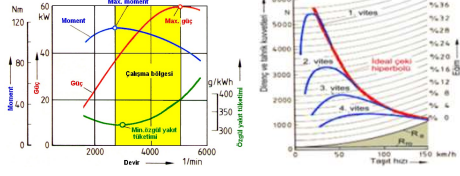


## MOTOR ve TAŞIT KARAKTERİSTİKLERİ



Prof. Dr. Selim ÇETİNKAYA

## Performans nedir?

**Performans: İcraat, başarı**

1. Birinin veya bir şeyin görev veya çalışma biçimi; "Klimaların soğutma performansları karşılaştırıldı."; "Jetin performansı yüksek standartlara uydu."Pilot uçağın rüzgardaki performansını derecelendirdi.
2. Güçlenen bir durum veya bir seri durumda giderek değişim
3. Gösteri, sunum, özellikle tiyatro oyunu, seyirciden önce
4. Yapma, yerine getirme
5. *Dilbilim:* Birinin dili gerçek durumlarda ve gerçek kullanımı

## Performans nedir?...

Taşıt	İstanbul'a gidis z. (h)	Hız (km/h)	Yolcu sayısı	Yolcu x km/h
Ferrari	2	260	2	520
Mercedes Otobüs	5,2	100	54	5400

Hangisinin performansı daha yüksek?

## Motor performansını etkileyen temel parametreler

- Temel motor tasarımı
- Sıkıştırma oranı
- Supap zamanlaması
- Ateşleme zamanı
- Yakıt
- Yağ
- Sıcaklık

## Motor karakteristikleri

- İçten yanmalı taşıt motorlarının güç-tork-hız karakteristikleri, taşıtların doğrudan tahriki için uygun değildir.
- Motor karakteristikleri, transmisyon sistemleriyle taşıtların tüm çalışma koşullarındaki ihtiyacını karşılayacak tahrik çabası-hız karakteristiklerine dönüştürülür.

## Motor karakteristikleri...

- Bir taşıt motorunun fonksiyonu, motorun efektif gücünün, hareket direncine (tüketilen ve genellikle yolun özelliklerine ve hıza bağlı olarak değişmekte olan güç) eşitlik şartları tarafından belirlenir.
- Tüketilen güç yalnız taşıt hızına değil, aynı zamanda yol, yük, ivme gibi faktörlere de bağımlı olduğundan, motorun çalışma şartları kararlı değildir.
- Hareket direncinin kısa süreli artışları hızla giden taşıtların kinetik enerjisinin bir kısmı tarafından, uzun süreli yüksek dirençler ise motor torkunun bir kısmı tarafından karşılanır.
- Motor torku, gaz pedalının motora daha fazla karışım veya yakıt gönderecek yönde hareket ettirilmesiyle artırılır. Bu nedenle motorun çalışma analizi sadece birkaç çalışma durumunun değil, değişik çalışma durumlarının araştırılmasına yöneliktir.

## Motor karakteristikleri...

Bir motorun en avantajlı çalışma durumları:

Maksimum güç ( $P_{emax}$ )

Maksimum tork ( $M_{emax}$ )

En az özgül yakıt tüketimi ( $b_{emin}$ )

Bu çalışma durumları, motorun kullanım amacı ve yaptığı işin özellikleri tarafından belirlenir.

## Motor karakteristikleri...

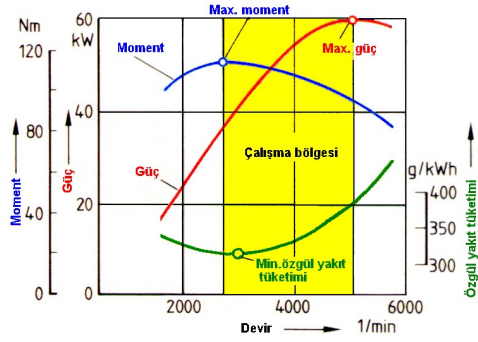
Motorun değişik çalışma durumlarındaki güç ve ekonomisi **motor karakteristikleri** veya diğer bir deyimle **performans eğrileri** ile değerlendirilir.

Motor karakteristikleri, tork, güç, yakıt tüketimi, devir sayısı ve motorun çalışması sırasında elde edilen diğer değerlerdeki değişimlerin grafik olarak gösterimidir.

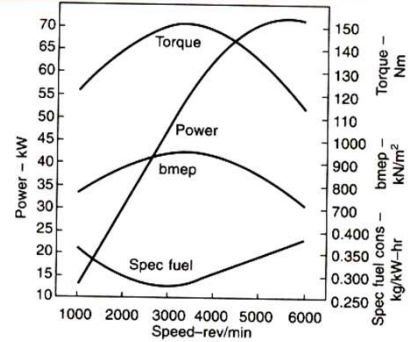
Taşıt motorlarının **temel karakteristikleri**:

- Hız
- Yük
- Ayarlama

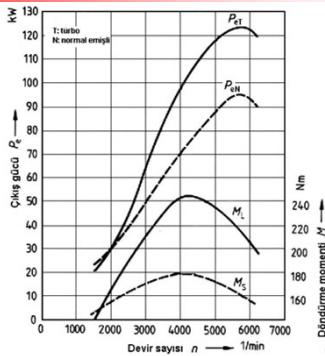
## Hız karakteristikleri



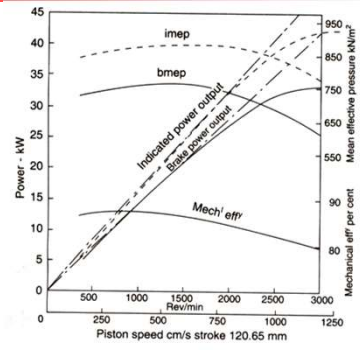
## Hız karakteristikleri...



## Hız karakteristikleri...



## Hız karakteristikleri...



## Hız karakteristikleri...

- Tam gaz durumundaki hız karakteristikleri **tam yük hız karakteristikleri** olarak bilinir.
- Tam yükün belirli yüzdelerinde yapılan testlerle elde edilen karakteristiklere de genellikle **kısmi yük hız karakteristikleri** denilmektedir.

### Tipik motor devirleri:

$n_{min}$  : Motorun tam yük altında kararlı olarak çalışabileceği minimum devir sayısı (rölanti devir sayısına yakın)

$n_M$  : Maksimum tork  $M_{max}$  ve ortalama efektif basınç  $P_{memax}$ 'a rastlayan devir sayısı

$n_b$  : En az özgül yakıt tüketimi  $b_{min}$ 'e rastlayan devir sayısı

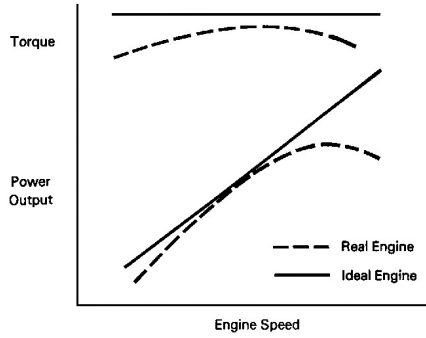
$n_p$  : Maksimum motor gücü  $P_{max}$ 'a rastlayan devir sayısı

$n_{max}$  : Maksimum motorlu taşıt hızına rastlayan devir sayısı (Bir regülatör - governor- kullanıldığında, regülatörün kontrol başlangıcındaki devir sayısı)

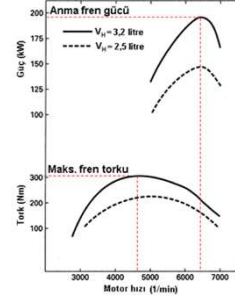
## Hız karakteristikleri...

- Gerçek uygulamada bir taşıt motoru genellikle  $n_M \dots n_p$  devirleri aralığında çalıştırılır ve transmisyon dişlileri de bu arada değiştirilir.
- En iyi yakıt tasarrufu da genellikle yine bu devirler arasında ve özgül yakıt tüketiminin  $b_{min}$ 'den en az değişmesi ile sağlanabilir.
- Standard motorların maksimum torkları yaklaşık olarak maksimum devir sayılarının %40'ına rastlar.
- Maksimum tork ve maksimum güç devir sayılarının oranı, 0,4 ... 0,7 arasındadır.

## Hız karakteristikleri...



## Hız karakteristikleri...



Fren gücü motor hızına bağımlı olarak bir noktada maksimum olmaktadır. Bu güce **anma fren gücü** denir.

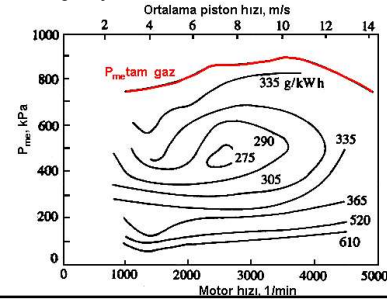
Motor torku motor hızına bağımlı olarak bir noktada maksimum olmaktadır. Bu torka **maksimum fren torku** denir.

### Torkun azalma sebepleri:

- Daha düşük hızlarda ısı kayıplarının artması
- Daha yüksek hızlarda havanın tam şarj güçlüğü.

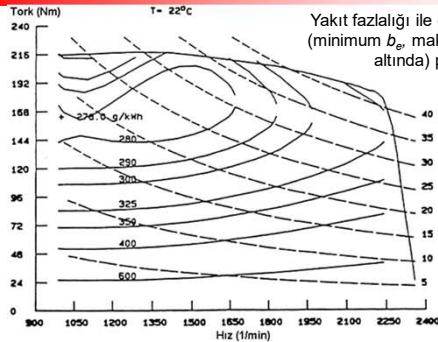
## Performans haritaları

Performans haritaları motorların tam yük ve hız aralığındaki özgül yakıt tüketimi değişimlerini göstermek için kullanılır. Performans haritaları, tork, hız ve yakıt tüketimi verileri toplanıp motor hızına göre çizilmektedir.



iki litrelik dört silindirli bir buji ile ateşlemeli motorun sabit  $b_e$  eğrileri

## Performans haritaları...



Yakıt fazlalığı ile çalışan bir motorun (minimum  $b_e$  maksimum tork hızının altında) performans haritası

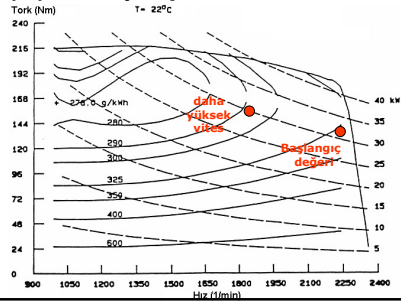
Yakıt fazlalığı, tork artışı için  $b_e$ 'nin arttığı alanda olmaktadır. Bazı motorlar hiç bir zaman fazla yakıtla çalışmaz (minimum  $b_e$  tork hızının üzerinde oluşur). Örnekteki en düşük  $b_e$  278 g/kWh'tir.

## Performans optimizasyonu

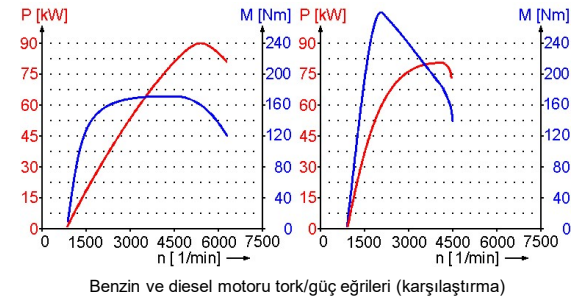
Motorlar çoğunlukla maksimum tork veya onun yakınında etkilidir. Tork yükü azaldıkça verim azalmaktadır. Sıfır fren torkunda, yakıtın enerjisinin tamamı motor sürtünmelerine harcanmaktadır. Daha düşük motor anma hızlarında  $b_e$  ve tork rezervi azalır (tasarım uzlaşması). Kısmi yük yakıt ekonomisi, daha yüksek vitesle motor hızı azaltılarak iyileştirilebilir.

## Performans optimizasyonu...

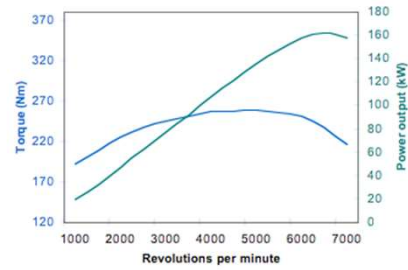
**Daha yüksek vites** geçildiğinde, motor hızı azalmakta ve aynı güç için **daha iyi kısmi yük yakıt ekonomisi** elde edilmektedir. Örneğin, motorun 2250 1/min ve 32 kW çalışmasındaki  $b_e$  değeri 340 g/kWh iken, 1850 1/min ve 30 kW çalışmasında  $b_e$  292 g/kWh olmaktadır.



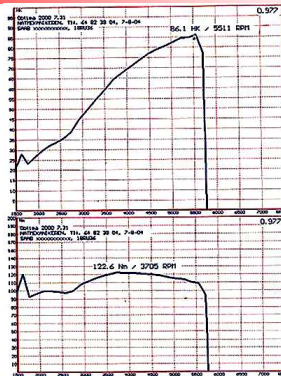
## Performans eğrileri...



## Performans eğrileri...



## Performans eğrileri...



## Bazı otoların motor karakteristikleri (1998)

Taşıt	Motor tipi	Strok hacmi (L)	Maks güç (HP@rpm)	Maks Tork (Nm@rpm)	Maks. torktaki $P_{max}$ (bar)	Anma gücündeki $P_{max}$ (bar)
Mazda Protégé LX	Sıra 4	1,839	122@6000	59@4000	10,8	9,9
Honda Accord EX	Sıra 4	2,254	150@5700	206@4900	11,4	10,4
Mazda Millenia S	Sıra 4 Turbo	2,255	210@5300	285@3500	15,9	15,7
BMW 328i	Sıra 6	2,793	190@5300	279@3950	12,6	11,5
Ferrari F355 GTS	V8	3,496	375@8250	363@6000	13,1	11,6
Ferrari 456 GT	V12	5,474	436@6250	540@4500	12,4	11,4
Lamborghini Diablo VI	V12	5,707	492@7000	579@5200	12,7	11,0

## Güç, tork, özgül yakıt tüketimi

Motor torku ( $M_e$ ) ve gücü ( $P_e$ ) genellikle laboratuvarlarda ve fren ya da dinamometre olarak adlandırılan aletlerle ölçülmektedir. Güç ve tork arasındaki ilişki:

$$P_e = \frac{M_e \cdot n}{9549}$$

Özgül yakıt tüketimi ( $b_e$ ) ise, herhangi bir güçteki çalışma sırasında, saatte tüketilen yakıt miktarı ( $B_e$ ) nin üretilen güce orandır.

$$b_e = \frac{B_e}{P_e} \cdot 10^3$$

## ÖRNEK

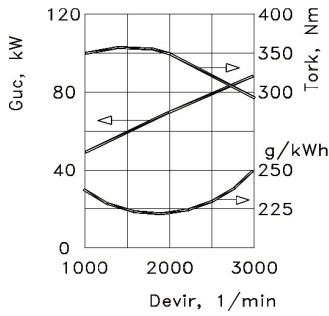
Maksimum güçteki efektif torku  $n_p = 4500$  1/min da  $M_{ep} = 114$  Nm olan ve saatte 16,5 kg yakıt tüketen buji ile ateşlemeli dört silindirli bir motorun efektif gücünü ve özgül yakıt tüketimini hesaplayınız.

## ÇÖZÜM

$$P_e = \frac{M_e \cdot n}{9549} = \frac{114 \cdot 4500}{9549} = 53,7 \text{ kW}$$

$$b_e = \frac{B_e}{P_e} \cdot 10^3 = \frac{16,5}{53,7} \cdot 10^3 = 307,3 \text{ g/kWh}$$

## Hız karakteristikleri...



Dört zamanlı (stroklu) bir diesel motorunun tam yük hız karakteristikleri

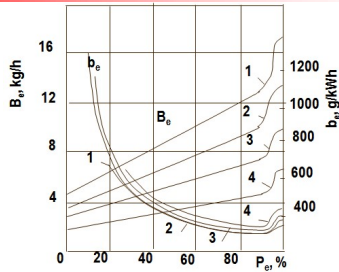
## Yük karakteristikleri

Bir motorun değişik yüklerdeki yakıt ekonomisini belirlemek üzere **yük karakteristikleri** kullanılır.

**Yük karakteristikleri**; motor sabit bir devirde dönerken, saatteki yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketiminin efektif güç, tork ya da ortalama efektif basınca bağlı olarak değişiminin grafik olarak gösterilmesidir.

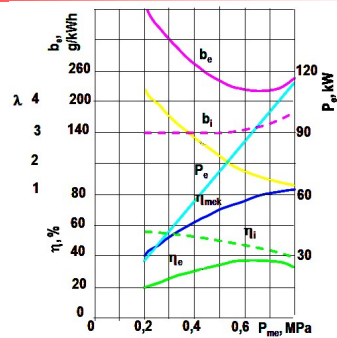
Taahhüt motorları geniş bir hız aralığında çalışmaları için, genellikle bir yerine birkaç yük karakteristiği almak daha yaygındır.

## Yük karakteristikleri...



1- n = 1800 1/min 2- n = 1400 1/min  
3- n = 1000 1/min 4- n = 600 1/min  
Buji ile ateşlemeli bir motorun yük karakteristikleri

## Yük karakteristikleri...

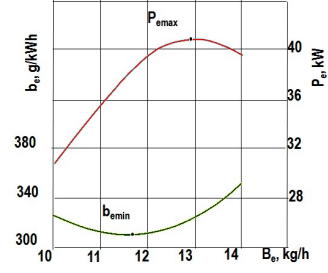


Bir diesel motorunun yük karakteristikleri (n = 1600 1/min)

## Ayarlama karakteristikleri

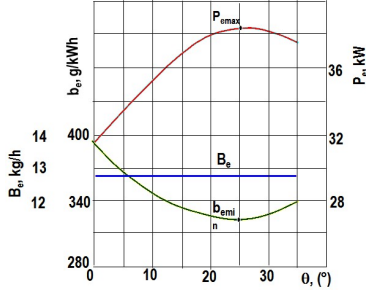
- Motor gücü ve ekonomisinin; yakıt tüketimi, karışım oranı, yalama yağı ve soğutma suyu sıcaklıkları, ateşleme veya püskürtme avansı, vb. ne bağlı olarak değişimini gösteren eğriler **ayarlama karakteristikleri** olarak bilinir.
- Ayarlama karakteristikleri, motorun en avantajlı çalışma durumunu ve ayarlama kalitesini belirlemek için gereklidir.
- Ayarlama karakteristikleri, tam ve kısmi yük durumlarında alınır.

## Ayarlama karakteristikleri...



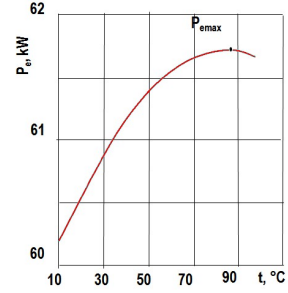
Buji ile ateşlemeli bir motorun yakıt tüketimine bağlı ayarlama karakteristikleri (n = 2000 1/min)

## Ayarlama karakteristikleri...



Buji ile ateşlemeli bir motorun ateşleme avansına bağlı ayarlama karakteristiği, (n = 2000 1/min)

## Ayarlama karakteristikleri...



Bir motorda karter yağı sıcaklığının güç çıkışına etkisi (n = 3000 1/min)

## Taşıtın güç ihtiyacı

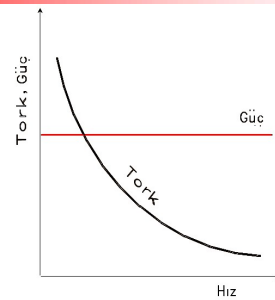
$$P = \frac{M \cdot n}{9549} = \text{sabit}$$

P = sabit olduğuna göre, tork:

$$M = \frac{9549 \cdot P}{n}$$

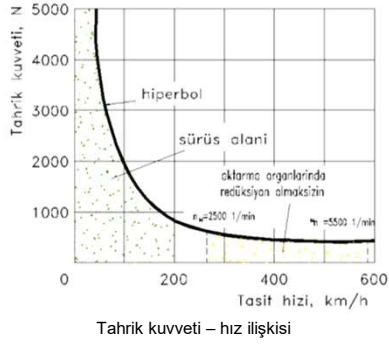
$$M \cdot n = \text{sabit}$$

## Taşıtın güç ihtiyacı...

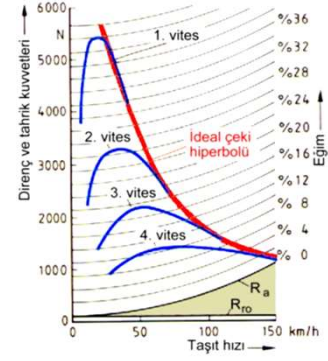


Taşıt motorları için ideal performans karakteristikleri

## Tahrik kuvveti – hız ilişkisi

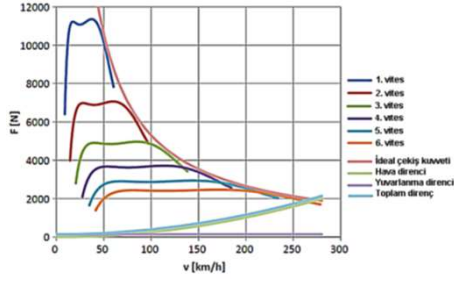


## Tahrik kuvveti -hız karakteristiği



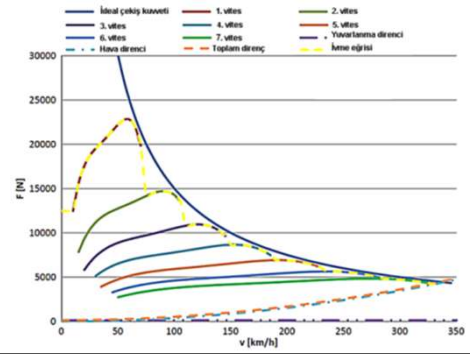
## Tahrik kuvveti -hız karakteristiği...

Hız–Tahrik kuvveti ilişkisi (VW Golf GTI)



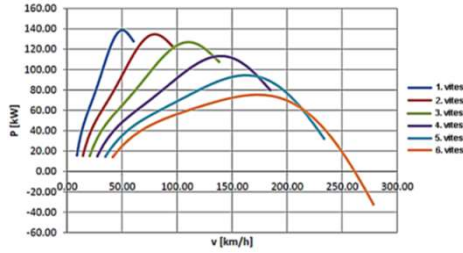
## Tahrik kuvveti -hız karakteristiği...

Hız–Tahrik kuvveti ilişkisi (Mercedes SLS)



## Tahrik kuvveti -hız karakteristiği...

Hız–Tahrik gücü ilişkisi (VW Golf GTI)



## Tahrik kuvveti -hız karakteristiği...

Toplam transmisyon verimi:

$$\eta_{tr} = \frac{P_{dr}}{P_e} = \frac{P_o - P_{tr}}{P_e}$$

Dişli vites kutulu bir taşıt için tahrik kuvveti:

$$F_t = \frac{M_e \cdot i_o}{r_w} \eta_{tr}$$

Motor hızı ile taşıt hızı arasındaki bağıntılar:

$$v = \frac{\pi r_w n_e}{30 i_o} (1 - s)$$

## ÖRNEK

Bir taşıtın maksimum motor torku, 2600 1/min de 100 Nm dir. 1. vitesteki toplam transmisyon oranı 16:1, transmisyon verimi % 80 dir. Kayma % 3, tekerlek yarıçapı 0,3 m olduğuna göre;

- Geliştirebileceği maksimum tahrik kuvvetini,
- Yapabileceği hızı, hesaplayınız.

## ÇÖZÜM

$$F_t = \frac{M_e \cdot i_o}{r_w} \cdot \eta_{tr} = \frac{100 \times 16}{0,3} \cdot 0,8 = 4266 \text{ N}$$

$$v = \frac{\pi \eta_e r_w}{30 i_o} (1 - s) = \frac{2600 \times 0,3}{30 \times 16} (1 - 0,03) = 4,95 \text{ m/s} = 17,83 \text{ km/h}$$

## PROBLEM

Bir taşıtın;

maksimum motor torku 2700 1/min de 120 Nm

4. vitesteki transmisyon oranı 1:1

diferansiyel transmisyon oranı 3,8:1

toplam transmisyon verimi % 90

tekerlek yarıçapı 0,33 m

tekerleklerindeki kayma % 2,5

olduğuna göre;

- bu koşullarda geliştirebileceği tahrik kuvvetini,
- yapabileceği hızı, hesaplayınız.

SON