgül yakıt tüketiminin azaltılması gibi avantajların sağlanabileceği anlaşılmıştır. Ayrıca motorun patent başvurusu yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alternatif motorlar, eliptik motor, içten yanmalı motor

1.GİRİŞ

Biyel, krank mili, kam mili ve supap mekanizması gibi doğrusal hareket elemanları, geleneksel içten yanmalı motorlarda elde edilen gücün bir bölümünün sürtünme kayıpları için harcanmasına, imalat ekonomisinin kötüleşmesine, gürültü ve titreşime sebep olmaktadır (1, 2). Ayrıca, emme supabı tabla çapının silindir çapına göre küçük olmasından dolayı volümetrik verim düşmektedir (3, 4). İki zamanlı motorlarda ise, emme, sıkıştırma, iş ve egzoz zamanlarının birbiriyle iç içe girmesinden dolayı, özgül yakıt tüketiminin artış oranı, litre gücünün artış oranından daha yüksek olmaktadır (5, 6).

Bu çalışmada, biyel, krank mili, kam mili ve supap mekanizması gibi doğrusal hareket elemanları ve bunlarla ilişkili dişlilerin kullanılmadığı, hava soğutmalı alternatif bir Eliptik Motor tasarımı ve prototipinin imalatı gerçekleştirilmiştir. 4 zamanlı Otto çevrimi esasına göre çalışan eliptik motorda 360 derecelik çevrim başına her silindir için bir iş zamanı gerçekleştirilirken, dört zaman birbirinden bağımsızdır. Eliptik motorun üç boyutlu katı modelleme ve animasyon işlemleri için 3D Studio MAX 5.1. programı kullanılmıştır. Ayrıca motorun patent başvurusu yapılmıştır.

Eliptik Motorun imal edilen ilk prototipin çalışabilirliği kanıtlanmıştır. Denemeler sonucunda imalat ve çalışma parametrelerine ilişkin problemler saptanmıştır. Bu problemlerden biri silindir bloğu ile zaman mili arasında kompresyon kaçağının oluşmasıdır. Bu sorunun ortadan kaldırılması ile ikinci prototipte imalat ekonomisi, mekanik verimin artırılması ve özgül yakıt tüketiminin azaltılması gibi avantajların sağlanabileceği anlaşılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İçten yanmalı motorların temel çalışma prensibi olan kapalı bir hücrede değişken hacimler oluşturma düşüncesi değişik tasarımlarla ortaya konabilmektedir. Yeni motor tasarımlarında sıkıştırılan yakıt-hava karışımının ateşlenmesiyle elde edilen basıncın direkt dairesel harekete dönüştürülmesi eğilimi dikkat çekmektedir. Bu yeni motorların bir çoğunun ortak özelliği kam mili , supaplar ve bunlarla ilişkili olarak çalışan doğrusal hareketli diğer parçaların kullanılmamasıdır. Sistemlerin bir kısmında krank mili, silindir ve piston yine kullanılıyorken bazılarında ise bu motor elemanlarının da kullanılmadığı görülmektedir (7, 8). Yeni motor tasarımlarının bir kısmında, pistonların dört zamanı oluşturmak için yaptıkları doğrusal hareketi sabit bir durumda değil, bir eksen etrafında dönerken gerçekleştirme eğilimi dikkat çekmektedir. Bu da motora, sadece bir ekseninde (yukarı-aşağı) hareket eden geleneksel pistonlu motorlara oranla ölü noktaları aşmada ve dolayısıyla pistonun eylemsizlik kuvvetini yenmede daha fazla avantaj sağlamaktadır. Ayrıca piston çapına göre kısıtlı ve küçük olan emme subabı ve egzoz subabı kullanılmayıp bunların yerine büyük kanalların

1. INTRODUCTION

The elements of linear movement in the conventional internal combustion engines such as connection rod, crankshaft, camshaft and valve mechanism cause a part of the power to be wasted for the friction losses in the conventional internal combustion engines and cause the manufacturing economy to deteriorate and also noise and vibration. (1, 2). Besides, since the plate diameter of intake valve is smaller than the diameter of the cylinder, volumetric efficiency decreases (3, 4). And in two stroke engines, the increase rate of specific fuel consumption is higher than the increase rate of the power output per unit volume due to the fact that intake, compression, power and exhaust stroke are all interconnected (5, 6).

In this study an alternative elliptic internal combustion engine with air cooling system, in which connection rod, crankshaft, camshaft, valve mechanism and other gears in connection with these are not used, has been designed and its prototype has been manufactured. In the elliptic engine which operates according to the 4 stroke Otto cycle principle, while one power stroke is performed for each cylinder per cycle of 360 degrees, the four strokes are independent of each other. The three dimensional solid modeling and the animation of the engine has been performed in 3D Studio MAX 5.1. Moreover, the patent application of this new engine has already been made.

The first manufactured prototype of the elliptic engine has proved workable. The problems related to manufacturing and working parameters of this prototype have been determined. One of these problems is compression leakage that occurs between the cylinder case and timing shaft. It has been anticipated that by eliminating this problem which affects the running of this first prototype, some advantages for the second prototype could be obtained such as improved manufacturing economy, increase in mechanical efficiency and decrease in the specific fuel consumption.

2. SOURCE RESEARCH

The thought of creating variable volumes in a closed cell, which is the working principle of the internal combustion engines, could be put into practice with various designs. In the new engine designs, there is a tendency towards the conversion of the pressure occurred by ignition of the compressed fuel-air mixture to direct circular movement. The common property of most of these new engines is that camshaft, valves and the other parts with linear movement that operate in connection with these are not used. It is observed that while crankshaft, cylinder and piston are used in some systems, these engine elements are not used in some others. (7, 8). In some of the designs of new engines, the pistons tend to perform the linear movement in order to form four cycle movement when they are turning around an axis rather than performing it in a constant position. And this facilitates the engine to get over the dead points and accordingly to overcome the inertia power more easily with comparison to the conventional piston engines which move only in one axis (up and down). Apart from that, efforts related to using big ports instead of small intake valve and exhaust valve and accordingly decreasing the

kullanıldığı ve böylece bir yandan parça sayısı azaltılırken diğer yandan da volümetrik verimin daha da iyileştirilmesi çabaları dikkati çekmektedir. Egzoz zamanı ise egzoz kanalını geçmekte olan pistonların, silindir içindeki yanmış egzoz gazlarını itmesi ile gerçekleştirilir. Çevrim başına iş zamanı sayısının artırılması, parça sayısının azaltılarak sürtünme gücünün azaltılması ve supaplar yerine geniş kanalların kullanılması ile volümetrik verimin artırılması bu alternatif motorların avantajlarıdır. Bu buluşlardan eliptik motorun yapısına benzeyenlerden bir kısmı aşağıda resimlerle açıklanmıştır.

2.1. Üçgen Rotorlu Motor

Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi sabit durumda bulunan pistonlar, geleneksel pistonlu motorlardaki gibi düzgün doğrusal hareket yaparak dört zamanı oluşturmaktadır. Buradaki fark, krank mili kullanmayıp onun yerine ortada bir rotor kullanılmasıdır. Pistonlar serbest olup rotorla bir bağlantısı yoktur. Üçgenel yapıya sahip olan rotorun ok yönündeki dönme hareketinden pistonların kurs hareketi oluşmaktadır.

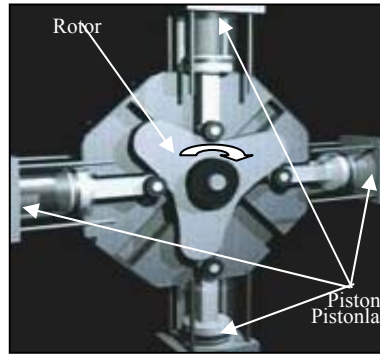


Figure 2.1. The General View and Operation of the Tritec Engine

Şekil 2.1. Üçgen Rotorlu Motorun genel görünümü ve çalışma biçimi

Sıkıştırılan yakıt-hava karışımının ateşlenmesiyle oluşan basınç, pistonu rotora doğru iter ve böylece piston da rotoru ok yönünde döndürür. 5529029 numaralı U.S.A. patentine sahip bir Kanada buluşu olan motorun, geleneksel pistonlu motorlara göre parça sayısı, kapladığı hacim ve bakım masrafı daha az, imalatı ve montajı daha kolay olmaktadır (9). Daha yüksek devirlere ulaşabilmektedir. Kolay ve modüler tasarım, alçak devirlerde yüksek tork çıktısı, hareketli parça sayısının az olması, termik veriminin yüksek olması avantajlarıdır. Prototip üzerindeki ölçümlere göre genel verimde % 25'lik bir artış görülmüştür.

2.2. Türbin Tipi Motor

6164263 numaralı U.S.A. ve 2192714 numaralı Kanada patentlidir. Şekil 2'de görüldüğü gibi dört parçadan oluşmuş olan rotor, oval olarak yapılandırılmış bir kılavuz içerisinde dönerken Wankel motoruna benzer şekilde oluşan farklı hacimlerdeki boşluklardan faydalanılarak dört zaman oluşturulmaktadır (10).

number of the parts used and on the other hand improving the volumetric efficiency draw attention in recent days. Exhaust stroke occurs when pistons, which are passing through the exhaust ports, push the burnt exhaust gases. Increasing the power stroke per cycle, decreasing the friction power by reducing the number of the parts used and increasing the volumetric efficiency by using wide ports instead of valves are all the advantages of these alternative engines. Some of the designs that resemble the structure of the elliptic engine are illustrated below.

2.1. The Tritec Power Unit

It is shown in Figure 2.1, pistons at constant position form four cycle movement by making regular linear movement as the conventional internal combustion engines. Here, the difference is the use of a rotor instead of crankshaft. The pistons are free and have no connection with rotor. The triangle rotor turns in arrow direction as shown in Figure 2.1, so course movement of the pistons occurs. The pressure that occurs by ignition of compressed fuel-air mixture pushes the piston through the rotor and by this way the rotor is turned in arrow direction by the piston.

The engine, which is USA patented with the number of 5229529, is a Canadian design and have some advantages such as reduced number of the parts, low cost of maintenance and lower volume. Its manufacturing and installation are easier as well (9). Its engine speed is higher in comparison with the conventional engines. Other advantages of this engine include easy modular design, high torque output at low speeds, reduced number of the moving parts and high thermal efficiency. According to the measurements on the prototype, a rate of 25% increase in general efficiency has been observed.

2.2. Turbine Engine

The engine with number 6164263 is USA patented and that with number 2192714 is Canada patented. As shown in Figure 2.2, the rotor which is composed of four parts, rolls in an oval guide roller and performs four cycle movement by making use of the gaps of different volumes as in Wankel engine (10).

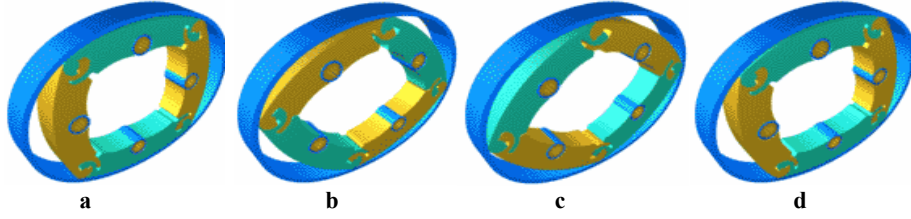


Figure 2.2. Operation of Turbine Engine
Şekil 2.2. Türbin Tipi Motorun çalışma biçimi



Figure 2.3. Manufacturing of a small Turbine Engine
Şekil 2.3. Küçük bir Türbin Tipi Motor imalatı

Her çevrimde 4 iş zamanı oluşmaktadır. Küçük hacimli olarak yapılandırılabilmesi kolaydır (Resim 2.3). Ağaç kesme makinelerinde başarı ile uygulanmaktadır. En az %20 enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Titreşim ve gürültü değeri daha düşük olmaktadır. QT400 serisi hava soğutmalı küçük bir prototip bu motorların havacılık sanayinde kullanılabilirliğini göstermektedir (11). Pnömatik gibi birçok uygulamaları vardır.

Four power strokes are formed per each cycle. It can easily be structured as in low-volume manner (Figure 2.3). It is successfully applied in wood choppers and at least a rate of 20% energy is saved. Moreover, value of vibration and noise is reduced. A small prototype with a QT400 series of air cooling system shows that these engines can also be used in aviation industry (11) and have a wide range of applications like pneumatic type.

2.3. Dönel Gövdeli Tip Markel Motor

Şekil 2.4'de çalışması gösterilen Dönel Gövdeli Tip Markel Motor U.S.A. patentine sahiptir. Silindir bloğu içindeki pistonlar yanma sonucu oluşan basınç sayesinde, içinde bulunduğu silindir bloğuyla birlikte merkeze kaçık olarak duran çıkış milini döndürmektedir. Krank mili yerine ortada duran ve silindir bloğu ile 1/1 oranında dönen bir mil vardır ve pistonlar bu mile bağlıdır. Her piston, için çıkış mili cinsinden 720 derecede bir iş zamanı oluşturmaktadır (12).

2.3. Markel Engine (Or Rotary Body Markel Engine)

Markel Engine, whose operation is shown in Figure 2.4, is USA patented. Pistons in the cylinder block rotate the outlet shaft, which is offset from the center, together with the cylinder block, by the help of combustion pressure. There is a shaft which is placed in center instead of crankshaft and turns at a speed rate of 1/1 together with the cylinder block. Power stroke for each piston occurs at 720 degrees of outlet shaft type (12).

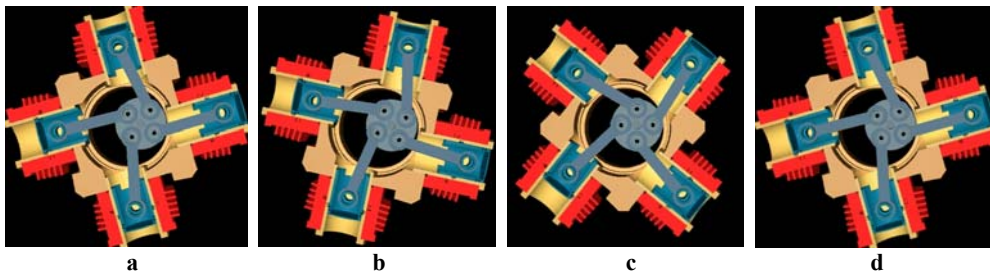


Figure 2.4. Operation of Rotary Body Markel Engine
Şekil 2.4. Dönel Gövdeli Tip Markel Motorun çalışma biçimi

Üretilen tork, çıkış mili ile fazla açısal değişiklik göstermez. Çevrim verimi %30 daha fazla olmaktadır (13). Geleneksel pistonlu içten yanmalı motorlara göre

The moment produced does not differ much in angular variety with outlet shaft. The cycle efficiency is increased by 30 % (13). Both vibration and number of the parts are

titreşimi, parça sayısı ve imalat maliyeti daha az bir motordur. Hava soğutmalı olup soğutma suyuna ihtiyaç duymaz. Mekanik tasarımı basittir.

3. TASARIMI YAPILAN ELİPTİK MOTORUN ÇALIŞMA ESASLARI

3.1. Çalışma Prensibi

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi silindirlerin içinde bulunan pistonlar, eliptik biçimdeki kayıttın iç kısmındaki hareketleri ile yanma odası oluşturmaktadır. Yanma odasında sıkıştırılan yakıt-hava karışımının yakılması ile ortaya çıkan basınç etkisiyle pistonlar, silindirlerin içinden çıkarken, silindir bloğunu döndürmektedirler.

reduced and cost of manufacturing is lower in comparison with conventional internal combustion engine. It is air-cooled and does not need cooling water. Moreover, it is simple in mechanical design

3. OPERATIONAL PRINCIPLES OF DESIGNED ELLIPTIC ENGINE

3.1. Principle of Operation

As shown in Figure 3.1, the pistons in the cylinders create combustion chamber with their movements inside the elliptic guide. The pistons rotate the cylinder block while leaving the cylinder by the help of the pressure occurred by the combustion of fuel-air mixture compressed in this combustion chamber.

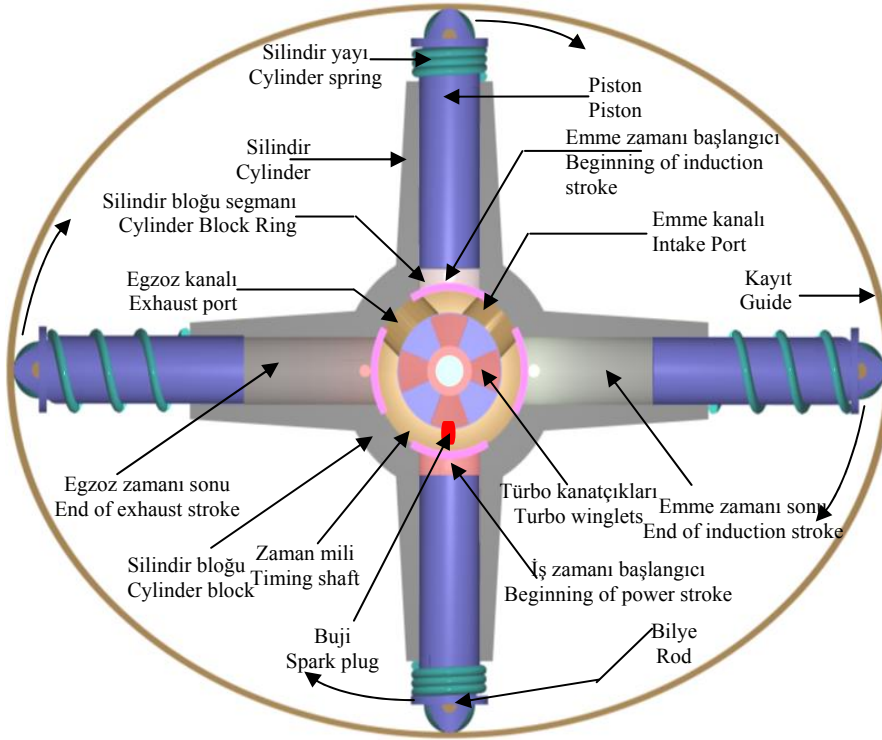


Figure 3.1. Timing shaft and parts of the Elliptic Engine
Şekil 3.1. Eliptik Motorun zaman mili ve bölümleri

3.2. Eliptik Motorun Teorik Çevrimi

1. Zaman (0 – 90 derece): Figure 3.a)'da görüldüğü gibi ilk hareketin verilmesi ile silindir bloğunu döndürülmektedir. Oluşan merkezkaç kuvveti ve silindir yayları etkisiyle pistonlar, dışarıya doğru itilmektedir. 1. silindir, emme kanalının karşısına geldiğinde bu silindir için Şekil 3.3.a)'da emme zamanı başlamakta, Şekil 3.3.b)'de devam etmekte ve Şekil 3.3.c)'de sona ermektedir. Bu süre zarfında 1. silindir 90 derece dönmekte ve emme kanalından yakıt-hava karışımı dolmaktadır. Figure 3.a)'da 2. silindir, sıkıştırma zamanını tamamlamıştır. Bu noktada bujinin ateşleme yapması ile iş zamanı başlamakta, Şekil 3.3.b)'de devam etmekte ve Şekil 3.3.c)'de sona ermektedir. Bu süre zarfında 2. silindir de 90 derecelik bir dönüş gerçekleştirmektedir (14).

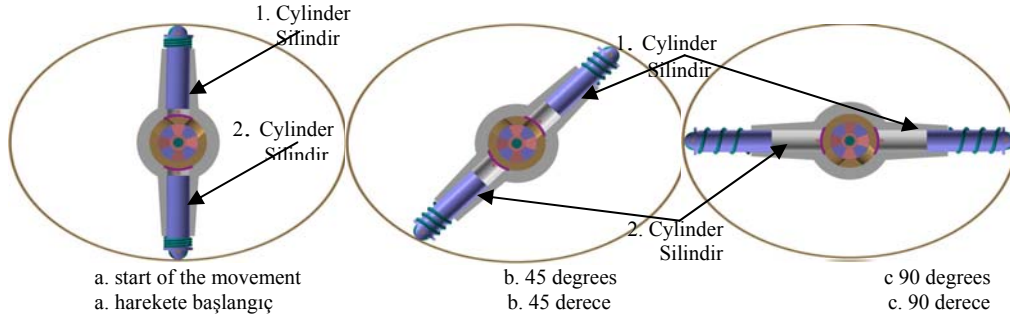


Figure 3.3. Operational Principle of the Elliptic Engine, First Period (0-90 degrees)

Şekil 3.3. Eliptik Motorun çalışma prensibi 1. Zaman (0-90 derece)

2. Zaman (90 – 180 derece): Şekil 3.4.a)'da görüldüğü gibi emme kanalı geçen 1. silindir için emme zamanını bitmiş ve sıkıştırma zamanını gerçekleştirmektedir. Sıkıştırma zamanı, Şekil 3.4.b)'de sona ermektedir. Şekil 3.4.a)'da 2. silindir, içerisindeki egzoz gazlarını karşısına gelen egzoz kanalından çıkararak egzoz zamanını gerçekleştirmektedir. Egzoz zamanı Şekil 3.4.b)'de sona ermektedir.

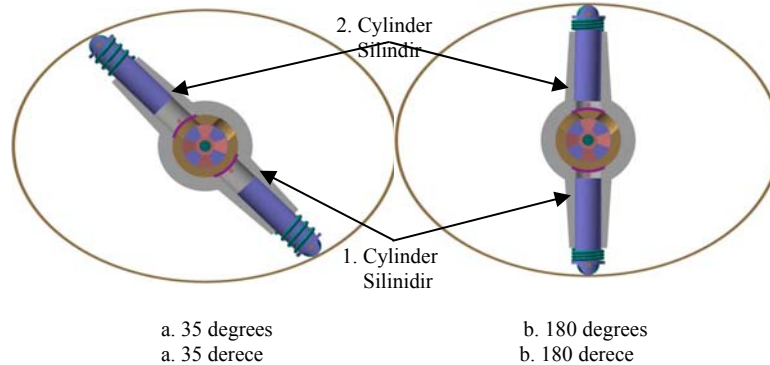


Figure 3.4. Operational Principle of the Elliptic Engine, Second Period (135-180 degrees)

Şekil 3.4 Eliptik Motorun çalışma prensibi 2. Zaman (135-180 derece)

3.2. Theoretical Cycle of the Elliptic Engine

First period (0-90 degrees): As shown in Figure 3.3.a, the cylinder body is rotated with the first movement. Pistons are pushed outside with the effect of cylinder springs and centrifugal force. When the first cylinder reaches the induction port, induction stroke begins for this cylinder in Figure 3.3.a, continues in Figure 3.3.b and ends in Figure 3.3.c. During this period, the first cylinder rotates at 90 degrees and fuel-air mixture fills through the induction port into the cylinder. The second cylinder completes the compression period in Figure 3.3.a. At this point, the power stroke begins by ignition of spark plug, continues in Figure 3.3.b and ends in Figure 3.3.c. During this period, the second cylinder also rotates at 90 degrees (14).

Second Period (90 – 180 degrees): As it is shown in Figure 3.4.a, for the first cylinder which passes the induction port, induction stroke ends and compression stroke begins and it ends in Figure 3.4.b. In Figure 3.4.a, the second cylinder forms the exhaust stroke by directing the exhaust gases out from the exhaust port. The exhaust stroke ends in Figure 3.4.b.

3. Zaman (180 – 270 derece): Şekil 3.5.a)'da görüldüğü gibi 1. silindir iş zamanını gerçekleştirmektedir. İş zamanı Şekil 3.5.b)'ye kadar devam etmektedir. 2. silindir, Şekil 3.5.a)'da emme kanalının üzerinde hareketine devam ederken emme zamanını gerçekleştirmektedir. Emme zamanı Şekil 3.5.b)'de sona ermektedir.

Third period (180 – 270 degrees): As it is shown in Figure 3.5.a, the first cylinder performs the power stroke. The power stroke continues until Figure 3.5.b. While the second cylinder continues its movement on the induction port as shown in Figure 3.5.a, induction stroke begins and ends in Figure 3.5.b.

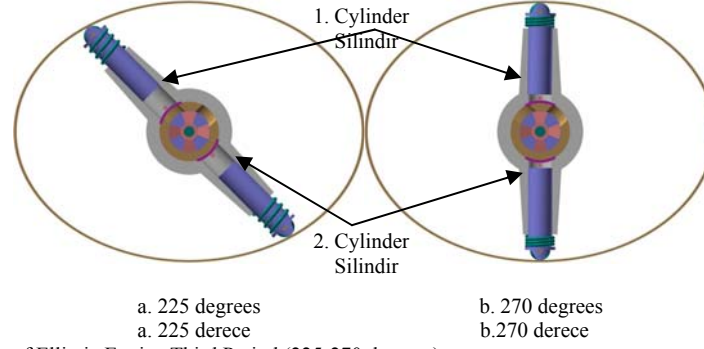


Figure 3.5. Operational Principle of Elliptic Engine Third Period (225-270 degrees)
Şekil 3.5. Eliptik Motorun çalışma prensibi 3. Zaman (225-270 derece)

4. Zaman (270 – 360 derece): Şekil 3.6.a)'da görüldüğü gibi 1. silindir, egzoz kanalının üzerinde hareketine devam ederken içerisindeki egzoz gazlarını bu kanaldan dışarıya atmaktadır. Egzoz zamanı Şekil 3.6.b)'ye kadar devam etmektedir. 2. silindir, Şekil 3.6.a)'da sıkıştırma zamanını gerçekleştirmektedir. Sıkıştırma zamanı Şekil 3.6.b)'ye kadar devam etmektedir

Fourth Period (270 – 360 degrees): As it is shown in Figure 3.6.a, when the first cylinder continues its movement on the exhaust port, it directs the exhaust gases inside itself out from this port. The exhaust stroke continues until Figure 3.6.b. The second cylinder forms the compression stroke in Figure .a. the compression stroke continues until (Figure .3.6.b).

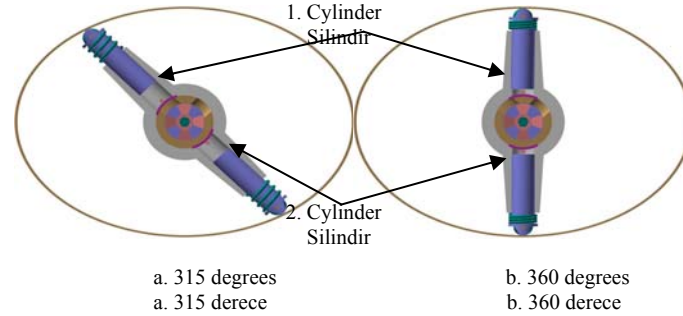


Figure 3.6. Operational Principle of Elliptic Engine Fourth Period (315-360 degrees)
Şekil 3.6. Eliptik Motorun çalışma prensibi 4. Zaman (315-360 derece)

3.3. Eliptik Motorun Pratik Zaman Diyagramı

Şekil 3.7'de eliptik motorun pratik zaman diyagramı görülmektedir. Ayrıca Çizelge 3.1'de diyagramdaki değerler toplu olarak verilmiştir. Değerlerden anlaşıldığı gibi Eliptik Motorda 360 derecelik her bir çevrimde her silindir için bir iş zamanı oluşmaktadır.

3.3. The Valve Timing Diagram Of The Elliptic Engine

The valve timing diagram of the elliptic engine is shown in Figure 3.7. and the total values of the diagram are also given in Table 3.1. below. As it is understood from the values, one power stroke occurs for each cylinder per each cycle of 360 degrees in the elliptic engine.

Table 3.1. Values of valve timing diagram of the elliptic engine
Tablo 3.1. Eliptik motorun pratik zaman diyagramı değerleri

Induction/ Emme		Exhaust/ Egzoz		Ignition advance/ Ateşleme Avansı	Valve overlap/ Kanal Bindirmesi
The intake valve opening before the top dead center/ Açılması Ü.Ö.N.'Dan Önce	The intake valve closing after the top dead center/ Kapanması Ü.Ö.N.'Dan Sonra	The exhaust valve opening before the top dead center/ Açılması Ü.Ö.N.'Dan Önce	The exhaust closing after the top dead center/ Kapanması Ü.Ö.N.'Dan Sonra		
6°	29°	29°	6°	5°	12°

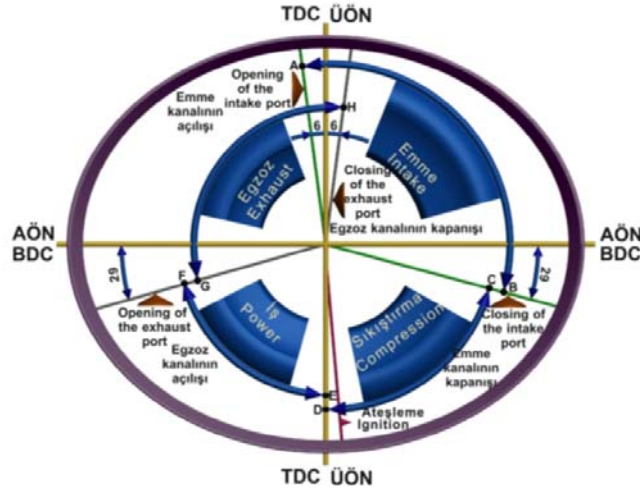


Figure 3.7. The valve timing diagram of the elliptic engine
Şekil 3.7. Eliptik motorun pratik zaman diyagramı

4. PROTOTİPİN İMALATI VE ÇALIŞTIRILMASI

Üç boyutlu katı modellemesi yapılan parçalardan gövde, silindir bloğu ve zaman milinin imal edilebilmesi için önce ağaç malzemeden modelleri yapılmıştır. Modelleri hazırlanan parçaların dökümleri yapılmıştır. Döküm malzemesi olarak gövde için alüminyum, silindir bloğu ve zaman mili için GGG 70 serisi sfero döküm malzemeler kullanılmıştır.

Dökümleri yapılmış parçalar (gövde, silindir bloğu ve zaman mili) ile diğer parçaların talaşlı imalatları proje kapsamında piyasada imal edilmiştir. Piston için alüminyum malzeme kullanılmıştır. Piston bilyeleri hazır parçalardan seçilmiştir.

Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi imal edilen tüm parçaların montajı yapılmıştır. İmal edilen parçaların monte edilmesinden sonra prototipin çalışması için yakıt olarak benzin kullanılmıştır.



Figure 4.1. First installation of the elliptic engine (closed body)
Şekil 4.1. Eliptik motorun ilk montajı (gövde kapalı)

4. MANUFACTURING AND TESTING OF THE PROTOTYPE

In order to manufacture the parts such as the body, cylinder block and timing shaft, whose three dimensional solid modeling has been made, first their models have been designed by using wooden material. The parts, whose models have been prepared, have been construction. The body has been manufactured with aluminum and sfero casting materials (GGG 70 series) have been used for the cylinder block and timing shaft.

Casting engine parts (body, cylinder block and timing shaft) and other metal parts have been worked for the market within the scope of the project. Aluminum has been used for the piston. Piston balls have been supplied from the market.

It is shown in Figure 4.1 all of the manufactured parts have been installed. After the installation, prototype engine has been run with gasoline.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, eliptik motorun parametrik hesaplamaları, tasarımı, modelleme ve simülasyon işlemleri yapılmıştır. Parametrik hesaplamalar sonucunda prototipi imal edilen dört silindirli ve 132 cc'lik toplam silindir hacmine sahip olan Eliptik Motorun teorik olarak 3000 devir/dakikada 10,2 KW güç üretebileceği hesaplanmıştır.

Motorun çalışabilirliği simülasyonlarla ortaya konduktan sonra ilk prototipin imalatı gerçekleştirilmiş ve montajı yapıp çalıştırılmıştır. İmalat sırasında işleme toleransları ile ilgili bazı sorunlar sebebiyle hassas bir imalat söz konusu olamamıştır. Bu sorunların başında eliptik bir biçime sahip olan kayıtın imal edilmesi gelmektedir. İkinci prototipte bu kayıt, dik işleme tezgahında imal edilecektir.

Çalıştırma sonucunda pistonun, zaman miline en yakın olduğu noktada, sıkıştırılan yakı-hava karışımı, çalışma boşluğundan dışarıya sızarak kompresyon kaçağına neden olmuştur. Bu durumda sıkıştırma sonu basıncı tam oluşmadığından, yanma verimli olamamıştır. Yanma sonucu oluşan egzoz gazlarının bir kısmı aynı boşluklardan diğer silindirlere ve zaman milinin emme kanalına kaçak yapmıştır. İkinci prototipinin imalatında daha hassas işleme toleransların kullanılması gereği ortaya çıkmıştır.

Eliptik Motor, imalat teknolojisine yönelik problemlerin çözülmesi durumunda içten yanmalı geleneksel motorlara bir alternatif oluşturma potansiyeline sahiptir. Ayrıca bu çalışma, alternatif motorlarla ilgili çalışma yapmak isteyenlere bir kaynak niteliği taşıyacaktır.

KAYNAKLAR/ REFERENCES

1. Blair, G., P., "Reduction of noise emission from four-stroke engines", Design and Simulation of Four Stroke Engines, *Society of Automotive Engineers*, Inc., Warrendale, PA, U.S.A., 703-705, (1999)
2. Heisler, H., "Engine balance an vibration", Advanced Engine Technology, *Society of Automotive Engineers*, Inc., Warrendale, PA, U.S.A., 139-147, (1995)
3. Safgönül, B., Ergeneman, M., Arslan, E., Soruşbay, C., "Real cycles in engines", Internal Combustion Engines, *Istanbul Technical University Machine Faculty*, Istanbul, 80-84, 87-94 (1999)
4. Newton, K., Steeds, W., Garrett, T., K., "Constructional details of the engine", The Motor Vehicle, *Society of Automotive Engineers*, Inc., Warrendale, PA., U.S.A., 70-79, (1996)
5. Çetinkaya, S., "Real power cycles", Thermodynamic, *Nobel Present*, Ankara, 166-168, (1999)
6. Borat, O., Balcı, M., Sürmen, A., "Description and concepts", Internal Combustion Engines, *Gazi University Technical Education Faculty*, Ankara, 20, (1995)
7. Internet: The European Patent Office Online. <http://pctgazette.wipo.int/> (2003)

5. CONCLUSION AND EVALUATION

In this study, parametric calculations, designing, modeling and simulation operations of the elliptic engine have been carried out. According to the parametric calculations, it is concluded that the four cylinder elliptic engine, having a total volume of 132 cc and whose prototype has been manufactured, has a capacity of generating 10.2 KW power at 3000 cycle per minute theoretically.

After the engine proved workable by the help of simulations in virtual environment, the first prototype has been manufactured, installed and operated. Due to some problems related to processing tolerances during manufacture, a precise manufacture couldn't be materialized. The main problem is the manufacture of an elliptic guide. The second prototype will be manufactured on vertical processing bench.

After the engine has been operated, at the point where the piston is closest to the timing shaft, compressed fuel-air mixture has leaked out from the working gap and caused compression leakage. In this situation, since the pressure after compression has not occurred properly, the combustion has not been efficient. A part of the exhaust gases occurred after combustion has leaked through the same gaps to the other cylinders and induction port of the timing shaft. This has resulted from the inappropriate processing tolerances during manufacture. As a consequence, it is understood that the manufacture of the second prototype of this engine, which is being designed, requires more precise tolerances.

The elliptic engine, whose first design and prototype has been manufactured, can be an alternative to the conventional internal combustion engines once the problems related to the technological manufacture has been solved. Furthermore, this study will serve as a source for everyone who wants to conduct a study about alternative engines.

- 8 Internet: United States Patent And Trademark Office Online. <http://patft.uspto.gov/netahtml/search-bool.html> (2003)
- 9 TriTec Power Systems Ltd., “United States Patent”, <http://impala.dhs.org/tritec/patent1.htm> (2003)
- 10 Quasiturbine Agence Inc., “Canada and U.S.A. Patent Application” <http://quasiturbine.promci.qc.ca/QTAppl.html> (2003)
- 11 Quasiturbine Agence Inc., “Quasiturbine Aviation”, http://quasiturbine.promci.qc.ca/QT_Aviation.html (2003)
- 12 Markelmotor Group Inc., “Markel Motor Press”, <http://www.markelmotor.com/empresa/prensa.htm> (2003)
- 13 Markelmotor Group Inc., <http://www.markelmotor.com/index.htm> (2003)
- 14 Aksoy, N., “Elliptic engine design and manufacturing of prototype”, Master Thesis, *Gazi University, Institute of Science and Technology*, Ankara, 24-29, (2003)

Received/ Geliş Tarihi: 19,03,2004 Accepted/Kabul Tarihi: 24,11,2004