



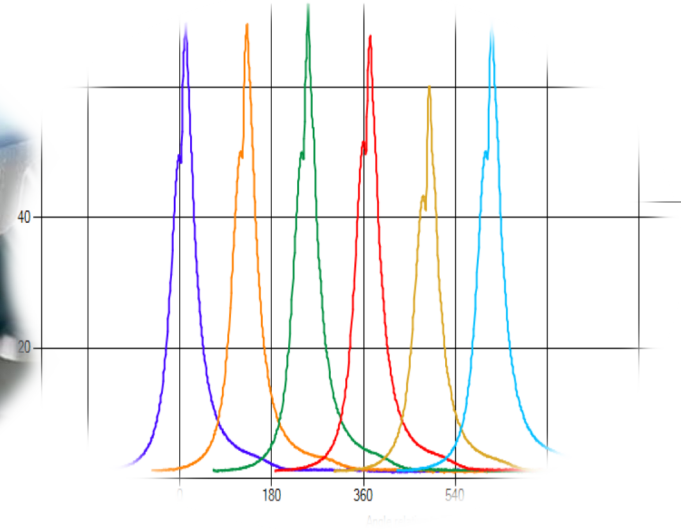
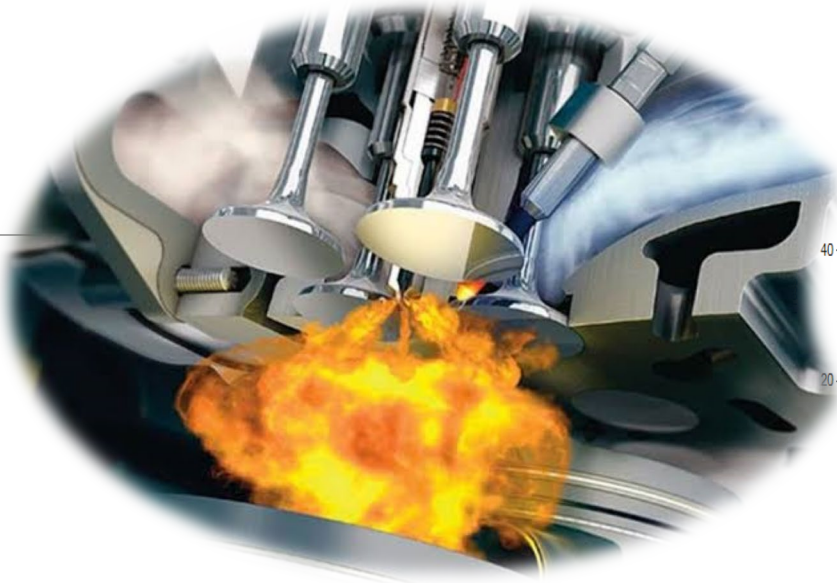
T.M.M.O.B

Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası

The Chamber of Marine Engineers

MODÜL-2

YAKITLAR, YANMA VE PÜSKÜRTME PARAMETRELERİNİN DİZEL MOTOR PERFORMANSINA ETKİLERİ



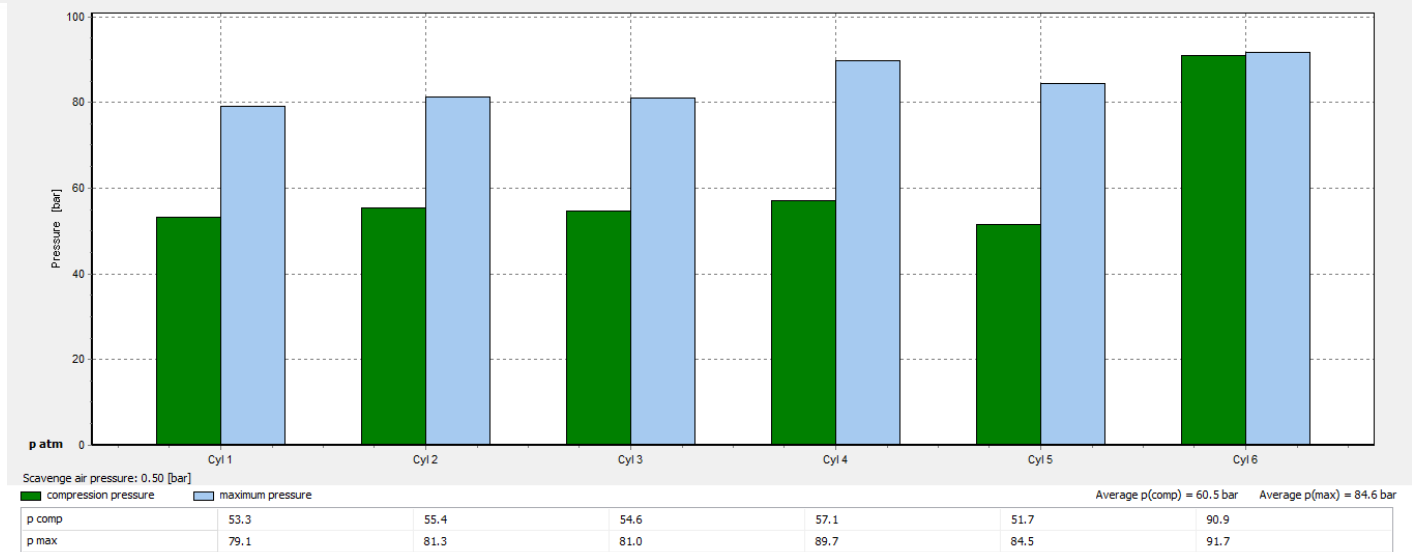
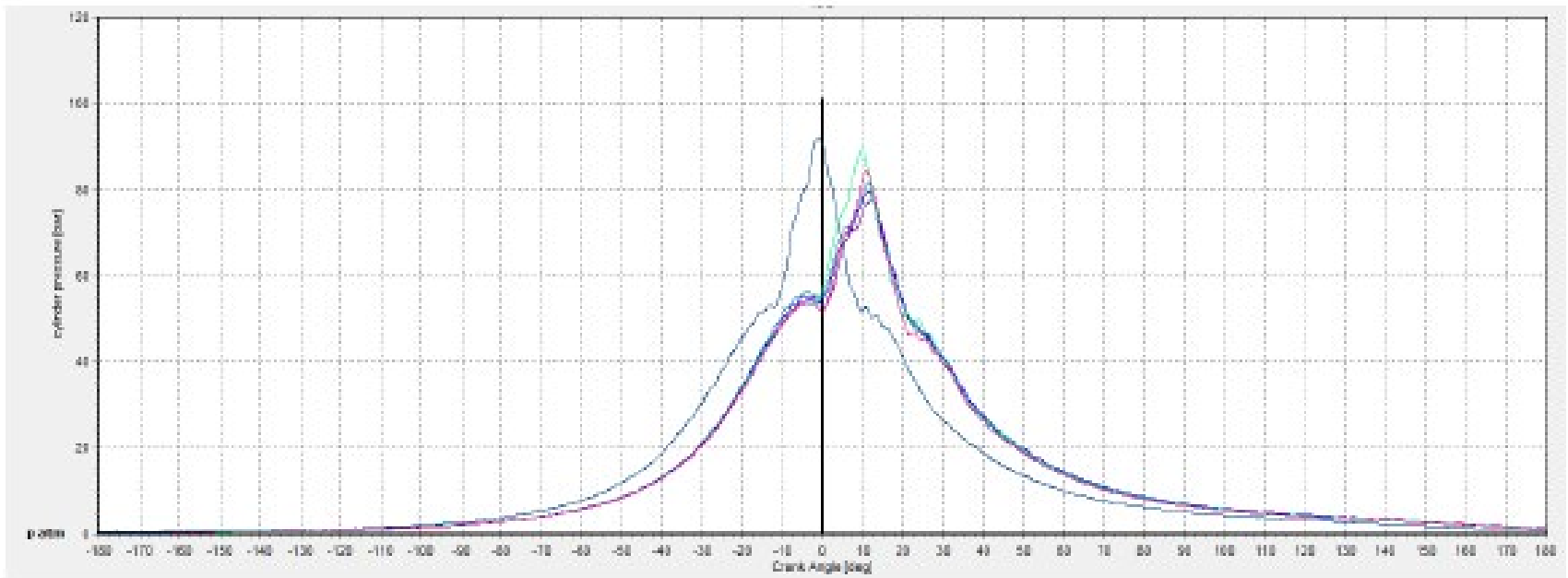
PROF.DR.ADNAN PARLAK



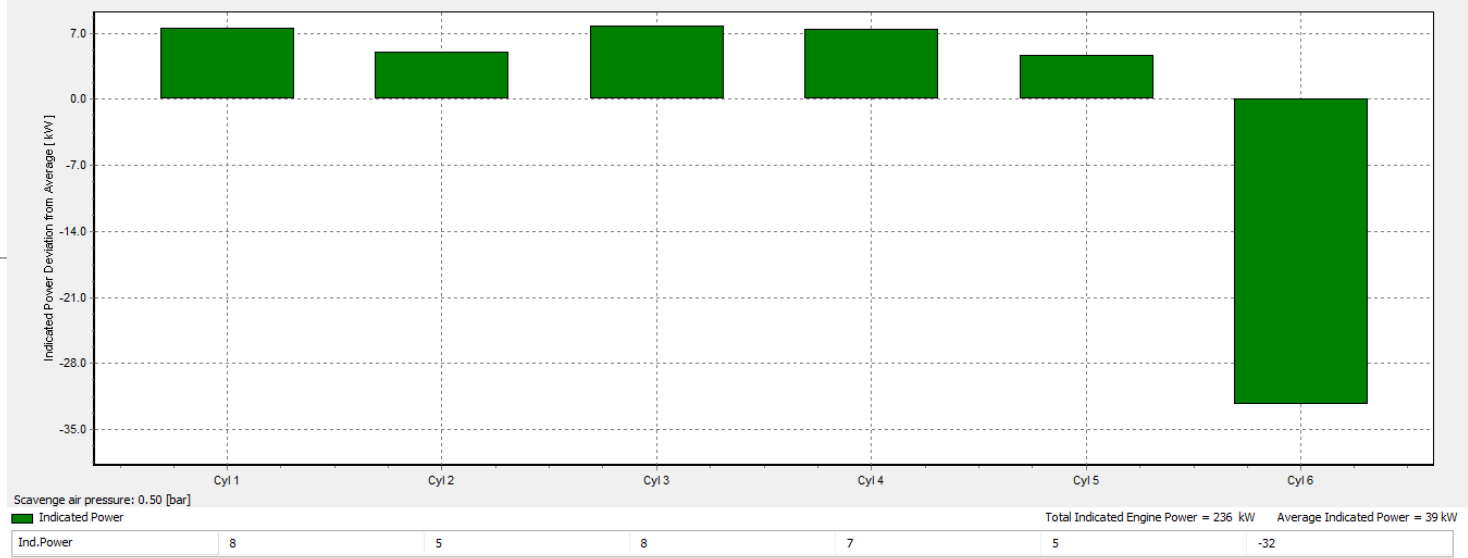
1



NE YAPMAK
İSTİYORUZ?



GÜÇ VE YÜK DENGESİNDEKİ DEĞİŞİM



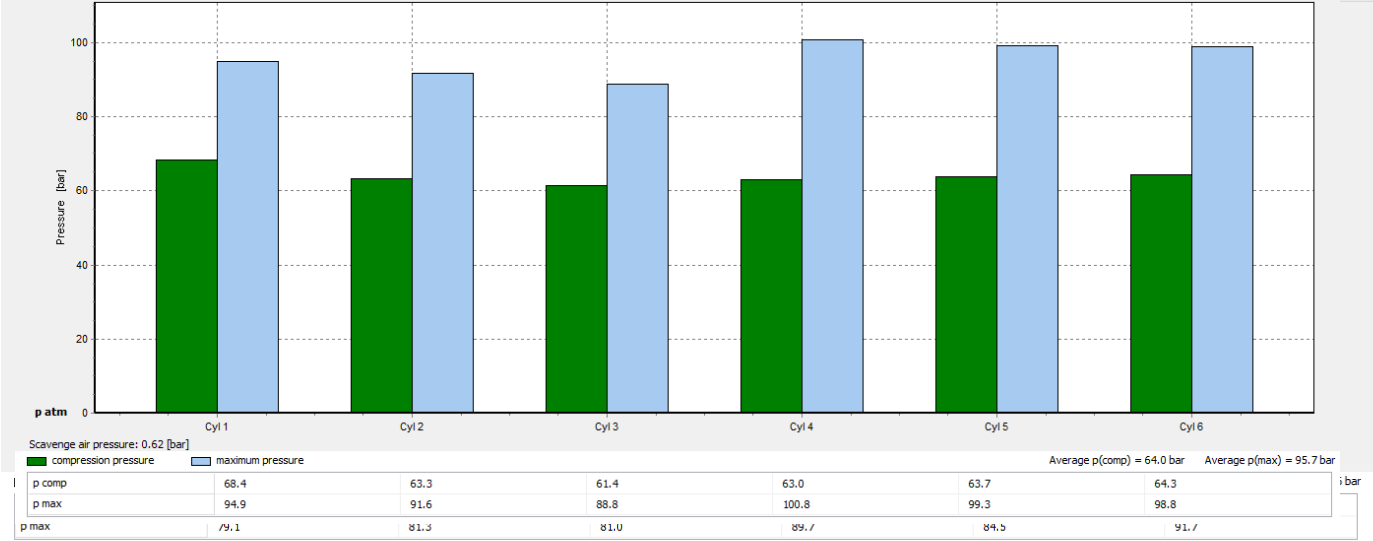
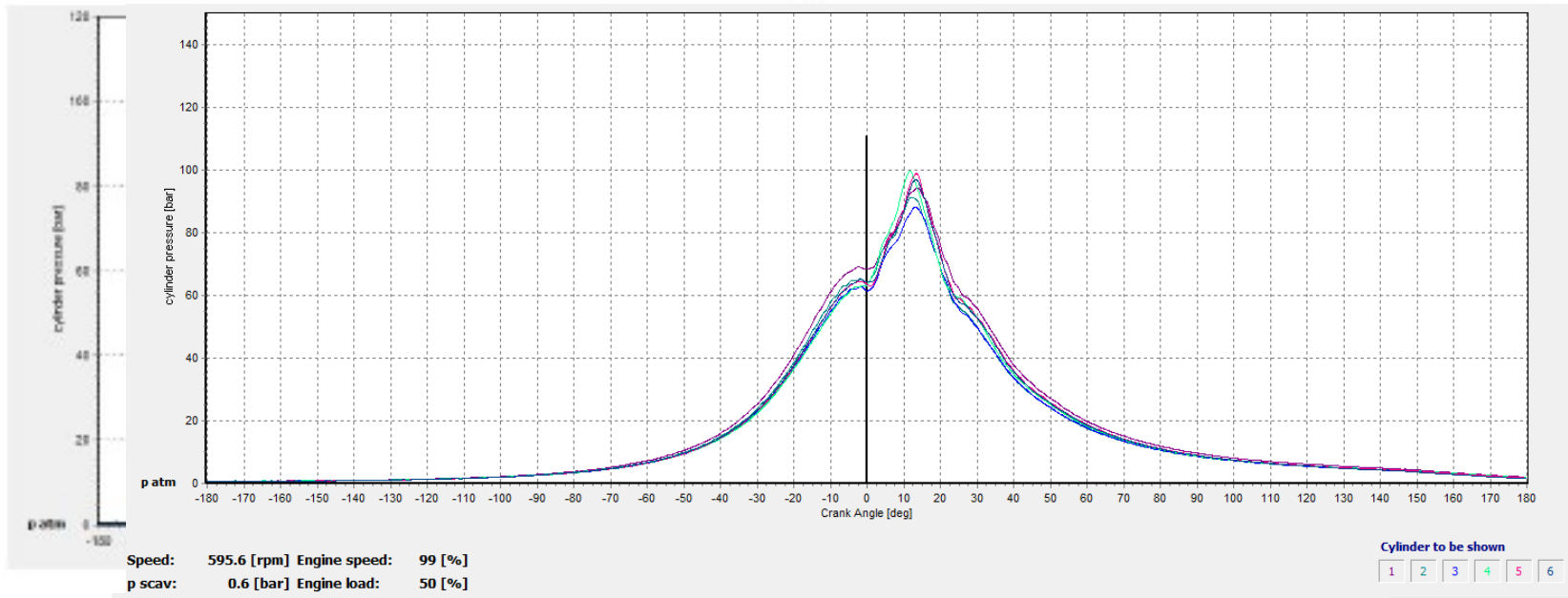
PERFORMANS TABLOSU

Scavenge air pressure: 0.50 [bar]

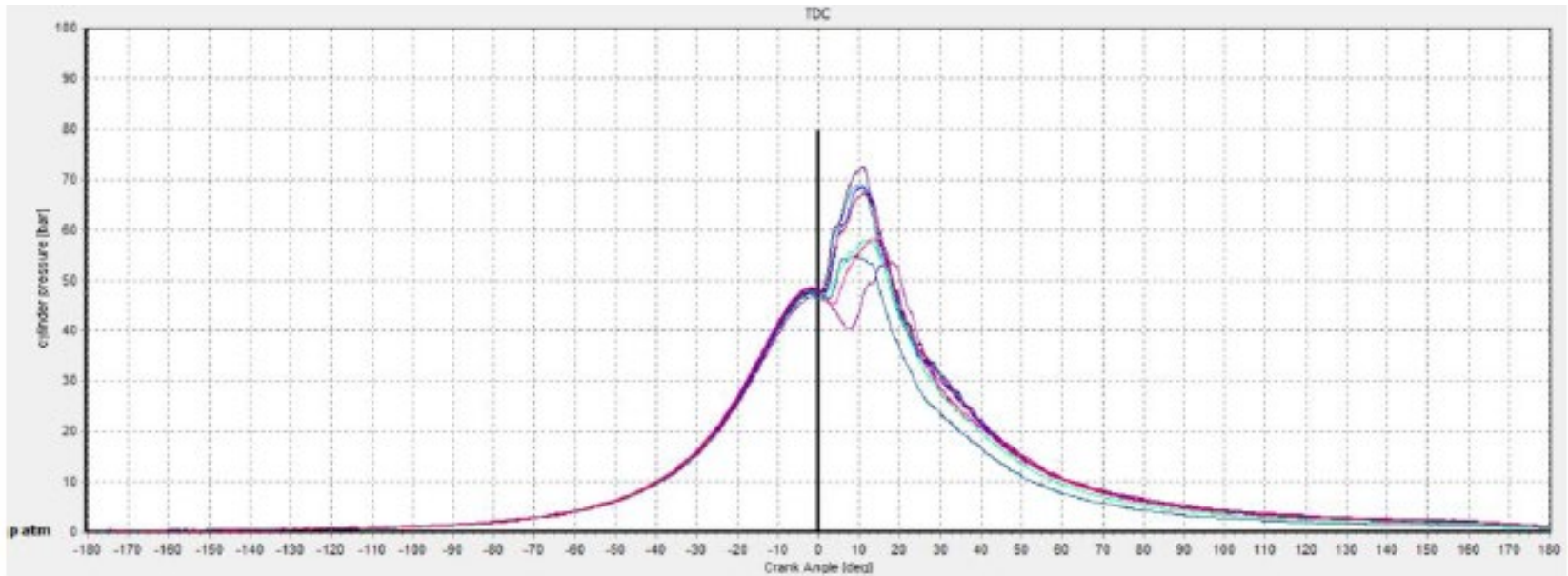
Value	Speed	Speed	p comp	p max	Angle p max	p comp/p scav	MIP	indicated Power	effective Power	Generator Power	Load
Unit	[rpm]	[%]	[bar]	[bar]	[°Ca]	[-]	[bar]	[kW]	[kW]	[kW]	[%]
Cylinder 1	603.3	100.5	53.3	79.1	12.2	36.2	7.4	46.8	39.3	37.0	10.7
Cylinder 2	604.5	100.8	55.4	81.3	11.1	37.6	6.9	44.3	37.2	35.0	10.1
Cylinder 3	603.7	100.6	54.6	81.0	11.7	37.1	7.4	47.0	39.5	37.1	10.8
Cylinder 4	604.8	100.8	57.1	89.7	9.6	38.7	7.3	46.7	39.2	36.9	10.7
Cylinder 5	605.4	100.9	51.7	84.5	10.7	35.1	6.9	43.9	36.9	34.7	10.1
Cylinder 6	604.5	100.8	90.9	91.7	-1.0	61.3	1.1	6.9	5.8	5.5	1.6
Total Value								235.6	197.9	186.1	
Average	604.4	100.7	60.5	84.6		41.0	6.2	39.3	33.0	31.0	9.0
Maximum	605.4	100.9	90.9	91.7	12.2	61.3	7.4	47.0	39.5	37.1	10.8
Minimum	603.3	100.5	51.7	79.1	-1.0	35.1	1.1	6.9	5.8	5.5	1.6
Difference	2.1	0.3	39.3	12.6		26.2	6.3	40.0	33.6	31.6	9.2
Deviation [%]	0.3	0.3	64.9	14.9		63.9	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0

AYARLAMALAR SONRASI PERFORMANS DURUMU

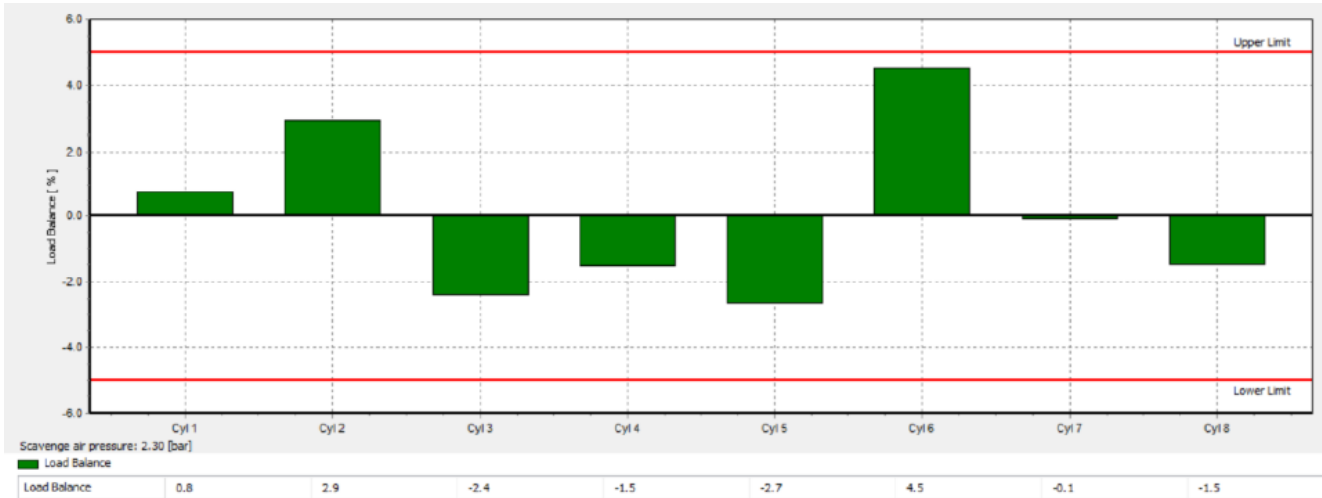
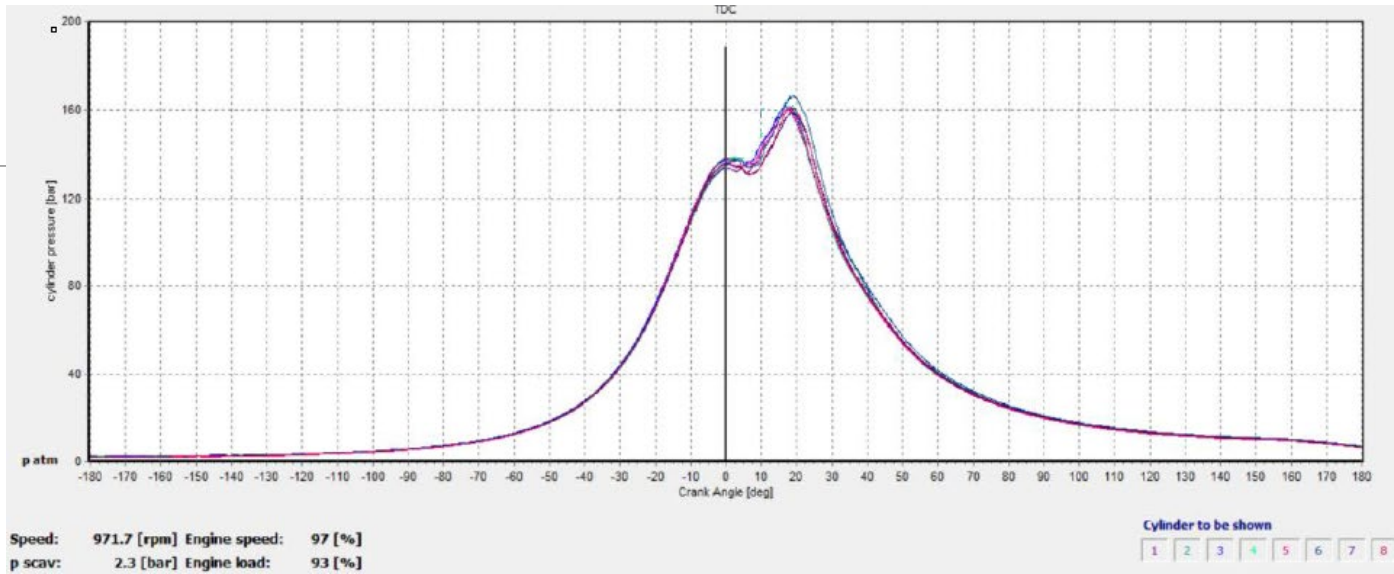
YANMA BASINÇ DEĞİŞİMİ



MV XX.XX



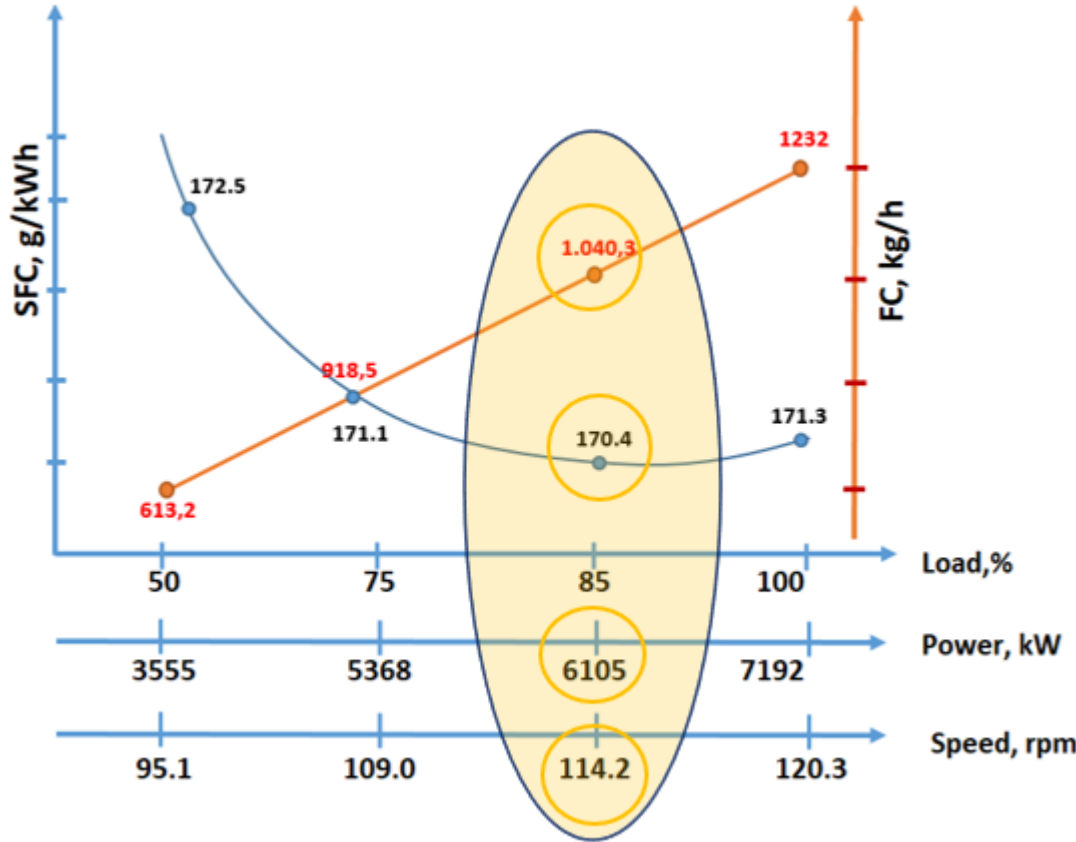
MV XXX BAKIM VE AYARLAMA SONRASI



A circular illustration showing three business men in suits sitting around a table with laptops. One man is pointing at a laptop screen, and a lightbulb is above his head, indicating an idea. The background is white with a faint 'IPRF' logo.

Genel Tanımlar

Makine Performans Değerleri (Shop Test)



2

FOR YOUR REFERENCE

TE3231 Data Sheet No. **3231110**

Summary Data of Shop Trial

Remarks	Temperature of exh. gas at cylinder outlet is measured by ship's thermo-sensor.				Approved	
					Checked	
					Drawn	
Date	May 22, 2000					
Data Sheet No.	3231111	3231112	3231113	3231114		
Load	%	50	75	85	100	
Room Temp.	°C	18	18	19	19	
Barom. Press.	hPa	1014	1014	1014	1014	
Engine Speed	rpm	95.1	109.0	113.9	119.9	
Output	kW	3637	5379	6074	7170	
Fuel Oil Temp.	°C	34	35	35	35	
Specific Fuel Oil Consump. g/kW/Hr	Measured	172.8	170.3	170.4	171.7	
	1) LCV correction	171.1	168.7	168.8	170.0	
	2) ISO reference	—	—	169.4	—	
Pmax.	bar	93.2	121.8	132.2	140.2	
Pcomp.	bar	71.0	101.5	111.5	127.2	
Pump Mark Index		47.2	57.8	62.2	69.4	
Exh. Gas Temp. Cyl. Outlet	°C	310	314	319	339	
Scav. Air	Temp. °C	23	27	29.6	32	
	Press. MPa	0.094	0.172	0.20	0.243	
Turbo Charger Speed	No. 1	11000	14100	14900	15950	
	No. 2	—	—	—	—	
	No. 3	—	—	—	—	
	No. 4	—	—	—	—	
Exh. Gas Temp. T/C Inlet	No. 1	330	330	340	370	
	No. 2	—	—	—	—	
	No. 3	—	—	—	—	
	No. 4	—	—	—	—	
Exh. Gas Temp. T/C Outlet	No. 1	271	238	235	243	
	No. 2	—	—	—	—	
	No. 3	—	—	—	—	
	No. 4	—	—	—	—	

Note : 1) SFOC is corrected to LCV 42700 kJ/kg
2) SFOC is corrected to ISO reference conditions.

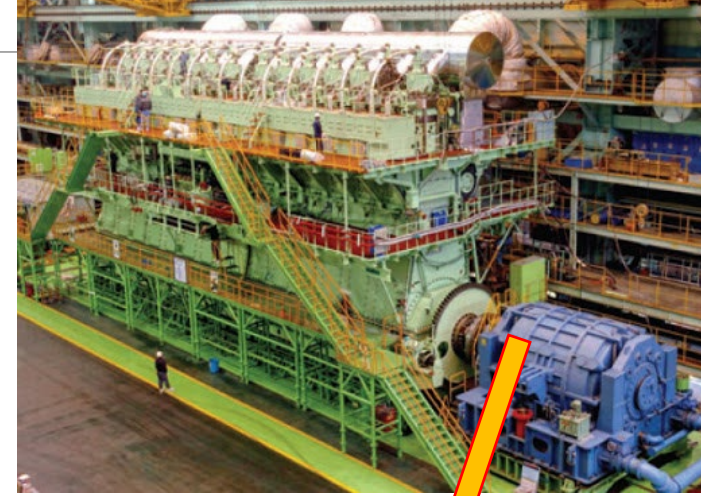
Yakıt Tüketimi (FC) : Belirli bir yük ve devirde içten yanmalı bir motorun saatte tükettiği yakıt miktarıdır. Birim kg /h

Özgül Yakıt Tüketimi (SFC) : Bir içten yanmalı motorun kWh başına tükettiği yakıt miktarını ifade eder. Birimi g/kWh

Fren veya Efektif Güç (kW) : İçten yanmalı motorun fren dinamometresi ile ölçülen güç değeridir. Fren gücü, silindirde üretilen belirtilen güçten sürtünme gücünün çıkarılmasıyla bulunur. Birimi kW

Alt Isıtma Değeri (LCV): Bir yakıtın ısıl değeri, yanması sırasında salınan ısı miktarıdır. Enerji veya kalori değeri olarak da adlandırılan ısı değeri, bir yakıtın enerji yoğunluğunun bir ölçüsüdür ve belirli bir miktar (ör. kilogram) başına enerji (joule) olarak ifade edilir. **kJ/kg, MJ/kg**

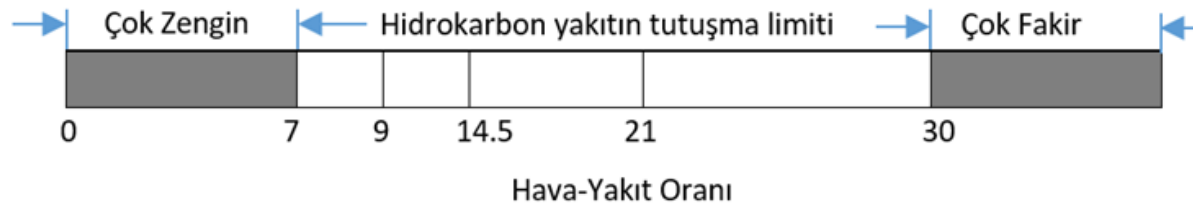
$$LCV = HCV - mh_{H_2O, vapor}$$



Fren yada Efektif Güç

Temel Tanımlar

Tutuşma Limiti (Ignition limit): Motorlarda kullanılan yakıt cinsine bağlı olarak her yakıtın kolaylıkla tutuşabileceği bir aralık vardır. Şekil 2.3 hidrokarbon yakıtların tutuşma limitini göstermektedir.



Hidrokarbon içerikli yakıtlarda hidrojen içeriği oransal olarak karbon miktarından fazla ise yakıt daha fakir aralıklarda çalışabilir.

Kapalı formülü CH_4 olan doğal gaz buna örnek olarak gösterilebilir. Doğal gazın *Hidrojen/Karbon* oranı (*H/C oranı*) 4 dür. Buna karşın gemi dizel motorlarında kullanılan HFO ün ($C_{19}H_{30}S_{2,78}$) H/C Oranı 1.6 civarındadır.



Temel Tanımlar

Hava/Yakıt Oranı(Air/Fuel ratio):

Bir yanma olayında kullanılan yakıtın tüketilen hava miktarına oranıdır. Kısaca **H/Y** oranı olarak ifade edilir.

Hava fazlalık Katsayısı (Excess Air Ratio):

Gerçek **H/Y** oranının teorik (Stokiyometrik) hava oranına oranları HFK'na ndır. **HFK** yada λ ile gösterilir. Karışım göre tanımlanır.

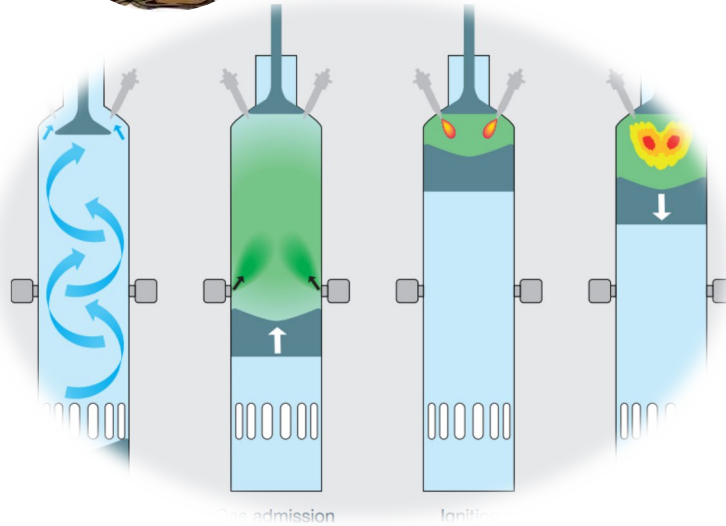
- HFK = 1 Stokiyometrik karışım
- HFK < 1 Fakir karışım
- HFK > 1 Zengin karışım

$$HFK = \lambda = \frac{\left(\frac{H}{Y}\right)_{gerçek}}{\left(\frac{H}{Y}\right)_{teorik}} = \frac{\left(\frac{m_h}{m_y}\right)_{gerçek}}{14,5}$$

Yanma olayı hem aşırı fakir karışımlarda hem de aşırı zengin karışımlarda kötüleşir.

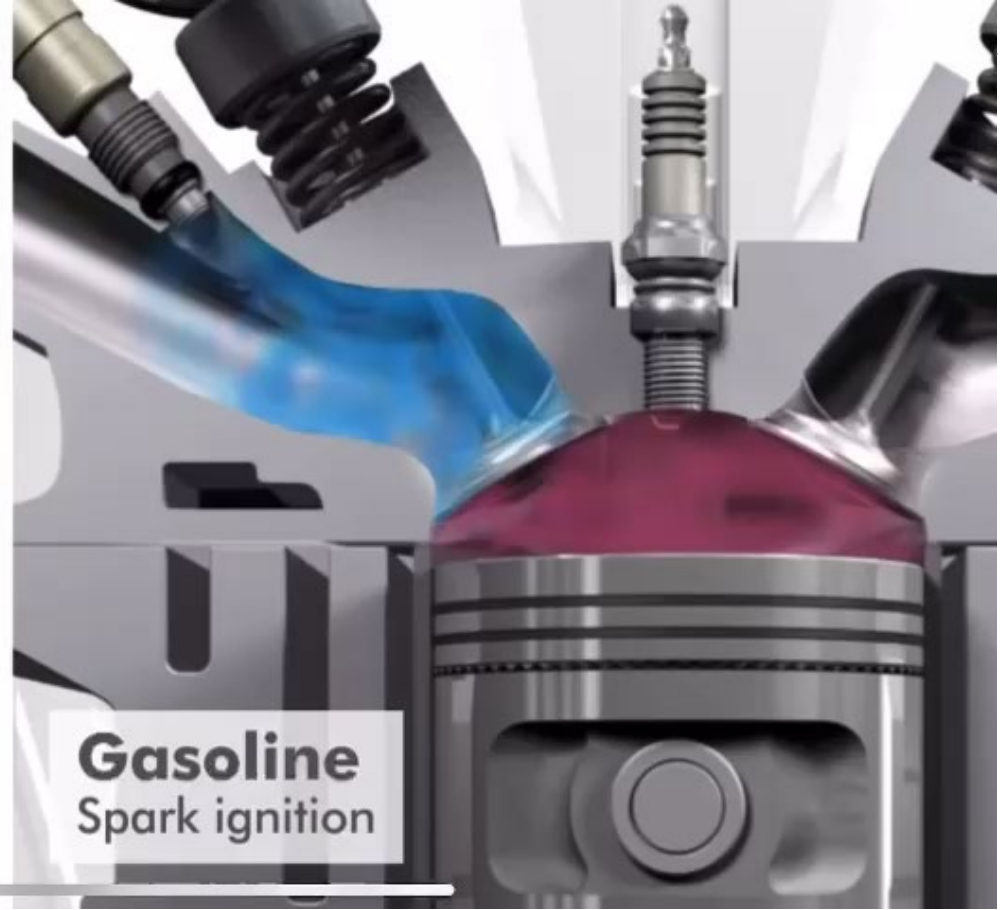


3



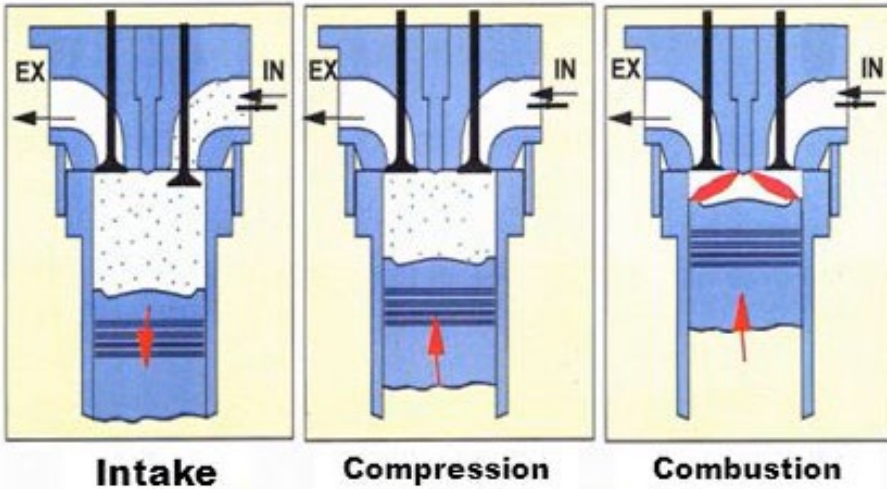
OTTO GAZ
ÇEVİRİMİ

Diesel ve Buji Ateşlemeli Motorlar



Buji Destekli Doğalgaz Motoru

MAN Diesel & Turbo presents:
MAN 20V35/44G Gas Injection



Intake

Compression

Combustion

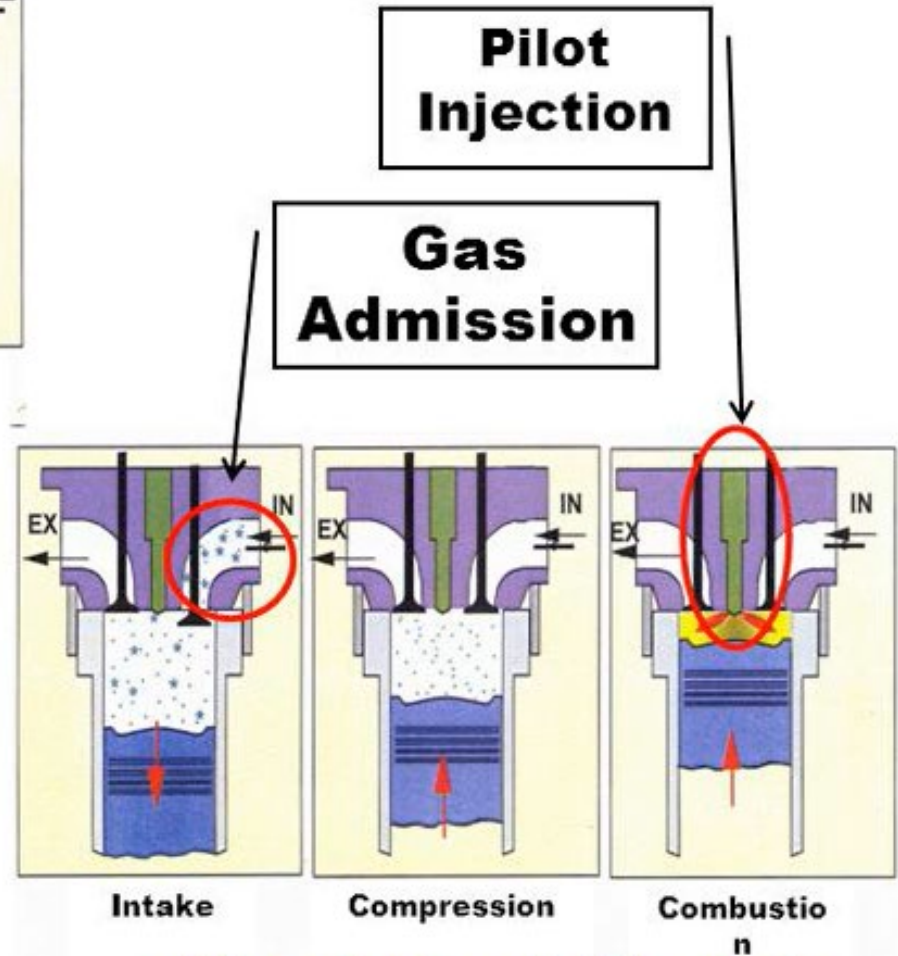
<Diesel Mode>

Advantages :

DF engines can operate at 100% load using only diesel oil in case of need

Fuel gas : 95%

Fuel oil : 5%



Intake

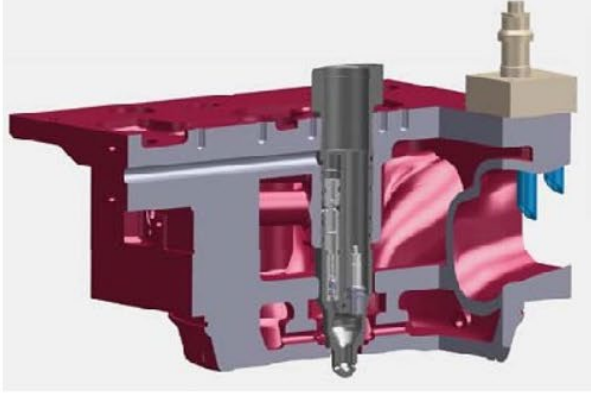
Compression

Combustion

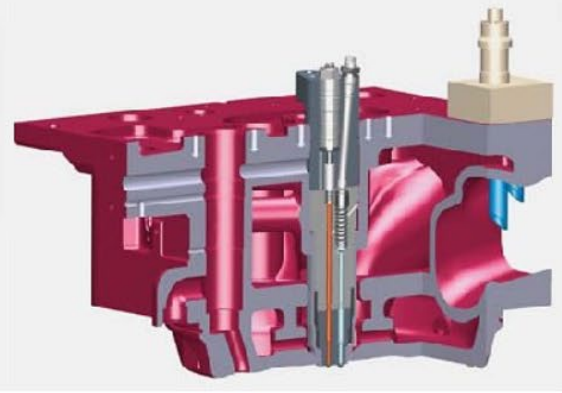
<Dual Fuel Mode>

Farklı Çalışma Konseptine Göre Çalışan Doğal Gaz Motoru

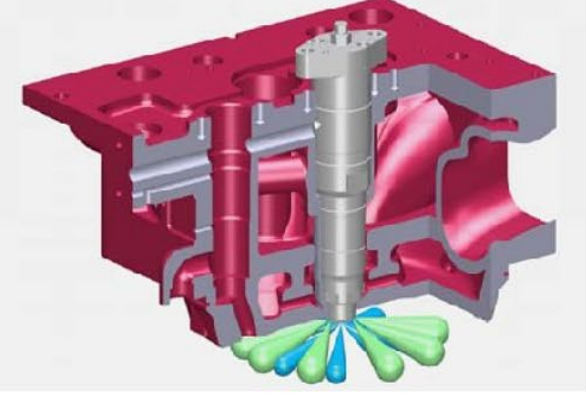
Buji Ateşlemeli



Çift Yakıt (Dual Fuel)



Yüksek Basınç Direkt Püskürtmeli

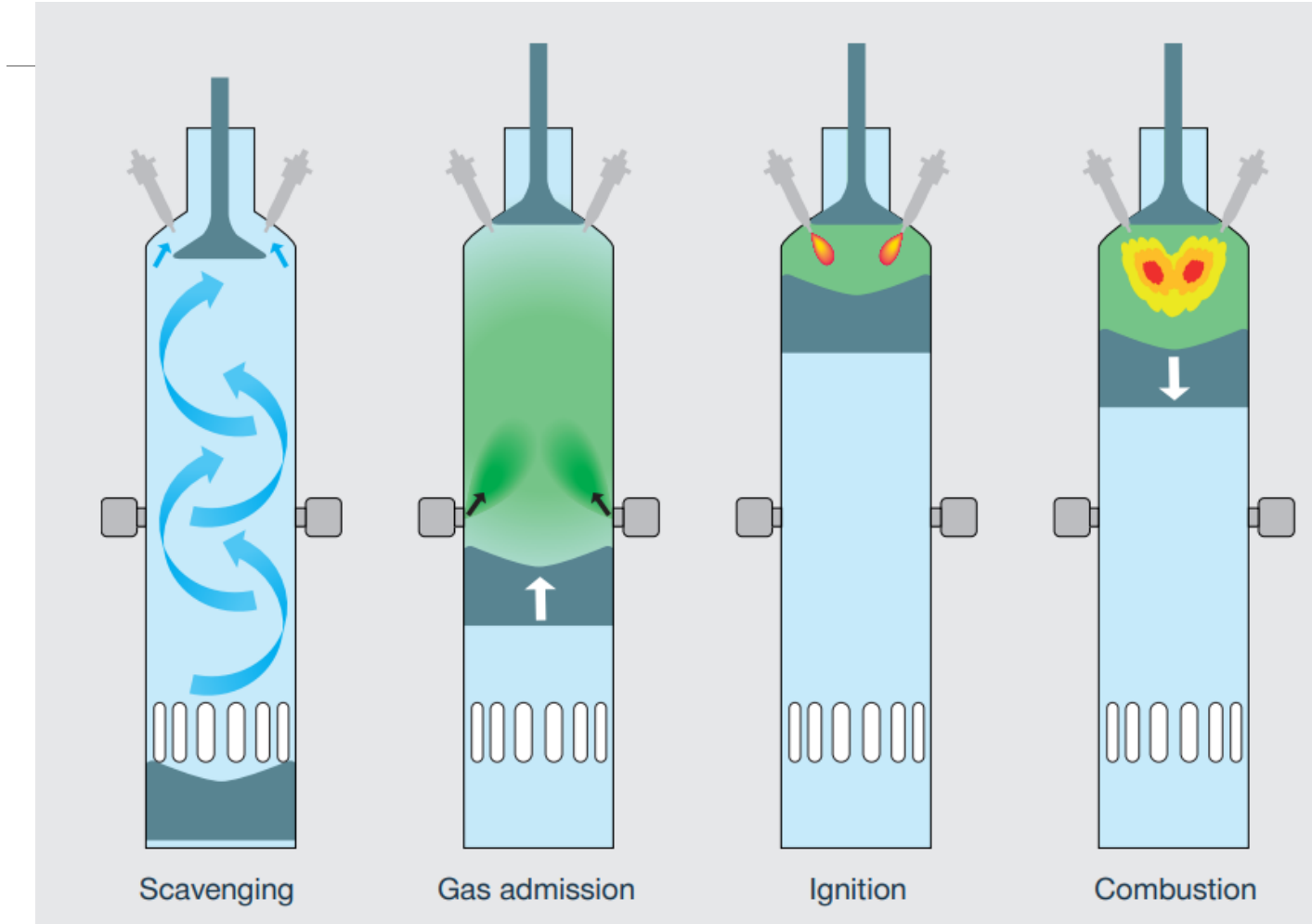


Doğal gaz motorları, karışım hazırlama (ön karışimli veya ön karışimsız), ateşleme (kıvılcım ateşlemeli veya dizel pilot) ve baskın motor çevrimine (Otto veya Dizel) göre temel olarak 3 kategoriye göre kategorize edilmektedir.

- ❖ Buji ateşlemeli-ön karışimli- sadece doğal gaz
- ❖ Doğal gaz ve hava ön karışimli dolgu-Dizel pilot ateşleme, doğal gaz/dizel ikili yakıt
- ❖ Yüksek basınçlı doğrudan doğal gaz enjeksiyonu-Dizel pilot ateşleme-Doğal gaz/Diesel ikili yakıt



2 Stroklu LNG Ana Makine

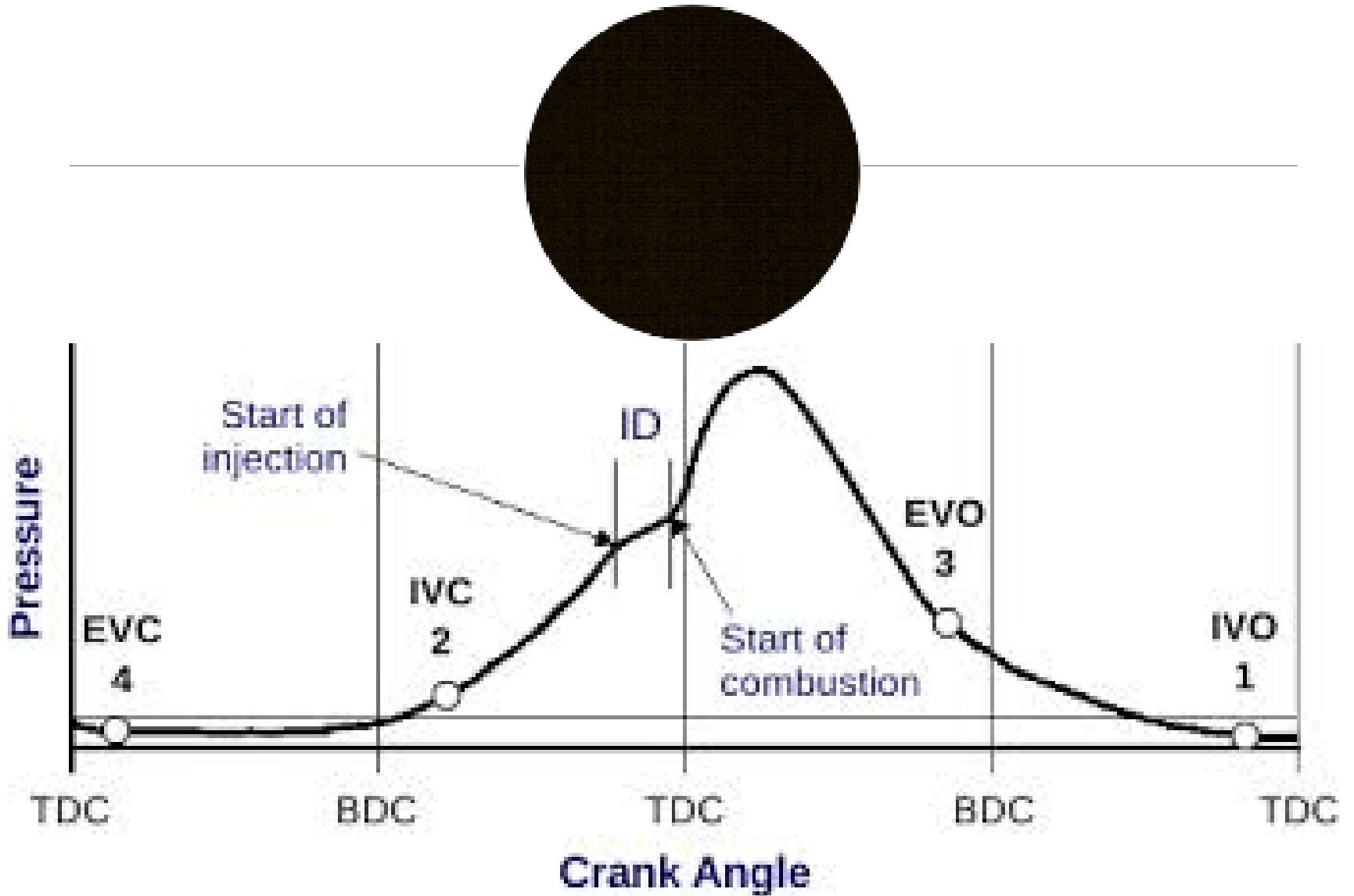


Alternatif Yakıtların Özellikleri

YAKIT	HFO	Benzin	LNG	Methanol	Amonyak	LPG	Hidrojen
Kimyasal formül	$C_{19}H_{30}$	C_8H_{18}	CH ₄	CH ₃ OH	NH ₃	C_3H_8/C_4H_{10}	H ₂
H/C oranı	1,57	2,25	4	4	-	-	-
Yoğunluk kg/m ³	840-1000	730-800	424	790		508/584	70
Isıl Değer (CV), MJ/kg	42-44	42-46	50	15,9	25.1 to 28.4	23,5-26,5	120
Hacimsel Isıl değer kJ/m ₃	35-38	32-34	23,4	15,8	12,5	25-28	7,5
Hacimsel Isıl değer kWh/L	10-11	8.9-9.4	23-26	19-20	4-5	25,5-26,5	0.010-0.012
Tutuşma Sıcaklığı	220-300	246 to 280	540-590	385-470	630-650	410-580	500-585
Octan Sayısı (MON)		91-100	105	87	120	112/94	>130
CCAI	870 max						

Fuel type	LHV [MJ/kg]	Volumetric energy density [GJ/m ³]	Storage pressure [bar]	Storage temperature [°C]
MGO	42.7	36.6	1	20
LNG	50	23.4	1	-162
Methanol	19.9	15.8	1	20
Liquid ammonia	18.6	12.7	1/10	-34/20
Liquid hydrogen	120	8.5	1	-253
Compressed hydrogen	120	7.5	700	20

Yanma ve aşamaları.



1.Tutuşma Gecikmesi

Yanma püskürtme meydana gelir gelmez meydana gelmez. Yakıtın ilk damlasının sıcak hava ile teması ve gerçek yanmanın meydana geldiği zamanlar arasında belirli bir süre vardır.Bu periyot tutuşma gecikmesi (TG) periyodu olarak adlandırılır. İkiye ayrılır:

$$\textit{Tutuşma Gecikmesi(TG)=Fiziksel Gecikme+Kimyasal Gecikme}$$

FİZİKSEL GECİKME (PHYSICAL DELAY)

- ❖ Yakıt spreynin parçalanması ve damlacık oluşumu
- ❖ Sıvı haldeki yakıtın ısınarak buharlaşması
- ❖ Buhar haline geçen yakıtın havaya difüze olarak karışımın yanmaya hazır hale gelmesi

KİMYASAL GECİKME(CHEMICAL DELAY)

- ❖ *Ağır hidrokarbonların daha hafif bileşenlere ayrışması,*
- ❖ *Ayrışan hafif bileşenlerin oksijenle ön kimyasal reaksiyonu (Pre-ignition chemical reaction)*

1.Tutuşma Gecikmesi

FİZİKSEL TUTUŞMA GECİKMESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER :

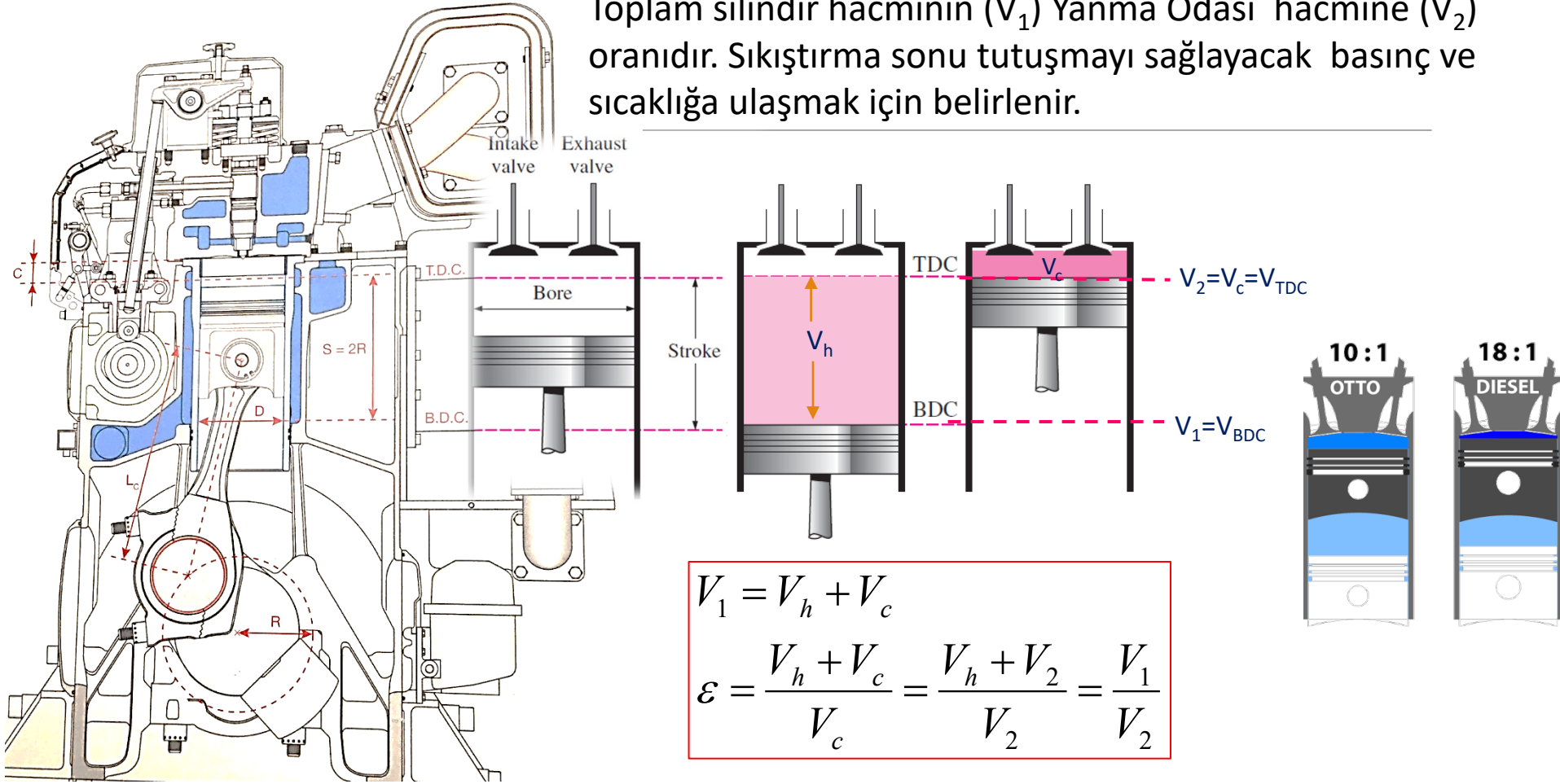
- ❖ Sıkışma Oranı
- ❖ Yakıtın kalitesi ve Yakıt Atomizasyonu
- ❖ Püskürtme Zamanı
- ❖ Emme Havası sıcaklığı
- ❖ Sıkıştırma sonu sıcaklığı,
- ❖ Emme havası Basıncı
- ❖ Motor devri,
- ❖ Doğru H/Y oranı,
- ❖ Yakıtın sıcaklığı,
- ❖ Yakıtın püskürtme basıncı,

1. YAKIT KALİTESİ VE ATOMİZASYONU AŞAĞIDAKİ ARAMETRELERE BAĞLIDIR

- ❖ Yanma odası içerisine nüfuz etme derinliği
- ❖ Yakıt püskürtme sistemine
- ❖ Nozulun delik sayısına
- ❖ Nozulun ağzının formuna
- ❖ Püskürtme basıncına
- ❖ Yanma odası içerisindeki karşı basınca
- ❖ Yakıtın cinsine
- ❖ Yanma odası sıcaklığına
- ❖ Hava türbülansına

1. Sıkıştırma Oranı/Compression Ratio

Toplam silindir hacminin (V_1) Yanma Odası hacmine (V_2) oranıdır. Sıkıştırma sonu tutuşmayı sağlayacak basınç ve sıcaklığa ulaşmak için belirlenir.

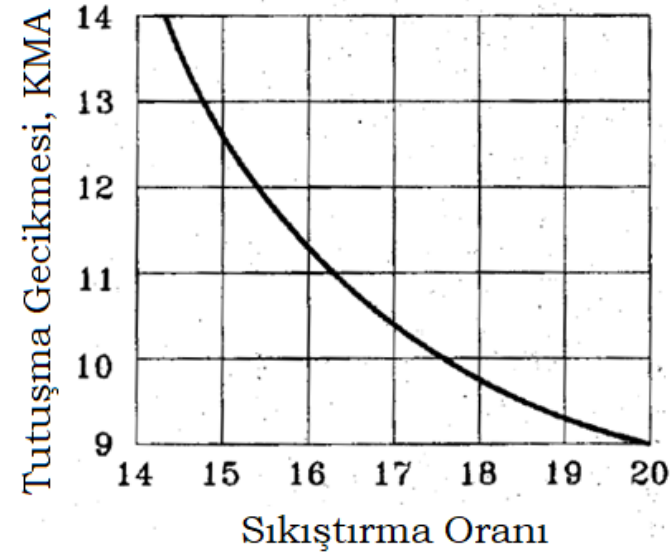
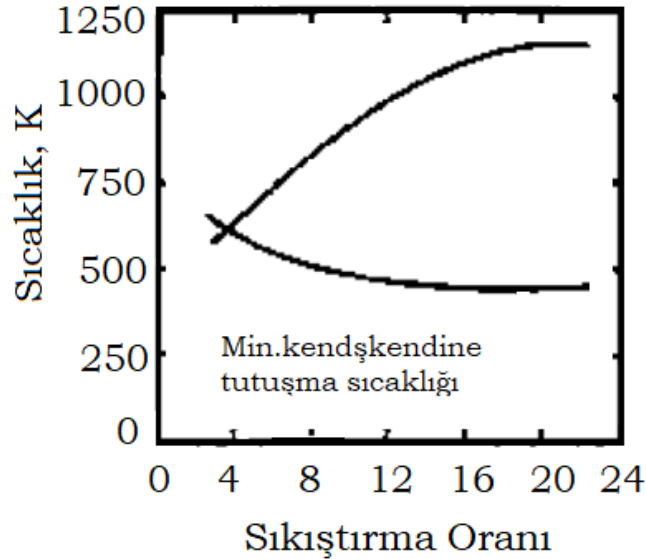


$$V_1 = V_h + V_c$$
$$\epsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c} = \frac{V_h + V_2}{V_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

Kompresyon kaçakları sıkıştırma oranını ile sağlanan basınç ve sıcaklık artışını olumsuz etkiler. Bu ise performansın kötüleşmesine neden olur.

Sıkıştırma Oranı

- ❖ Sıkıştırma oranı arttıkça havanın sıkıştırma sonu sıcaklığı artar. Sıkıştırma oranı arttıkça yakıtın kendi kendine tutuşma sıcaklığı; sıkışmış havanın yoğunluğu arttığı için düşmektedir. Bu yakıt ve oksijen molekülleri arasındaki temasın yakınlaşması sebebiyle reaksiyon süresinin düşmesinden kaynaklanmaktadır.
- ❖ Sıkıştırma sonu sıcaklığının artmasıyla birlikte minimum kendi kendine tutuşma sıcaklığının düşmesi gecikme periyodunu azaltır. Yanma işlemi esnasında maksimum basıncı sıkıştırma oranıyla olumlu etkilenir. Gecikme periyodu sıkıştırma oranı arttıkça kısaldığı için basınç yükselme hızı azalır.

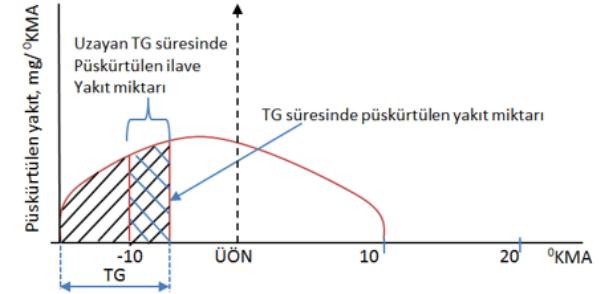
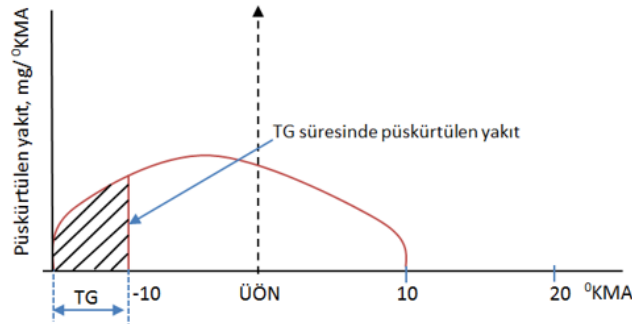
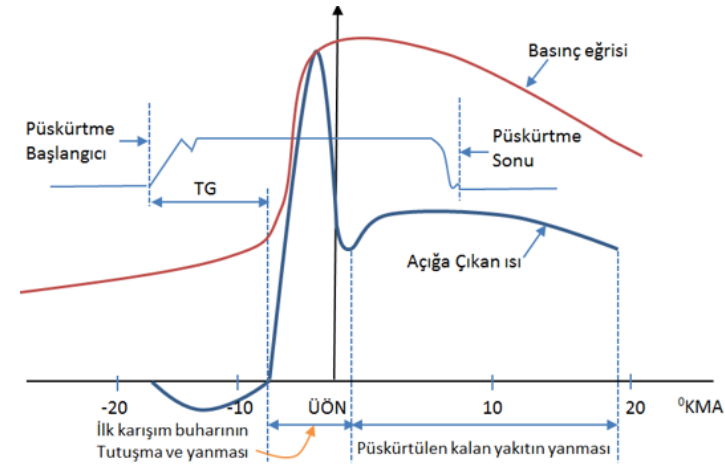
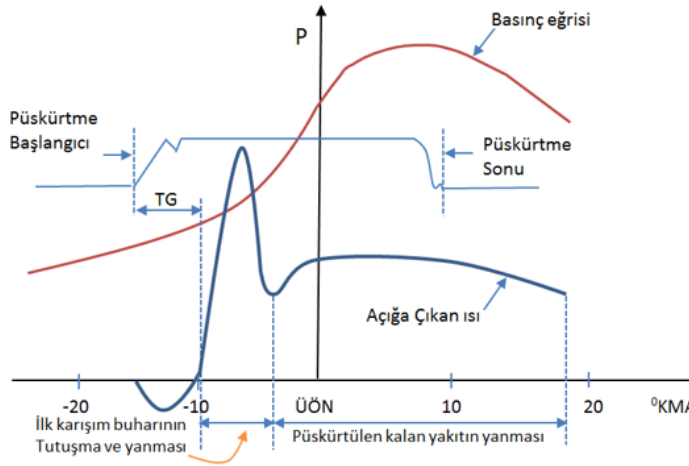
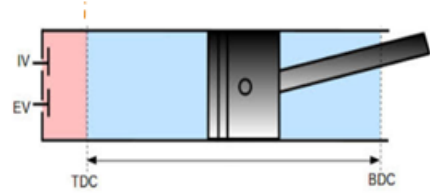
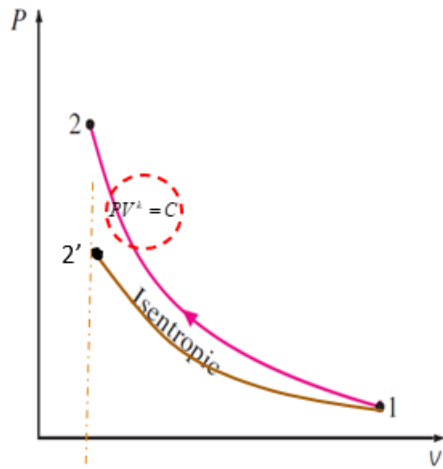


Sıkıştırma oranı –Tutuşma Gecikmesi- Kompresyon basınç- sıcaklık ilişkisi

$$p_2 = p_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k = p_1 (\varepsilon)^k$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = T_1 (\varepsilon)^{k-1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{(k-1)/k}$$



VURUNTU VE TUTUŞMA GECİKMESİNE ETKİ EDEN PARAMETRELER

$$\tau = (0.36 + 0.22\bar{S}p) \exp \left[E_A \left(\frac{1}{\tilde{R}T} - \frac{1}{17,190} \right) \left(\frac{21.2}{p - 12.4} \right)^{0.63} \right] \quad (CA)$$

TG ms cinsinden:

$$\tau(ms) = \frac{\tau(CA)}{0.006N}$$

N: Devir

E_A aktivasyon enerjisi (Yakıt özellikleri önemli):

$$E_A = \frac{618,840}{CN + 25} \quad \text{Joule/mole}$$

CN : Cetan Number

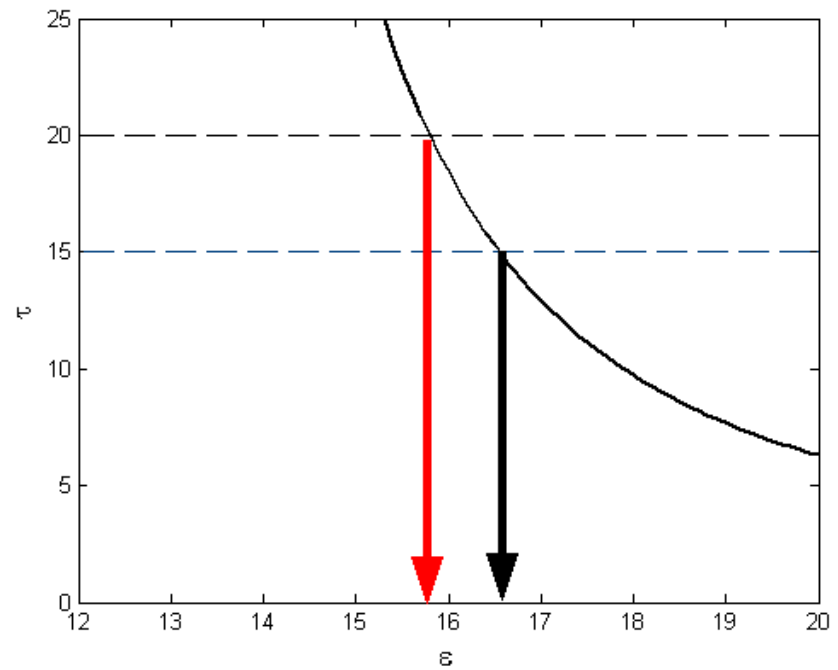
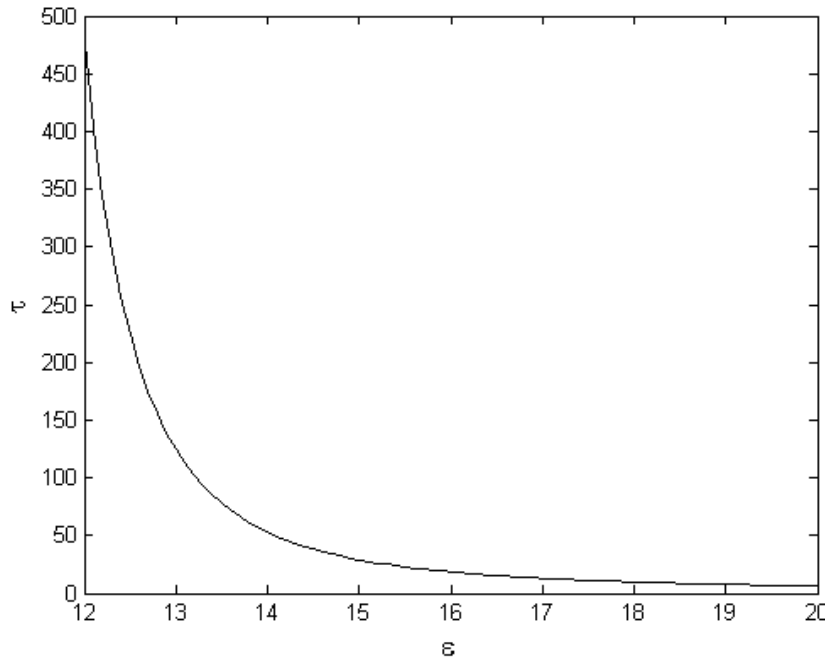
Politropik indeks modeli kullanılarak sıkıştırma sonu **T** ve **P** tahmini:

$$T = T_i \varepsilon^{n-1}$$

$$P = P_i \varepsilon^n$$

VURUNTU VE TUTUŞMA GECİKMESİNE ETKİ EDEN PARAMETRELER

Bir dizel motorunun soğuk ilk harekette rahat çalışabilmesi için sıkıştırma oranı 18 olması gerekmektedir. Yukarıdaki denklemleri kullanarak ve $P_i=1\text{atm}$, $T_i=255\text{K}$, $n=1.13$, $N=100\text{d/d}$, $D=H=120\text{mm}$, ve $CN=45$ kabullerini yaparak $\varepsilon=12-20$ için bir ε - τ_{TG} grafiği çiziniz. Şayet güvenli bir ilk hareket için $\tau_{TG} < 20^\circ\text{KMA}$ olması gerekiyorsa, Sıkıştırma oranı ne olmalıdır?



Temel Tanımlar

Emissions Test Report No.

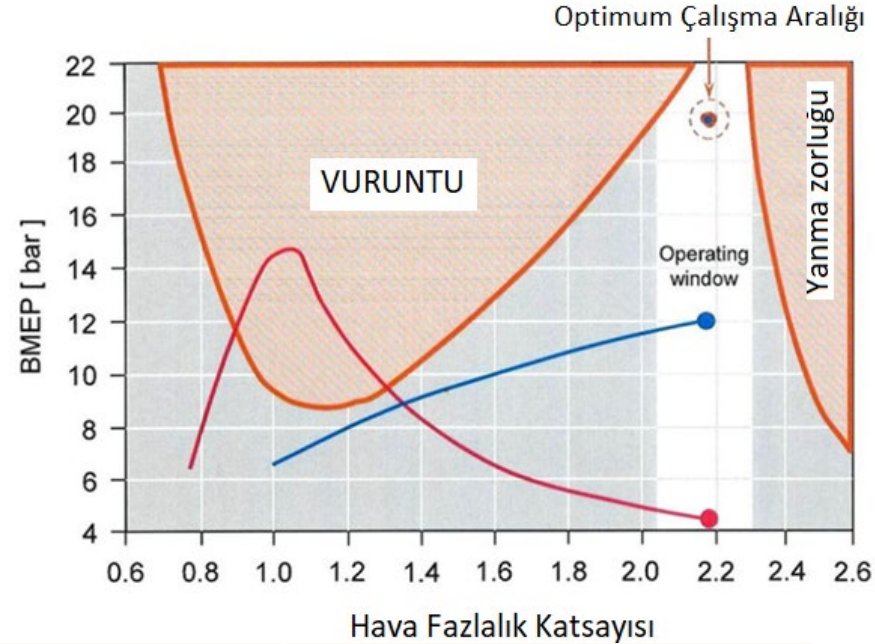
Engine Test Data

Sheet 5/5

Mode		1	2	3	4	5
Power/Torque	%	100	75	50	25	10
Speed	%	100	100	100	100	100
Time at beginning of mode		15:35	15:05	14:35	14:05	13:35

Engine Data						
Speed	rpm	720	720	720	720	720
Auxiliary power	kW	550	413	275	138	55
Power	kW	550	413	275	138	55
Mean effective pressure	MPa	2.14	1.61	1.07	0.54	0.21
Fuel rack	mm	27.0	23.5	19.5	16.0	14.0
Uncorrected spec. fuel consumption	g/kWh	197.7	196.9	201.4	220.2	302.1
Fuel flow	kg/h	108.8	81.3	55.4	30.3	16.6
Air flow	kg/h	3352.2	2629.1	1863.8	1192.0	974.0
Exhaust flow (gexhw)	kg/h	3480.7	2725.1	1930.7	1229.6	993.9
Fuel temperature	°C	40.7	42.1	43.2	42.8	40.9
Exhaust temperature before turbine	°C	539.3	494.3	444.7	350.4	243.5
Exhaust temperature after turbine	°C	398.5	386.5	369.5	305.1	212.1
Exhaust temperature after cylinder	°C	444.7	405.1	365.6	310.1	226.9
Exhaust back pressure	kPa	3.53	1.91	1.05	0.46	0.33
Cylinder Coolant temperature out	°C	81.1	79.9	78.4	77.1	75.7
Cylinder Coolant temperature in	°C	73.5	73.1	72.5	62.4	59.1
Cylinder Coolant pressure	MPa	0.123	0.123	0.123	0.123	0.127
Temperature intercooled air	°C	51.8	47.6	45.3	45.6	44.9
Lubricant temperature out	°C	71.8	67.4	63.4	59.3	56.3
Lubricant temperature in	°C	59.9	56.8	53.9	51.2	48.8

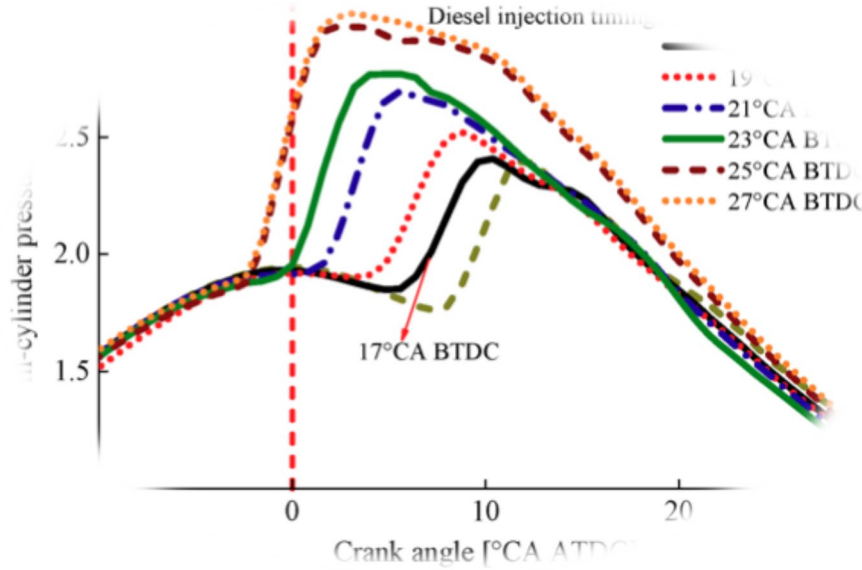
$$HFK = \lambda = \frac{\left(\frac{H}{Y}\right)_{gerçek}}{\left(\frac{H}{Y}\right)_{teorik}} = \frac{\left(\frac{m_h}{m_y}\right)_{gerçek}}{14,5}$$



	%100	%75	%50	%25	%10
m_h	3.352,2 kg/h	2.629,1kg/h	1.863,8kg/h	1.192,0 kg/h	974,0 kg/h
m_y	108,8 kg/h	81,3 kg/h	55,4 kg/h	30,3 kg/h	16,6 kg/h
$H/Y=m_h/m_y$	30,81	32,33	33,64	39,34	58,67
$HFK=(H/Y)g/14,5$	2,12	2,23	2,32	2,71	4,04



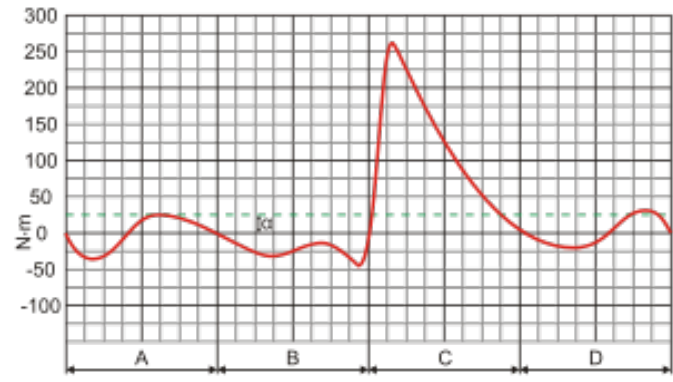
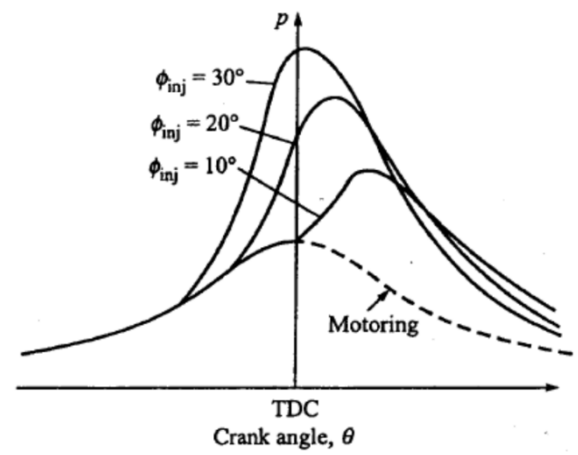
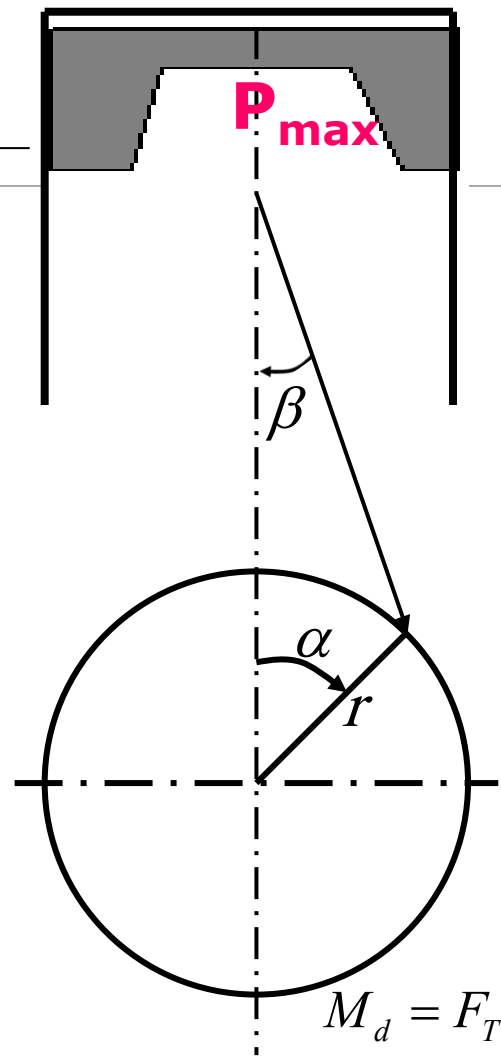
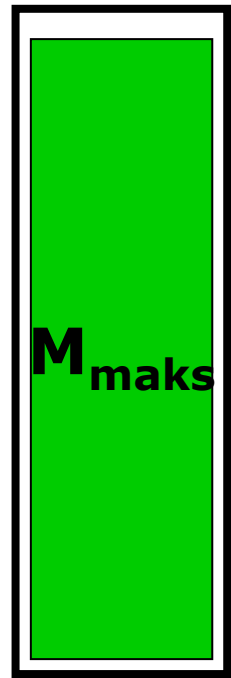
1



PÜSKÜRTME AVANSI/INJECTION TIMING

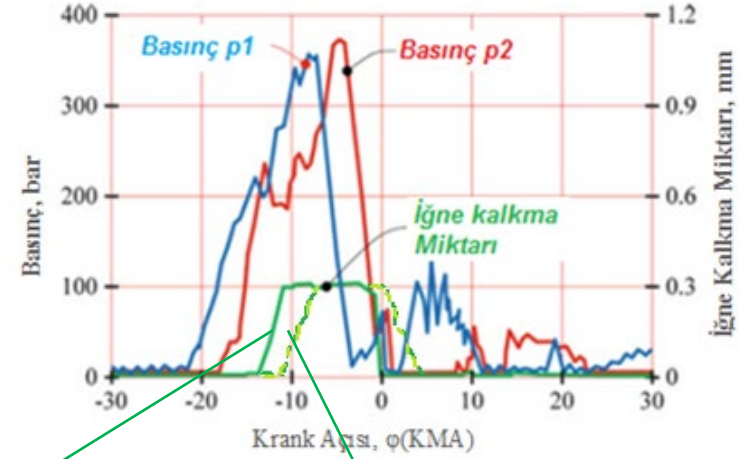
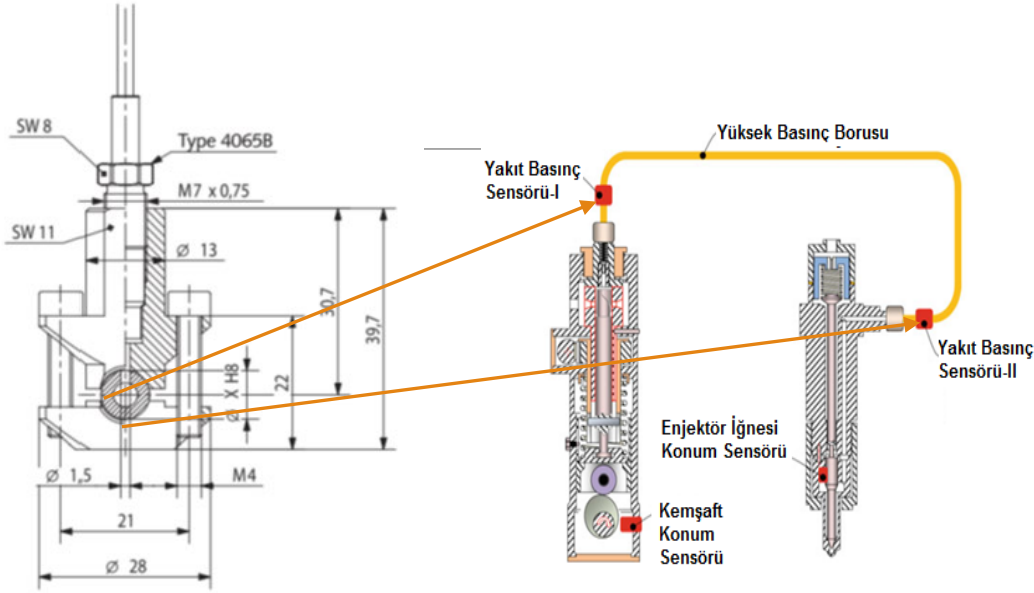
GÜÇ ve MOMENT ne ZAMAN MAKSİMUM

15-20 °KMA

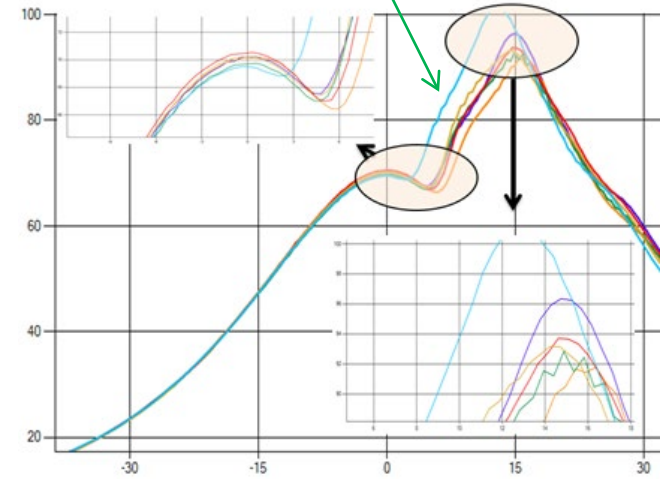
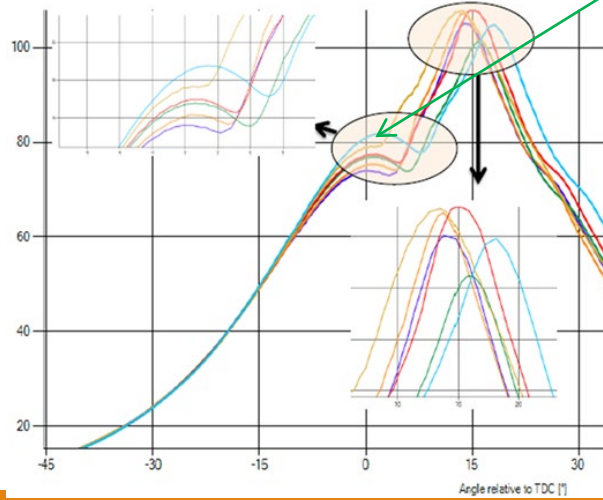
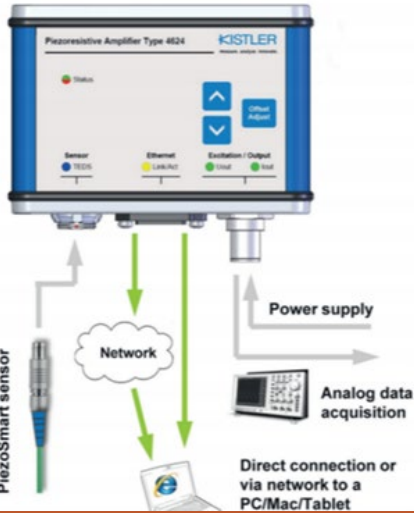


$$M_d = F_T \cdot r = F_{yanma} \sin \alpha \left\{ 1 + \frac{R \cdot \cos \alpha}{[1 - R^2 \sin^2 \alpha]^{1/2}} \right\}$$

B&W STX MODEL D/G LERİN OPTİMUM PERFORMANS DEĞERLERİNE GETİRİLMESİ



System Configuration



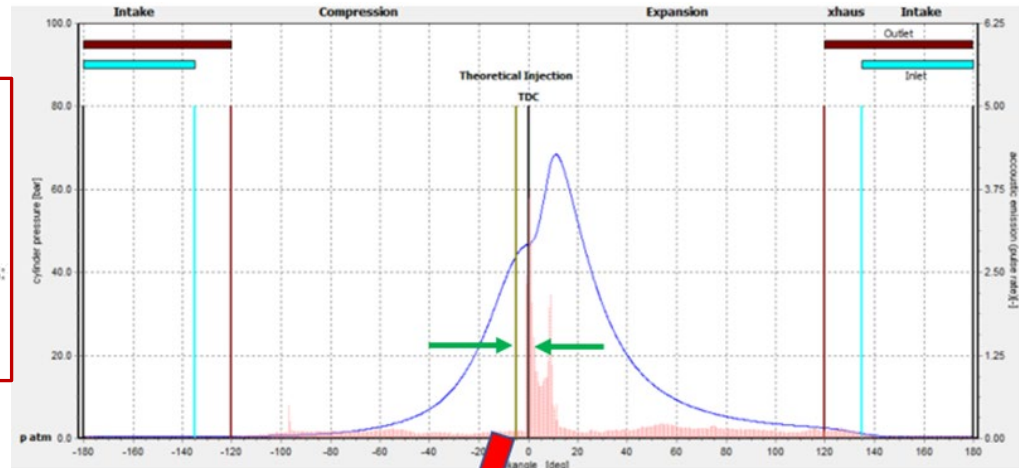
Kompresyon iyi Enjeksiyonu kötü

Enjeksiyonu iyi kompresyon kötü

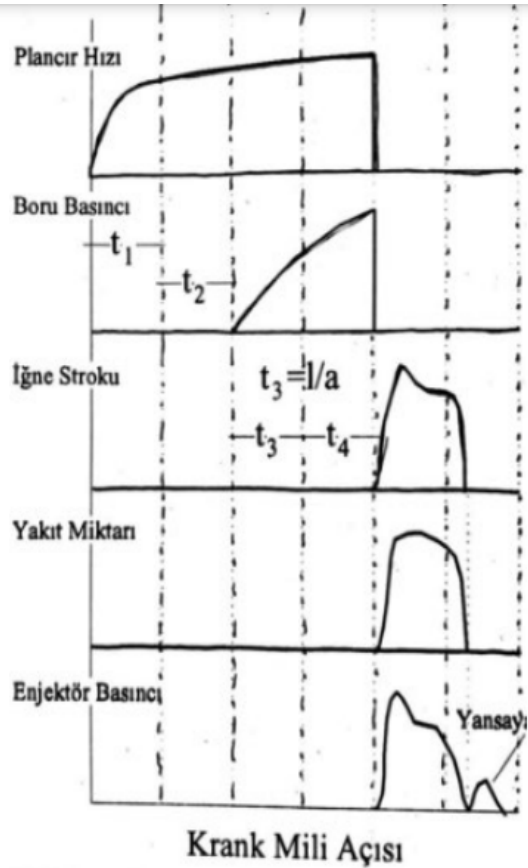
The following installation requirements must be met at rated load and speed to enable the engine to comply with the nitrogen oxides (NOx) emission limits of regulation 13 of Annex VI of MARPOL 73/78:

1. **Commencement of injection:**
Needle bouncing as arithmetic mean value over all cylinders:
Nominal value: 3,5° (+0,5°, -1°) before TDC
Measured with MaK-EB-Tester
2. **Commencement of fuel delivery:**
Commencement of fuel delivery as arithmetic mean value over all cylinders:
Nominal value: 10,5° (+0,5°, -1°) before TDC
Measured according to the overflow method (control travel >38 mm) or pre-stroke dimension 4,2 mm at the auxiliary device

3. **Cooling water temperature LT:**
LT Water inlet temperature:
Nominal value: 30 °C (±2°C) for PI control valve
Working range: 20 - 30 °C for P control valve
4. **Cooling water temperature HT:**
HT Water inlet temperature:
Nominal value: 90 °C (±2°C) for PI control valve
Working range: 82 - 92 °C for P control valve
5. **Charge air temperature:**
Nominal value: 45°C (±5°C)
6. **Piston distance:**
Distance: Piston - cylinder liner:
Nominal value: 18,6 mm (+ 0,55 mm
- 1,55
Measured: from top edge of piston to top edge of flame ring
7. **Valve timing:**
see technical data E2.05.20.nn.nn (acceptance test report / timing data)



Basma Başlangıcı-Püskürtme Gecikmesi-Püskürtme Gecikmesi



Şekil 1-Püskürtme gecikmesinin kademeleri

Püskürtme Kanunu: Püskürtülen yakıt miktarının krank mili açısına (veya zamana) göre değişimine denir. Püskürtme kanunu yanmanın gidişini etkiler. Buna göre püskürtme zamanlaması motordan en yüksek verim alınacak, ancak motorda mekanik ve ısı zorlanma olmayacak şekilde ayarlanması gerekir. Bu, yanma sonucu oluşan maksimum basıncın ÜÖN dan 10-15 °KMA oluşması ile sağlanmaktadır.

Püskürtme Gecikmesi(t): Yakıt pompa plencerinin harekete geçmesiyle enjektör iğnesinin açılması arasında geçen zamandır. *Püskürtme gecikmesi* olarak adlandırılan bu süre çeşitli kademelerden oluşur. Bu kademeler,

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

t₁:Pompalama gecikmesi-pistonun hareket başlaması ile emme kanalının kapanması arasındaki zaman.

t₂:Sevk gecikmesi-Portun kapanmasıyla basın dalgasının yola çıkması arasındaki zaman.

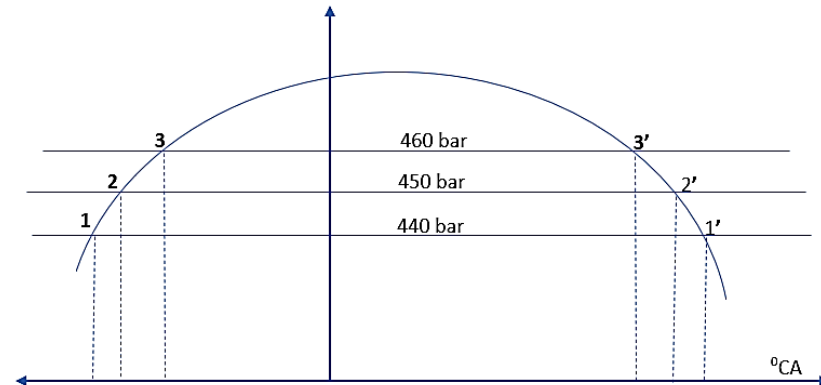
t₃:Yol gecikmesi-Dalganın harekete geçmesiyle enjektöre ulaşması arasındaki zaman

t₄:Açılma gecikmesi-Dalganın enjektöre ulaşmasıyla enjektörün açılması arasında geçen zaman

- ❖ Basma başlangıcı/start of Delivery
- ❖ Püskürtme Gecikmesi
- ❖ Tutuşma gecikmesi

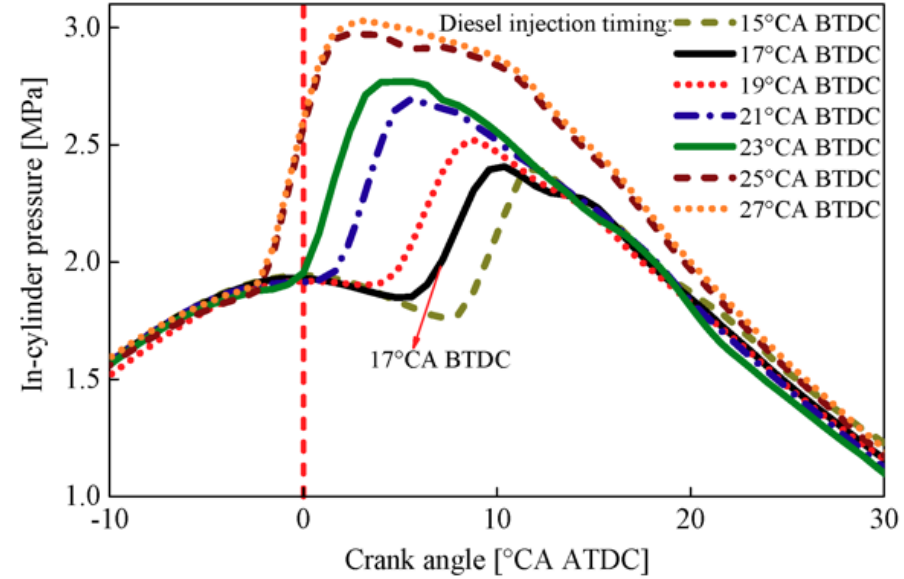
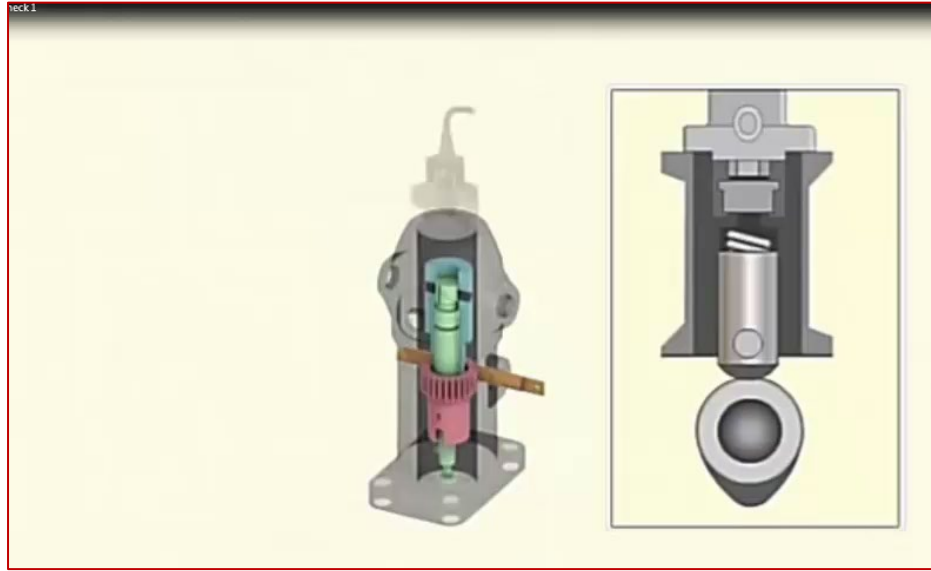
- Yakıt pompa delivery valf değişirse
- Enjektör yayı farklı olursa
- Pompa basma basıncı değişirse
- Enjektör açma basıncı değişirse

Püskürtme Avansı değişir.



Enjektör Açma Basıncı Değişiminin Avansa Etkisi

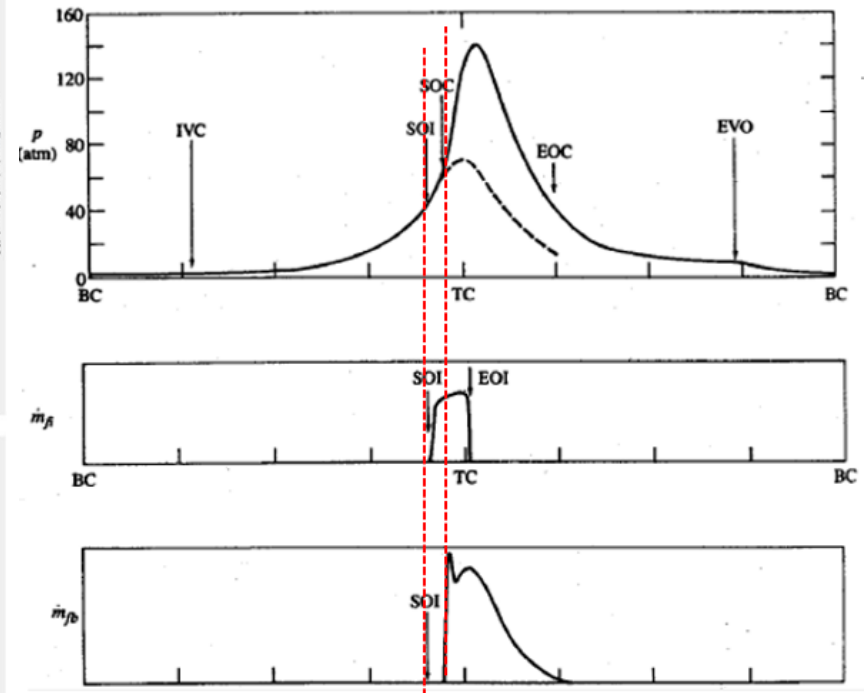
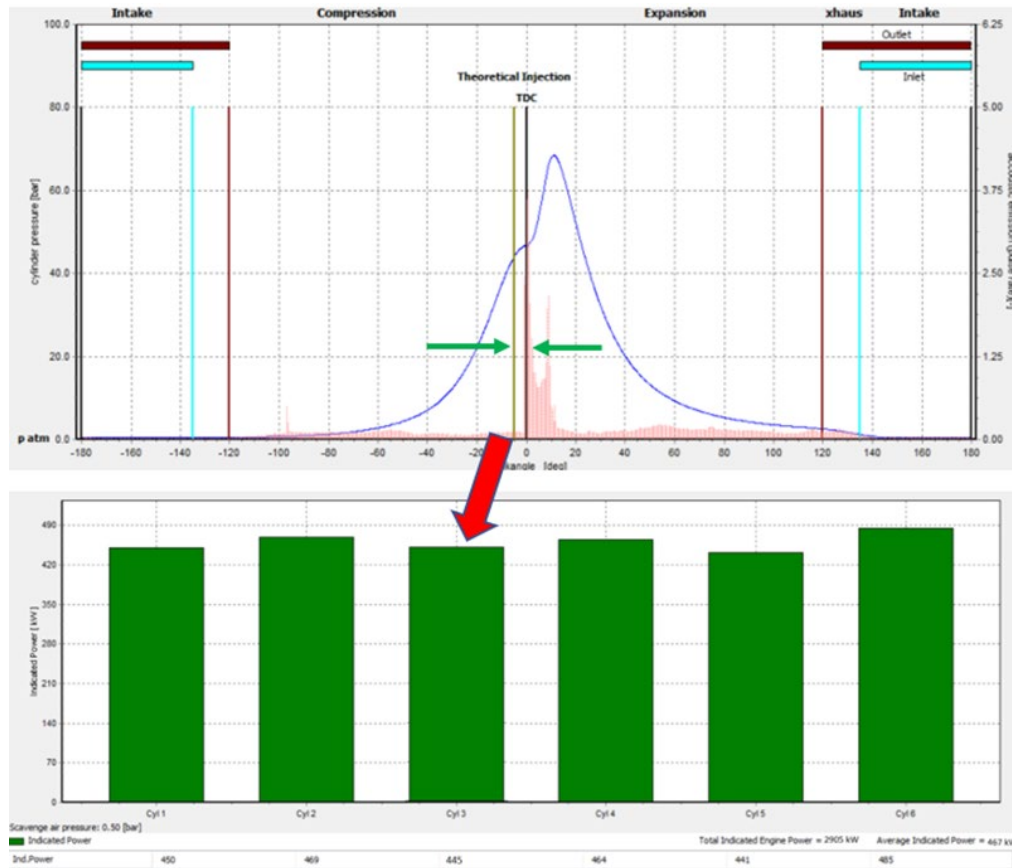
Yakıt Pompası Püskürtme Başlangıcı (Statik Avans)



Püskürtme avansı, yakıtın yanma odasına püskürtüldüğü zamanı ifade eder. Yakıt özellikleri ve motor karakteristiğine bağlı olarak silindirde maksimum basıncın maksimum torku sağlayacak şekilde ayarlanır.

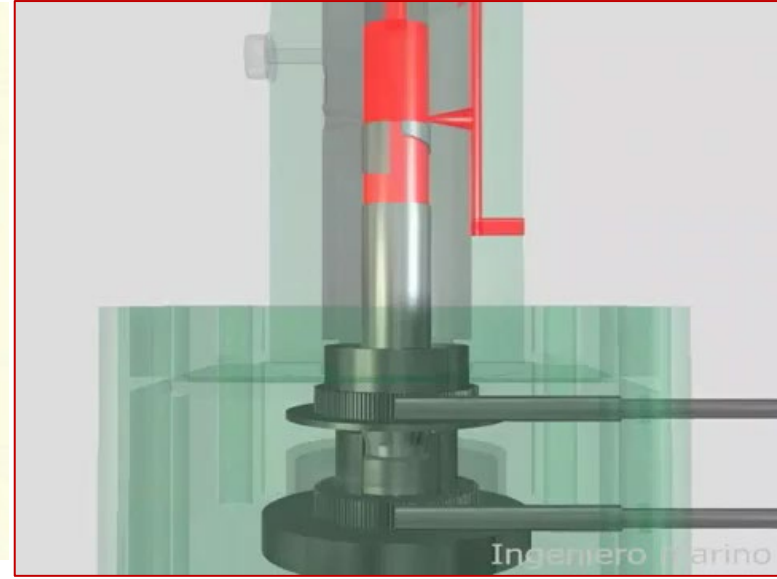
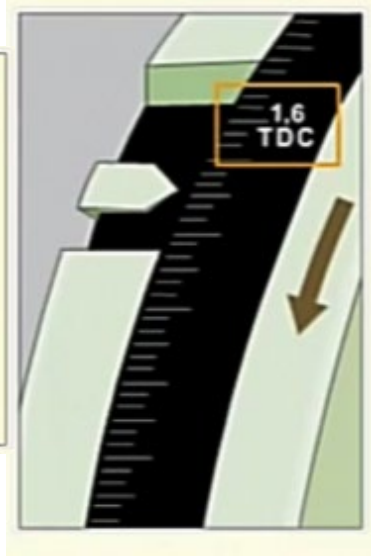
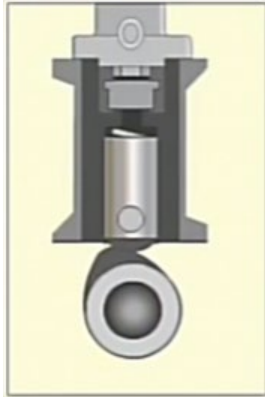
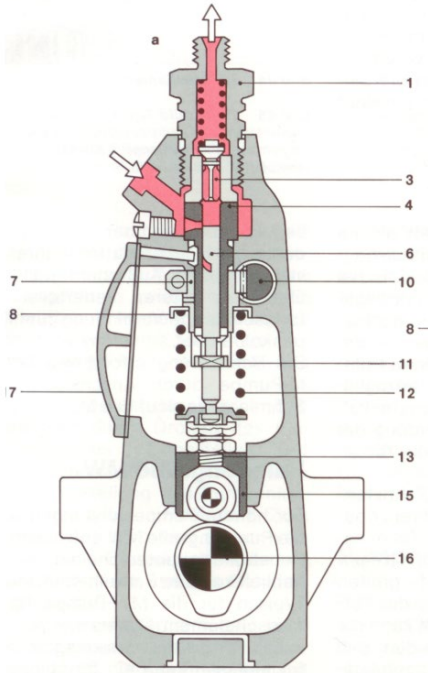
Basma Başlangıcı-Püskürtme Gecikmesi-Püskürtme Gecikmesi

- ❖ Basma başlangıcı/start of Delivery
- ❖ Püskürtme Gecikmesi
- ❖ Tutuşma gecikmesi



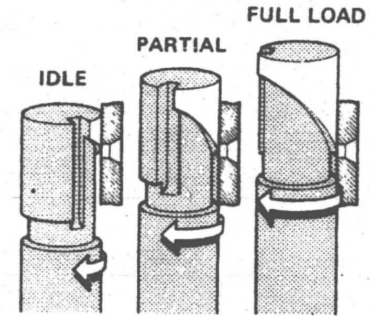
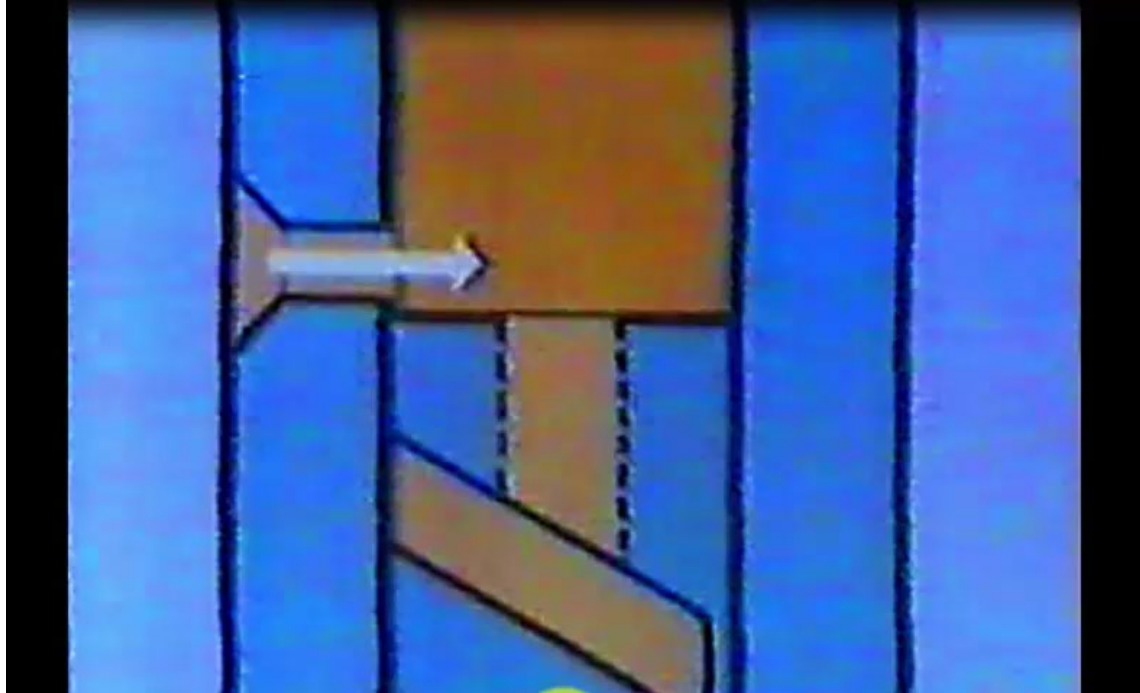
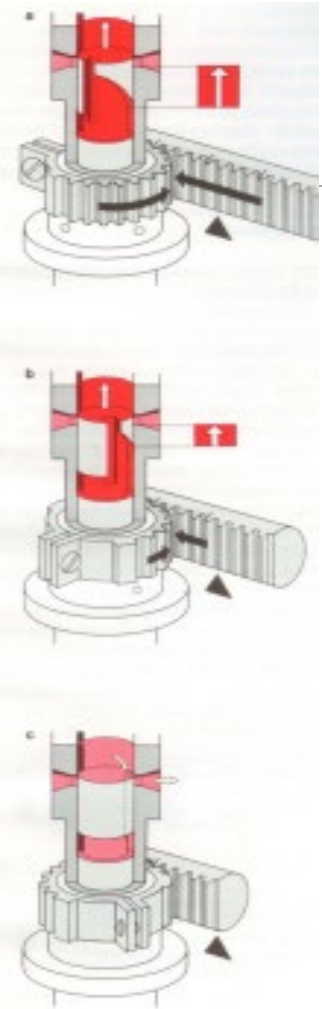
VIT-Püskürtme Avansını Ayarlama...

Püskürme Avansı VIT koluyla otomatik yapılmaktadır. Barıl hareket ettirilerek basma başlangıç açısı değiştirilmektedir.

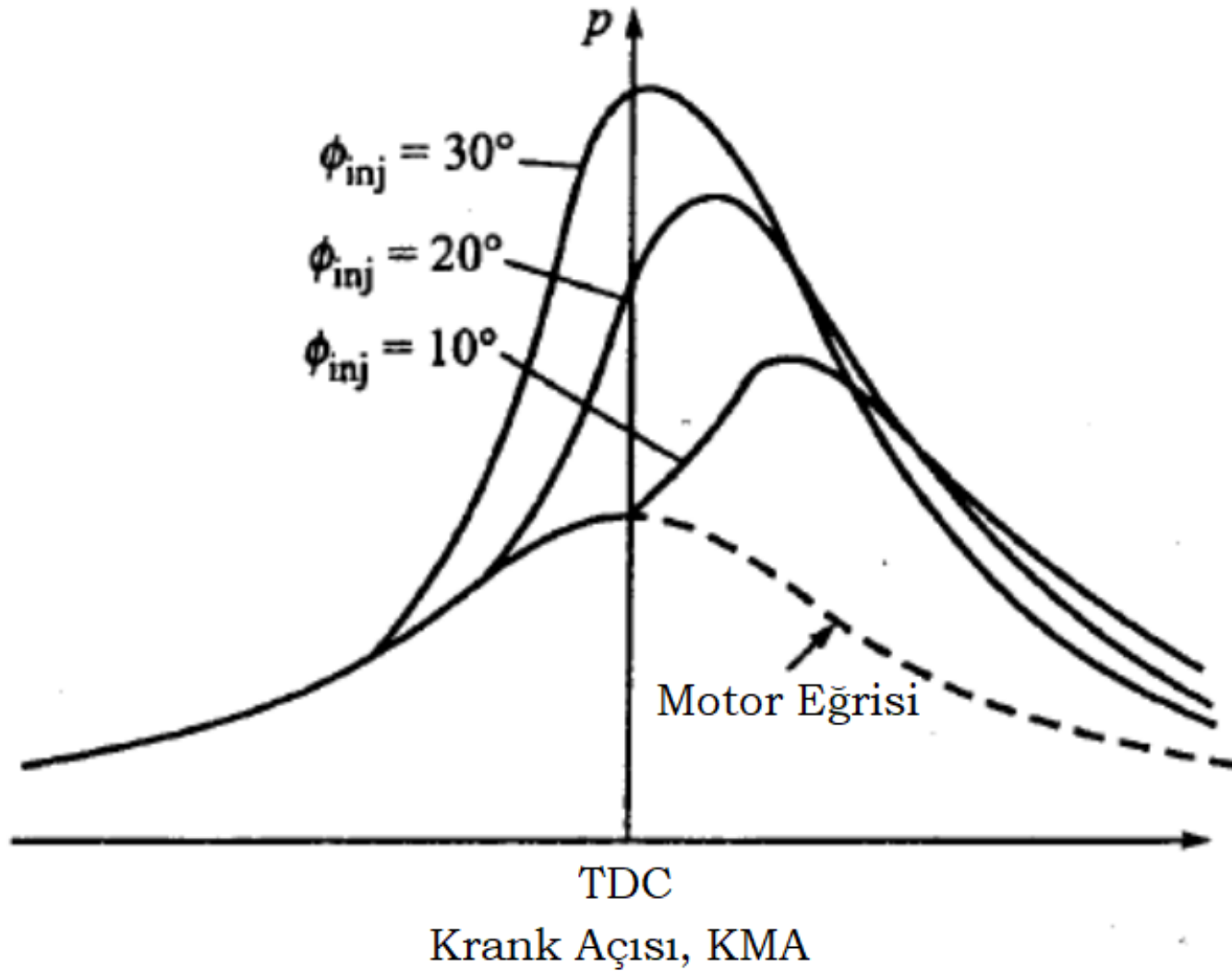


**Püskürme başlangıcı(Statik Avans)
Kontro somun ile
ayarlanmaktadır..**

Yakıt Miktar Ayarı



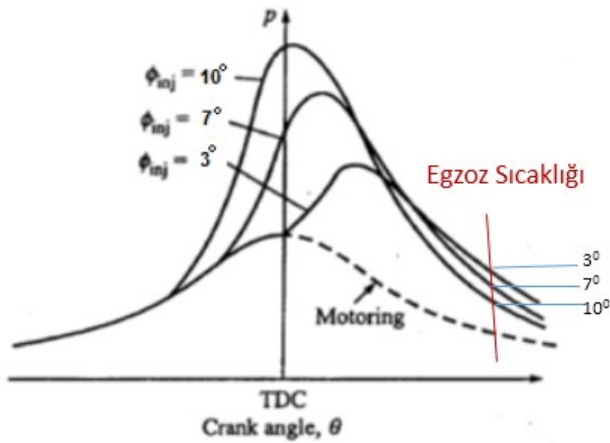
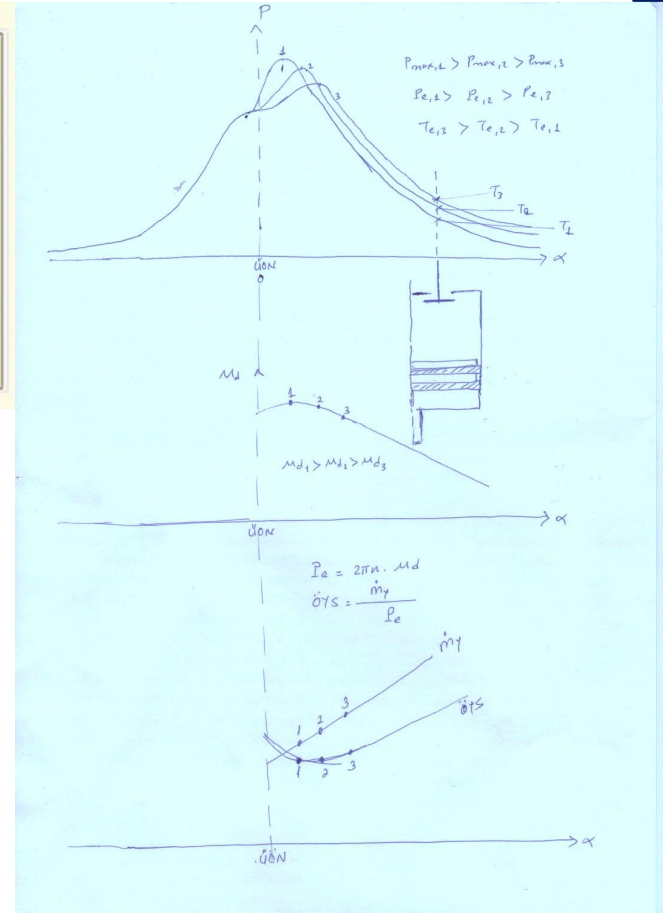
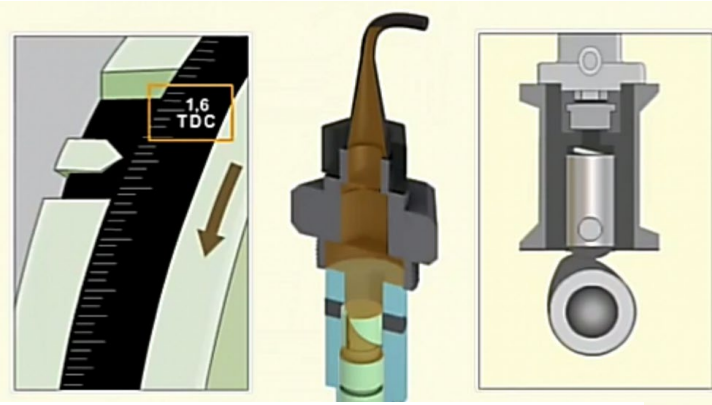
Püskürtme avansı(Injection Timing)



Püskürtme Başlangıcı (Statik Avans)

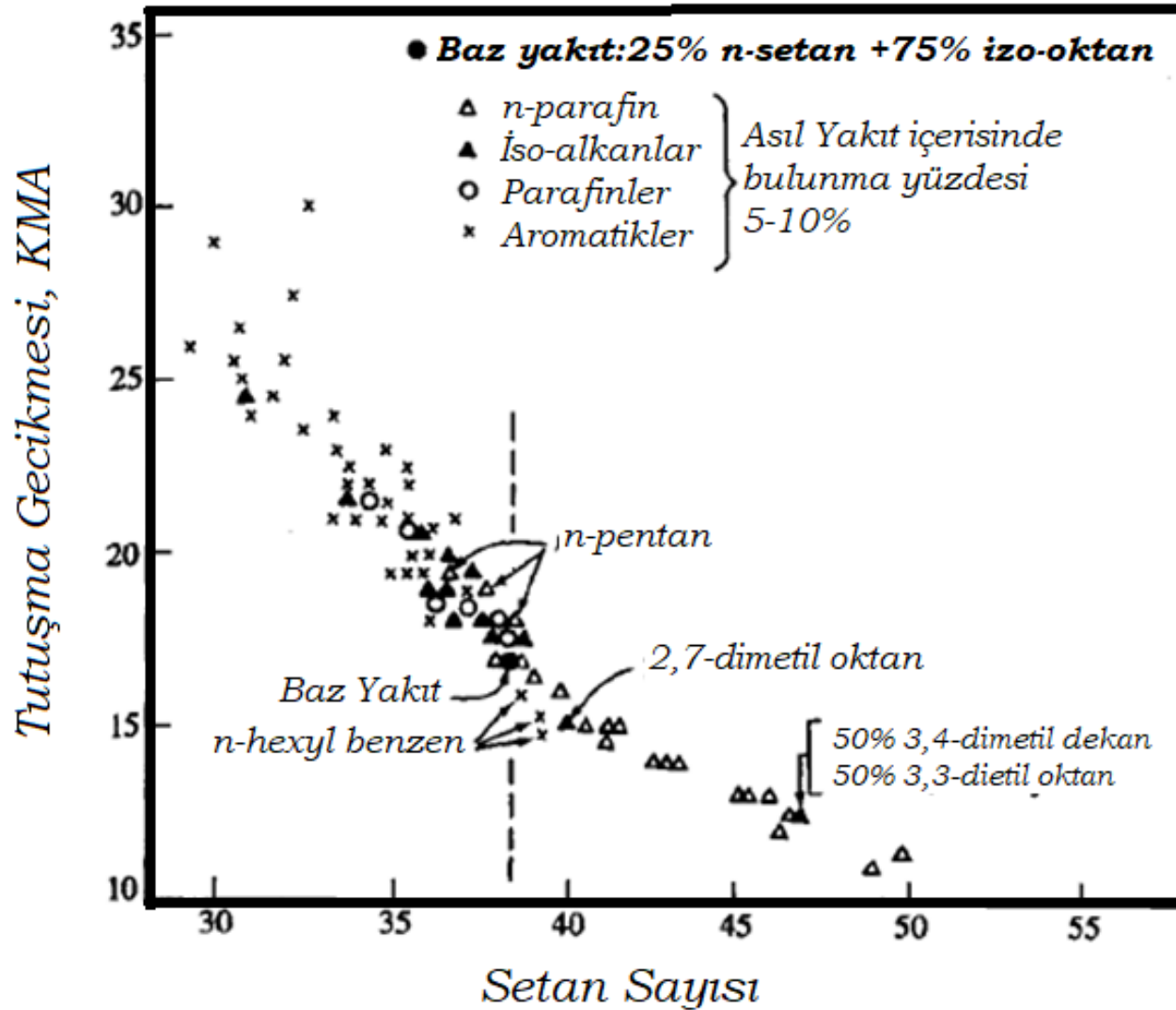
Avans azaldıkça.....

- Güç düşer
- Egzoz sıcaklığı yükselir
- Yakıt sarfiyatı artar



❖ Krank miline tutuşma sıcaklığı, tutuşma periyodunu etkilediği için yakıtın en önemli özelliğidir. Daha düşük kendi kendine tutuşma sıcaklığı gecikme periyodunu azaltır. Aynı şekilde yakıtın setan sayısı yükseldikçe gecikme periyodu kısalır ve motor daha düzgün çalışır. Gecikme periyodunu etkileyen diğer yakıt özellikleri, uçuculuk, gizli ısı, viskozite ve yüzey gerilimidir.

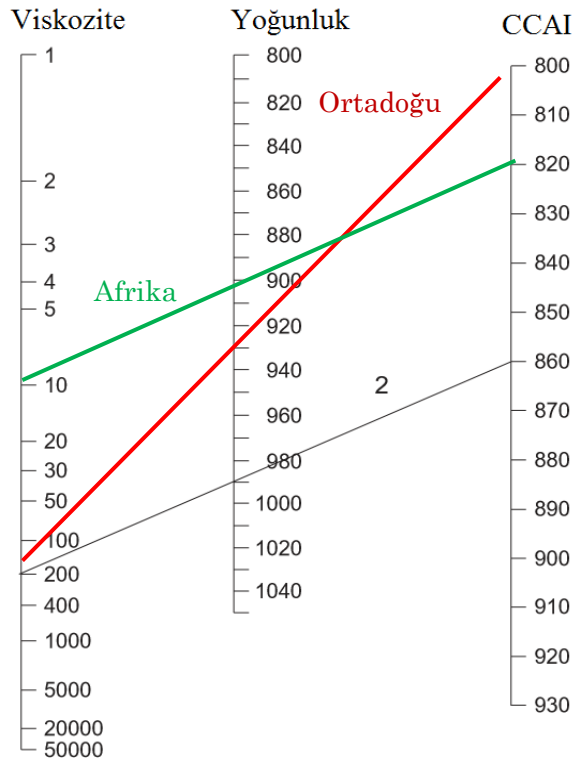
Yakıt özelliklerinin etkisi-Yakıt yapısı



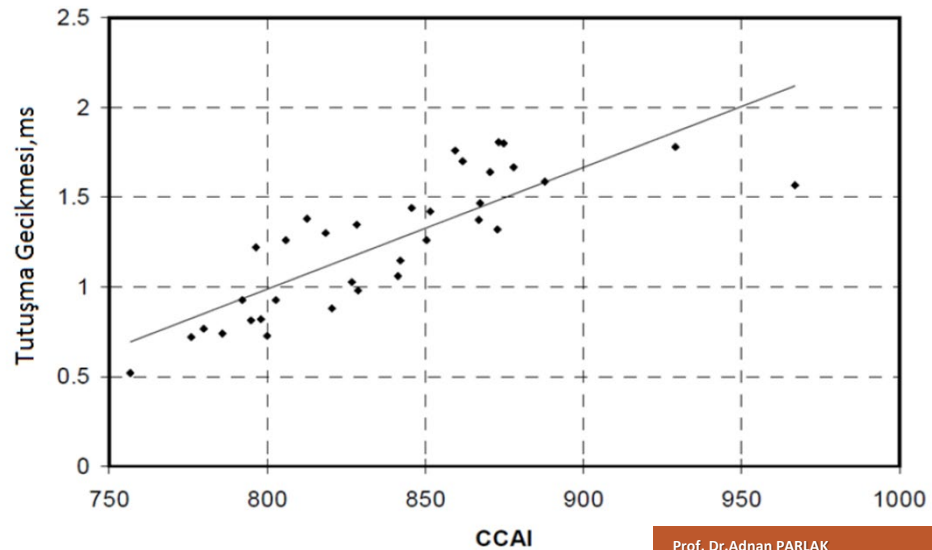
Yakıt içerisindeki bileşenlerin etkisi- Hesaplanmış Karbon Aromatik İndeksi (CCAI)

Bölge	Viskozite (50 °C) (cSt)	Yoğunluk (50 °C) (kg/m³)	CCAI	Flash point (°C)
Afrika	10	911	828	97
Asya	110.7	926	801	111
Kuzey Amerika	14.7	925	833	110
Latin Amerika	52.1	911	797	97
Ortadoğu	180	934	803	118
Avrupa	17.2	908	813	94
Rusya	66.4	932	814	116

$$CCAI = D - 140.7 \log(\log(V + 0.85)) - 80.6 - 483.5 \log\left(\frac{t + 273}{323}\right)$$



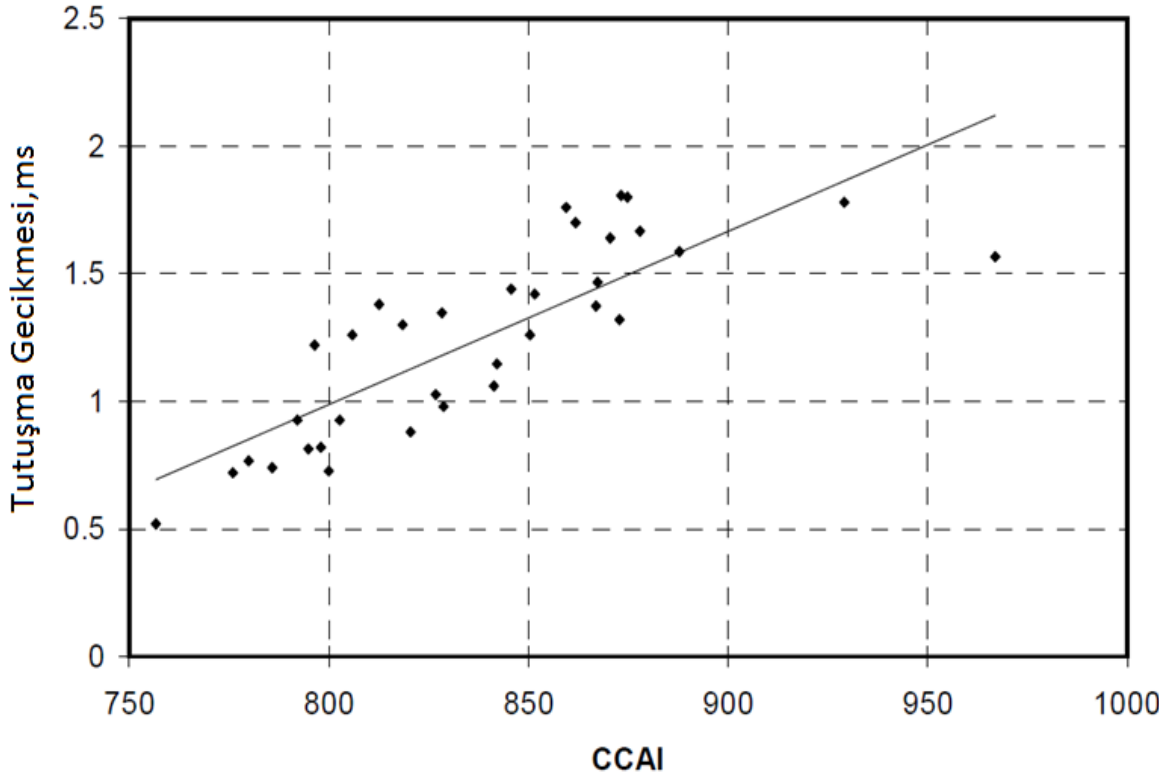
- ❖ VLSFO yoğunluk ve viskozitesi geniş ölçüde değişebilen yakıtlar olduğundan yanma sorunlarıyla karşılaşılabilir.
- ❖ Yeni parafinik veya aromatik yakıtlar da bu değer 800-870 arasında olduğu hesaplanmaktadır.



Prof. Dr.Adnan PARLAK

Düşük Kompresyon Basıncının TG ne etkisi

$$CCAI = \rho - 140.7 \log(\log(v + 0.85)) - 210 \ln\left(\frac{T + 273}{323}\right) - 80.6$$



$$p_2 = p_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k = p_1 (\varepsilon)^k$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = T_1 (\varepsilon)^{k-1}$$

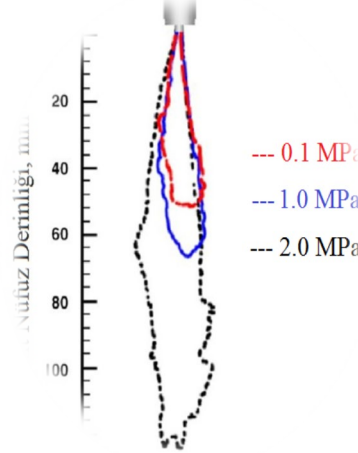


Penetrasyon ve Püskürtme Açısı

$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{1}{A} 4\pi \left(\frac{\rho_g}{\rho_y} \right)^{0.5} \frac{\sqrt{3}}{6}$$

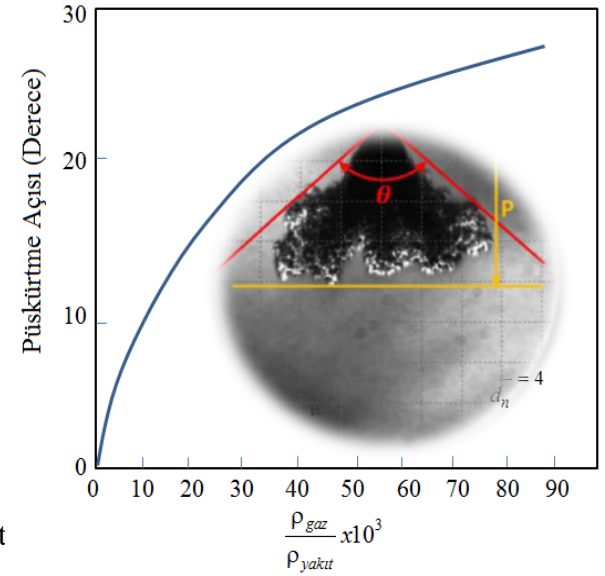
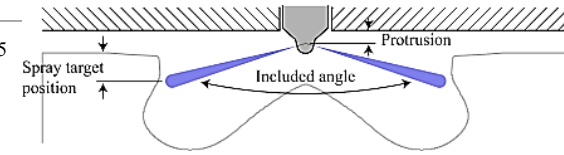


$$S = 3.07 \left(\frac{\Delta P}{\rho_g} \right)^{0.25} (td_n)^{0.5} \left(\frac{294}{T_g} \right)^{0.25}$$



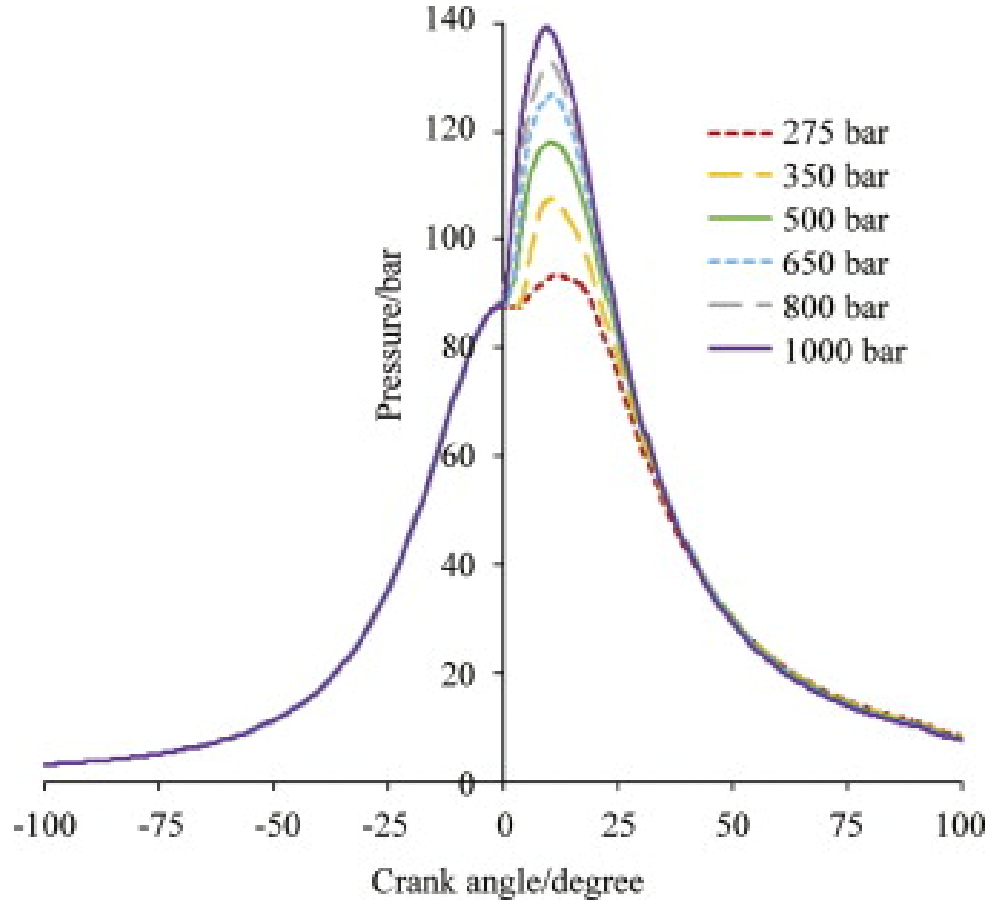
Kompresyon basıncının yakıt nüfuz derinliğine etkisi

Prof.Dr.Adnan
PARLAK

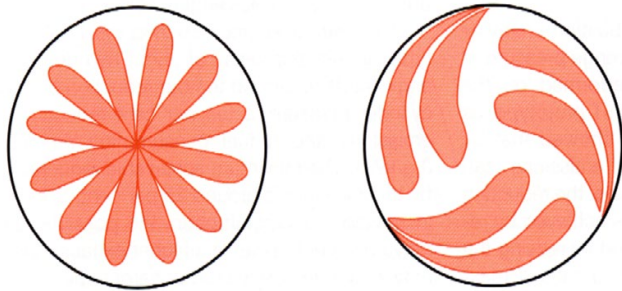
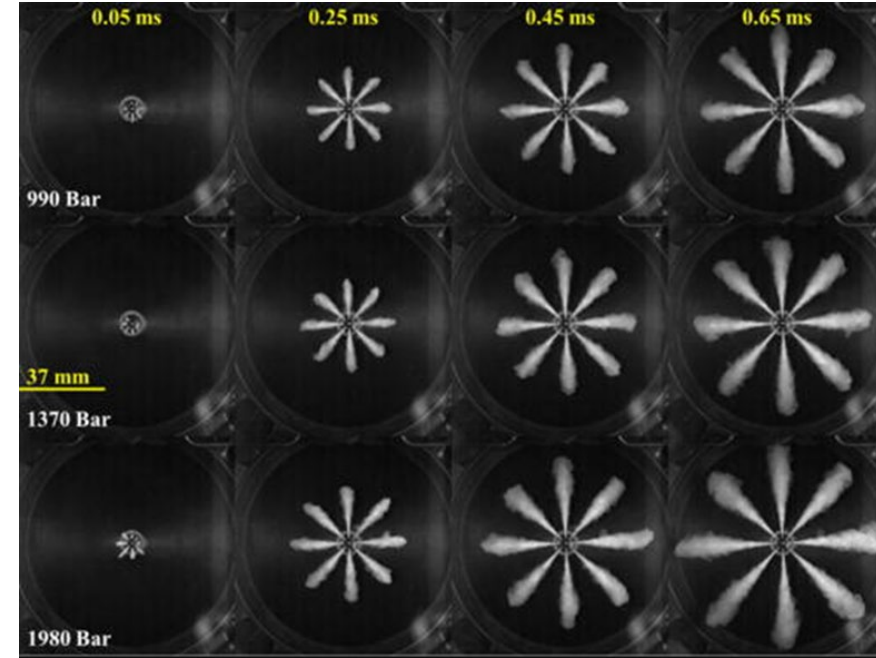
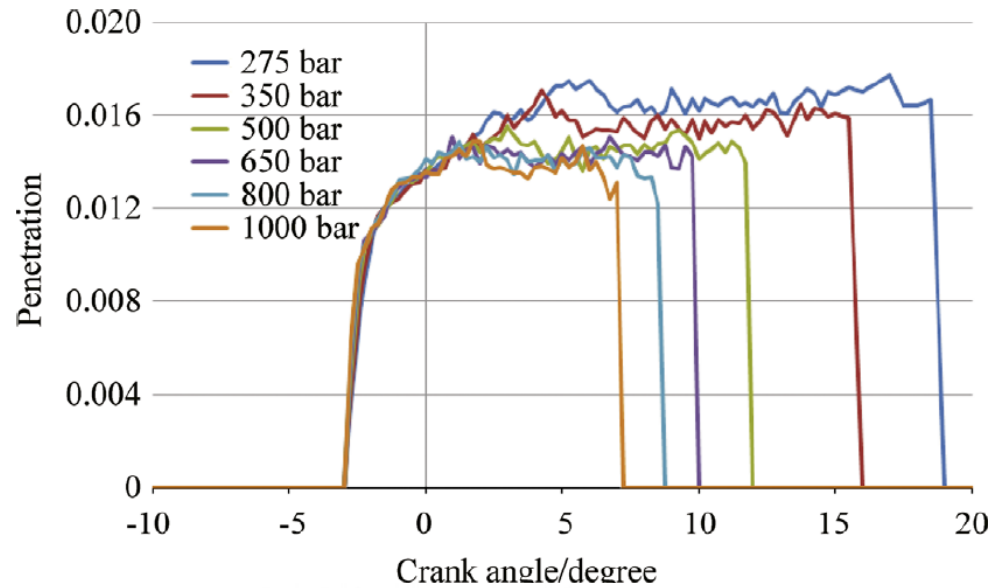


Püskürtme açısı üzerine yakıt ve yanma odası basıncının etkisi (ρ_{gas}/ρ_{fuel})

Püskürtme Basıncı/Injection Pressure



Püskürtme Basıncının Penetrasyon Mesafesine etkileri

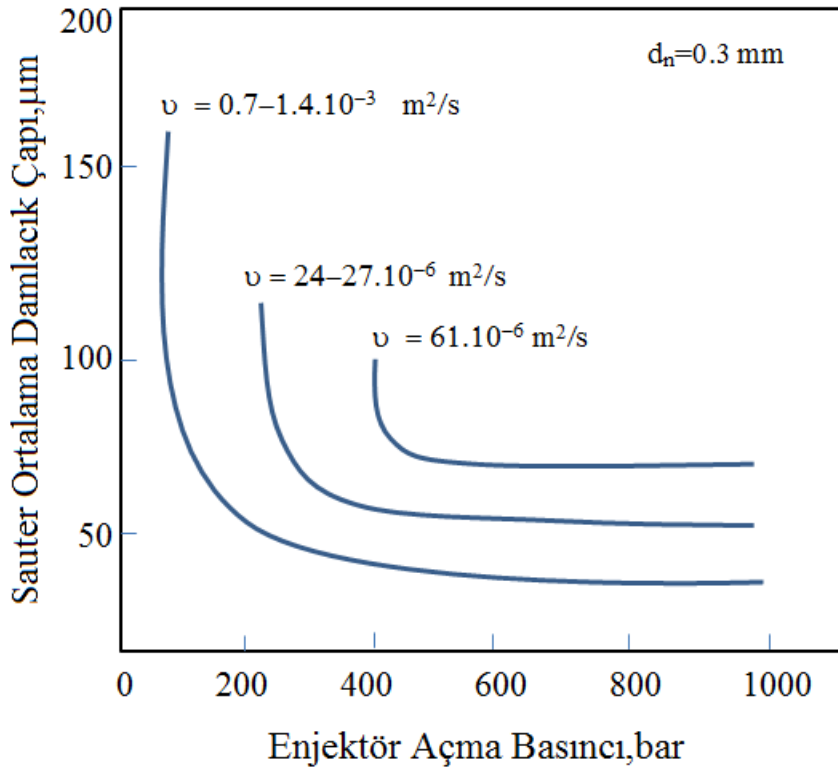


$$S = 3.07 \left(\frac{\Delta p}{\rho_g} \right)^{1/4} (t \cdot d_n)^{1/2} \left(\frac{294}{T_g} \right)^{1/4} \quad (m) \quad (m)$$

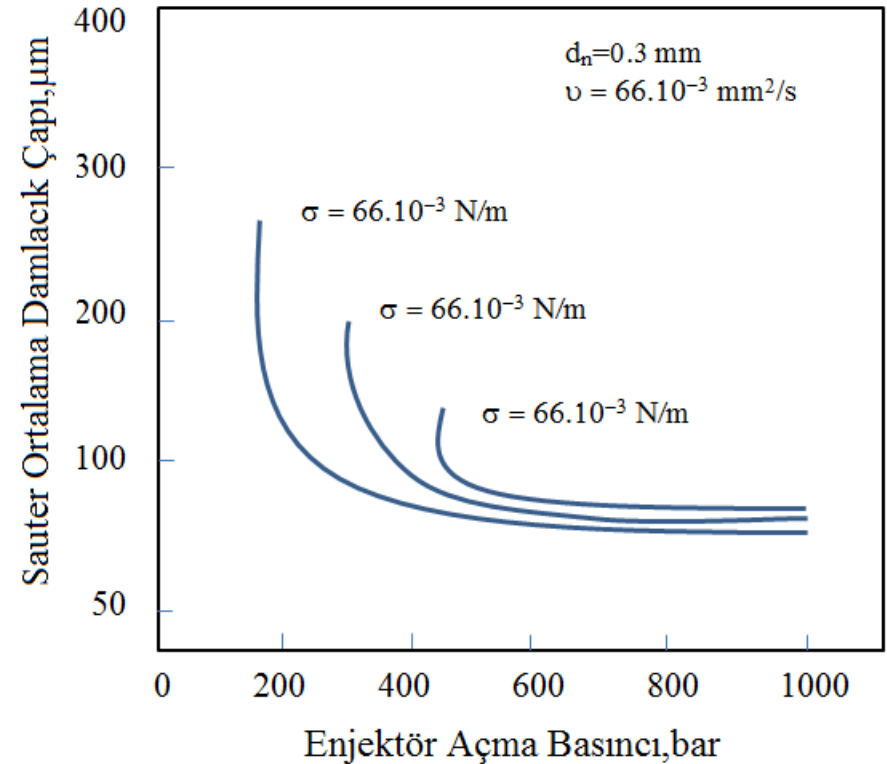
Δp enjektör basınç düşmesi ($P_{inj} - P_g$), t enjeksiyon süresi (s), d_n nozul delik çapı (m), S ve d_n

Yakıt atomizasyonu ve damlacık çapına viskozite ve yüzey gerilmesinin etkisi

viskozitenin etkisi



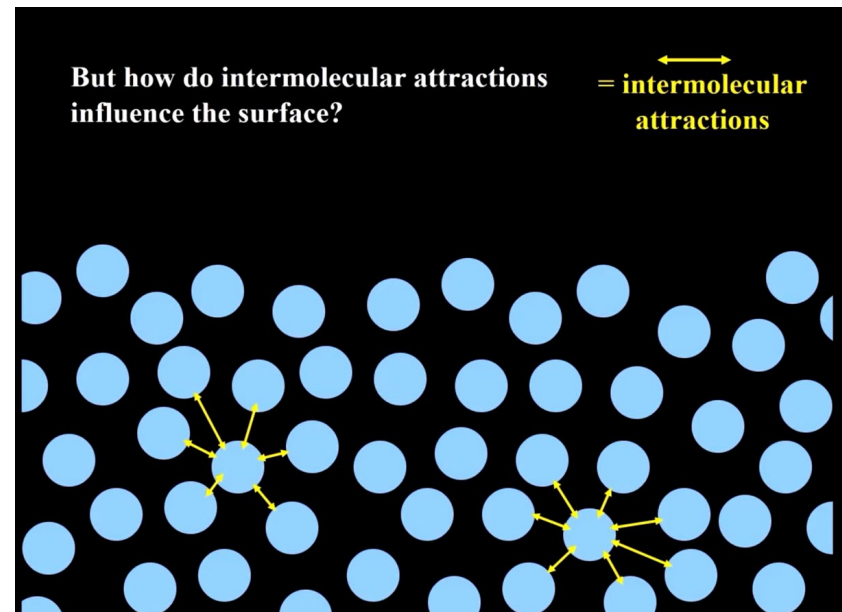
Yüzey gerilme kuvvetinin etkisi



Yakıt atomizasyonu ve damlacık çapına vizkozite ve yüzey gerilmesinin etkisi

viskozitenin etkisi

Yüzey gerilme kuvvetinin etkisi



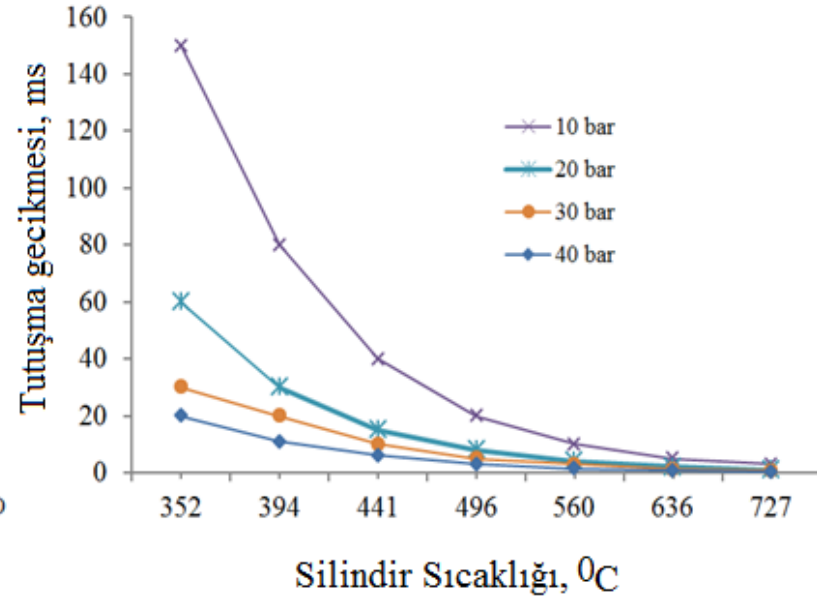
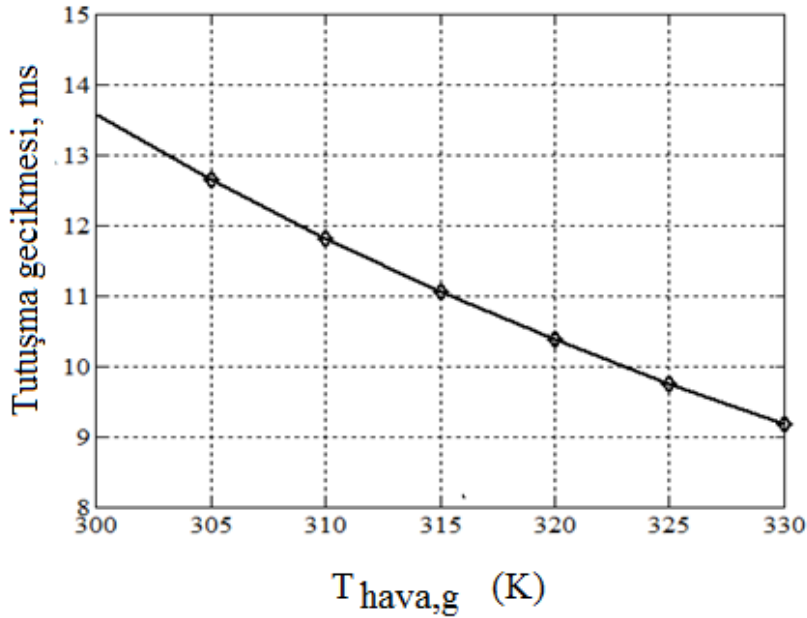
Giriş Hava Sıcaklık ve Basıncı

7-Giriş Hava Sıcaklığı:

Artan giriş sıcaklığı sıkışmış havanın sıcaklığı artırarak tutuşma gecikme süresini azaltır.

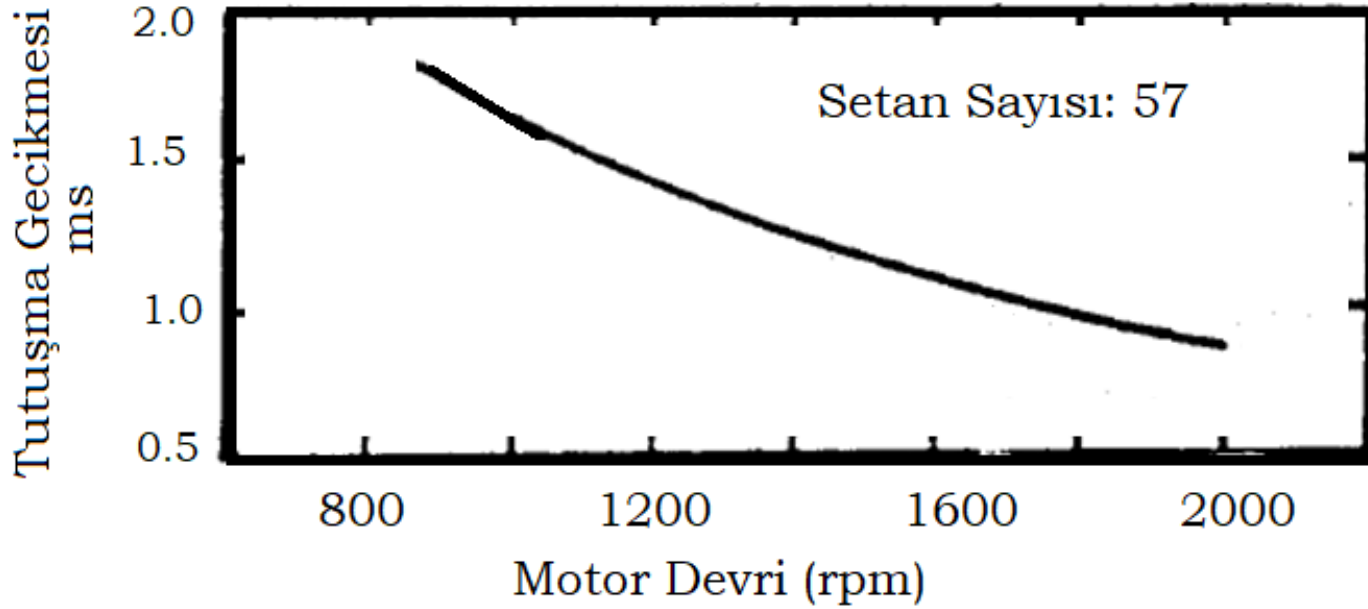
8-Giriş Hava Basıncı :

Giriş hava basıncını arttırmak veya aşırı doldurma kendi kendine tutuşma sıcaklığını düşürmekte ve dolayısıyla gecikme periyodu kısalmaktadır.

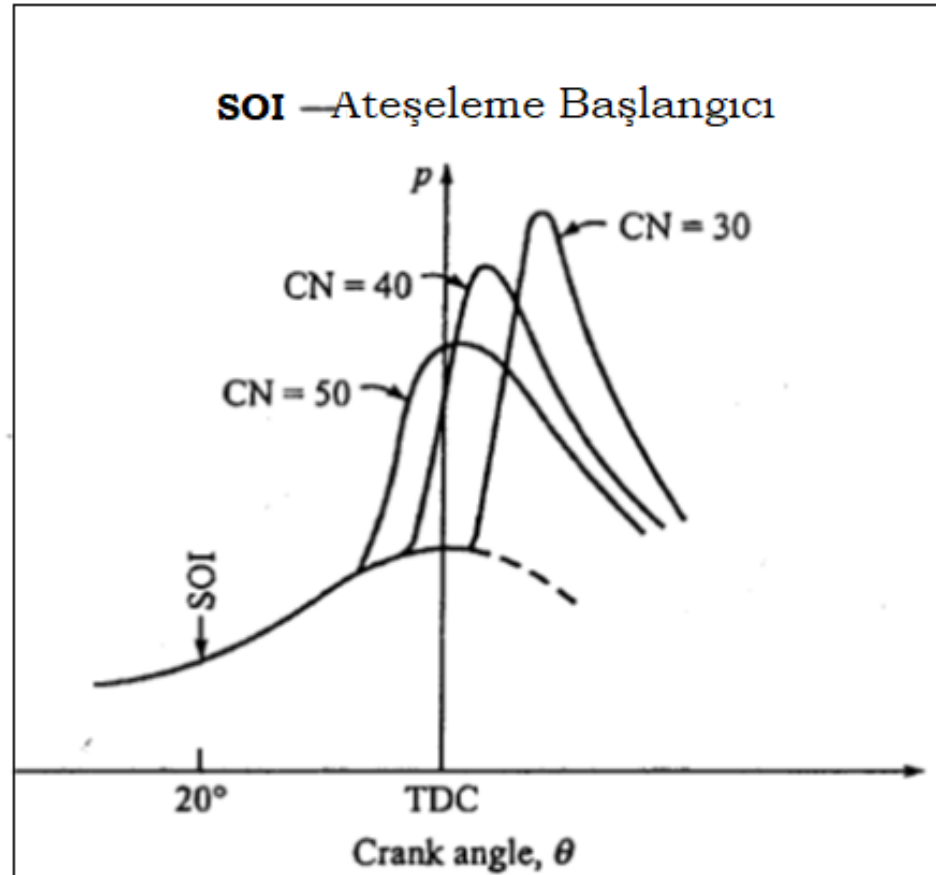
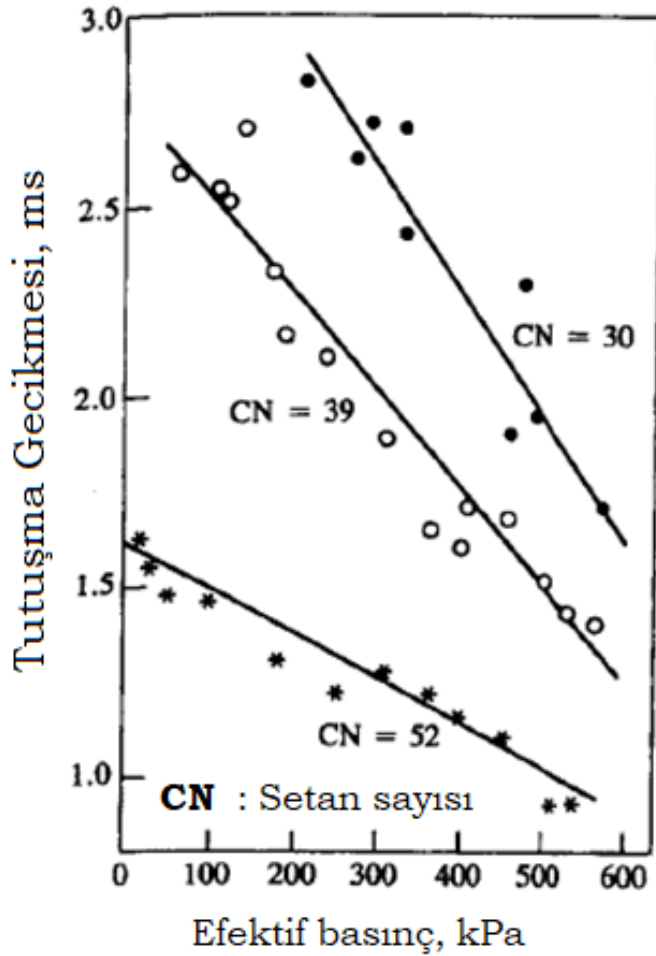


Motor Devri

- ❖ Motor devrinin artmasıyla sıkıştırma sırasında soğutma sistemine ısı kaybı azalır, bu da basınçlı havanın hem sıcaklığının hem de basıncının yükselmesine neden olarak milisaniye cinsinden gecikme süresini azaltır.



Yüke bağlı olarak farklı setan sayılı yakıtların avansa etkisi



Değişkendeki artma	TG ne etkisi	Sebebi
Setan Sayısı	Düşer	Yakıtın kendi kendine tutuşma sıcaklığı düşer
Püskürtme Basıncı	Düşer	Fiziksel gecikme süresi kısalır.
Püskürtme Avansı	Artar	Püskürtme başladığında basınç ve sıcaklık düşüktür.
Sıkıştırma Oranı	Düşer	Basınç ve sıcaklığı artırır. Oksijen ve yakıt moleküller arasındaki mesafe azaldığı için kendiliğinden tutuşma sıcaklığını düşürür. Kimyasal gecikme süresi kısalır.
Hava Giriş Sıcaklığı	Düşer	Sıkıştırma sonu sıcaklığı artırır.
Sil.Soğ. Suyu Sıcaklığı	Düşer	Cidar sıcaklığı yükseldiği için yanma odasından soğutmaya transfer eden ısı azalır. Silindir sıcaklığı artar. Özellikle soğuk havalarda ön ısıtıcının açılması ve soğutma suyunun ısıtılması hem silindir sıcaklığının artmasına hemde sıkıştırma sonu sıcaklığın artmasına katkı sağlar
Yakıt Sıcaklığı	Düşer	Yakıt viskozitesi düşer, yakıt çok daha iyi hava ile karışarak fiziksel gecikme süresini kısaltır.

Değişkendeki artma	TG ne etkisi	Sebebi
Giriş hava basıncı	Düşer	Havanın yoğunluğunu artırarak daha fazla hava ve yakıt moleküllerinin etkileşim içerisine girmesini sağlayarak yakıtın daha düşük sıcaklıkta tutuşmasını sağlar. Turbo doldurucu basıncının düşmesi aynı zamanda TG süresini de etkilemektedir.
Devir	Krank açısı cinsinden artar; ancak milisaniye olarak kısalır.	Isı transferi zamana bağlıdır. Devir arttıkça ısı transfer hızı artan motor hızına göre düşük kaldığı için silindir içerisindeki sıcaklık artar. Yüksek devirlerde motorun daha gürültüsüz çalışmasının sebebi bir sebebi budur.
Yük	Azalır	Silindire gönderilen yakıt miktarı arttığı için silindir içi sıcaklık artar. Yüksek devir ve yüklerde motor gürültüsünün azalmasının nedenlerinden biriside budur.