

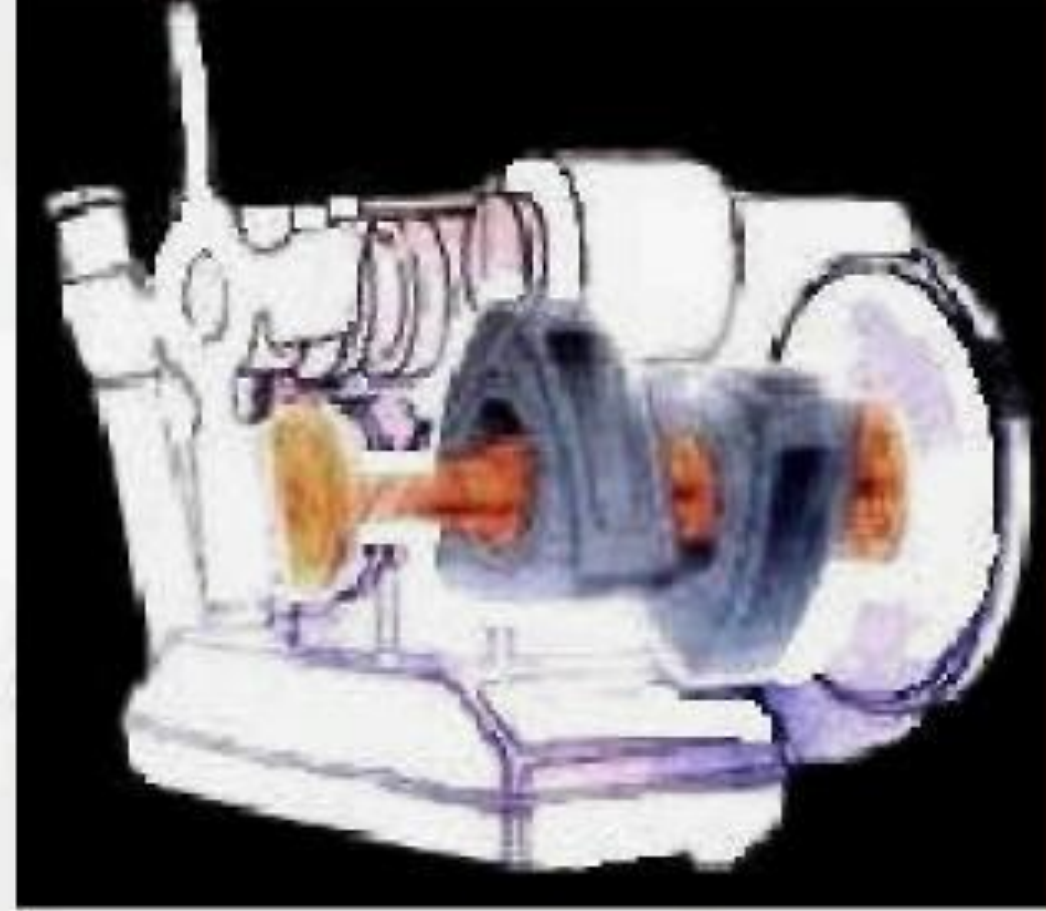
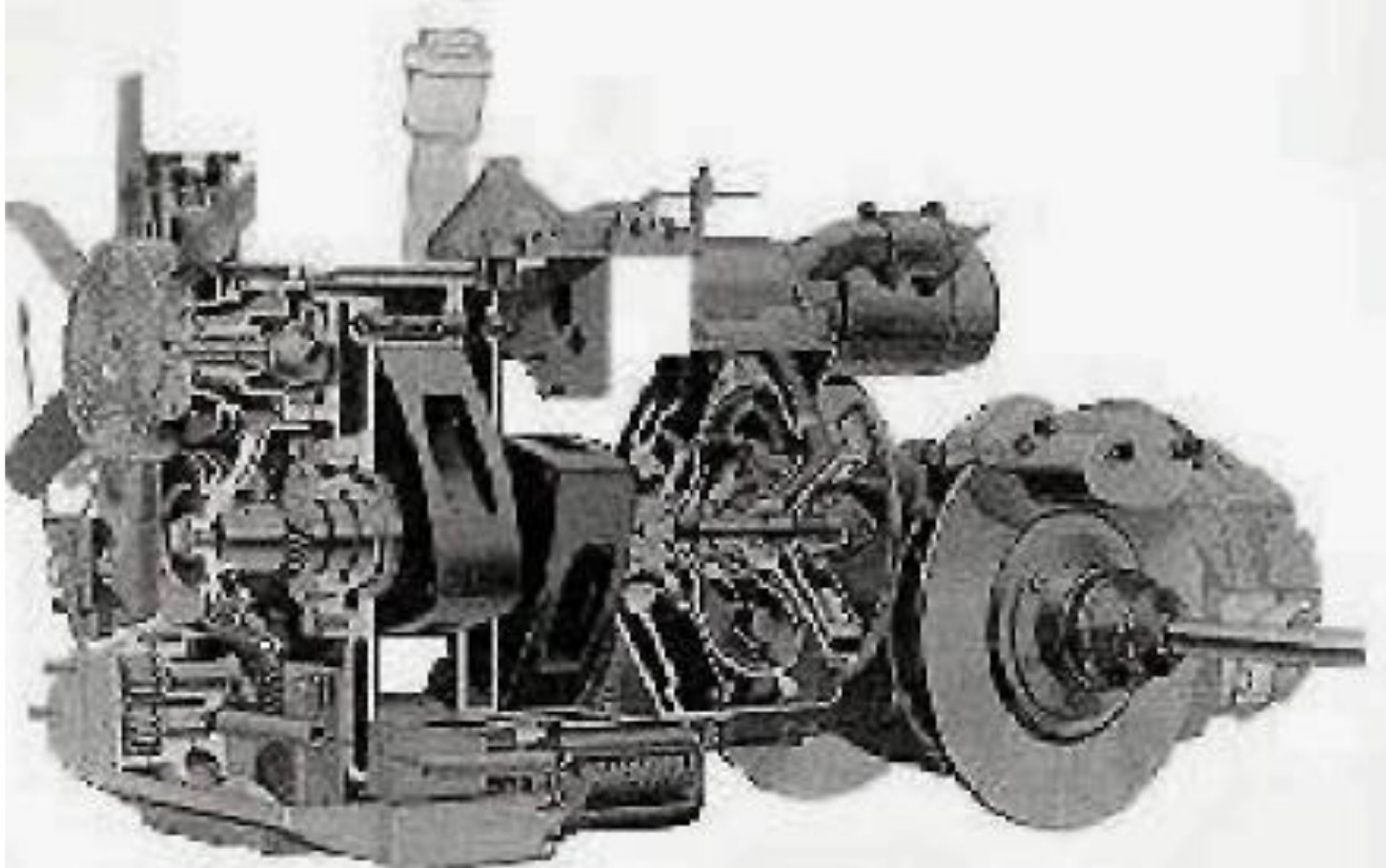
ALTERNATİF MOTOR YAKIT SİSTEMLERİ

Öğr. Gör. Funda ATEŞ

WANKEL MOTORLARI

Wankel motor veya diğer adıyla rotary motor, 1954 yılında NSU firmasında tekniker olarak çalışan Felix Wankel tarafından icat edilmiştir. İlk defa NSU Spider isimli araçta kullanılan bu motor rallilerde büyük başarı kazanmasına rağmen motor segmanlarının yetersiz kalmasında dolayı çok sorun çıkardığı için üretimi durduruldu. Geçtiğimiz yıllarda Japon Mazda firması motoru geliştirerek Mazda RX7 isimli bir araç üretti. Fakat bu araç da pistonlu motorlar karşısında rekabet edemediği için üretimi durdurulmuştur. Ancak günümüzde malzeme ve üretim teknolojilerinin gelişmesi ve alternatif yakıt ile alternatif motor arayışları ile gündeme gelmiştir.

Wankel Motoru

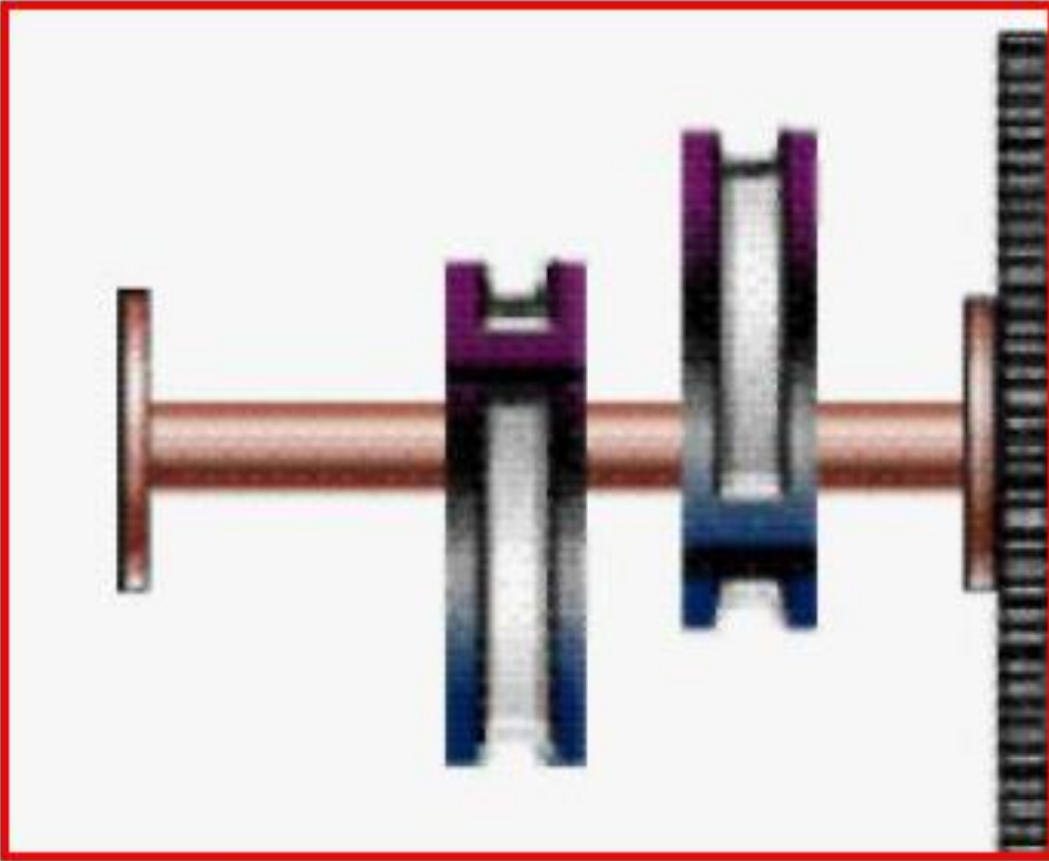


Wankel Motorların Çalışma Prensibi

Wankel (Döner pistonlu) motorunun kullanımlı oluşunun en önemli sebebi mekanik olarak imalatının kolaylığıdır. Wankel motorunun normal bir motordan çok daha basit bir yapısı vardır. Oval bir gövde içerisinde merkezden kaçık olarak dönen bir rotor (döner piston) (tasarıma göre 2-3-4 rotor da olabilir) ve eksantrik milidir (eksantrik mili 4 zamanlı motorlarda bulunan krank milinin işini yapmaktadır).

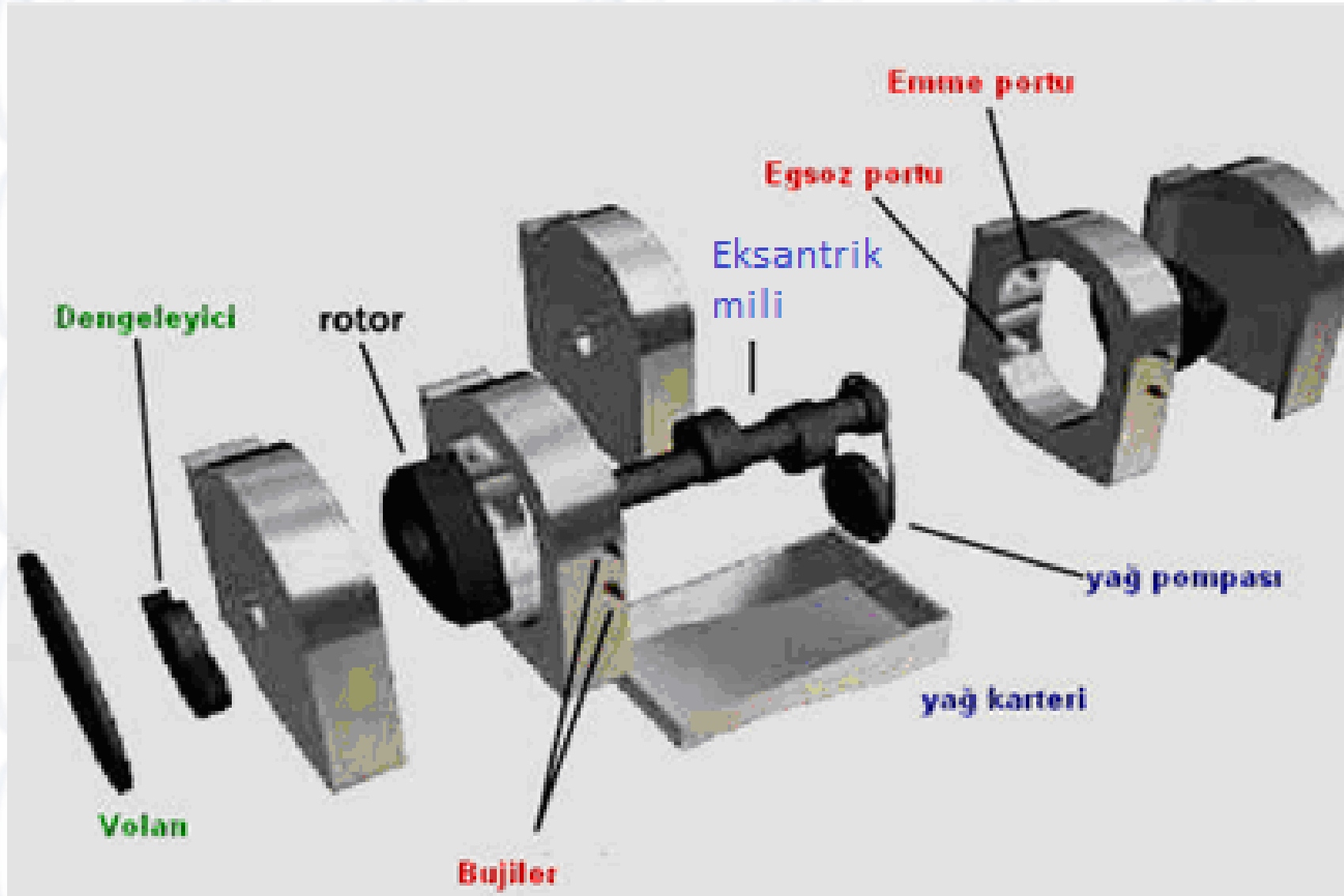
Döner piston; eksantrik mili üzerinde döner. Eksantrik mili, bir nokta yani merkeze göre dairesel hareketle dönmesine karşılık; üzerinde hareket eden döner piston silindir içerisinde eliptik bir hareket ile döner. Bu motorlarda supap mekanizması yoktur. Emme ve egzoz supapları olmamasına rağmen motorun emme zamanında temiz hava ve yakıt karışımı hava giriş geçitlerinden (portları) girer ve yanma sonundaki zehirli gazlar, egzoz portundan atmosfere çıkar. Döner pistonlar üzerinde elde edilen güç, eksantrik mili vasıtası ile vites kutusuna geçer. Döner pistonun içindeki dişliler, eksantrik mili üzerindeki dişlilerle birlikte döner.

Rotor yandan ve önden görünüşü



Pistonla gövde arasındaki izafi hareket redüksiyon oranı $2/3$ olan bir çift iç ve dış dişli ile temin edilmektedir. Bu dişlilerden küçük ve dış dişli olanı gövde üzerinde ve sabit; iç dişli ise pistonla beraber dönmekte ve gövde üzerindeki sabit dişli üzerinde yuvarlanmaktadır. Buna göre eksantrik mili aynı zamanda pistonu yatak vazifesi görmektedir. Eksantrik mili, bir devir döndüğü zaman piston, eksantrik miline nazaran 120° dönmektedir. Buna göre pistonun gövdeye nazaran bir devir dönüp yanma odasında cereyan eden olayların periyodunu tamamlaması için eksantrik milinin 3 defa dönmesi gerekir. Yani bir iş elde edebilmek için eksantrik mili dişlisi, dıştaki dişli etrafında $3 \times 120^\circ = 360^\circ$ dönmelidir.

Wankel Motor Parçaları



Pistonun her devrinde yanma odalarındaki iş çevrimlerinin tamamlanmış olması nedeniyle, bu motora zaman bakımından bir isim vermek gerekirse iki zamanlı demek gerekir. Ancak yanma odalarındaki olayların her birisi yani emme, sıkıştırma, ateşleme ve egzoz eşit açılar işgal etmektedir. Buna göre klasik pistonlu motorlara benzer olarak, bu motora dört zamanlı demek gerekirdi. Zaten ne olursa olsun bu motorda pistona ve eksantrik miline ait olmak üzere iki devir sayısı tarif etmek mümkündür. İş; eksantrik milinden alındığına göre ve dışarıya sadece bu milin uçları çıktığına göre eksantrik mili devir sayısının mukayese için kullanılması daha uygun olacaktır.

Wankel Motorunun Kesit Resmi



Motor Çalışma Zamanları

Döner pistonlu motorlarda da dört zamanlı pistonlu motorların çalışma prensibi uygulanmaktadır. Pistonlu motorlarda bulunan alt ölü nokta ile üst ölü nokta arasında pistonun kat ettiği yola strok denilmektedir. Ancak bu motorlarda piston olmadığı için bu motorlara 4 zamanlı (stroklı) motor yerine, 4 fazlı motor da denilmektedir.

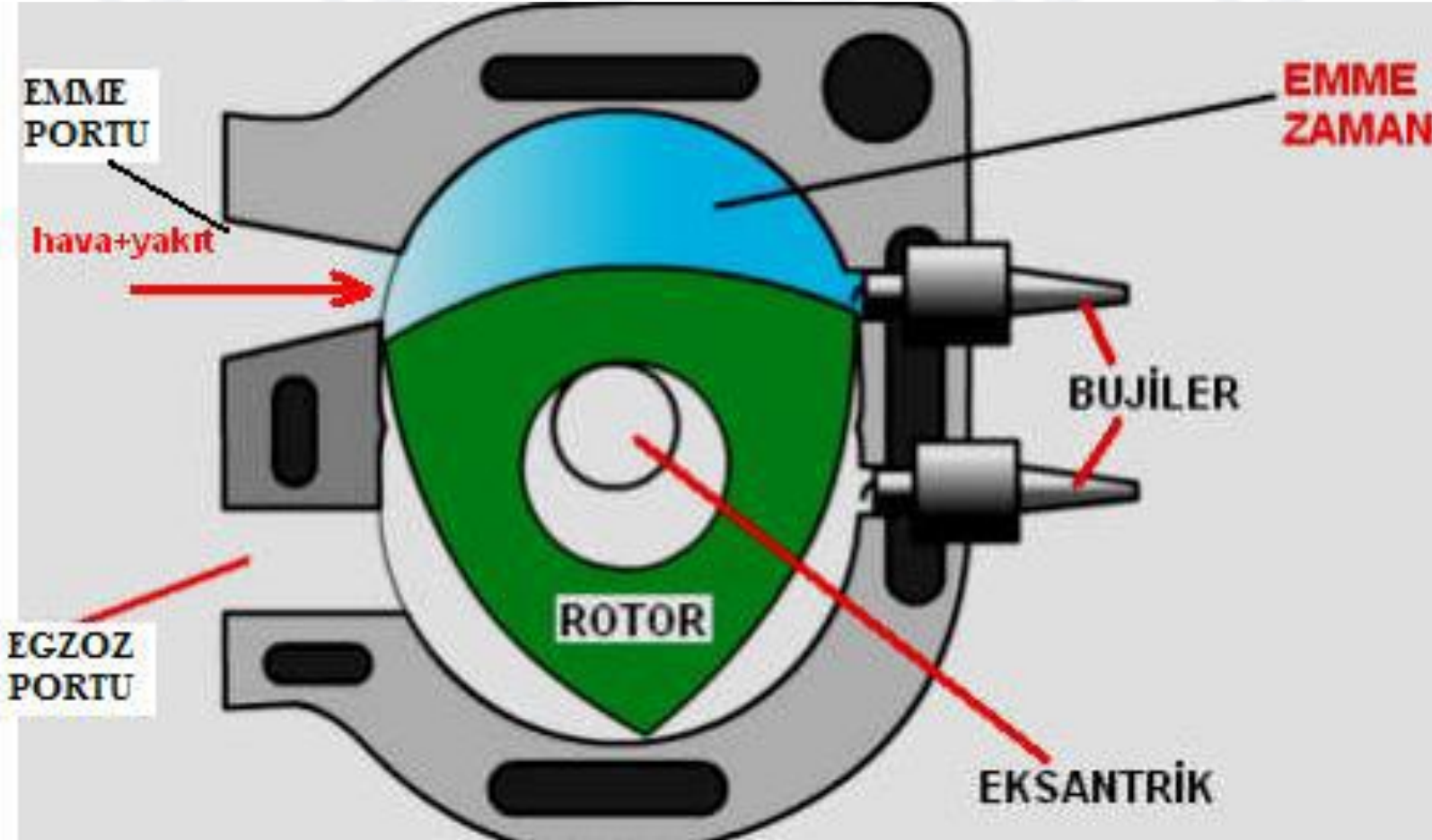
Wankel Motorlarında Zamanlar:

1. ZAMAN	EMME
2. ZAMAN	KOMPRESYON (SIKIŞTIRMA)
3. ZAMAN	ATEŞLEME (İŞ)
4. ZAMAN	EGZOZ

Bu motorlarda döner piston, motor bloğu içinde yaptığı bir dönme hareketi ile dört zamanı tamamlar. Fakat döner piston üzerinde 120° 'lik açı farkı ile üç ateşleme yüzeyi vardır. Yani döner piston, bir devrini tamamladığında emme, sıkıştırma, ateşleme zamanlarını yapar. Böylece bu çalışma prensibi ile az hacimde, çok güç elde edilebilmektedir.

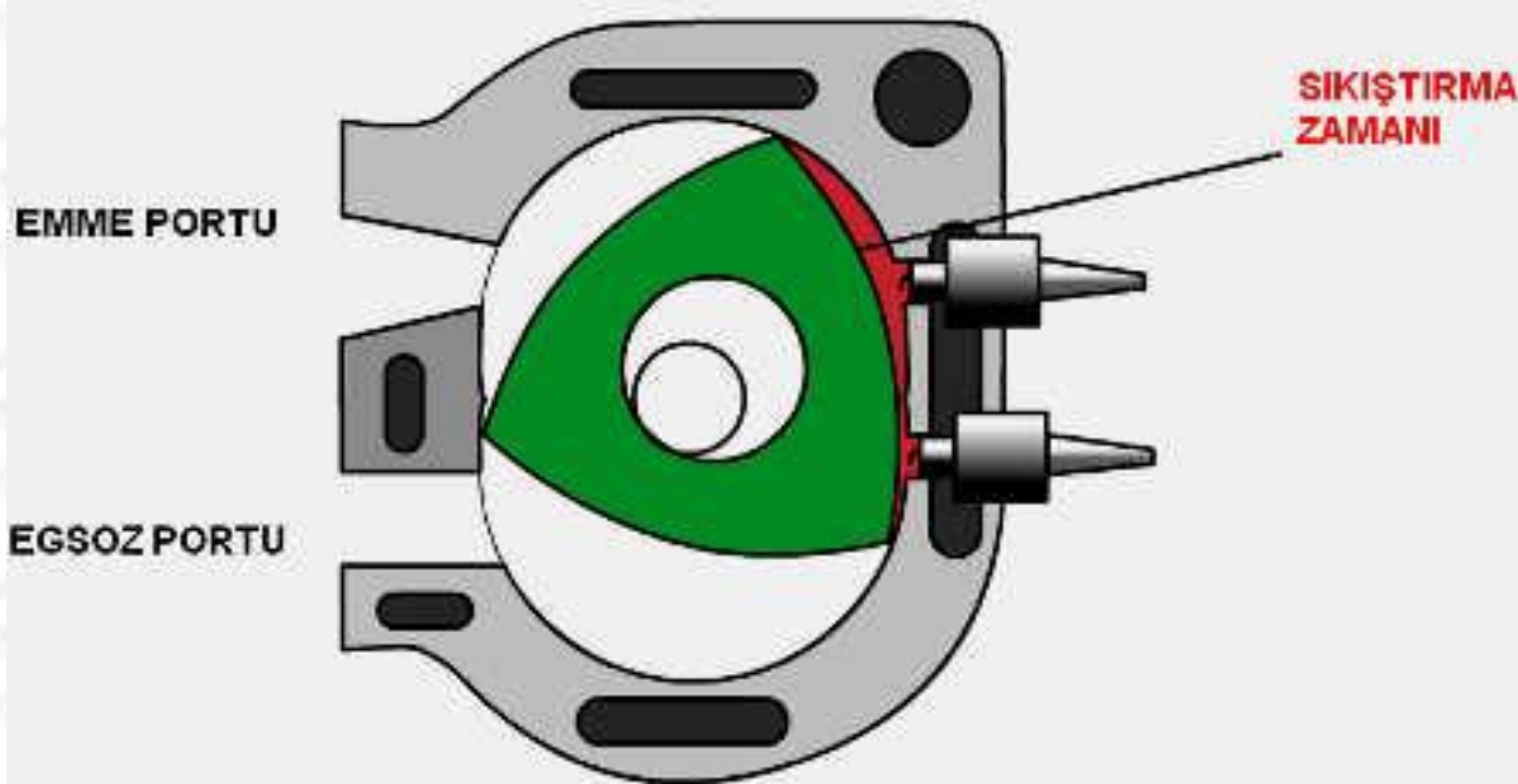
Emme Zamanı

İçten yanmalı motorlarda olduğu gibi emme zamanında hava yakıt karışımı silindir içerisine emme portundan alınır. Şekil 'de emme zamanı görülmektedir.



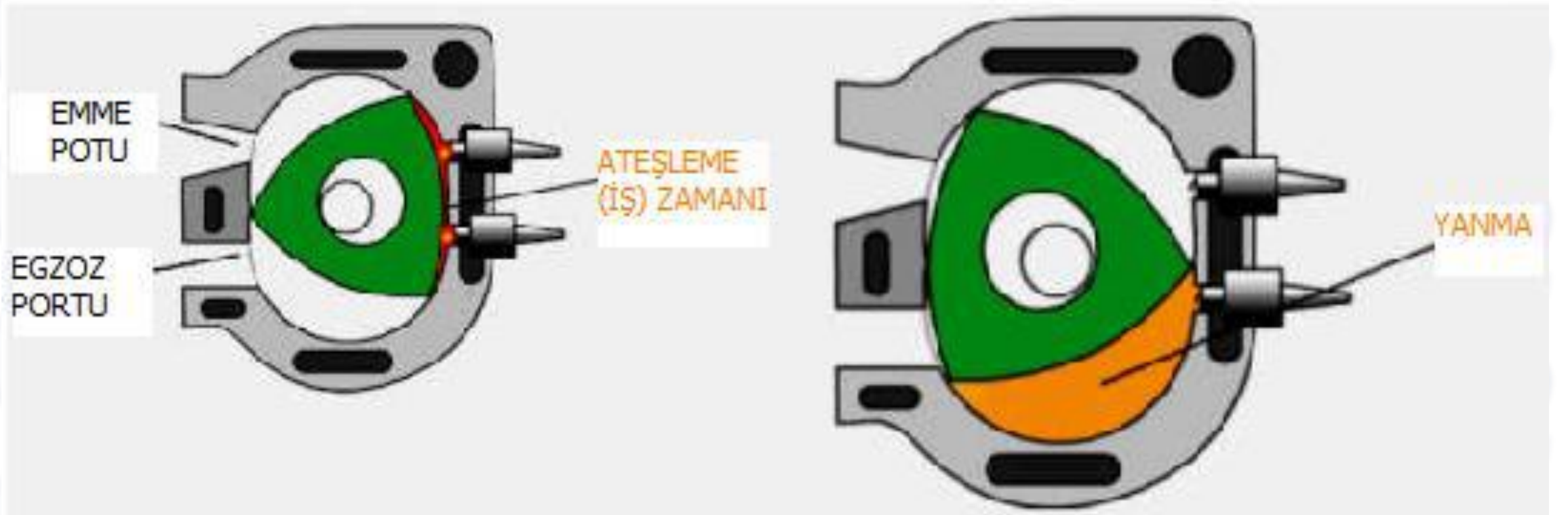
Sıkıştırma Zamanı

Bu zamanda içeri alınan yakıt-hava karışımı, rotorun iki ucu tarafından silindir yüzeyine sıkıştırılarak basıncı yükseltilir. Rotor döndükçe silindir içerisindeki karışımı sıkıştırır ve dolguyu ateşlemeye hazır hâle getirir.



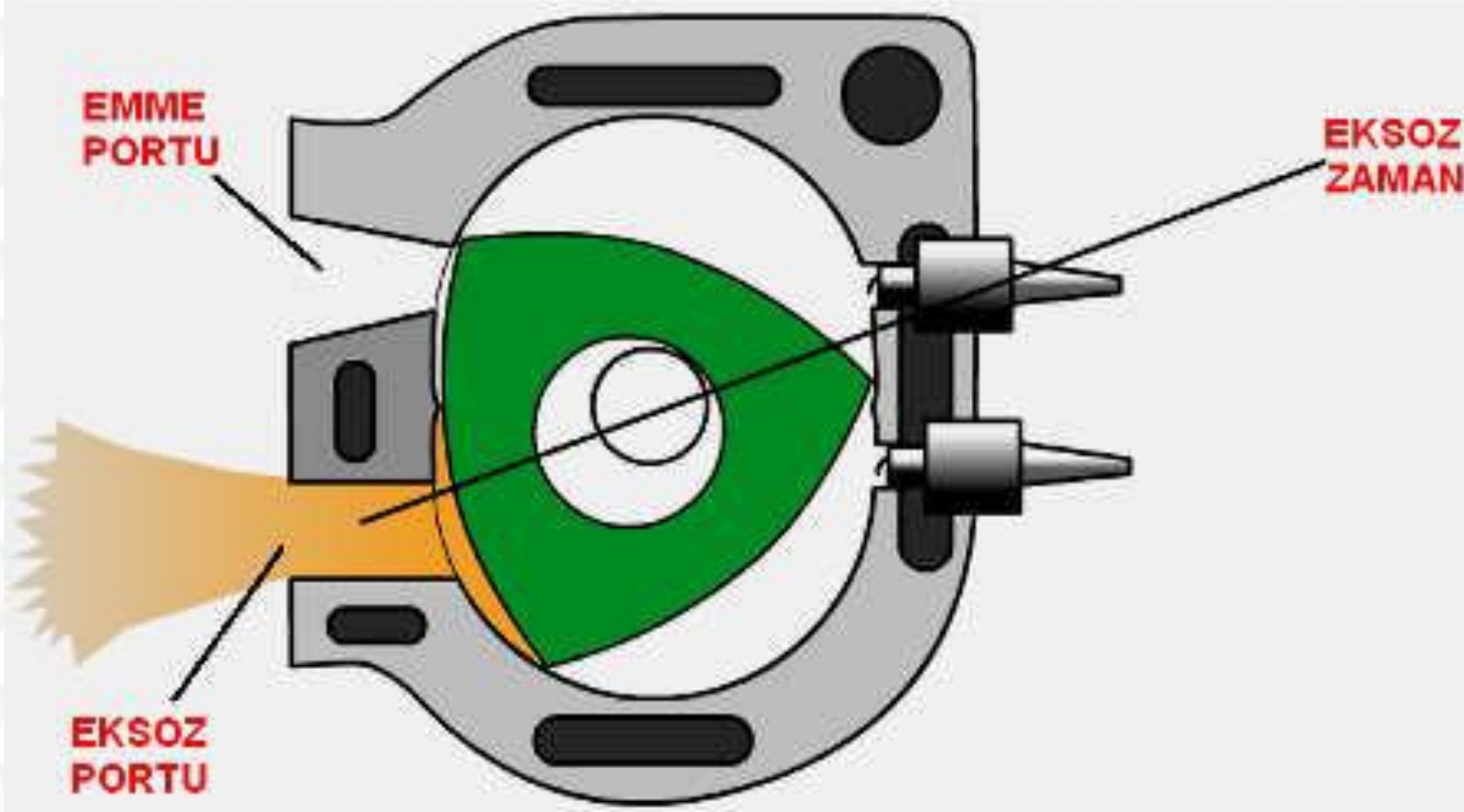
Sıkıştırma (İş) Zamanı

Sıkıştırılan hava-yakıt karışımı, bujiler tarafından ateşlenerek yanma olayı gerçekleşir. Yanmayla birlikte oluşan genişleme ve basınç dalgası ile rotor dönmeye başlar ve bu sayede istenilen güç sağlanmış olur.



Egzoz Zamanı

Egzoz zamanında hava-yakıt karışımının yanması sonucu meydana gelen yanmış gazlar, egzoz portu üzerinden, egzoz manifoldu ve borular aracılığıyla atmosfere gönderilir. Bu esnada rotorun bir ucu egzoz gazların dışarı gönderirken, diğer ucu emme portunu kapatmaktadır.



Wankel motorunun avantajları ise şu şekilde sıralanabilir:

- Döner pistonlu motorlar, çeşitli oktan sayılı benzinlere ve farklı özellikteki yakıtlara göre değişik kompresyonlara uygun imal edilebildiklerinden her türlü yakıtla kullanılabilir .
- Bu motorların bazı eksikleri giderildiğinde yüksek hızlar ve torkların elde edilmesi daha kolay olacaktır. Çünkü içten yanmalı motorlara nazaran ağırlıklar dolayısıyla meydana gelen atalet kuvvetleri daha azdır.
- Döner pistonlu motorlarda kompresyon (sıkıştırma oranı); diğer pistonlu motorlara nazaran daha yüksek olup ateşleme sonunda yüksek basınçlı alevin kat ettiği yol da daha uzundur. Bunun için her ateşlemede daha fazla yanma gücü elde edilir. Bu motorlarda ateşleme odası iki kısımlı olup, ikinci kısım yanma hücresi daha küçüktür. Böylece ateşleme hücresinin birinci kısmında başlayan yanma, ikinci kısımda daha dar bir ateşleme hücreğine girince yanma basıncı daha yüksek bir değere çıkar ve bu anda alev dalgası türbülans şekilde döner pistonun yüzeyine basınç yaparak dönme hareketini sağlar.

Wankel motorun dezavantajları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Bu zorlukların içerisinde en önemlisi yanma (ateşleme) odasının sızdırmazlık durumudur. Çünkü normal pistonlu motorlarda yuvarlak piston üzerinde yine yuvarlak segmanlar ile kompresyonun kartere kaçması önlenirken ateşleme odasının sızdırmazlığı ise silindir kapağının, silindir gövdesine özel conta ve civatalarla sıkılmasıyla sağlanır. Fakat döner pistonlu motorlarda ise döner pistonun her 120° 'deki pistonun ucunda ve döner pistonun yan yüzeylerinde kompresyonun sızması en önemli problemdir. Bunun yanında döner pistonun (rotor) yağlanması esnasında yağın ateşleme hücreğine kaçmaması için özel yağ keçelerinin veya yağ segmanların bulunması lazımdır. Döner pistonlu motorun sızdırmazlık sağlayan segman, keçelerinin toplamı normal pistonlu motorlarınkinden daha azdır. Fakat bu motorların yapısı ve verimliliğini sağlayan keçelerin, segmanların imalatı daha zor ve pahalıdır.

- Wankel motorun önemli sorunlarından birisi olan gürültülü çalışma rotorun hızla açılan egzoz portu önünden kayarak geçmesiyle oluşmaktadır. Ancak bazı wankel motorlarında kullanılan egzoz sistemi ile ses dalgalarının dağıtılmasıyla egzozun ses tonu geliştirilmiştir.
- Döner pistonlu motorlarda önemli problemlerden biriside sıkıştırılmış yakıt hava karışımının ateşleme hücresinde iki kademedede art arda yanma yaparak ısı ve basınç dalgasının bujiler üzerinden egzoz portlarına doğru akması esnasında malzeme üzerinde istenmeyen fazla ısıнын kalmasıdır. Her ne kadar emme portları yönünden ateşleme odasına temiz ve soğuk bir hava akımı girdiği zaman soğutmaya yardımcı oluyorsa da, yine de silindir ve döner piston üzerinde kalan istenmeyen sıcaklık malzemelerin aşırı derecede genişlemesine sebep olacağından bu malzemelerin sızdırmazlık sağlamasında büyük güçlükler meydana getirmektedir.
- İçten yanmalı motorların 100 yılı aşkın süredir kullanılıyor olmasından dolayı, sürekli geliştirilerek bugün bu motorlar üzerine yaygın bir tecrübenin bulunması alternatif motorların rekabet gücünü azaltan ve büyük bir dezavantaj oluşturan en mühim etkindir.

Wankel Motorun Karakteristikleri

Wankel motorlar hız, tork, performans gibi karakteristikler yönünden, içten yanmalı motorlarla karşılaştırıldığında birçok üstünlüğe sahiptir. Çünkü bu motorların ağırlıkları daha az ve direkt olarak dairesel hareket üretilmektedir. Bu sebeple motor milinden az yakıtla daha çok güç alınabilmektedir.

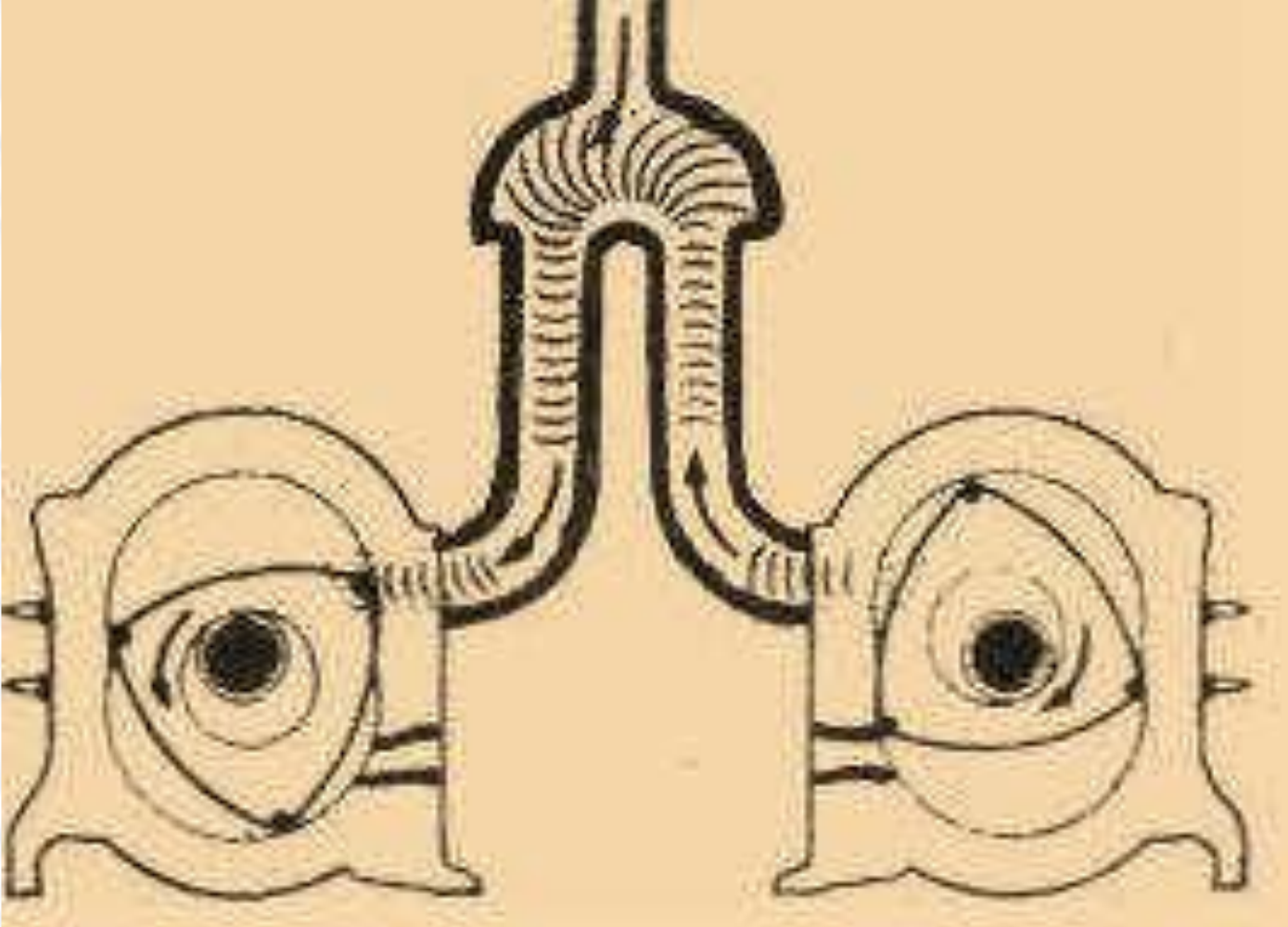
Ancak rotor kısmındaki yağ ve kompresyon segmanlarının yetersizliği sebebiyle oluşan kaçakların engellenememesi büyük dezavantajlar oluşturmaktadır. Malzeme teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte ve hidrojen enerjisinin taşıtlarda kullanılmasıyla wankel motorların tekrardan taşıtlarda kullanılması düşünülecektir.

Motorda rotor başına üç adet emme girişi bulunmaktadır. Dinamik etkili emme sistemi ile bir rotorun basınç dalgalarını diğerinin doldurulmasında kullanmakta ve her rotor için çift yakıt enjektörü bulunmaktadır. Yeni döküm teknikleri ile rotorların ağırlığı % 14 oranında hafifletilirken, daha ince üç parçalı apex contalar ile sızdırmazlık ve sürtünme azaltılmaktadır. Ayrıca rotor muhafazalarının delikli krom yüzeyi de sızdırmazlığa katkıda bulunmaktadır.

Wankel motorda egzoz portundaki çok odalı kısım motorun ses yoğunluğunu kontrol amacıyla tasarlanmıştır. Wankel motorun önemli sorunlarından birisi olan gürültülü çalışma rotorun hızla açılan egzoz portu önünden kayarak geçmesiyle oluşmaktadır. Ancak ses dalgalarının dağıtılmasıyla egzozun ses tonu geliştirilmiştir.

Wankel motorlarında dinamik etkili emme sistemi ile motora eklenen turbo kompresörle güç artışı sağlanabilmektedir. İki salyangoza sahip turbo ve intercooler ile normal motora oranla daha fazla tork elde edilmektedir. Egzozda primer ve sekonder (daha geniş) olmak üzere iki adet port bulunmaktadır. Emme vakumu, geniş olan sekonder portu düşük devirde kapalı tutarak egzoz portundan gelen sıcak hava ile dışarıdan gelen havayı ısıtmaktadır.

Wankel Motorunda Turbo Sistemi



Hidrojen geleceğe damgasını vuracak bir alternatif yakıttır. Hidrojenin yararlı olarak kullanılmasını sağlayacak motorlar da geleceğin motorları olarak görülen Wankel motorlarının olabileceği düşünülmektedir. Wankel rotorlarının döndüğü odacık içerisinde hareketli bir yanma hacmi meydana gelmekte ve diğer motorlara oranla daha fazla olan yüzey alanı ortaya çıkan ısıyı dağıtmaktadır. Wankel emme, kompresyon, genişleme ve egzoz bölgelerinin birbirinden farklı olması sonucu hidrojenin hızlı hareket eden alevi hiçbir problem yaratmamaktadır. Wankel motoru ile hidrojen yakıtının birbirine çok uygun olduğunu düşünülmektedir. Wankel motor, hidrojen kullanımına yatkındır.

<https://www.youtube.com/watch?v=6BCgl2uumll>