

MOTORLARDA AŞIRI DOLDURMA

Motorlu taşıtların boyutlarını ve ağırlığını arttırmadan, hızlarını ve taşıma kapasitelerini arttırmak için daha güçlü motorlara ihtiyaç duyulur. Aynı zamanda dağ şartlarında kullanılan motorların, atmosfer basıncının daha düşük olduğu böyle yüksek seviyelerde güçleri düşmeyecek şekilde dizayn edilmeleri gerekir. Bunun için, motorun silindir hacmi başına gücünü arttıracak bir metodun bulunması gerekir.

Motorlarda mil gücü;

$$\text{iki stroklularda } N_b = \text{bmep } V_s n \text{ ve dört stroklularda } N_b = \text{bmep } V_s \frac{n}{2}$$

şeklinde daha önce ifade edilmişti. Bu ifadelere göre; motorun boyutlarını arttırmadan gücünü arttırmak için, ya n -hızının veya fren ortalama efektif basınç **bmep**'in artırılması gerekir. Fakat, n -hızının artırılması pistonun ortalama hızını arttırdığından motorun ömrünü kısaltır. Bu yüzden, motorun ömrünü arttırmak için, fren ortalama efektif basınç **bmep**'in artırılması daha uygun bir metod olacaktır. Bunun için, **bmep**'in hangi parametrelere bağlı olduğunun bilinmesi gerekir.

$$\text{Dört stroklu motorlarda iç güç, } N_i = \text{imep } V_s \frac{n}{2} = \dot{m}_y \eta_i \text{ AID olur.}$$

$$\text{Buradan indike ortalama basınç, } \text{imep} = \frac{2 \dot{m}_y \eta_i \text{ AID}}{n V_s} \text{ şeklini alır.}$$

$$\text{Volumetrik ve mekanik verimin tanımından, } \dot{m}_y = \frac{\eta_v \rho_a n V_s}{2(H/Y)_{\text{ger}}} \text{ ve } \text{bmep} = \text{imep } \eta_m \text{ olur.}$$

Buradaki ρ_a ; aşırı doldurulmalı motorlarda kompresör veya blover çıkışındaki havanın yoğunluğudur. Yani, aşırı doldurulmalı motorlarda $\rho_a = \rho_k$ 'dir.

$$\text{Bu bağıntılar yardımıyla, } \text{bmep} = \frac{\eta_i \eta_m \eta_v \text{ AID } \rho_k}{(H/Y)_{\text{ger}}} \text{ olur.}$$

$$\text{Hava yakıt oranı, } (H/Y)_{\text{ger}} = \frac{\dot{m}_{\text{hsto}}}{\dot{m}_y} \lambda = (H/Y)_{\text{sto}} \lambda \text{ olur.}$$

$$\text{Buradan fren ortalama efektif basınç, } \text{bmep} = \frac{\eta_i}{\lambda} \frac{\eta_m \eta_v \text{ AID } \rho_k}{(H/Y)_{\text{sto}}} \text{ şeklini alır.}$$

Buradaki $\frac{\eta_i}{\lambda}$ oranı, silindirde meydana gelen iç olaylar tarafından belirlenir. Bu değer, yeteri kadar yüksek olduğundan, %1-2'den daha fazla arttırılamaz ve **bmep** üzerinde dikkate değer bir etkiye sahip olamaz. Volumetrik verim η_v 'de yeteri kadar yüksektir. Mekanik kayıpları azaltmak için yapılan çalışmalarda, **bmep**'te büyük bir artış sağlamayacaktır.

Dolgunun yoğunluğu ρ_k , silindire emilen havanın veya karışımın basıncı yükseltilerek arttırılabilir. **bmep**'in değeri ve dolayısıyla da motorun birim hacminden elde edilen güç, dolgunun yoğunluğuyla doğru orantılıdır. Motorun birim hacminden elde edilen gücü arttırmak için, dolgunun silindirlere basınçlı olarak gönderilmesine *aşırı doldurma (süperşarj)* denir.

Aşırı doldurmalı motorlarda sürtünme kayıpları, daha büyüktür. Fakat, efektif (fren) 81
gücündeki yükselme yüzünden, mekanik verim aşırı doldurma yapılırsa artar.

Havanın basıncı motor tarafından tahrik edilen bir kompresör tarafından artırılırsa, böyle aşırı doldurmaya *mekanik aşırı doldurma* denir. Bu tür aşırı doldurmada kompresör, motor tarafından tahrik edilmesine rağmen, motorun efektif (fren) gücü büyük ölçüde artar. Gazın sıkıştırılmasında harcanan veya genişlemesinde elde edilen iş, gazın ilk sıcaklığıyla orantılıdır. Kompresörde hava, nispeten düşük bir sıcaklığa sıkıştırılır ve silindirde daha yüksek bir sıcaklıkta genişler. Sonuçta, sıkıştırmada (kompresörde) sarfedilen işten daha fazla işte bir artış meydana gelir.

Motorun gücündeki artış, aşırı doldurma derecesiyle belirlenir. Aşırı doldurma derecesi,

$$\epsilon_s = \frac{b_{mep_s}}{b_{mep}}$$

şeklinde tanımlanır. Buradaki b_{mep_s} , aşırı doldurmalı bir motorda elde edilebilen (maksimum) fren ortalama efektif basınçtır.

Aşırı doldurma, sıkıştırma sonunda havanın basıncını ve sıcaklığını artırır. Bu durum, vuruşa ortaya çıkacağından, karbüratörlü motorlarda aşırı doldurma derecesini sınırlar. Kıvılcımla ateşlemeli motorlarda aşırı doldurma, yağ şartlarında motorun anma gücünü muhafaza etmek için kullanılabilir. Aynı zamanda, kıvılcımla ateşlemeli motorların anma gücü ; sıkıştırma oranı, aşırı doldurma basıncı ve hava fazlalık katsayısı vuruşa sebep olmayacak şekilde seçilerek artırılabilir.

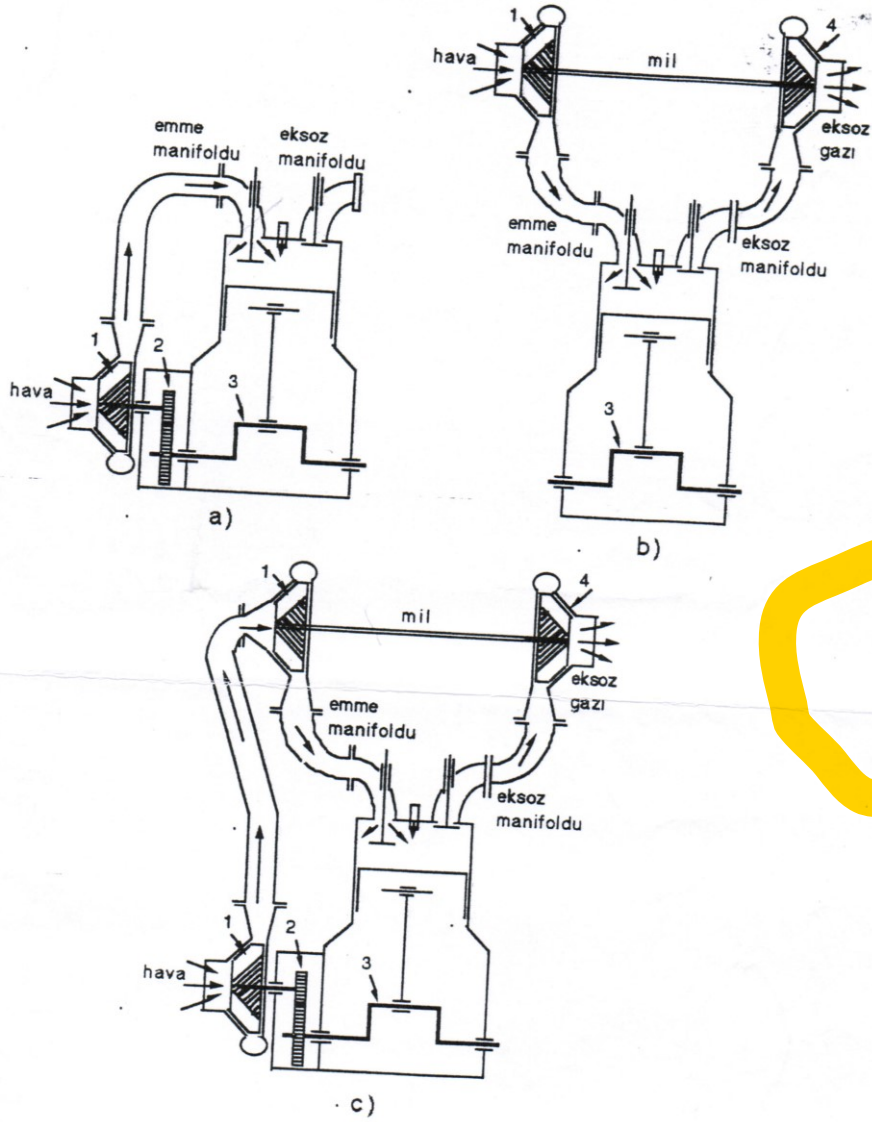
Aşırı doldurma basıncının vuruşa tarafından sınırlanmadığı dizel motorlarında aşırı doldurmanın kullanılması, oldukça caziptir. Aşırı doldurma, dizel motorlarının birim hacminden elde edilen güçte büyük bir artışa sebep olur. Pratikte, emniyeti garanti etmek ve termik gerilmeleri müsaade edilen sınırlarda tutmak için, aşırı doldurmalı motorlarda maksimum çevrim basıncı sınırlandırılır ve hava fazlalık katsayısı artırılır. Hava fazlalık katsayısının artması, eksoz gazlarındaki zehirli maddeleri ve isi azaltır. Otomotiv dizel motorlarında aşırı doldurma sayesinde, b_{mep} , yaklaşık %40-50 arasında artırılabilir.

7.1 Aşırıdoldurma Sistemleri

Üç türlü aşırı doldurma sistemi vardır. Bunlar; motordan tahrikli kompresörlü sistem, türbokompresörlü sistem ve kombine sistemdir. Bu sistemler, sırasıyla, şekil 7.1'de gösterilmiştir. Şekil 7.1a'da gösterilen ilk sistemde, tahrik edilen kompresör, hız ayar dişlisi (2) vasıtasıyla krank miline (3) bağlanmıştır. Şekil 7.1b'deki ikinci sistemde, türbokompresör, gas türbinine gönderilen eksoz gazlarının enerjisiyle tahrik edilir. Bu sistemde, kompresörle gas türbini aynı milde monte edilir. Şekil 7.1c'deki kombine sistemde; ilk kademe, motor tahrikli kompresör ve ikinci kademe, türbokompresördür.

Sıkıştırmadan dolayı, kompresörde havanın sıcaklığı artar. Kompresörün basınç oranı $\epsilon_k = (p_k/p_o) > 2$ olduğu zaman, dolgunun sıcaklığını azaltmak için; motorun emme manifolduyla kompresör arasına bir soğutucu yerleştirilir. (p_k , kompresör basıncıdır ve kompresör çıkışındaki

basıncı gösterir; p_0 , kompresör girişindeki basınçtır.) Bu ara soğutma sayesinde motorun kritik 82 parçalarındaki termik gerilmeler, soğutmanın derecesine bağlı olarak azalır.



Şekil 7.1-Motorlarda kullanılan aşırıdoldurma sistemleri

Aşırı doldurulmalı karbüratörlü motorlarda, kompresör, karbüratörden önce veya sonra yerleştirilebilir. öncesine yerleştirilirse, şamandıra kabındaki sızdırmazlığa özel bir dikkat verilmelidir. Sonrasına yerleştirilirse, gazların kompresörün içine kaçmaması için tedbir alınmalıdır. Aksi takdirde, emme sisteminde geri tepme meydana gelecektir. Geri tepmeyi önlemek için, kompresörden sonra boruya emniyet süpaplari yerleştirilir.

2- SÜPER ŞARJ (AŞIRI DOLDURMA) SİSTEMİ NEDİR:

Dizel motorlarda fazla güç elde etmek amacıyla kullanılan bir devredir. Motorun göğünü artırabilen işin silindire gönderilen yakıt miktarının artırılması gerekir. Normal çalışma şartlarında silindire alınan hava işin deti oksijen miktarı püskürtülen yakıtın hepsini yakamayacağından istenilen güç temin edilemez. Bu nedenle silindirlerin işine normalden fazla hava gönderilmesi gerekir.

Silindire bir çevrimde alınan hava miktarını artırmak için harici bir kaynak gereklidir. Bunu da süper şarj adını verdiğimiz yardımcı sistemlerin kullanılmasıyla sağlanır. Bu sistemin tanınması süper şarj sistemi denir. Silindire alınan hava miktarı normal enişli bir motora nazaran artırılmış motorlara da süper şarjlı motor denir.

4

3- SÜPER ŞARJ SİSTEMİNE NİÇİN İHTİYAÇ DUYULMUŞTUR:

1

Normal enişli isten ya da motorun yanz ma sonucu elde edilen enerjinin bir kısmını faydalı işe çevirilir. İsten ya da motorunda elde edilen güç;

1- Belirli bir zamanda silindire alınan ~~alınan~~ hava miktarına

2- Bu havanın silindire tanınması kullanılması

3- Motorun termodinamik verimine

4- Püskürtülen yakıt miktarına bağlıdır.

Buradan şu sonucu çıkartabiliriz. Belirli bir zaman da silindire alınan havanın artırılması ile daha fazla yakıt yakabilme imkanı doğacaktır. Motorun gücü artırılabilir. Motorlar kendi emme stroku içinde ondan istenilen güce uygun yakıtı yakarak yeterli havayı temin edemediği için bir ek sistem ihtiyacı duyulmuştur. Bu sistem silindirlere basınç altında hava gönderir. Böylece hem daha fazla yakıt yakılarak motorun gücü artırılır, hem de eksoz gazlarının motordan atılmasına yardımcı olur.

4- SÜPERŞARJ SİSTEMİNİN SINIFLANDIRILMASI:

a) ⁶⁶ Mekanik süperşarj sistemi.

1- Santrifüj kompresörler.

2- Aksiyel kompresörler.

3- Döner kanatlı kompresörler.

4- Vida kompresörler.

5- Roots kompresörler.

6- Pistonlu kompresörler.

7- Salınım kanatlı kompresörler.

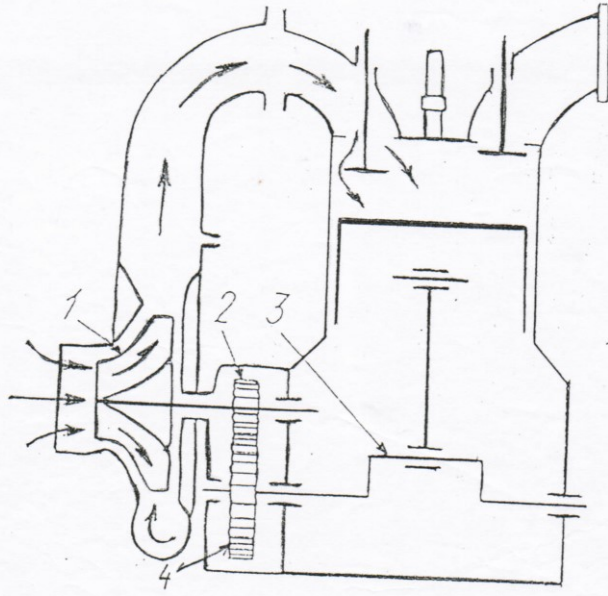
b) Türboşarj sistemi

1- Sabit basınç sistemi

2- Pulse sistemi.

6- MEKANİK SÜPERŞARJ SİSTEMİ NEDİR:

İstenen yanmalı motorun süperşarjında kullanılan kompresör hareketini, harici bir kaynaktan veya motorun krank milinden alıyorsa bu motordaki süperşarj sistemine mekanik süperşarj sistemi denir.

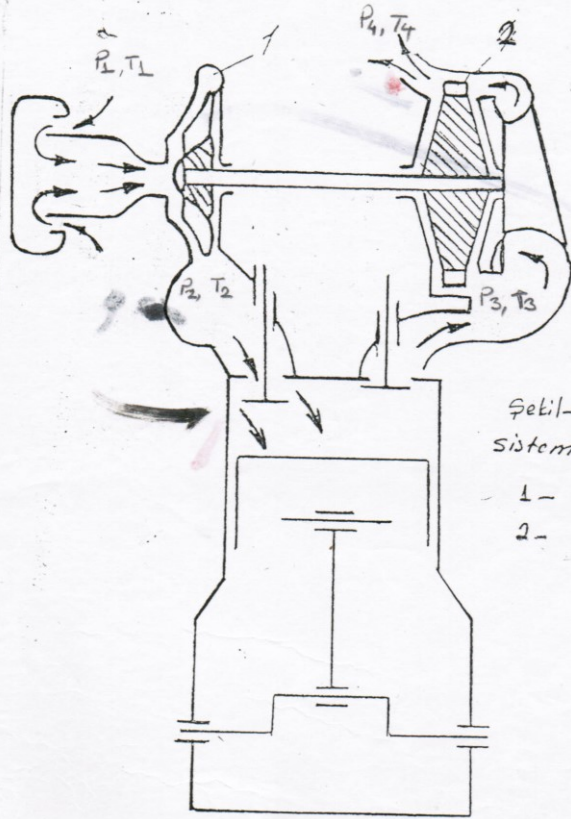


Şekil- 6.1. Mekanik süperşarj sistem.

- 1- Kompresör
- 2- Kompresör dişlisi
- 3- Krank mil
- 4- Krank dişlisi.

2- TÜRBİBO ŞARJ SİSTEMİ NEDİR :

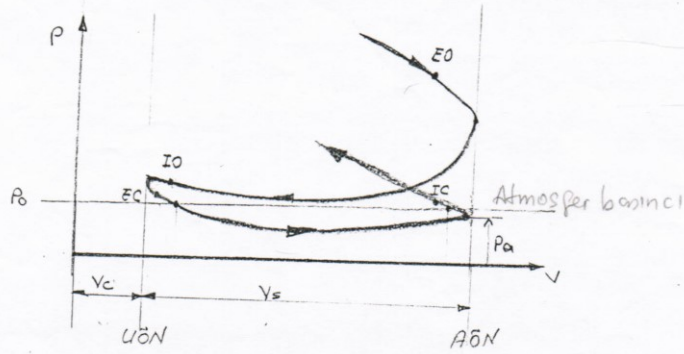
Silindire bir çevrimde alınan hava miktarını artırmak için, hareketini silindere-birde çıkan eksoz gazlarının tepkisiyle temin eden türbin, kompresör ve manifoldlardan meydana gelen sisteme türbo şarj sistemi denir.



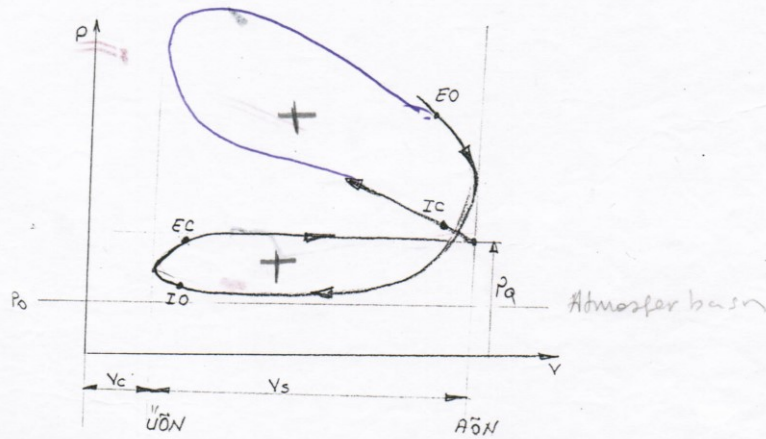
Şekil-2.1 Türboşarj Sistemi.

- 1 - Kompresör
- 2 - Türbin

5- DÖRT ZAMANLI, SÜPERŞARJ VE NORMAL EMİŞLİ MOTORLARIN GAZ DEĞİŞİM P-V DİYAGRAMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI



Şekil-5.1. Normal emişli bir motorun gaz değişim P-v diyagramı.



Şekil-5.2. Süperşarjlı bir motorun gaz değişim P-v diyagramı.

V_c - Yanma odası hacmi

V_s - Kuvvet hacmi (strok hacmi)

EAA IO - Emme supabının açılması

EKG IC - Emme supabının kapanması

EAA EO - Eksi supabının açılması

EKG EC - Eksi supabının kapanması.

Ek.KG.

9- KOMPRESÖR İŞİN GEREKLİ GÜÇ:

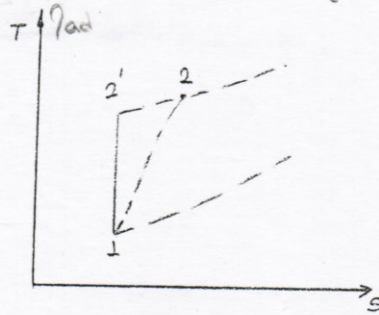
Mekanik süpersajlı bir motorda kompresörü tahrik etmek için gerekli güç:

$N_k =$

$$W_c = \dot{m} \Delta h = \dot{m} c_p \Delta T \quad \Delta T = T_2 - T_1$$

Kompresör verimi

$$\eta_k = \frac{T_2' - T_1}{T_2 - T_1} = \frac{\text{izentropik sıcaklık farkı}}{\text{gerçek sıcaklık farkı}}$$



Şekil-9.1. Kompresör T-s diyagramı

Burada izentropik (izentropik) durum değişimi söz konusu olduğundan,

$$\frac{T_2'}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \Rightarrow T_2' = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \text{ dir.}$$

Kompresör için harcanan güç:

$$W_c = \dot{m} c_p (T_2 - T_1) \quad \text{veya}$$

$$\frac{N_k}{W_c} = \dot{m} c_p \frac{(T_2' - T_1)}{T_2 - T_1}$$

T_2' için yazılan eşitlik son ifadede yerine konursa

$$\frac{N_k}{W_c} = \frac{\dot{m} c_p T_1}{\eta_{ad}} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$N_k = \dot{m} h_c \frac{R T_1}{\eta_k} \cdot \frac{k}{k-1} \left(\epsilon_k^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right)$$

$$\epsilon_k = \left(\frac{P_k}{P_0} \right) \text{ basınç artışı oranı}$$

Kompresörün dönderilmesindeki mekanik kayıplar da hesaba katılırsa, kompresörü tahrik etmek için gerekli güç;

$$\frac{N_k}{W_c} = \frac{\dot{m} c_p T_1}{\eta_m \eta_{ad}} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$\eta_k = \eta_{ad} \cdot \eta_m$$

$C_p = \text{sabit}$ kabul edilir.

özgül ısı olarak alınır.

$$R = 8.24 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

ifadesi beklenir. mekanik verim

$T_k = \text{istek}$

10- DEĞERLENDİRME :

Mekanik kompresörlerle dört zamanlı dizel motorlarda %40-50 nisbetinde aşırı doldurma yapılabilmektedir. Buna karşılık iki zamanlı motorların hava sarfiyatlarının yüksek olması, kompresörü tahrik için sarfedilmesi gereken gücün seri olarak artmasını icabettir. Bu sebepten mekanik kompresörlere aşırı doldurma iki zamanlılarda yüksek doldurma nisbetinde ekonomikliğin ardına sebez. Bundan dolayı iki zamanlıda mekanik kompresörler ancak %15-25 nisbetinde güç artışı sağlar.

Dört zamanlı dizel motorlarda eksoz türbini ile tahrik edilen kompresör aşırı doldurma yaparak %50-60 nisbetinde güç artışı elde edilebilmektedir. İki zamanlı dizel motorların eksoz türbinli kompresörlerle aşırı doldurulması dört zamanlı

dizel motorlara nazaran çok daha büyük zorluklar doğurur.

Mekanik süperaj sisteminde kompresöre harcam is (we), motorun içinde püskürtülür. Ayrıca motordan çıkan egzoz gazının enerjisinden faydalanır. madisi için mekanik süperaj, türboaj sistemine nazaran avantajlı değildir. Bu nedenle motorlarda türboaj sistemi tercih edilmektedir.

11- SONUÇ :

Sonuç olarak belirli bir çıkış gücü için süperajlı bir motorun avantajlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- 1- Daha hafif motora sahiptir (kw-saat başına daha az ağırlık)
- 2- Egzoz türboaj sistemi ile daha yüksek verim (daha düşük özgül yakıt sarfıyatı)
- 3- Çıkış gücünde kw-saat başına daha düşük maliyet. Özellikle büyük motorlarda.
- 4- Egzoz parçaları, türboajın egzoz larbini tarafından analtıldığından, daha sessiz bir motor.
- 5- Deniz seviyesinden yükseklerde, düşük hava basınçlarında normal emişli bir motora nazaran daha yüksek volumetrik verime sahiptir.

- 6- Daha fazla ekser par (normal emişli motora nazaran hava fazlalık kottayın oldukca yavaşlık)
- 7- Motor daha az vuruşta gabilir.