

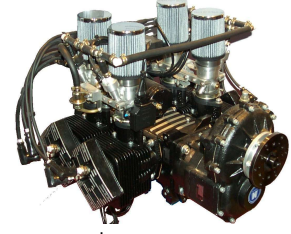


## İki zamanlı pistonlu içten yanmalı motorlar

Prof. Dr. Selim Çetinkaya

### İçerik

- Tarihçe
- Nasıl çalışır?
- Avantajlar/Dezavantajlar
- Kullanım alanları



İki zamanlı motor

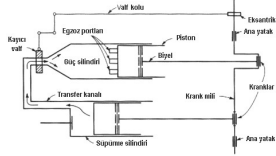
### Tarihçe

Dugald Clark 1878 yılında ilk iki stroklu diesel motoru yaptı ve 1881'de patentini aldı.

Clark'ın orijinal motorunda, bir şarj pompası silindiri, diğeri de güç silindiri olmak üzere iki silindir vardı. Süpürme pistonunun krank muylusu, güç pistonundan 90° önde bulunuyordu. Süpürme silindirinden güç silindirine geçiş, bir transfer kanalından ve kayıcı bir valf kontrolüyle sağlanıyordu.

Kayıcı valf süpürme silindirine taze dolgunun alınması ve güç silindirindeki sıkıştırma sırasında olabilecek geri kaçağı önleyecek yapıda idi.

Egzoz işlemi, piston tarafından kontrol edilen portlardan sağlanıyordu.



Sir Dugald Clark

### Tarihçe...

1889 yılında Joseph Day, Clark'ın süpürme silindirinin işini, yalıtılmış karterden süpürme işlemi ile değiştirerek günümüzde kullanılmakta olan motor biçimini elde etmiştir. Day'ın yaptığı motor benzin motoru idi.



Joseph Day

### Dört zamanlıdan farkı

- İki zamanlı motorlar krank milinin her devrinde bir ateşleme yapar.
- İki zamanlı motorlarda dolgunun silindire alınması için yalıtılmış karterden veya bir blower kompresörden yararlanılır.
- Daha az parça ile güç sağlamak için işlemler bindirmeli olarak yapılmaktadır.

### İki zamanlı motorlar

Doldurma yöntemleri:

- Kartardan süpürme
  - İşlem taze havayı emme portundan içeriye gönderir.
  - Bu sırada egzoz gazları da açık egzoz valfinden dışarıya atılır.
- Blower/süperşarjör
  - Havayı sıkıştırarak emme zamanında silindire gönderir.

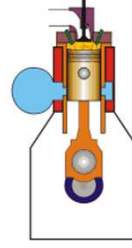
## Karterden süpürmelide zamanlar

- Yukarı strok
  - Sıkıştırma
  - Ateşleme
  - Kartere emme
- Aşağı strok
  - Güç
  - Karterde sıkıştırma
  - Egzoz
  - Transfer



Strok	Piston	Çalışma maddesi
Emme/sıkıştırma	AÖN→ÜÖN	Kartere emilir, diğeri silindire sıkıştırılır.
Güç/Egzoz	ÜÖN → AÖN	Dışarı atılır, diğeri karterde sıkıştırılır.

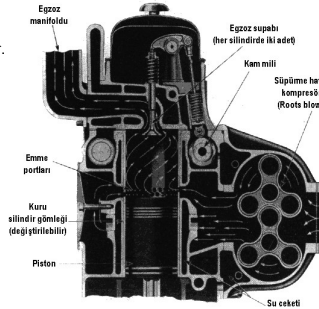
## Blower/süperşarjlı zımanlar



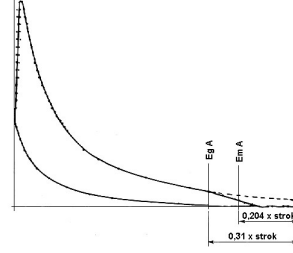
1. Piston AÖN'ya yaklaşırken hava silindire basınçlı olarak dolar. Bu sırada egzoz supapları da açılarak egzoz gazlarının çıkmasını sağlar.
2. egzoz supapları kapanır ve piston ÜÖN'ya doğru ilerlerken havayı sıkıştırır.
3. ÜÖN'nın hemen öncesinde silindire yakıt enjekte edilir. Yanan yakıtın sağladığı yüksek sıcaklık ve basıncın etkisiyle piston AÖN'ya doğru itilir.
4. İşlemler tekrarlanır.

## Blower/süperşarjlı zımanlar...

Havanın sağlanmasında genellikle roots blower olarak bilinen kompresörler kullanılır. Blower aynı zamanda fazla hava sağlayarak, motorun güç ve verimini artırır.



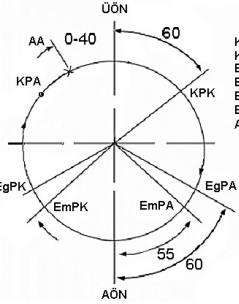
## P-v diyagramı



- İki zamanlı bir motordan alınan indikatör diyagramı
- (kesik çizgiler dört zamanlının muhtemel genişleme eğrisi)
- İki zamanlının alanı/dört zamanlının alanı= 0,945

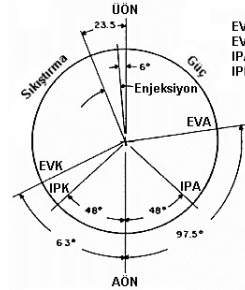
## Port- zaman diyagramı

Genişleme egzoz portu açılıncaya kadar 120... 150° kadar devam eder. 8... 15° kadar sonra emme portu açılarak süpürme gazları silindire alınır. Dieselerde pükürtme ÜÖN'ya 11-13° kala başlar ve ÜÖN'ya kadar sürer.



- KPA Karter portu açılır.
- KPK Karter portu kapanır.
- EgPA Egzoz portu açılır.
- EgPK Egzoz portu kapanır.
- EmPA Emme portu açılır.
- EmPK Emme portu kapanır.
- AA Ateşleme avansı

## Supap ve port- zaman diyagramı

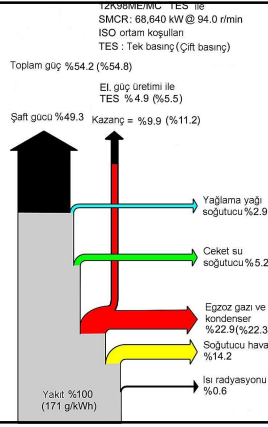


- EVA: Egzoz valfi açılır
- EVK: Egzoz valfi kapanır
- IPA: Emme portu açılır
- IPK: Emme portu kapanır

## Isı balansı

■ İki zamanlı diesel motorlarda ısı dağılımı yaklaşık olarak 1/3 güç, 1/3 soğutma ve 1/3 egzoz biçimindedir.

■ Türboşarj ve ara soğutma uygulandığında ise, yaklaşık % 38 güç, % 32 egzoz ve % 30 soğutma biçiminde dağılmaktadır.



## Avantajları

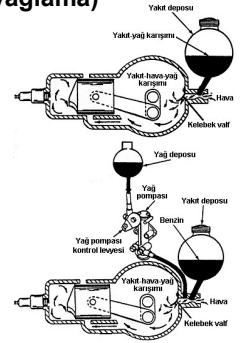
- Her devirde ateşleme sayesinde yüksek güç/ağırlık oranı (dört zamanlının teorik olarak 2, gerçekte 1 ½ katı)
- Konstrüksiyon basitliği nedeniyle küçük, hafif ve ucuz
- Yerçekimine bağımlı yağ haznesinin olmayışı nedeniyle, elde kullanılan aparatlarda herhangi bir pozisyonda çalışabilme avantajı

## Dezavantajları

- Yağlama sorunları (yakıt yağ karıştırılması) ve aşırı yüklenmeye bağımlı daha kısa ömür
- Daha kötü yakıt ekonomisi (motora giren yakıtın bir kısmı egzoz kaçar.)
- Daha yüksek kirlenme emisyon düzeyleri (yağlı duman ve yağ kaçağı)
- Daha pahalı ve fazla özel yağ kullanımı (Otomobil motoru olsaydı, her 1000 km'de 2,5 litre kadar yağ tüketilirdi.)
- İyi verim için yanmış gazların iyi süpürülmesi gereği
- Süpürme egzoz geri basıncına çok duyarlı olduğundan, yetersiz susturucu kullanımının sonucu olarak fazla egzoz gürültüsü
- Karter sıkıştırması nedeniyle yağın karışım tarafından inceltilme riskine karşı değişik bir yağlama sistemi ihtiyacı

## Yağ karıştırma (sisleme yağlama)

- Ön karıştırma
  - Depoya doldurmadan önce karıştırma
- Yağ enjeksiyonu
  - Ayrı yakıt ve yağ depoları ve uygun miktarı karıştırmak üzere bir karıştırıcı



## Karıştırma oranları

■ Ağırlık olarak karıştırma oranları

16 / 1	25 / 1	32 / 1
40 / 1	50 / 1	75 / 1
100 / 1		

**Gerçek oranlar için kullanım kılavuzuna bakılmalıdır.**

- Bir depo yakıtta yağ ekleme unutulduğunda motor hasar görebilir.
- Fazla yağ eklenirse;
  - Motordan çok duman çıkar.
  - İlk harekete geçirmek zorlaşır.
  - Gücü düşer.
  - Buji kirlenir (çalışmaz).
- Yeterli miktarda yağ eklenmezse;
  - Motor aşınması artar.

## İki zamanlı motor pistonu

- Piston eteğindeki çiziklere dikkat! (yağlama yetersizliği)
- İki segman oyuğuna dikkat! (sadece kompresyon segmanları)
- Segman pimlerine dikkat! (segmanların dönmesini ve silindir portlarına takılmasını önler.)



## Kullanım alanları

- Model uçaklar
- Çayır, bahçe ekipmanları (testere, budama, püskürtme makineleri)
- Bisikletler, mopetler, motosikletler, snowmobiller
- Küçük dış ortam motorları
- Küçük ve büyük deniz taşıtları
- Lokomotifler
- Karayolu dışı taşıtlar, iş makineleri
- Hava kirliliği, verim, düşük devirde güç yetersizliği ve yağ karıştırma uygunsuzluğu nedenleriyle;
  - Otomobillerde
  - Kamyonlarda
  - Jeneratörlerde



kullanılmamaktadırlar.

## Dünyanın en küçük motorları



- Cox Tee Dee 010
- Uygulama: model uçaklarda
- Ağırlık: 0.49 oz.
- Kurs hacmi: 0.163 cm<sup>3</sup>
- Devir: 30,000 1/min
- Güç: 5 W
- Ateşleme: Glow plug
- Tipik yakıt: kastor yağı (%10 - 20), nitrometan (%0 - 50), geri kalan metanol
- Zayıf performans
  - Düşük verim (< %5)
  - Emisyonlar ve gürültü birçok uygulama için fazla

## Dünyanın en küçük motorları...



**G-Mark .030 R/C (0,3 cm<sup>3</sup>)**  
Lakabı: "hummingbird-sinekuşu".  
İmal yılı: 1980  
Rölanti: 4000 1/min



**Herkimer OK Cub .024 (0.4 cm<sup>3</sup>)**  
İmal yılı: 1960  
Reed valfli ve silindirin iki yanında egzoz portları

## Dünyanın en büyük motorları

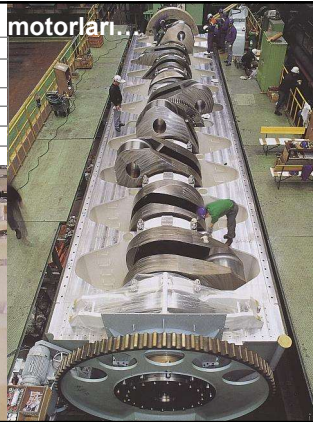
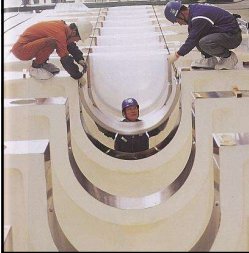
- Wartsila-Sulzer RTA96-C türboşarjlı iki-zamanlı diesel motoru halen dünyanın en büyük ve en verimli motorudur.
- Büyük konteyner gemiler için tasarlanan bu motorların 6 dan 14 silindire kadar sıra tipi versiyonları bulunmaktadır.
- Silindir çapı 960 mm ve stroğu 2490 mm kadardır. Her silindirin strok hacmi 1820 litredir ve 5720 kW üretir. 14 silindirli motorun toplam strok hacmi 25 480 litredir.



## Dünyanın en büyük motorları...

14 silindir versiyonu hakkında bazı değerler

Toplam ağırlık	2300 ton (sadece krank mili 300 ton)
Uzunluk	27.127 m
Yükseklik	13.411 m
Maks. güç	80 000 kW @ 102 1/min
Maks. tork	7 603 862 Nm @ 102rpm

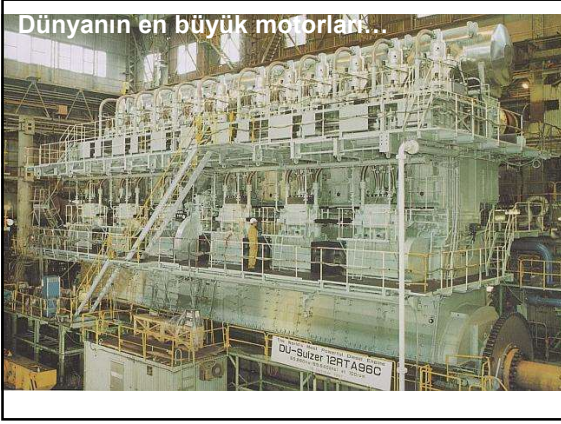


## Dünyanın en büyük motorları...

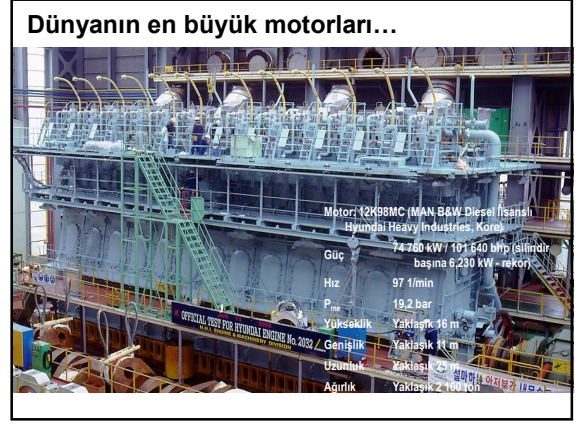


- Maksimum güçteki fren özgül yakıt tüketimi 0,171 kg/kWh, en ekonomik fren özgül yakıt tüketimi 0,160 kg/kWh'tir.
- Maksimum ekonomide motor verimi %50'nin üzerindedir.
- Büyük 14, en verimli çalışmada bile saatte 6283 litre ağır fuel oil tüketir.

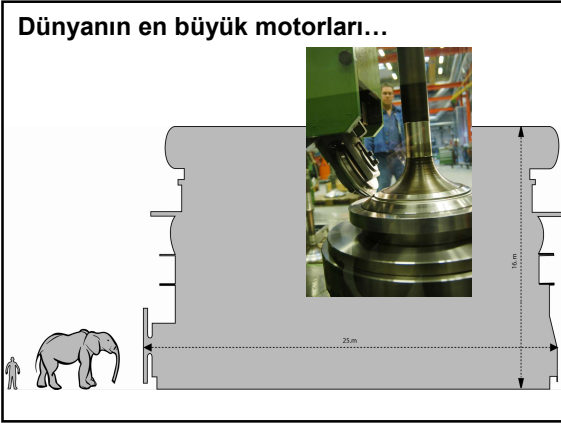
### Dünyanın en büyük motorları...



### Dünyanın en büyük motorları...



### Dünyanın en büyük motorları...



### Dünyanın en büyük motorları...

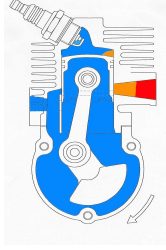


### Dünyanın en büyük motorları...



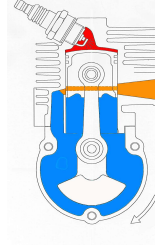
Resirkülasyonlu iki zamanlı motor

### Emme



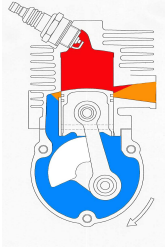
- Piston silindire yukarıya çıkarken yakıt/hava karışımı kartere alınır.

### Resirkülasyon



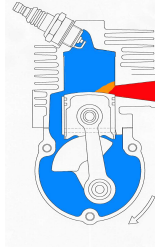
- ÜÖN'da resirkülasyon kanalı açılır.
- Transfer kanalındaki yakıt/ hava dolgusunun önüne basınçlı egzoz gazları gönderilir.

### Transfer



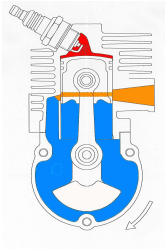
- Az miktardaki egzoz gazı, emme ve egzoz dolguları arasında bir bariyer oluşturur
- Piston aşağıya doğru ilerledikçe gelen yakıt/hava karışımı yanma odasına alınır.

### Sıkıştırma



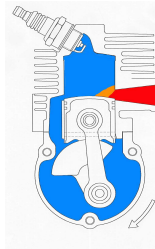
- Karışım sıkıştırılır.

### Ateşleme



- Karışım ateşlenir ve güç stroku başlar.

### Egzoz



- Egzoz portu açılır ve egzoz gazları yanma odasını terk eder.

### **Resirkülasyonlu motorun ana avantajları**

- Yakıt ekonomisi %40 daha iyi
- İlave karmaşık ve pahalı parça yok
- Geleneksel iki zamanlı motorların avantajlarını koruyor.
- Zararlı NO<sub>x</sub>, CO ve HC emisyonlarını, geleneksel iki zamanlılara göre %50 den fazla azaltıyor.

**SON**