



T.M.M.O.B

Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası
The Chamber of Marine Engineers

**ISO 8217 YAKIT STANDARDI. VLSFO KULLANAN
GEMİLERDE UYGUN YAKIT SEÇİMİ VE VERİMLİ
İŞLETME ŞARTLARININ BELİRLENMESİ**

MODÜL-1

Prof.Dr.Adnan PARLAK

MODÜL-1 İÇERİK

- ❖ ISO 8217 :2017 Distile ve Ağır Yakıt Standardının tanıtımı. Karakteristiklerin Ana Makine ve DG üzerine etkileri (45 dakika)
- ❖ 5 dakika ara
- ❖ Separatörlerde alınan yakıt özelliklerine göre verimli ayırıştırma şartlarının (Seperatör giriş sıcaklığı, debi, gravite disk seçimi ve çalışma modları etkileri) (40 dakika)
- ❖ 10 dakika ara
- ❖ Yakıt alım öncesi en uygun yakıt alternatifinin seçimi
- ❖ Yakıt alımı sonrası ana makine ve DG için uygun yakıt sıcaklıklarının belirlenmesi, pompa ve enjektörler açısından müsaade dilen yakıt sıcaklık alt ve üst limitlerinin belirlenmesi,
- ❖ Yakıt özelliklerine göre change-over şartlarının belirlenmesi
- ❖ Gemiye alınan VLSFO için uygun çalışma şartlarının ve alınması gereken önlemlerin belirlenmesi (45 dakika)

Atölye çalışması: oluşturulacak 4-5 li gruplar kendilerine verilecek «case study» ye göre uygun işletme şartlarını belirtir bir rapor hazırlayacak ve her grup sunum yapacak.

- ❖ Grup çalışması ve rapor hazırlanması (30 dakika)
- ❖ Her grubun sunumu için 10 dakika (10x5=50 dakika)
- ❖ Sorular için 5 dakika (5x5=25 dakika)

SINAV: Sunum puanı (60 puan) ve çoktan seçmeli test (40 puan)

ISO 8217 VE YAKIT KALİTESİNİN İŞLETME AÇISINDAN ÖNEMİ

- ❖ **Yakıtın kirlilik derecesi ve türü**/*Degree and type of contamination*
- ❖ **Depolama sürecinde yakıt stabilitesi**/*Stability during storage*
- ❖ **Diğer yakıtlarla uyumluluk durumu**/*Compatibility with other fuels*
- ❖ **Taşıma kolaylığı-transfer ve arıtma**/*Easy of handling-transfer and treatment*
- ❖ **Enerji değeri**/*Energy equivalence*
- ❖ **Fiziksel özellikler**/*Physical equivalence*
- ❖ **Kimyasal yapı**/*Chemical make up*
- ❖ **Tutuşma performansı**/*Ignition Performance*
- ❖ **Yanma performansı**/*Combustion Performance*
- ❖ **Makine bileşenlerinde hasar ve aşınma**/*Damage to and wear of engine component*
- ❖ **Kirletme potansiyeli-Türboşarjer ve egzoz sistemi**/*Fouling potential-turbocharger and exhaust system*
- ❖ **Çevreyi kirletme potansiyeli**/*Pollution potential*



REQUIREMENTS FOR MARINE DISTILLATE FUELS

Characteristic	Unit	Limit	Category ISO-F-						Test method(s) and references
			DMX	DMA	DFA	DMZ	DMB	DFB	
Kinematic viscosity at 40 °C	mm ² /s *	Max	5,500	6,000	6,000	6,000	11,00	ISO 3104	
		Min	1,400	2,000	3,000	2,000			
Density at 15 °C	kg/m ³	Max	-	890,0	890,0	900,0	ISO 3675 or ISO 12185; see 6.1		
Cetane index	-	Min	45	40	40	35	ISO 4264		
Sulfur ^b	mass %	Max	1,00	1,00	1,00	1,50	ISO 8754 or ISO 14596, ASTM D4294; see 6.3		
Flash point	°C	Min	43,0	60,0	60,0	60,0	ISO 2719; see 6.4		
Hydrogen sulfide	mg/kg	Max	2,00	2,00	2,00	2,00	IP 570; see 6.5		
Acid number	mg KOH/g	Max	0,5	0,5	0,5	0,5	ASTM D664; see 6.6		
Total sediment by hot filtration	mass %	Max	-	-	-	0,10 *	ISO 10307-1; see 6.8		
Oxidation stability	g/m ³	Max	25	25	25	25 ^d	ISO 12205		
Fatty acid methyl ester (FAME) *	volume %	Max	-	-	7,0	-	ASTM D7963 or IP 579; see 6.10		
Carbon residue – Micro method on the 10 % volume distillation residue	mass %	Max	0,30	0,30	0,30	-	ISO 10370		
Carbon residue – Micro method	mass %	Max	-	-	-	0,30	ISO 10370		
Cloud point ^f	winter	°C	Max	-16	report	report	-	ISO 3015; see 6.11	
	summer	°C	Max	-16	-	-	-		
Cold filter plugging point ^f	winter	°C	Max	-	report	report	-	IP 309 or IP 612; see 6.11	
	summer	°C	Max	-	-	-	-		
Pour point (upper) ^f	winter	°C	Max	-	-6	-6	0	ISO 3016; see 6.11	
	summer	°C	Max	-	0	0	6		
Appearance			Clear and Bright ^g			*	see 6.12		
Water	volume %	Max	-	-	-	0,30 *	ISO 3733		
Ash	mass %	Max	0,010	0,010	0,010	0,010	ISO 6245		
Lubricity, corrected wear scar diameter (WSD) at 60 °C ^h	µm	Max	520	520	520	520 ^d	ISO 12156-1		

F: Petrol ürünü
DM: Distile Marine
RM: Residual Marine
FA : Fatty Acid (Biyodizel %7)
X,A,B,C,...Z : Yakıt Özellikleri

ISO 8217:2017

Specifications of Marine Fuels

Fuel Oil – Marine Residual Fuels

Characteristic	Unit	Limit	Category ISO-F-										Test method reference		
			RMA				RMB				RMK				
			10	30	80	180	180	380	500	700	380	500		700	
Kinematic viscosity at 50C	mm ² /s *	Max	10	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700	ISO 3104	
Density at 15C	kg/m ³	Max	920,0	960,0	975,0	991,0	991,0				1010,0			ISO 3675 or ISO 12185; see 6.1	
CCAI	-	Max	850	860	860	860	870				870			see 6.2	
Sulfur ^b	mass %	Max	Statutory requirements										ISO 8754 or ISO 14596 or ASTM D4294; see 6.3		
Flash point	C	Min	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0				60,0			ISO 2719; see 6.4	
Hydrogen sulfide	mg/kg	Max	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00				2,00			IP 570; see 6.5	
Acid number ^c	mg KOH/g	Max	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				2,5			ASTM D664; see 6.6	
Total sediment – Aged	mass %	Max	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				0,10			ISO 10307-2; see 6.9	
Carbon residue – Micro method	mass %	Max	2,50	10,00	14,00	15,00	18,00				20,00			ISO 10370	
Pour point (upper) ^d	winter	C	Max	0	0	30	30	30				30			ISO 3016
	summer	C	Max	6	6	30	30	30				30			
Water	volume %	Max	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50				0,50			ISO 3733	
Ash	mass %	Max	0,040	0,070	0,070	0,070	0,100				0,150			ISO 6245	
Vanadium	mg/kg	Max	50	150	150	150	350				450			IP 501, IP 470 or ISO 14597; see 6.14	
Sodium	mg/kg	Max	50	100	100	50	100				100			IP 501, IP 470; see 6.15	
Aluminium plus silicon	mg/kg	Max	25	40	40	50	60				60			IP 501, IP 470 or ISO 10478; see 6.16	
Used lubricating oil (ULO): – Calcium and zinc; or Calcium and phosphorus	mg/kg	-	Calcium > 30 and zinc > 15 or Calcium > 30 and phosphorus > 15										IP 501 or IP 470, IP 500; see 6.17		

a 1 mm²/s = 1 cSt.
b The purchaser shall define the maximum sulfur content in accordance with relevant statutory limitations. See Introduction.
c See Annex E.
d Purchasers should confirm that this pour point is suitable for the ship's intended area of operation.

1 OCAK 2020 DEN SONRA YAKIT İSİMLERİ

❖ 1 Ocak 2020 tarihinden sonra yakıt terminolojisi değişmiştir. Bu terminolojide yakıtlar kükürt içeriğine göre kategorize edilmektedir.

- HFO: Heavy Fuel Oil
- MGO: Marine Gas Oil
- DM: Distillate Marine (fuel that does not need heating)
- RM: Residual Marine (fuel that needs heating)
- MDO: Marine Diesel Oil
- ULSFO: Ultra Low Sulphur Fuel Oil
- VLSFO: Very Low Sulphur Fuel Oil
- HSFO: High Sulphur Fuel Oil

Sulphur content	HFO (RM-grades)	MDO (DMB, DFB)	MGO (DMA, DFA, DMZ, DFZ)
$S \leq 0.10 \%$	ULSFO RM		ULSFO DM
$0.10 \% < S \leq 0.50 \%$	VLSFO RM		VLSFO DM
$0.50 \% < S$	HSFO RM*		HSFO DM*

* Sadece **Scrubber** kullanan gemiler için müsaade edilmektedir.



OKSİDASYON STABİLİTESİ/ OXIDATION STABILITY

Oksidasyon Stabilitesi:

- ❖ Distile yakıtların oksidasyon yoluyla bozunması, yakıt stabilite sorunlarına yol açabilir. Kararsız distile yakıtlar, **çözünmeyen organik partiküller** oluşturabilir ve bu partiküller yakıt filtrelerini tıkeleyebilir, aşınmaya neden olabilir ve enjektör birikimlerine katkıda bulunabilir.
- ❖ Ayrıca, yağ asidi metil esterleri (FAME), yakıtın oksidasyon stabilitesini etkileyebilir





1



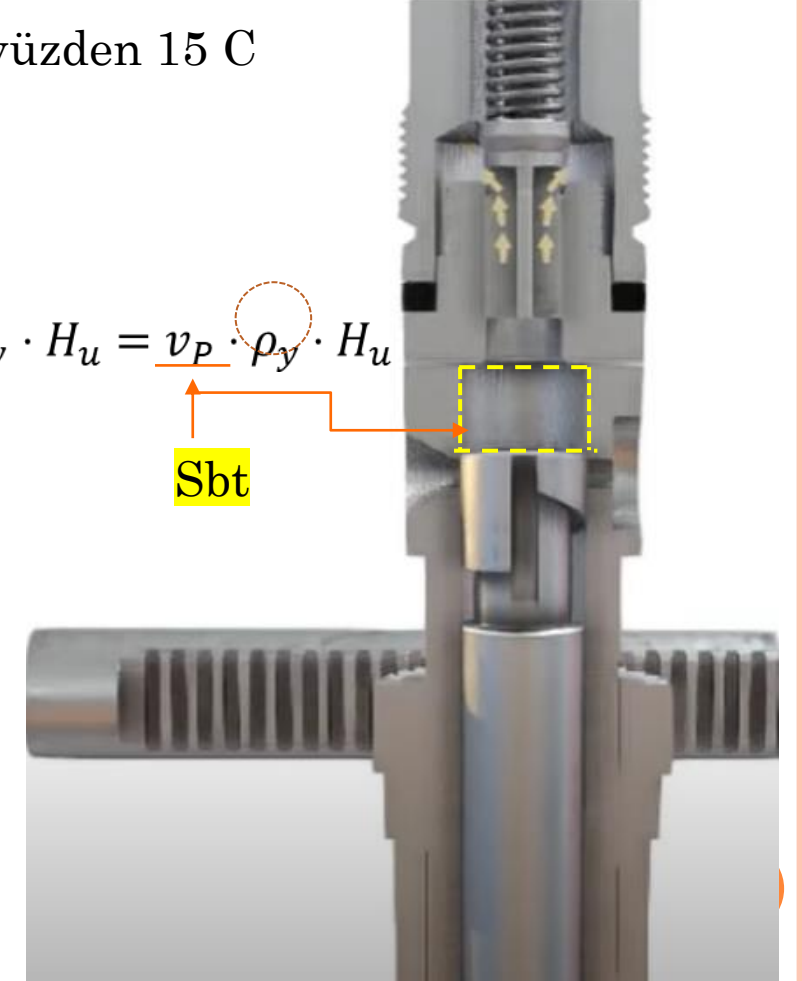
Yoğunluk

1.YOĞUNLUK/DENSITY

Yakıt yoğunluğu gemilerde operasyonel nedenlerle önemlidir. Yakıt standartlarını sağlamak için farklı yoğunluktaki yakıt karıştırılabilir.

- ❖ Yakıt yoğunluğu sıcaklık artışıyla ters orantılı olarak değişir. 0 yüzden 15 C deki yoğunluğu verilir.
- ❖ Birim hacmin kütleli değeri gösterir. ($\text{kg/m}^3, \text{g/cm}^3$)
- ❖ Yakıtın separatörde verimli ayrıştırılması için gereklidir.
- ❖ Yoğunluk silindire yakıtla gönderilen enerji miktarını belirler
- ❖ Yakıt yoğunluğu düştükçe silindire gönderilen yakıtın enerji değeri düşer. HFO den MGO e geçildiğinde aynı rack değerinde gemi hızındaki azalmanın nedeni budur.

$$Qg = m_y \cdot H_u = \frac{v_P \cdot \rho_y \cdot H_u}{Sbt}$$



Yüksek yoğunluklu yakıtların sebep olduğu problemler:



- Kötü tutuşma performansı
- Kötü yanma performansı
- Yüksek kirlilik potansiyeli

1.YOĞUNLUK/DENSITY

Sıcaklığa bağlı yoğunluk düzeltmesi

$$\rho_T = \rho_{15} (1 - 0,00645(T - 15))$$

Örn. 0.5 m kıça trimli ve 400 m³ kapasiteye sahip No.1 ISK HFO TK a yoğunluğu 273,3 MT yakıt alınacaktır. Düzeltilmiş yoğunluk ve alınacak olan hacimsel yakıt miktarını bulunuz.15 C deki yoğunluğu 0,950 g/cm³ dür.

$$\rho_{@50C} = 0,9509(1 - 0,00645(50 - 15))$$

$$\rho_{@50C} = 0,9294$$

$$\begin{aligned} \text{Alınan Yakıt(m}^3\text{)} &= \text{Alınan Yakıt(MT)} / \rho_{@50C} \\ &= 273,3 \text{ (MT)} / 0,9294 \\ &= 294,39 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

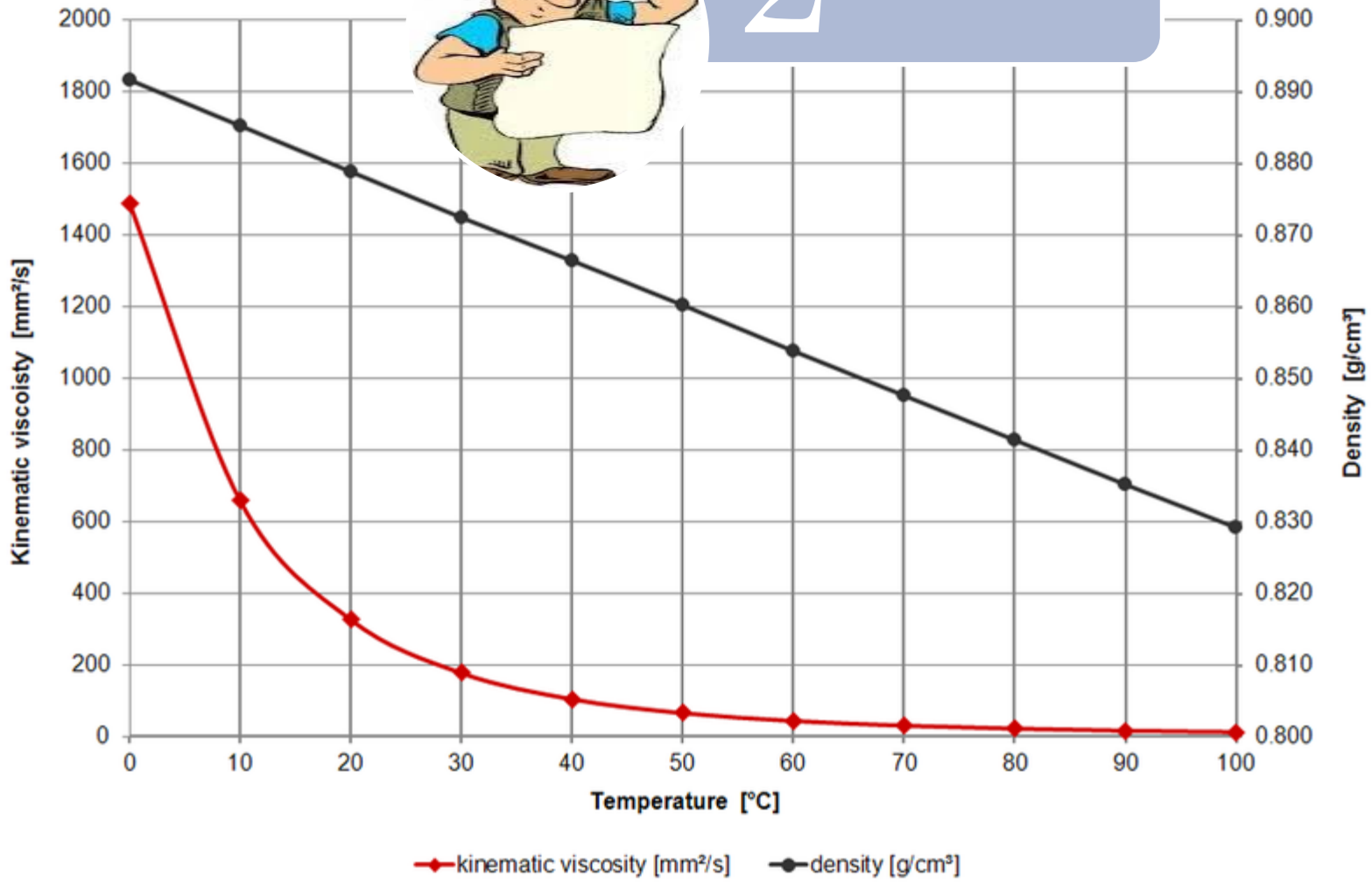
H.F.O.T (P)
COMP. NO 301

SHIP'S NAME : M.T EMPIRE PAJAJARAN
KIND OF SHIP : DWT 17,000 TON CLASS OIL/CHEMICAL TANKER

CAPACITIES IN CUBIC METRES

SOUNDING DEPTH CM	TRIM BY THE HEAD		TRIM BY THE STERN					
	0.50M	EVEN KEEL	0.50M	.00M	1.50M	2.00M	2.50M	3.00M
880	289.99	289.71	289.44	289.16	288.88	288.60	288.33	288.05
882	290.69	290.42	290.14	289.86	289.58	289.31	289.03	288.75
884	291.39	291.12	290.84	290.56	290.29	290.01	289.73	289.45
886	292.10	291.82	291.54	291.26	290.99	290.71	290.43	290.15
888	292.80	292.52	292.24	291.97	291.69	291.41	291.13	290.86
890	293.50	293.22	292.94	292.67	292.39	292.11	291.84	291.56
892	294.20	293.92	293.65	293.37	293.09	292.81	292.54	292.26
894	294.90	294.62	294.35	294.07	293.79	293.52	293.24	292.96
896	295.60	295.33	295.05	294.77	294.49	294.22	293.94	293.66
898	296.30	296.03	295.75	295.47	295.20	294.92	294.64	294.36

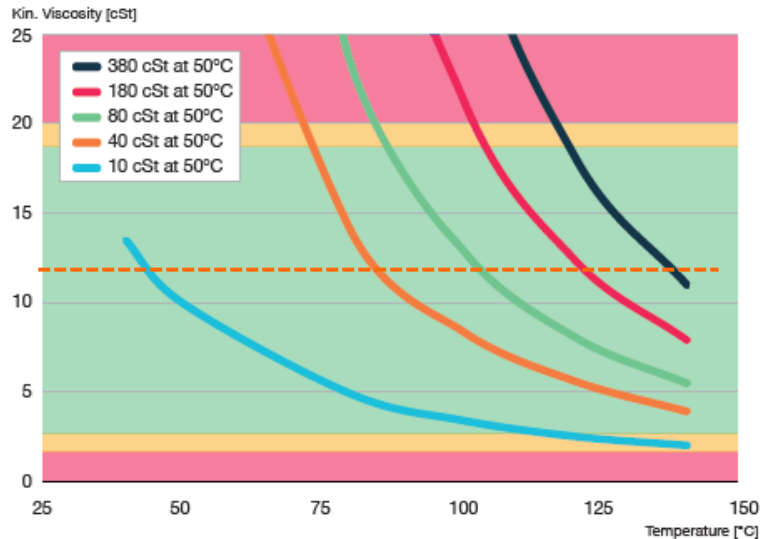
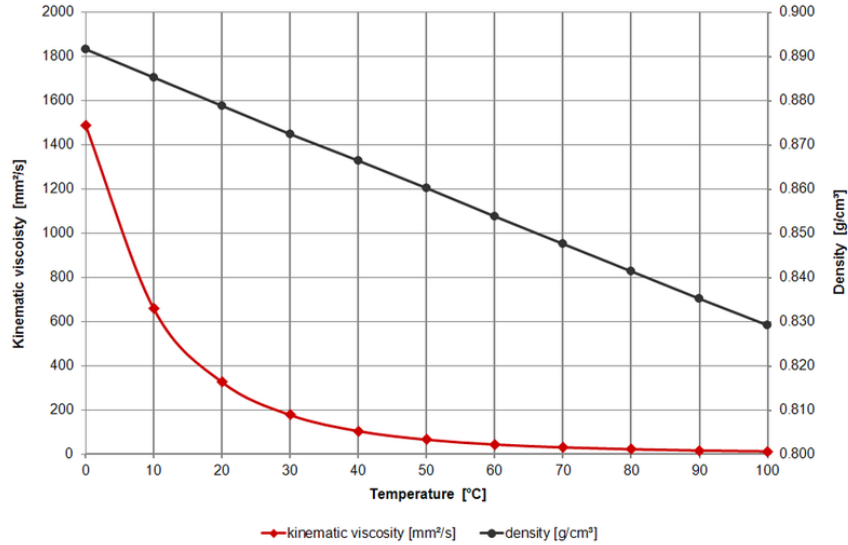
2



Viskozite

1.Kinematik Viskozite / Kinematic viscosity

Viskozite : Viskozite bir akışkanın kendi akışına karşı gösterdiği iç dirençtir. Birimi mm^2/s olup, ($1\text{mm}^2/\text{s}=1\text{cSt}$). **Distile yakıtların vizkozitesi 40°C de, Residual yakıtların ise 50°C de verilir.**



- Normal ana makine yakıt giriş viskozitesi **12-13 cSt** arasındadır.
- Farklı viskozitedeki VLSFO yakıtların makine girişindeki viskoziteyi sabitlemek için yakıt sıcaklığının değişmesi gerekir.
- Pompa ve enjektörlerin aşınmaması ve tutmaması için ana Makine ve DG yakıt giriş viskozitesi **2-3 cSt** altına düşürülmemelidir.
- VLSFO yakıtlarda viskozite değişkendir. Her yakıt alımına özel yakıt sıcaklığı istenilen viskoziteyi sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır.
- Düşük viskoziteli yakıtlar, yakıt pompasının işlevini üç şekilde tehdit eder:
 - *Hidrodinamik yağ tabakasının bozulması, bunun sonucunda mekanik kilitlemeler(tutma, kazıklama) oluşabilir.*
 - *Yetersiz enjeksiyon basıncı, ilk start ve düşük yükte işletme şartlarını kötüleştirir.*
 - *Yetersiz yakıt index marjı, geminin hızlanmasını sınırlar.*
- Yakıt devresi üzerindeki tüm pompalarda(besleme pompaları, sirkülasyon pompaları, transfer pompaları ve besleme pompaları) viskozite **2 cSt** altına düşürülmemelidir.
- Yüksek viskozite ise elektrik motorlarının aşırı yüklenmesine ve pompalama sorunlarına neden olur.

1.Farklı viskozitedeki yakıtların ana makinede sebep olacağı işletme sorunları

- Change-Over işlemi esnasında viskozite 2 cSt altına düşmemeli 13 cSt üzerine çıkmamalıdır.

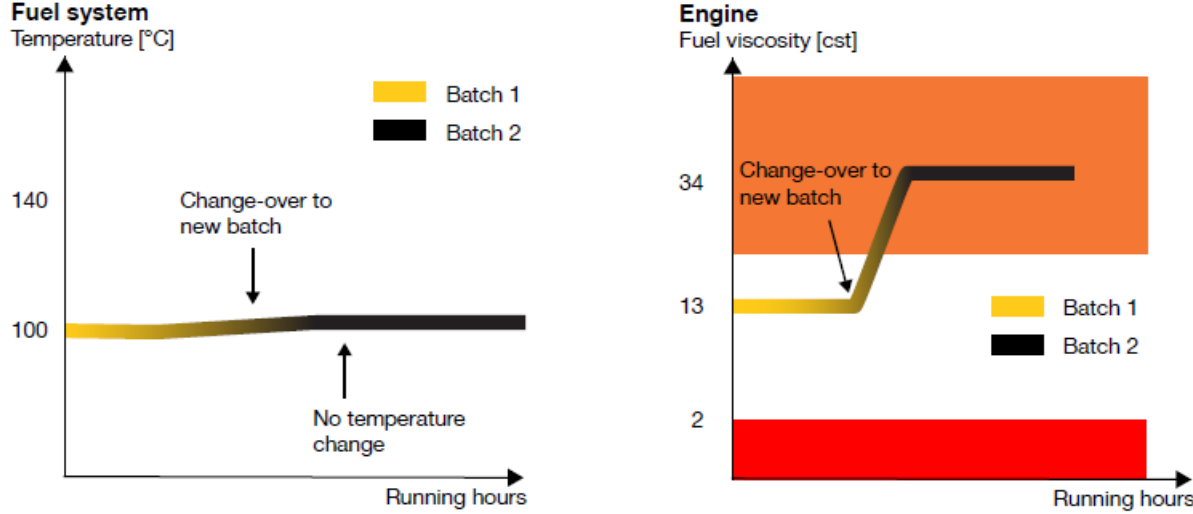


Fig. 21: The figures show a change-over from a fuel with a viscosity of 80 cSt at 50°C (Batch 1) to a fuel with viscosity 380 cSt at 50°C (Batch 2) without changing the temperature of the fuel. Note that the viscosity at engine inlet will be too high.

- ✓ A yakıtı (80 cSt @50 °C)
- ✓ B yakıtı (380 cSt @50 °C)

- ✓ A yakıtı makineye 13 cst ile girmesi için 100 C ye ısıtarak pompaya sevk ederken, B yakıtını (380 cSt) aynı sıcaklığa ısıtıp gönderildiğinde yakıt ana makineye 34 cSt de girecektir.
- ✓ Bu kötü püskürtme karakteristiği ve kötü yanma demektir.

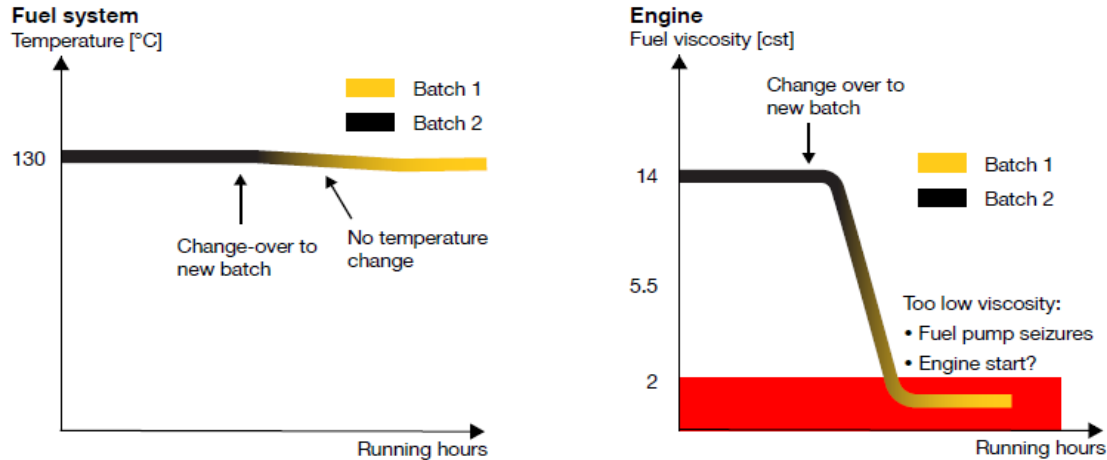


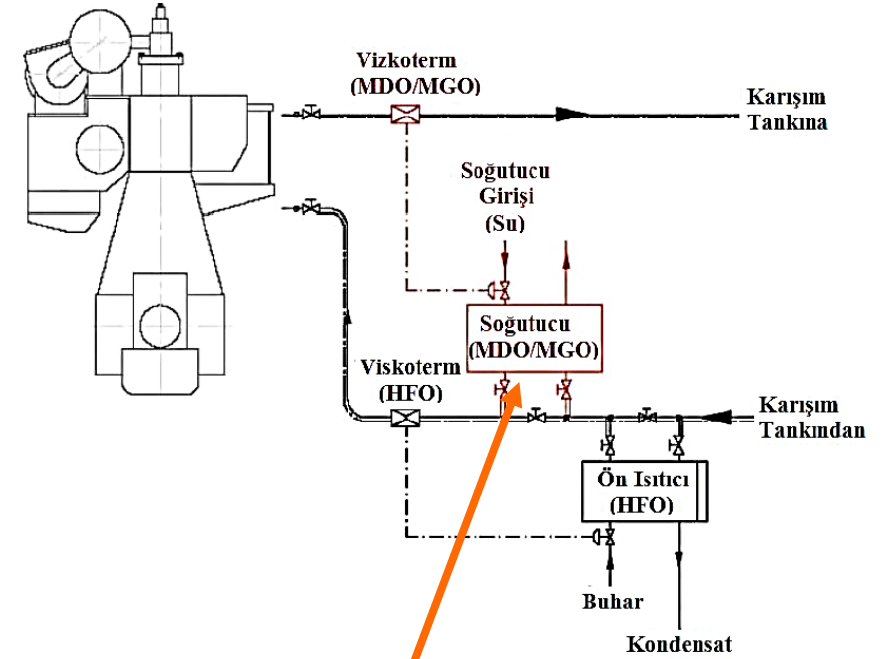
Fig. 22: The figures show a change-over from a fuel with a viscosity of 380 cSt at 50°C (Batch 1) to a fuel with viscosity 8 cSt at 50°C (Batch 2) without changing the temperature of the fuel. Note that the viscosity at engine inlet will be too low.

- ✓ A yakıtı (380 cSt @50 C)
- ✓ B yakıtı (8 cSt @50 C)

- ✓ A yakıtı makineye 13 cst ile girmesi için 130 C ye ısıtarak pompaya sevk ederken, B yakıtını (8 cSt) aynı sıcaklığa ısıtıp gönderildiğinde yakıt ana makineye 1 cSt civarında girecektir.
- ✓ Bu durumda, tüm pompalarda yüksek aşınma ve tutma(kazıklama) meydana gelecektir.

1.2 YAKIT VİSKOZİTESİNİN 2 cSt ALTINA DÜŞME DURUMUNDA ORTAYA ÇIKABİLECEK HANDİKAPLAR

- Düşük viskoziteli yakıtlarda yakıt sıcaklığı düzgün ayarlanmadığı takdirde, makine girişindeki viskozitenin 2cSt altına düştüğünde pompa ve enjektörlerde hızlı aşınma,
- Yüksek aşınma barıl-plenger grubunda yakıt sızıntı kaybını artırdığı için ilk hareket problemlerine neden olur.
- Pompa basma basıncı düşeceği için geminin daha düşük hızla ivmelenmesine neden olur ve geminin manevra kabiliyetini olumsuz etkileyebilir.
- **Change-Over** periyodunda yakıt ısıtıcısının sıcaklığını yeteri kadar düşürmeden HFO e geçilmesi durumunda viskozitenin çok düşme sorunu.

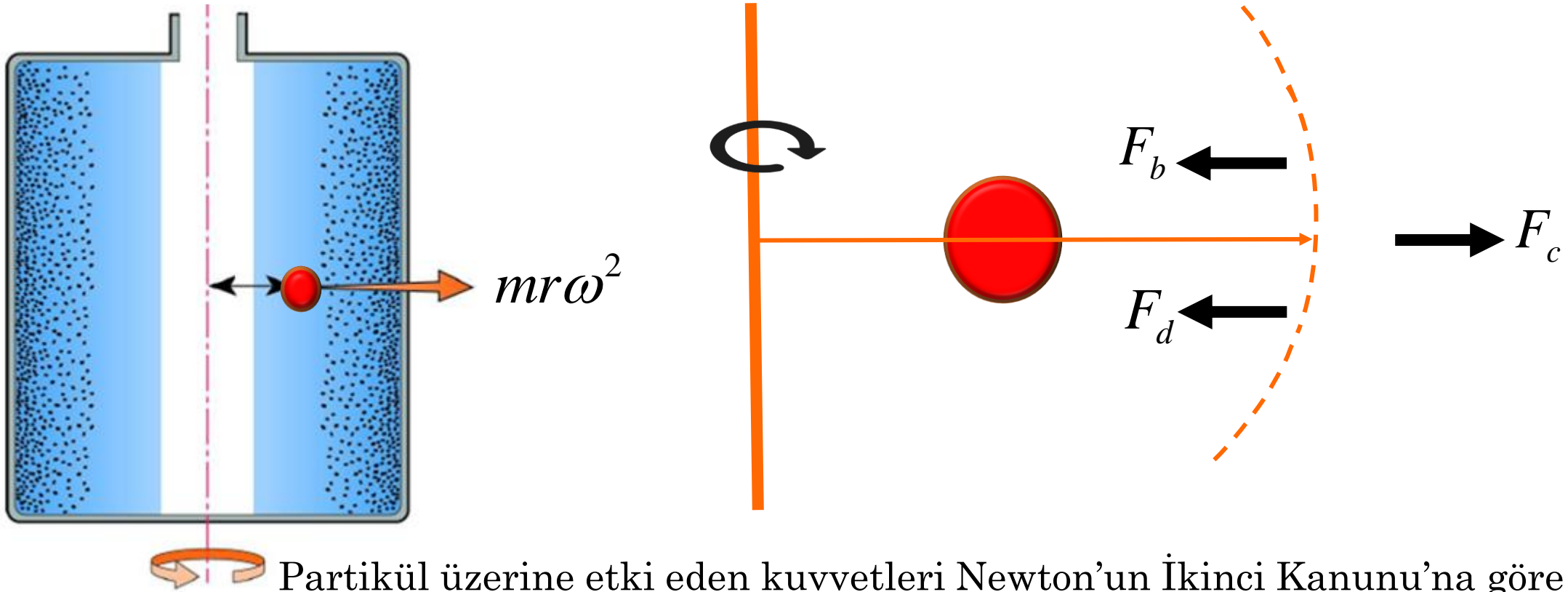


Düşük viskoziteli yakıtlarda makine girişinden önce yakıtın soğutulması pompa ve enjektör aşınmasını önleyecektir.



1.3 Yakıt Separatörünün verimli çalışmasında Yoğunluk ve Viskozitenin etkisi

ÇÖKELME HIZI İLE SANTRİFÜJ KUVVETLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ



Partikül üzerine etki eden kuvvetleri Newton'un İkinci Kanunu'na göre yazarsak

Santrifüj kuvvet:

- *r arttıkça artar*
- *ω arttıkça artar*

$$\sum F_{net} = m.a = m \frac{dv}{dt} = F_{Santrifüj} - F_{Kaldırma} - F_{direnc}$$



SANTRIFÜJ KUVVET-ÇÖKELME HIZI İLİŞKİSİ



Çökeltme hızı

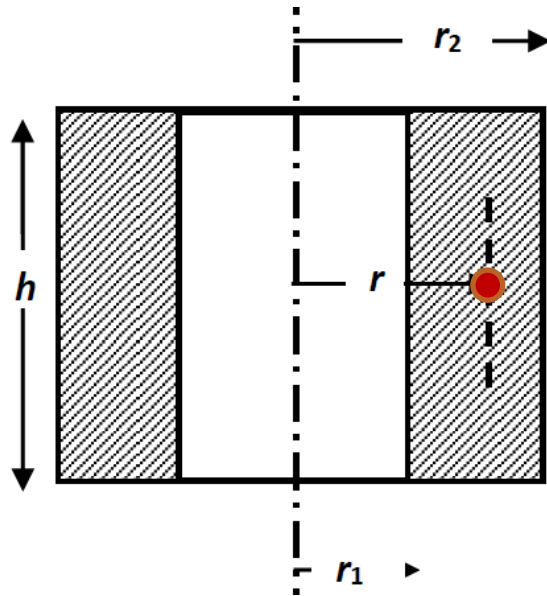
$$u_t = \frac{d_p^2 (\rho_p - \rho_f)}{18\mu} \cdot r \omega^2$$

Açısal hız

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Sürtünme kuvveti:

$$F_d = 3\pi\mu d_p u_t$$

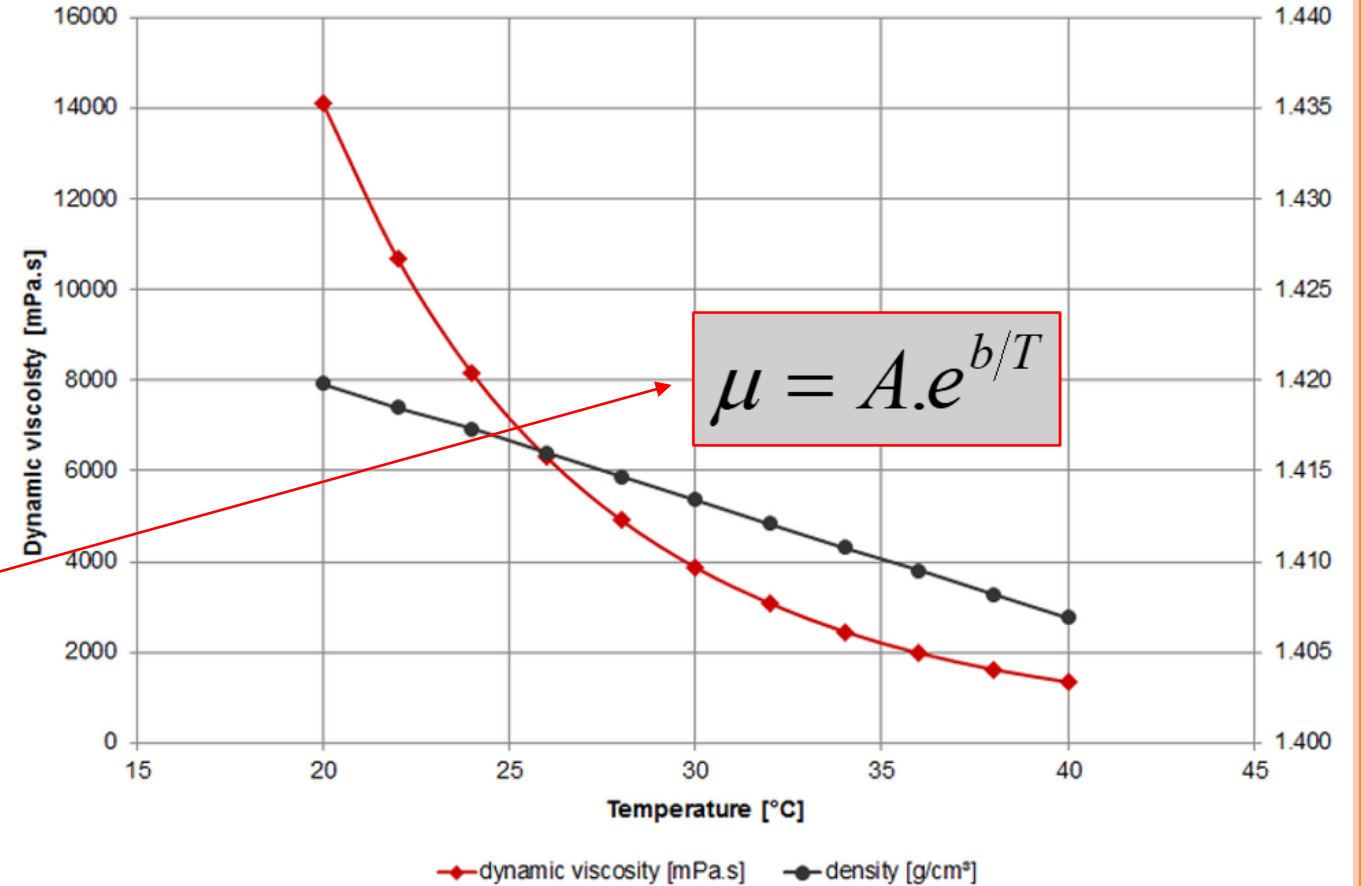


$$U_t = d_p^2 r \left(\frac{2\pi n}{60} \right)^2 \frac{(\rho_p - \rho_f)}{18\mu} = \frac{d_p^2 n^2 r (\rho_p - \rho_f)}{1640\mu}$$

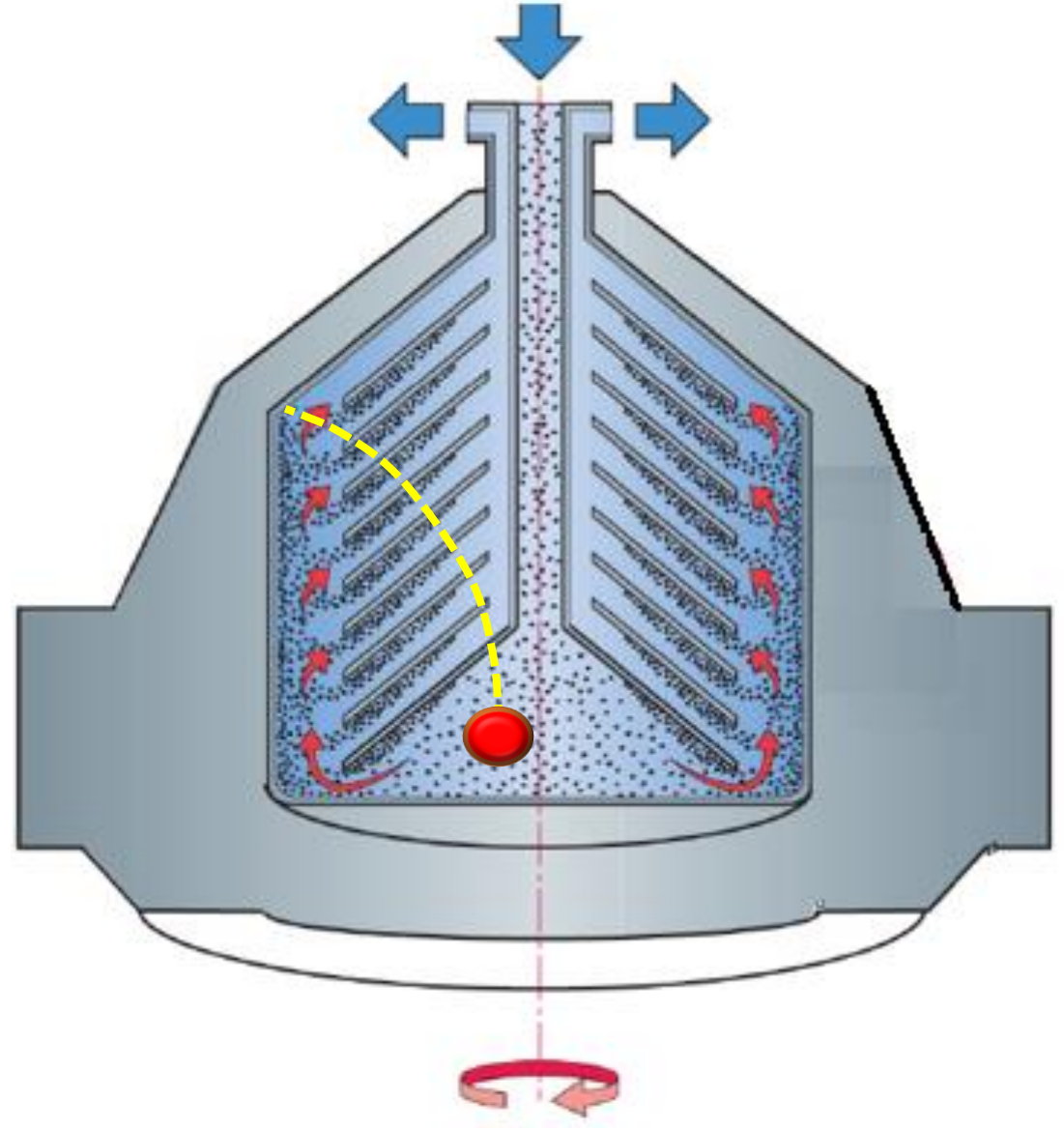
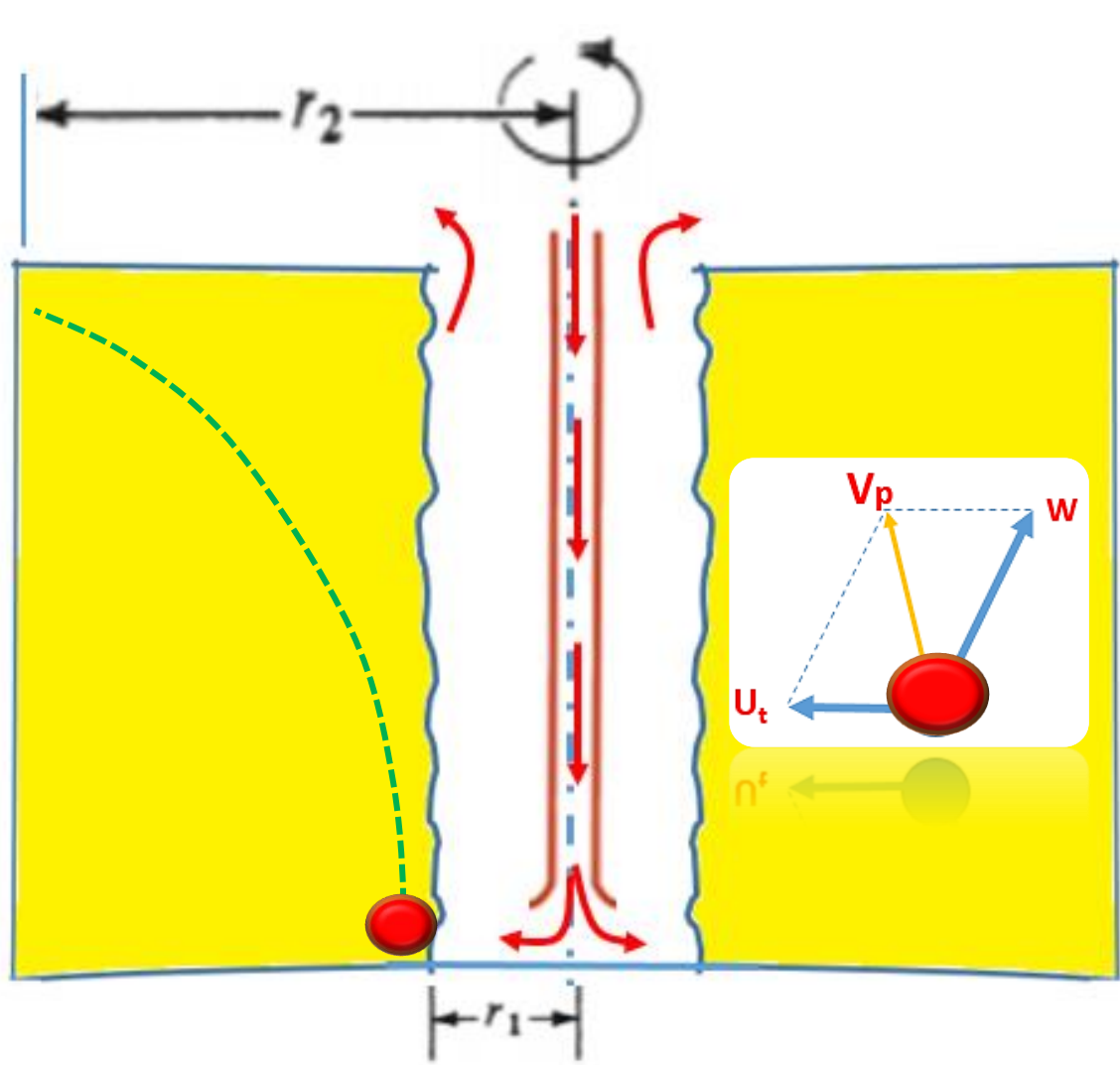
SEPERASYON VERİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

$$U_t \propto \frac{(\text{Part.Çapı})^2(\text{rpm})^2(\text{Çap})(\text{Yoğunluk farkı})}{(\text{Dinamik Viskozite})}$$

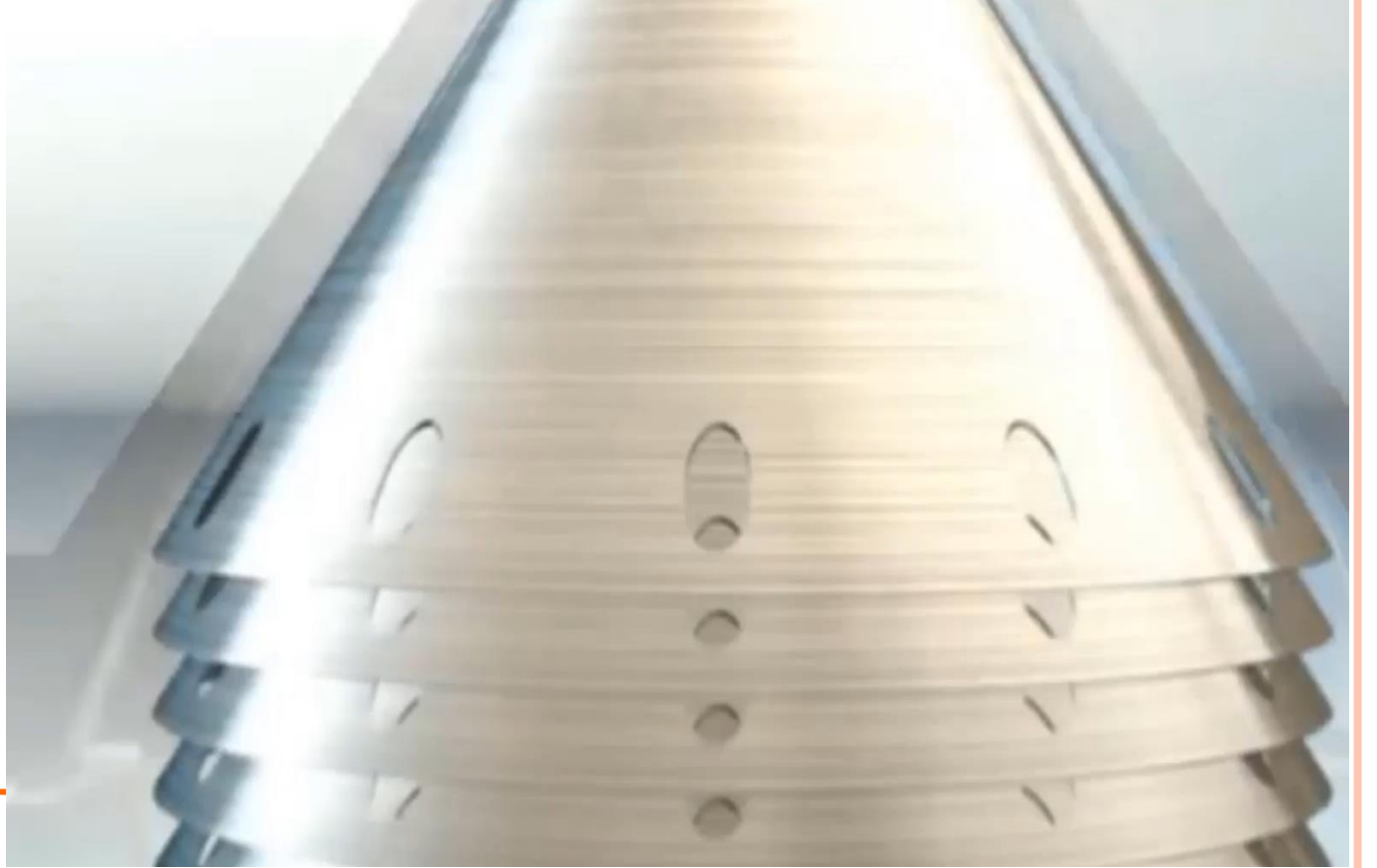
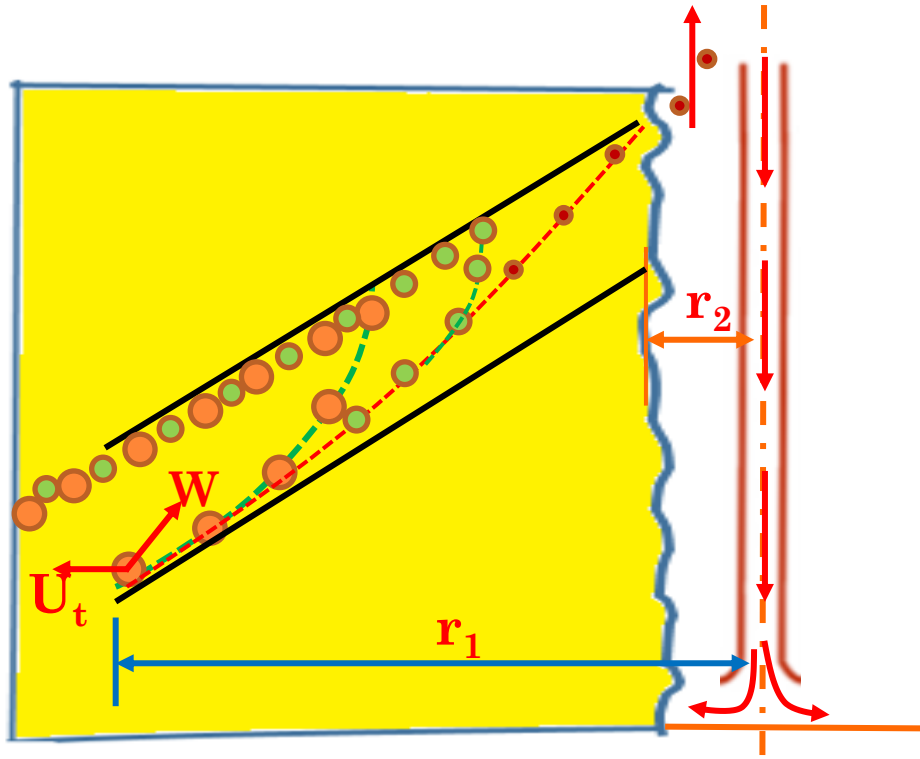
$$\eta_{separator} \propto \left\{ \begin{array}{l} - \text{Partikül Çapı} \\ - \text{Hız} \\ - \text{Çap} \\ - \text{Yoğunluk farkı} \\ - \text{Viskozite} \\ - \text{Sıcaklık} \end{array} \right\}$$



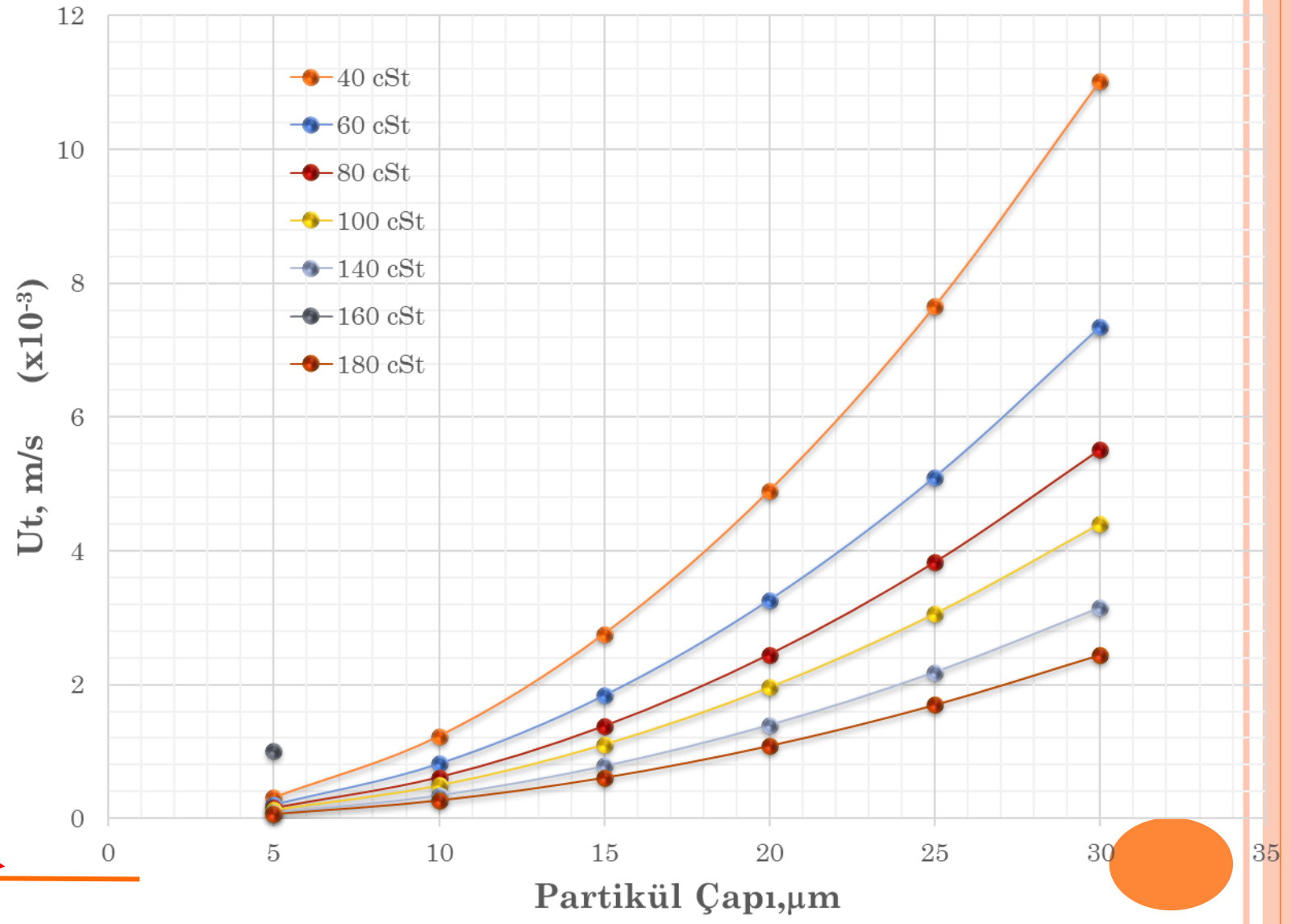
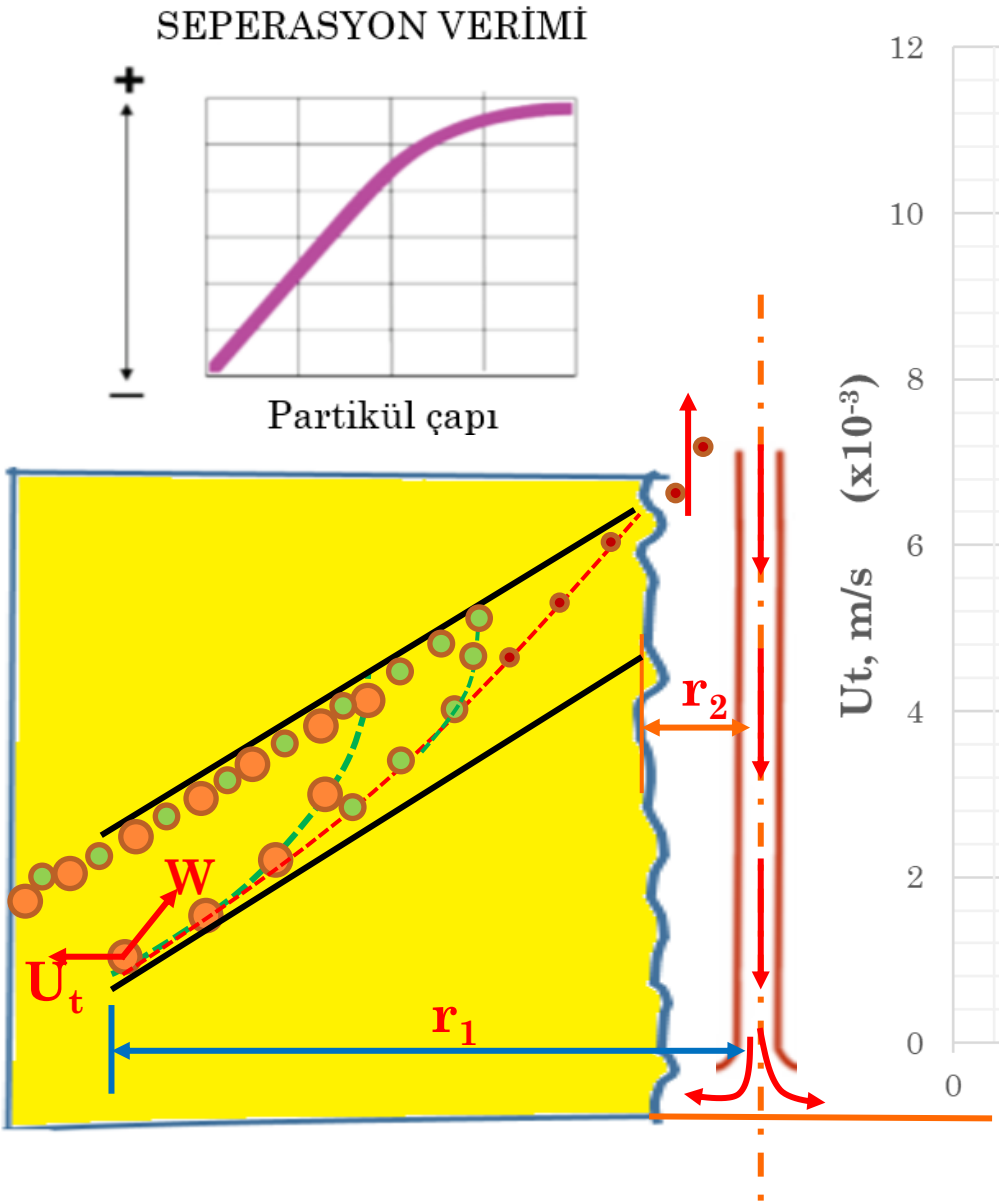
Akış(w) ve çözme hızı(Ut) etkisi partikül yörüngesi



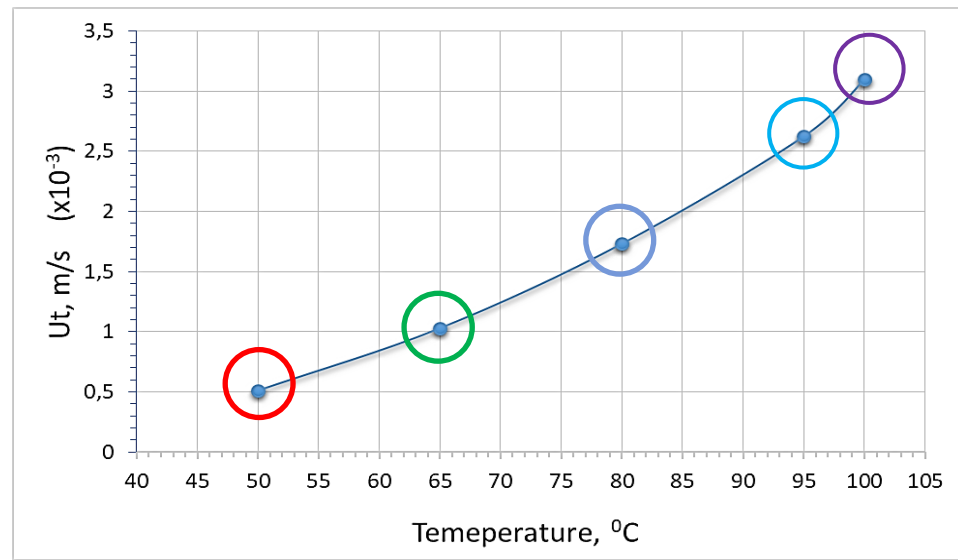
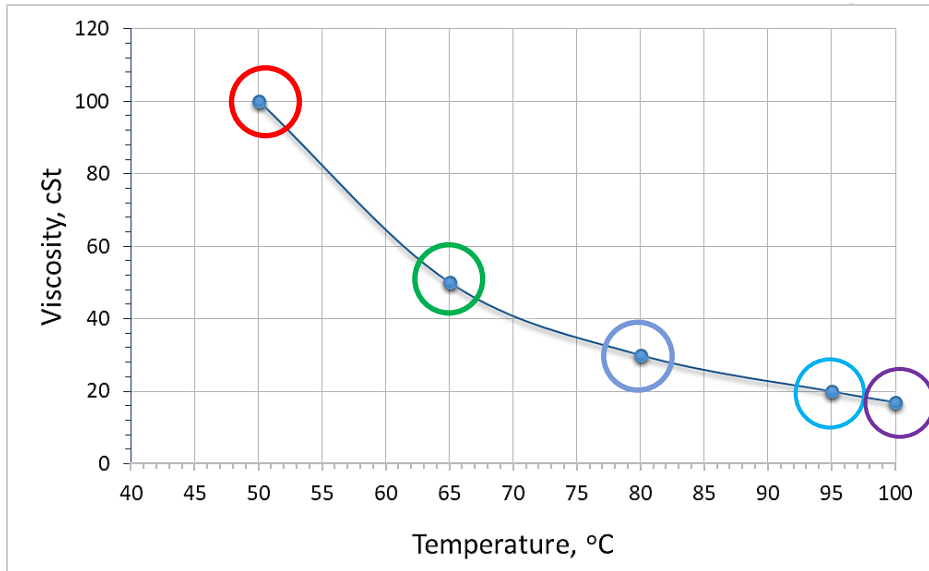
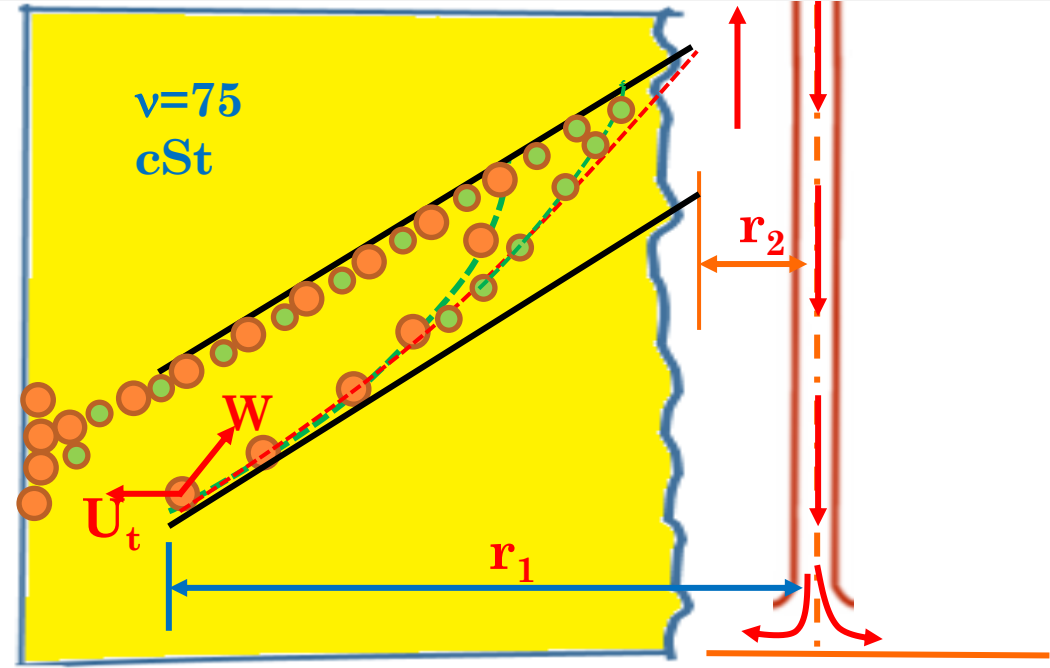
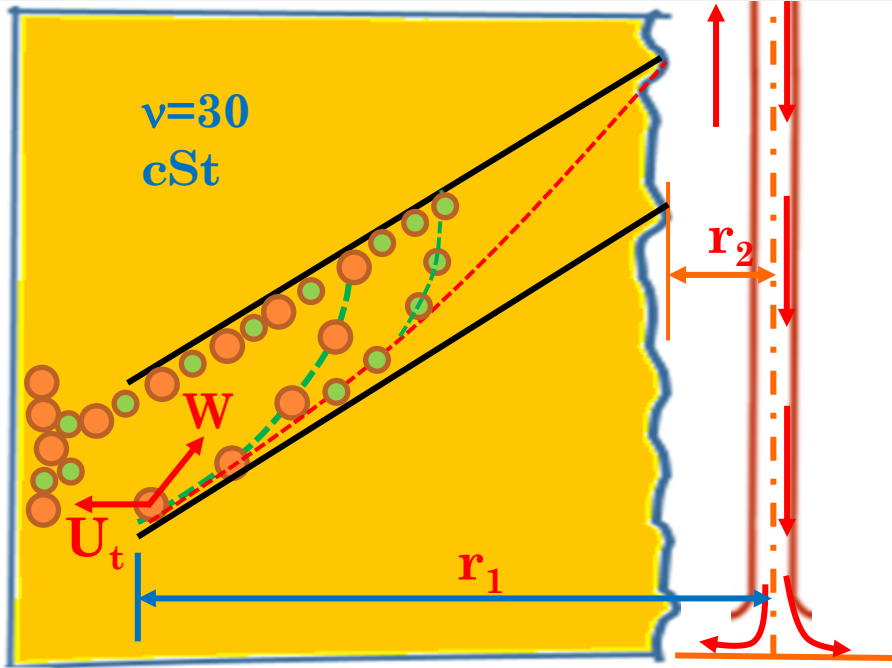
Akış(w) ve çözeltme hızı(Ut) etkisi altında partikül çapının seperatör verimine etkisi



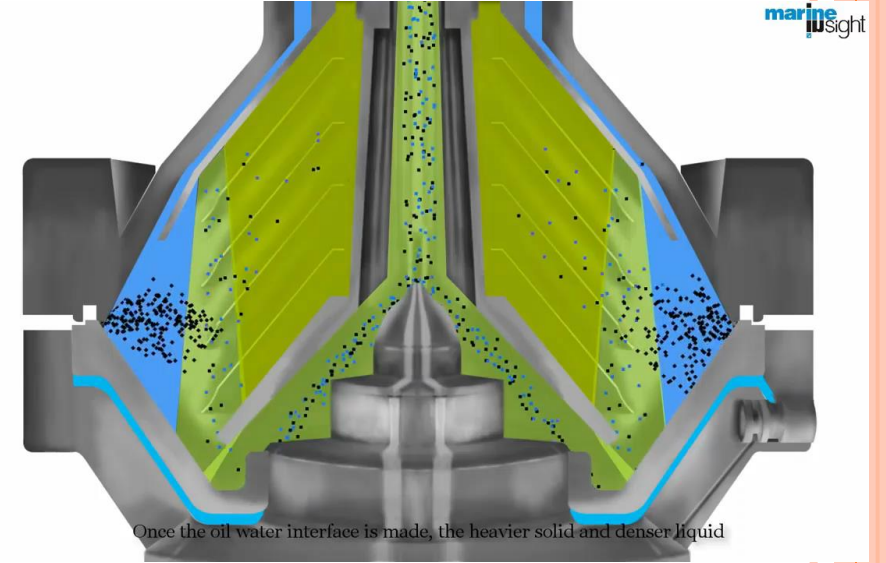
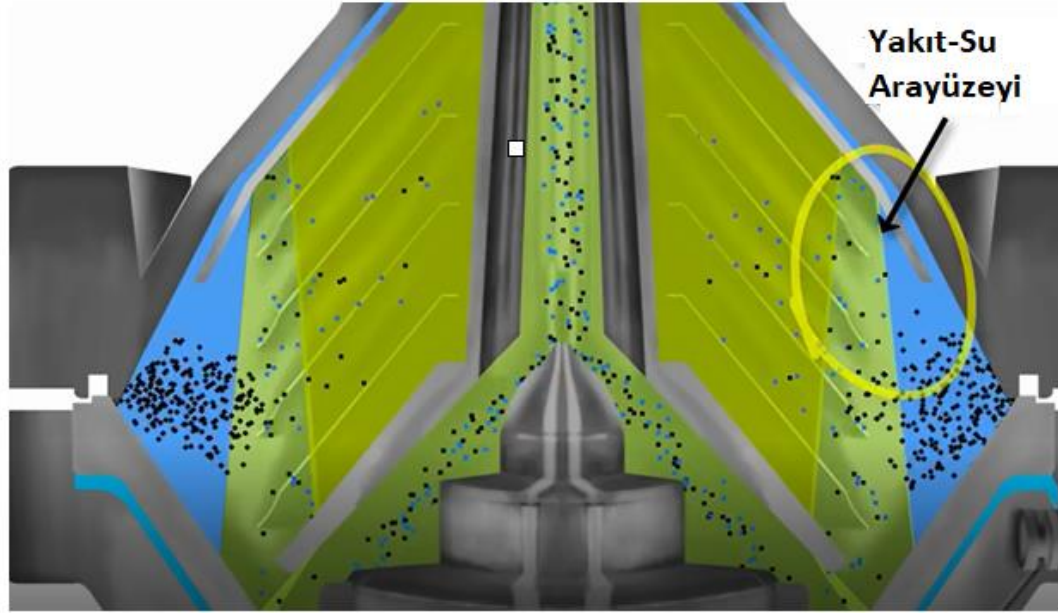
Akış(w) ve çözeltme hızı(Ut) etkisi altında partikül çapının seperatör verimine etkisi



Akış(w) ve çözme hızı(U_t) etkisi viskozitenin seperasyon verimine etkisi



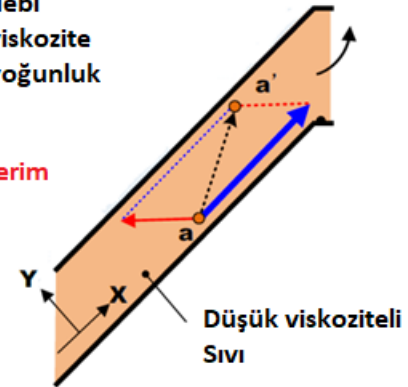
DEBİ-VİSKOZİTE-YOĞUNLUK VE PARTİKÜL HAREKETİ ARASINDAKİ İLİŞKİ



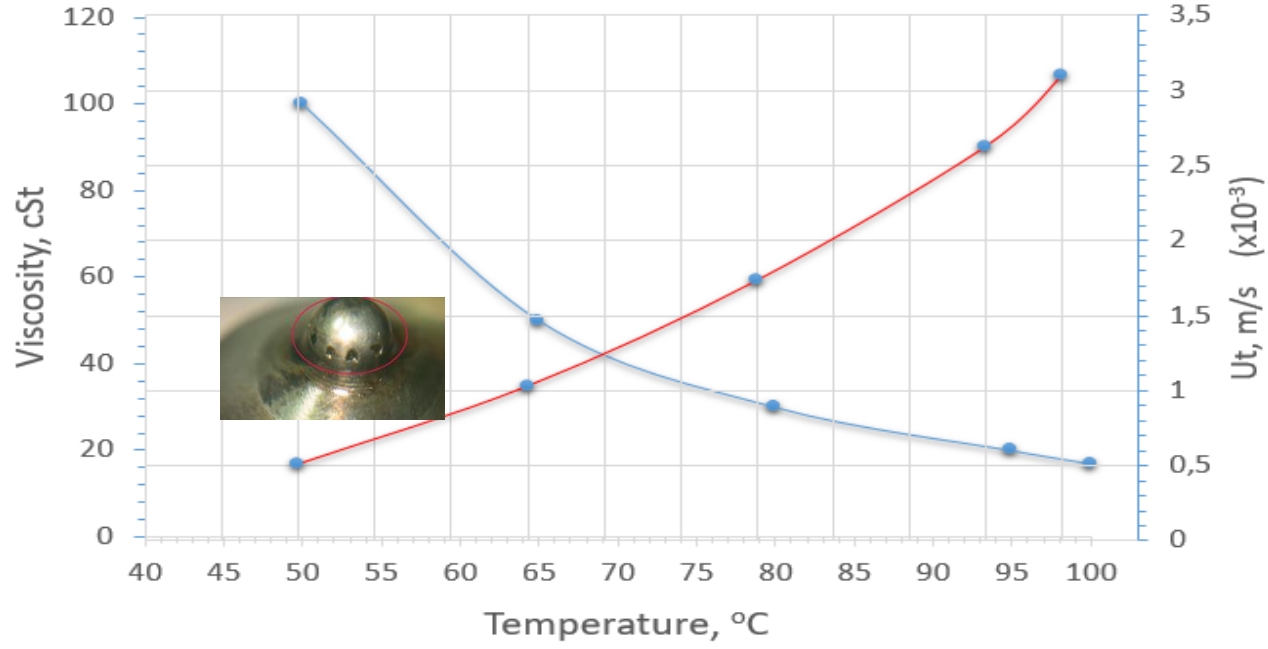
Düşük debi
Düşük viskozite
Düşük Yoğunluk
↓
Yüksek verim



Yüksek debi
Yüksek viskozite
Yüksek yoğunluk
↓
Düşük Verim



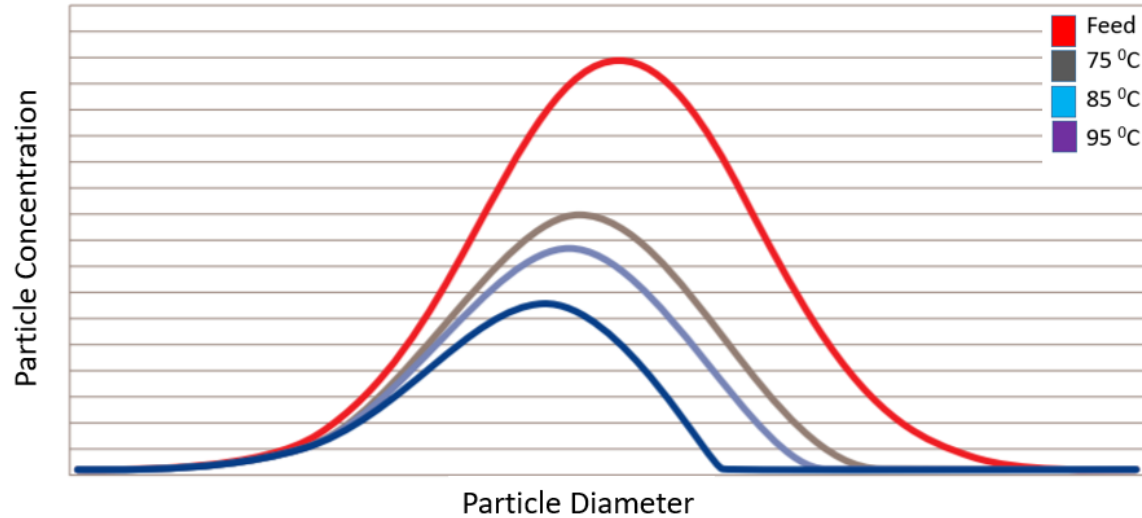
Sıcaklığın Seperasyon verimine etkisi



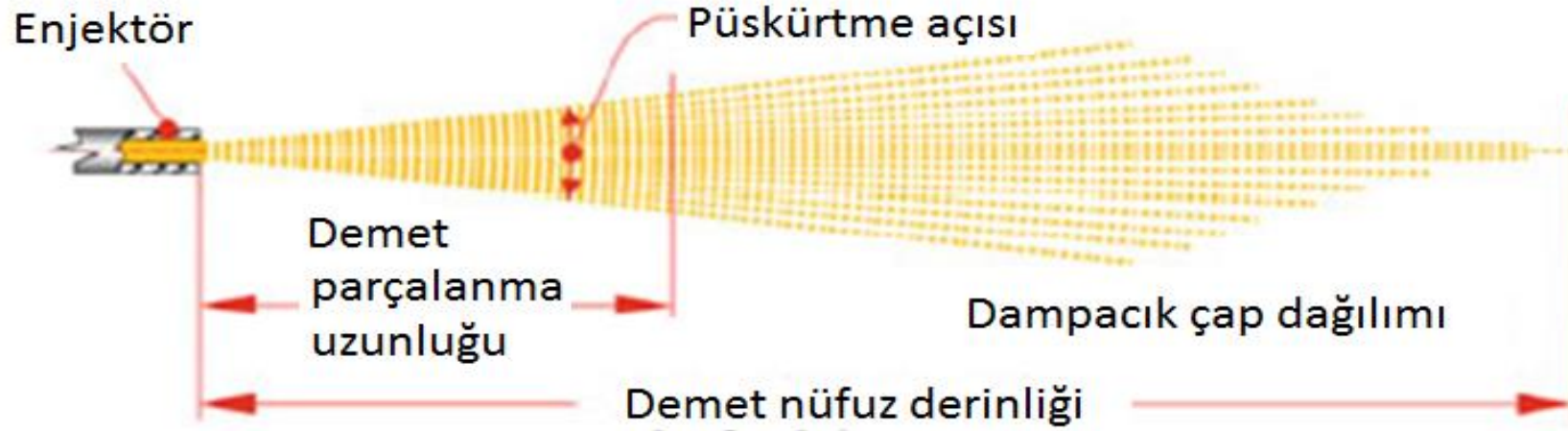
Seperatör yakıt giriş sıcaklığı arttıkça

- Viskozite düşer
- Çökelme hızı artar
- Daha fazla aşındırıcı partikül çöker

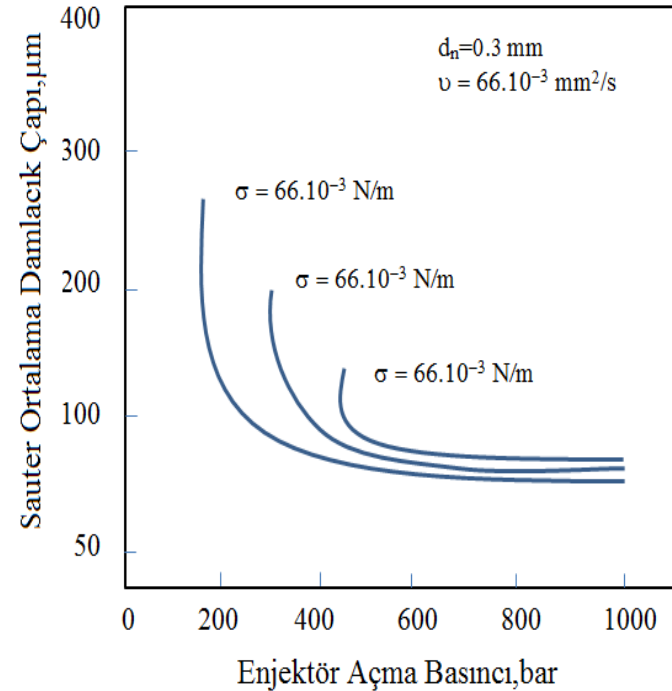
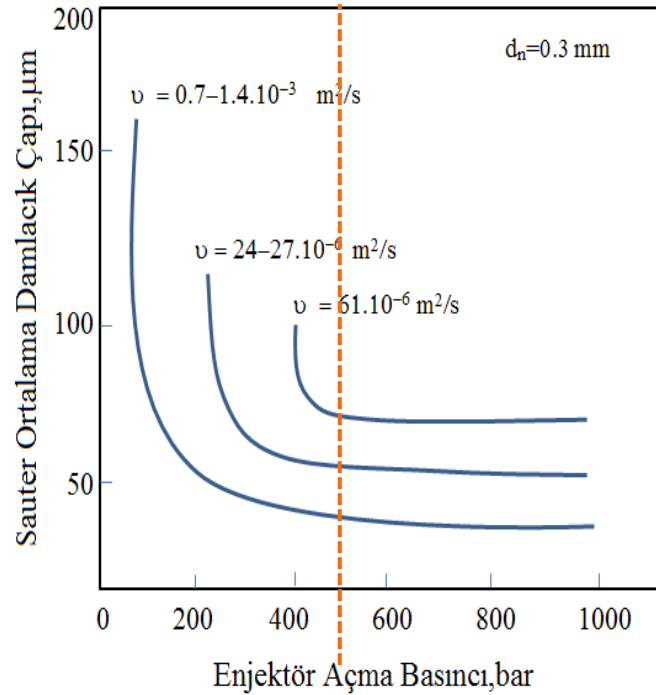
Yakıt çok daha iyi temizlenir.



VİSKOZİTE VE YOĞUNLUĞUN PÜSKÜRTME VE YANMA VERİMİNE ETKİSİ



YAKIT ATOMİZASYONU VE DAMLACIK ÇAPI ÜZERİNE VİZKOZİTE VE YÜZEY GERİLMESİNİN ETKİSİ



- ❑ Viskozite ve yüzey gerilimi arttıkça damlacık çapı büyümekte azaldıkça küçülmektedir,
- ❑ Püskürtme basıncı arttıkça damlacık çapı küçülmektedir,
- ❑ Belirli yüzey geriliminden sonra basıncı artırmak damlacık çapını etkilememektedir.





2



Mikro Karbon
Kalıntı/Micro
Carbon
Residue
(MCR)

MİKRO KARBON KALINTI/MICRO CARBON RESIDUE

Yakıt laboratuvar ortamında tespit edilir. Çok düşük miktarda hava gönderilerek ve motorda yanmanın gerçekleşmediği şartlarda meydana gelen eksik yanmada açığa çıkan karbon miktarıdır.

Bu oran gaz yollarının, piston, valfler ve yuvalarının, türbin kanatlarının ve baca kazan borularının kirliliği açısından önem arz eder. Yakıt içerisindeki karbon artışı arttıkça kirlenme o kadar hızlı olur. Yağlama yağı ile birleşerek yapışkan bir madde oluştururlar.

Asfaltenler yakıtın yağlama özelliğini etkilerler. Yakıtın asfalten içeriği arttıkça pompa elemanlarının tutmasına neden olabilir.

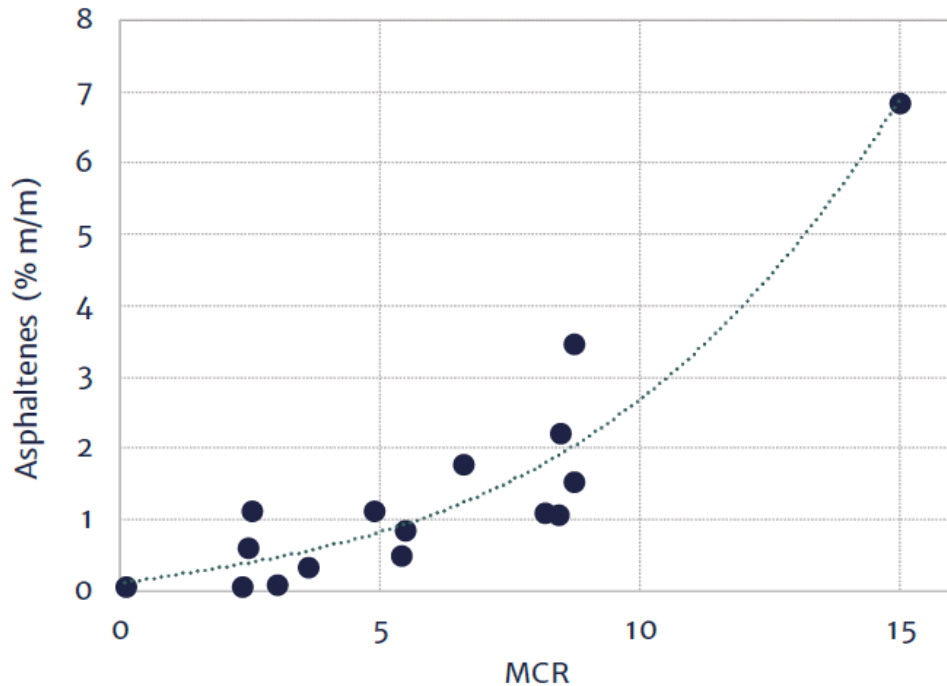
Yüksek MCR (yüksek asfalten içeriği nedeniyle) kötü tutuşma ve yanma nedeniyle ana makinede yüksek mekanik ve ısıl deformasyona yol açar.



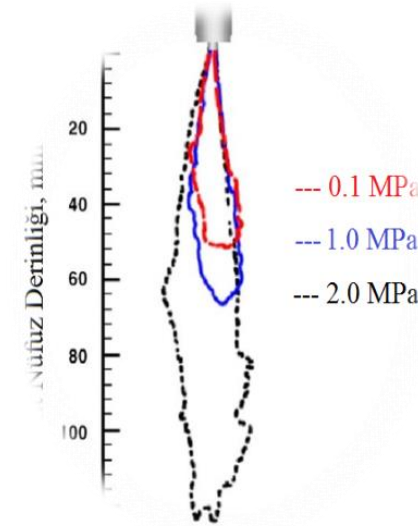
MİKRO KARBON KALINTISI / MICRO CARBON RESIDUE(MCR)

Yüksek MCR ile birlikte Yanma şartları uygun değilse, yanma odası, egzoz sistemi ve türboşarjer ünitesinde kirlilik artar. Yüksek MCR nin sebep olduğu kirliliği artıran faktörler:

- ❖ Giriş hava debisinin (skavenç havası) yetersizliği
- ❖ Hava kulerinin yetersiz soğutması
- ❖ Kötü atomizasyon ve düşük enjektör açma basıncı
- ❖ Kompresyon kaçağı(segman ve valflerden kaçak)
- ❖ Yakıtın içerisindeki asfalten oranının yüksekliği

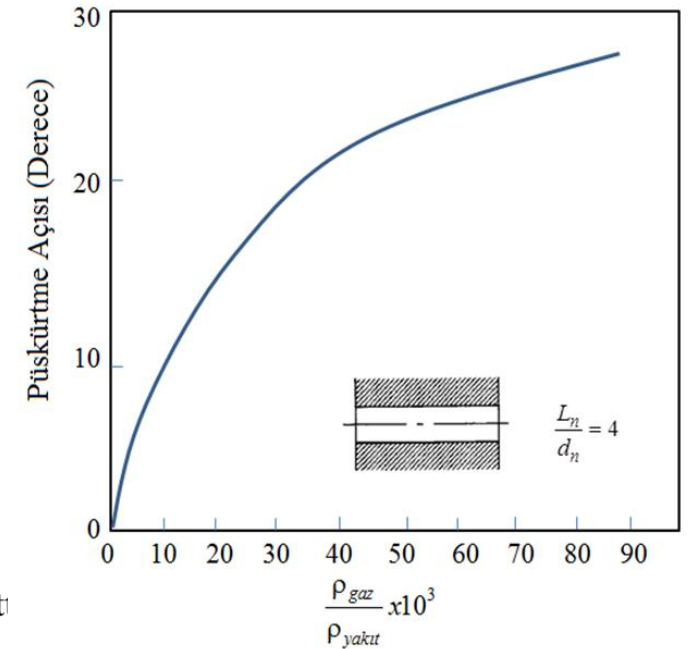
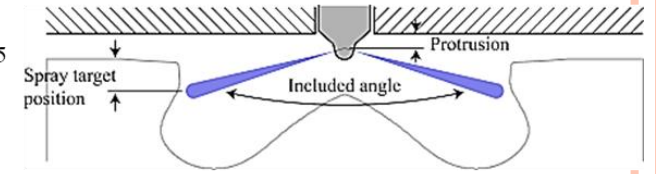


$$S = 3.07 \left(\frac{\Delta P}{\rho_g} \right)^{0.25} (td_n)^{0.5} \left(\frac{294}{T_g} \right)^{0.25}$$



Kompresyon basıncının yakıt nüfuz derinliğine etkisi

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

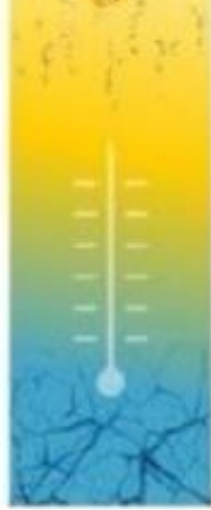


Püskürtme açısı üzerine yakıt ve yanma odası basıncının etkisi (ρ_{gaz}/ρ_{fuel})



2

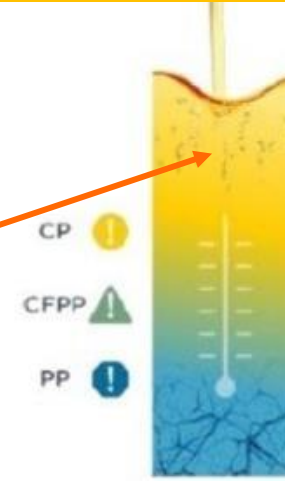
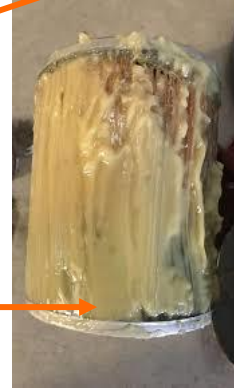
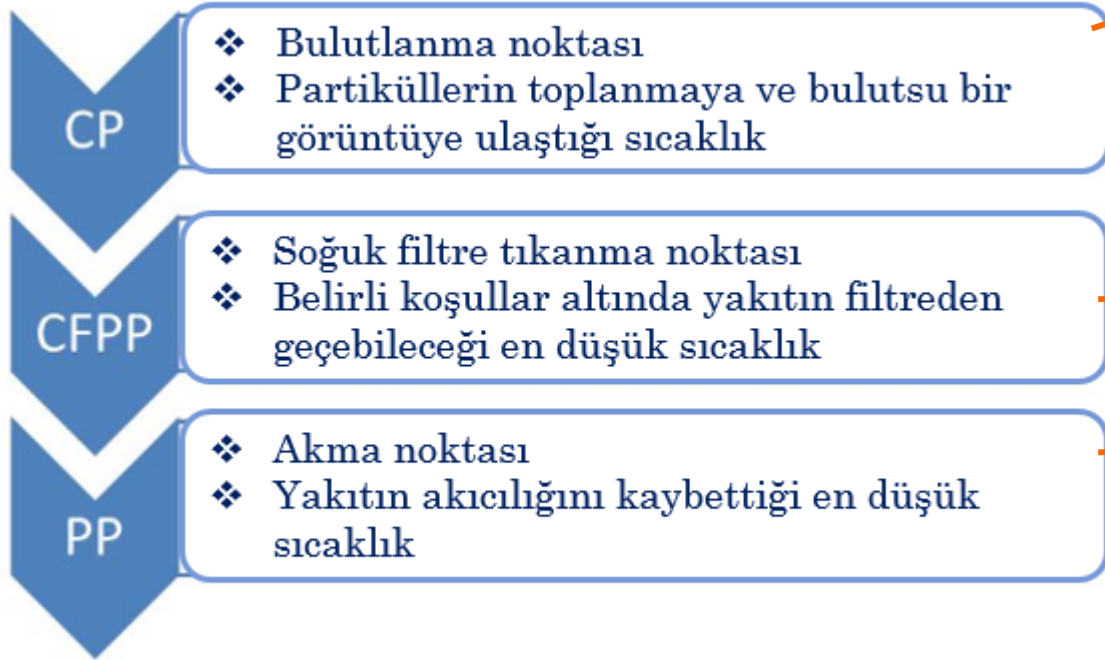
- CP 
- CFPP 
- PP 



Soğuk Akış
Özellikleri

COLD FLOW PROPERTIES / SOĞUK AKIŞ ÖZELLİKLERİ

- Cloud Point / CP-Bulutlanma Sıcaklığı
- Cold Filter Plugging Point/ CFPP-Soğuk Filtre Tıkanma Sıcaklığı
- Pour Point/(PP-Bulutlanma Sıcaklığı)



- Soğuk havalarda yakıtın transferini ve işletme şartlarını etkilediği için önemlidir.
- Bulutlanma noktası berrak görünümlü distile yakıtlar için geçerlidir.
- RM yakıtlarda bulutlanma görülemez.

ISO 8217:2017 RMG 380 için

Tanklarda ve yakıt hatlarında düşük Viskoziteli yakıt bile kullanılsa wax oluşumunu önlemek için yakıt sıcaklığının $30 + 15 = 45$ °C olması gerekir.



3



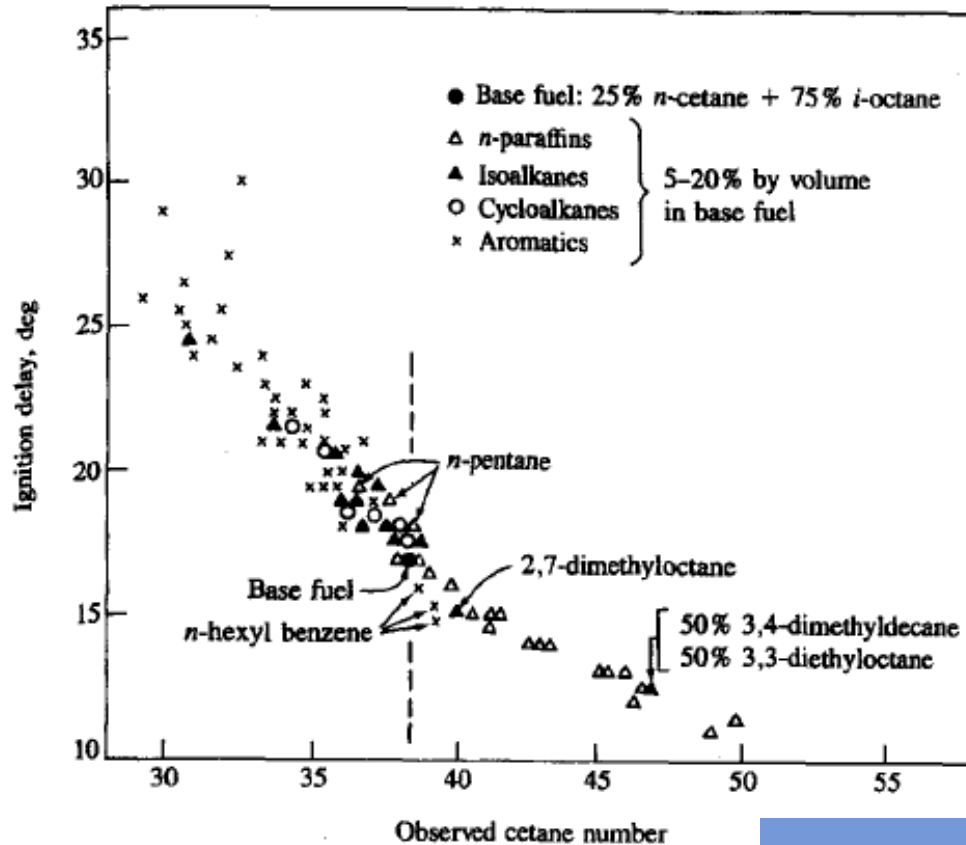
Calculated
Carbon
Aromaticity
Index
(CCAI)

- ❑ Tutuşma gecikmesi (TG) distile dizel yakıtlarda **setan sayısı** ile ağır yakıtlarda ise “**Hesaplanmış Karbon Aromatiklik İndeksi**” (CCAI) ile karakterize edilmektedir.
- ❑ CCAI viskozite ve yoğunluğa bağılı olarak aşağıdaki ampirik formül ile hesaplanır.

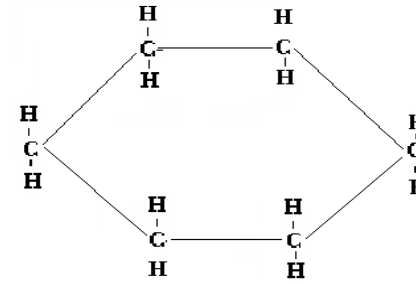
$$CCAI = \rho - 140.7 \log(\log(v + 0.85)) - 210 \ln\left(\frac{T + 273}{323}\right) - 80.6$$

YAKITLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN TUTUŞMA GECİKMESİNE (TG) ETKİLERİ

- Yakıt Yapısı içerisinde Aromatik içerik fazla ise CCAI yüksektir.
 - Vuruntu temayülü yüksektir.
 - Tutuşma sıcaklığı yüksektir.
 - Soğutma suyunun ilk çalıştırmada sıcak tutulması önemlidir.
- Parafin içeriği yüksek yakıtların CCAI değeri düşüktür.
 - Tutuşma daha kolaydır.
 - Akma Noktasının altında wax (mum) oluşumu

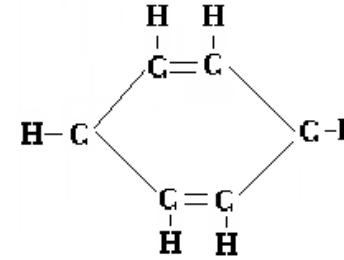


Siklo Alkenler



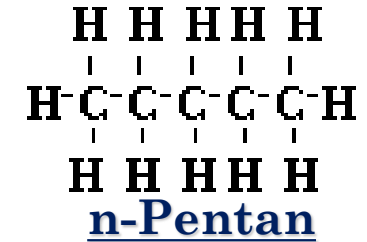
Siklo-hexane

Aromatlar

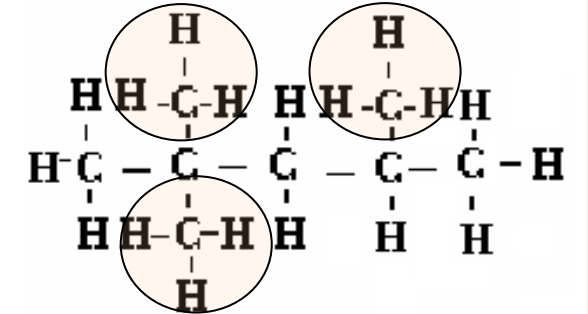


Benzen(C₆H₆)

Normal Alkanlar (*n*-parafinler)

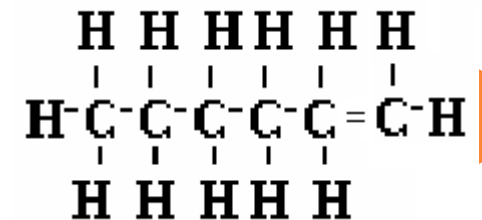


İzo-Parafinler



2.2.4-Trimetil Pentan

Alkenler (olefinler)

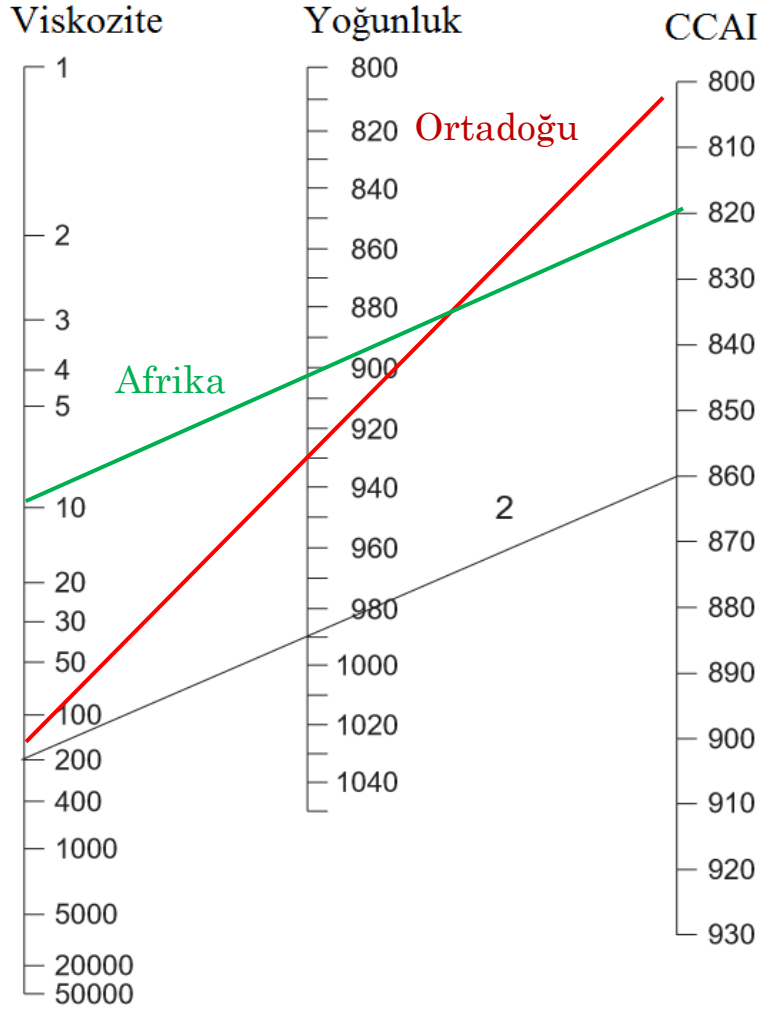


Mono-Olefin

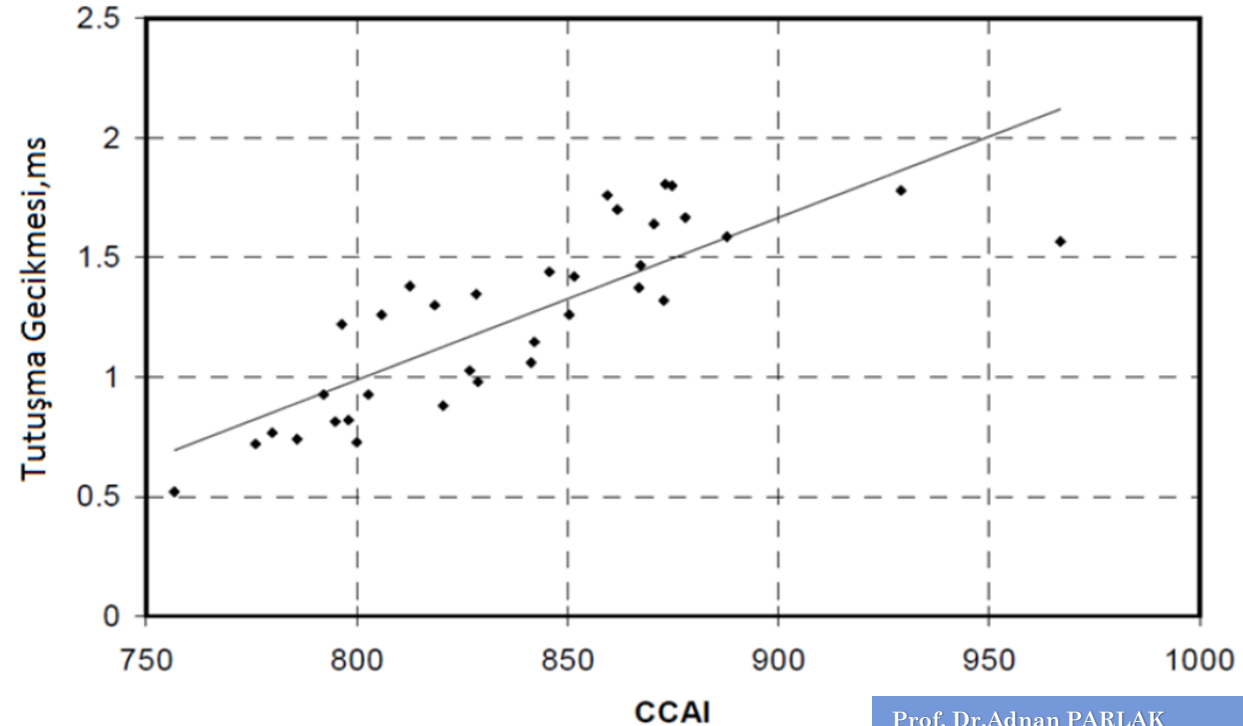
HESAPLANMIŞ KARBON AROMATİK İNDEKSİ (CCAI)

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

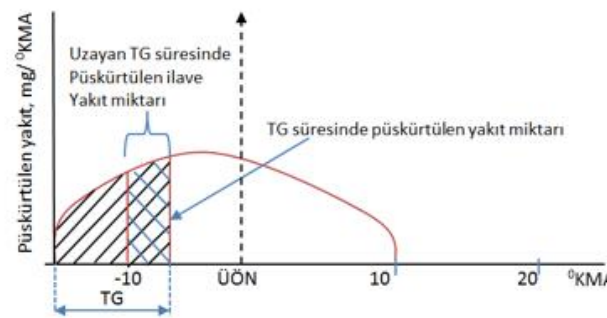
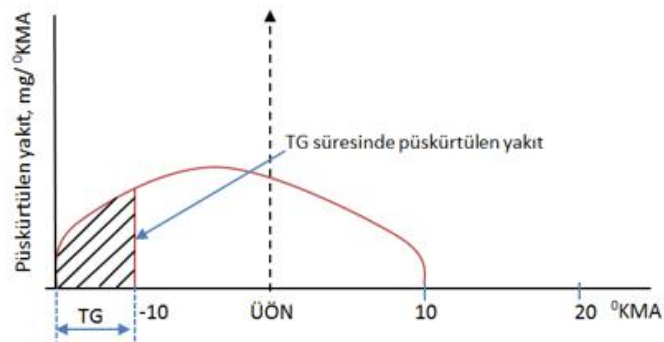
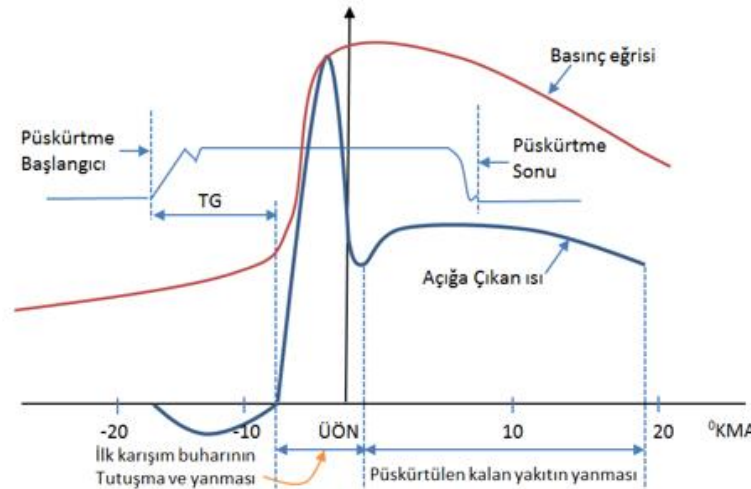
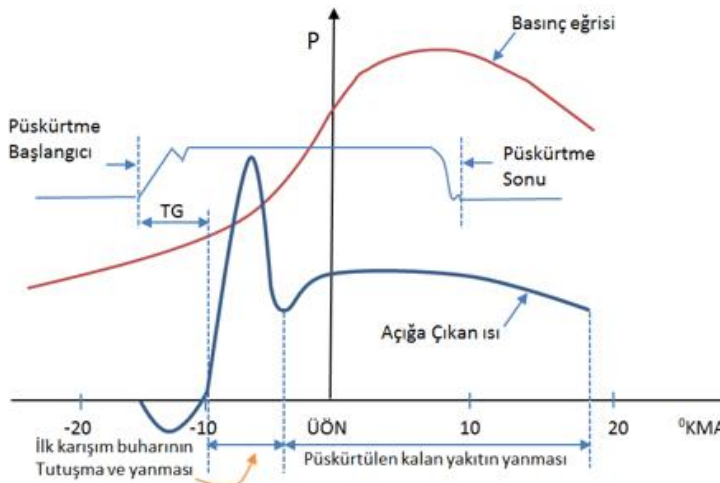
Bölge	Viskozite (50 °C) (cSt)	Yoğunluk (50 °C) (kg/m ³)	CCAI	Flash point (°C)
Afrika	10	911	828	97
Asya	110.7	926	801	111
Kuzey Amerika	14.7	925	833	110
Latin Amerika	52.1	911	797	97
Ortadoğu	180	934	803	118
Avrupa	17.2	908	813	94
Rusya	66.4	932	814	116



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



TG NİN NORMALDEN FAZLA ARTARAK VURUNTUYA NEDEN OLMASININ NEDENLERİ



Normal yanma karakteristiği

Kötü yanma karakteristiği
(TG süresi çok uzamış)

- Düşük sıkıştırma oranı nedeniyle kompresyon basınç ve sıcaklığının tutuşmayı zorlaştırması,
- Aşınmış piston, segman ve kötü valfler nedeniyle yanma basıncının düşmesi,
- Düşük Setan sayılı yakıt kullanımı (HFO için yüksek CCAI)
- Kötü atomizasyon,
- Enjektörün damlatması
- Giriş hava sıcaklık ve basıncının düşük olması.



4



*Sulphur
content/
Kükürt İçeriği*

SİLİNDİR YAĞLAMA YAĞININ GÖREVLERİ

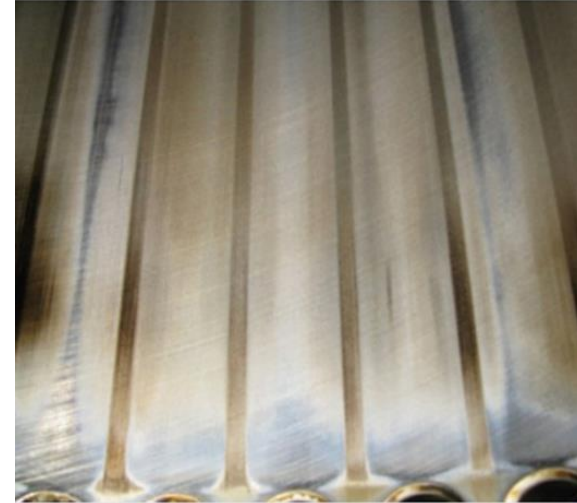
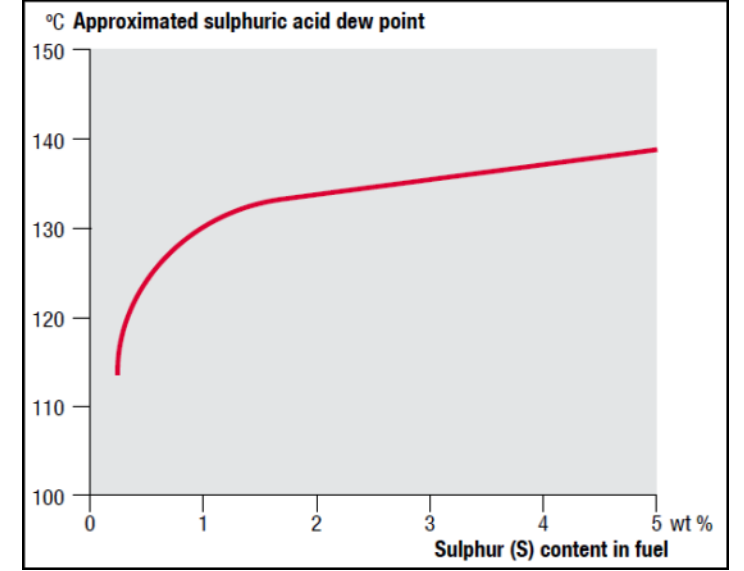
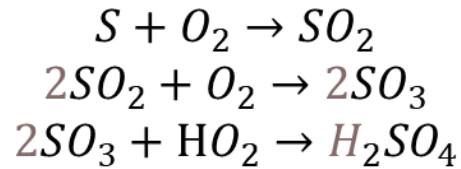
- ❖ Silindir gömlek yüzeyi üzerinde eşit şekilde yayılmalı ve stabil bir yağ filmi oluşturmalıdır.
- ❖ Liner ve piston halkaları arasında gaz sızdırmazlığı sağlamalıdır.
- ❖ Yanma süreci ürünlerinden oluşan asitleri nötralize etmelidir.
- ❖ Piston yüzeylerinde ve segman yuvalarında birikinti oluşumunu en aza indirmelidir.
- ❖ Piston yüzeylerindeki birikintiler yağ filmine zarar verebilir.
- ❖ Segman yuvalarındaki birikintiler segmanların yapışmasına veya kırılmasına neden olabilir.
- ❖ Yanma odasında oluşan parçacıkları ve aşınma parçacıklarını temizlemelidir.
- ❖ Motor stop ettiğinde silindir gömleği ve diğer yanma odası bileşenlerinin korozyonunu önlemelidir.



SULPHUR CONTENT/KÜKÜRT İÇERİĞİ

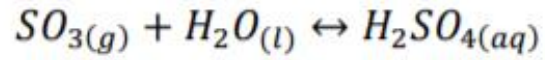
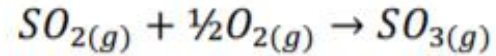
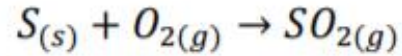
- ❖ Kükürt içeren yakıtın yanması esnasında su buharıyla reaksiyona girmesiyle oluşan asidik buhar oluşur.
- ❖ Asidik buhar, yoğuşma noktasının altına düşen noktalarda (Silindir ve egzoz sistemi üzerinde) yoğuşarak soğuk korozyona neden olur.
- ❖ Soğuk korozyonu önlemek için silindir yağlama yağının alkalitesinin (BN sayısı) artırılarak asidik oluşumun nötralize edilmesi gerekir. Yada asit buharının temas ettiği yüzey sıcaklıklarının asit yoğuşma noktasının üzerinde tutulması gerekir.

Temel reaksiyonlar:

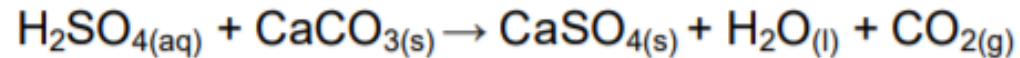


- ❖ Yakıt içerisindeki kükürt içeriği %3.5 den %0.5 e düştüğü için sülfürik asit kaynaklı soğuk korozyon riski nispeten azalmıştır.

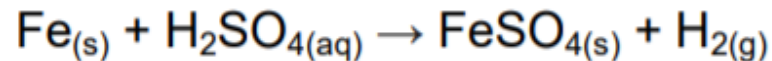
REACTION MECHANISM FOR THE FORMATION OF SULPHURIC ACID



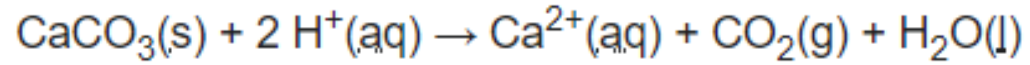
Korozyon, asit molekülleri gömlek duvarına ulaştığı durumlarda meydana gelebilir. Sülfirik asidin piston ve layner yüzeyinde oluşturduğu asidik ortamı nötralize etmek için yüksek alkali yağlayıcılar kullanılır. Silindir yağlama yağının alkali özelliğini artırmak için katkı maddesi olarak kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) kullanılır. Aşağıdaki reaksiyona göre asidi nötralize eder:"



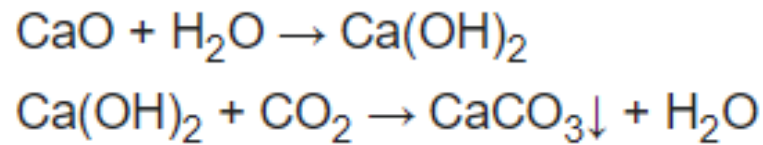
Eğer sülfirik asit nötralize edilemezse, aşağıdaki reaksiyona göre demir korozyonu oluşur.



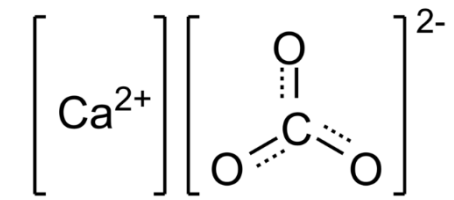
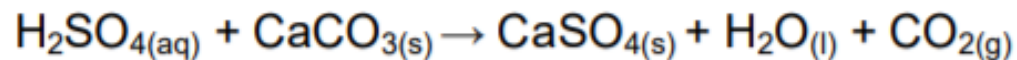
Calcium carbonate (CaCO_3)



CaCO_3 840 °C nin üzerinde dekarbonizasyon yada kalsinasyon ile CaO oluşur

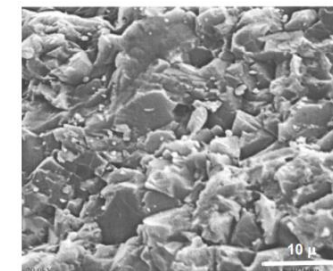


Calcium carbonate will react with water that is saturated with carbon dioxide to form the *soluble calcium bicarbonate* (CaSO_4)

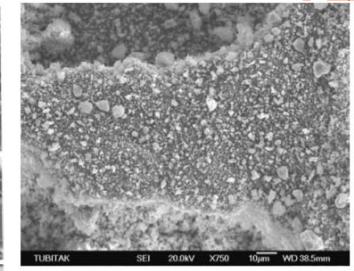


Properties

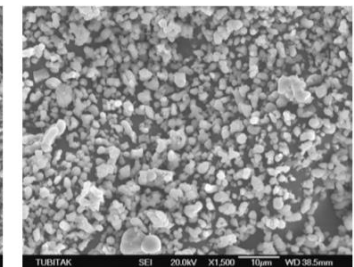
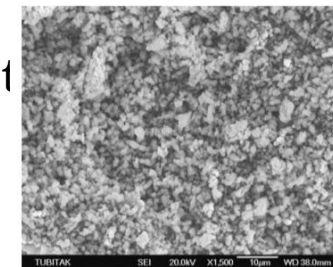
Chemical formula	CaO
Molar mass	56.0774 g/mol
Appearance	White to pale yellow/brown powder
Odor	Odorless
Density	3.34 g/cm ³ [1]
Melting point	2,613 °C (4,735 °F; 2,886 K)[1]
Boiling point	2,850 °C (5,160 °F; 3,120 K) (100 hPa)[2]



(a)



(b)



CaSO₄ Kireç Taşı (gypsum)

Normalden fazla silindir yağlama yağı kullanımı silindir yüzeyindeki aşınmaları artırır.



Lifting groove not filled with white hard deposit.





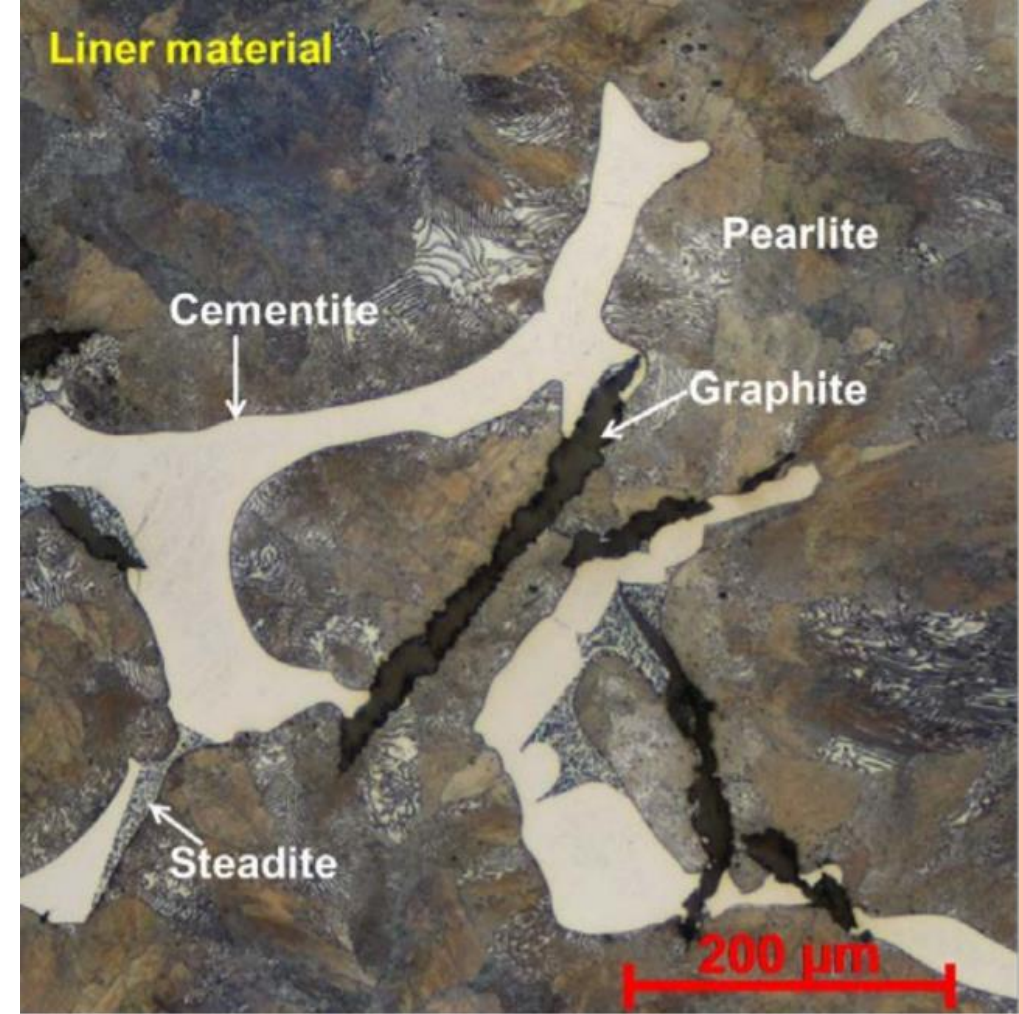
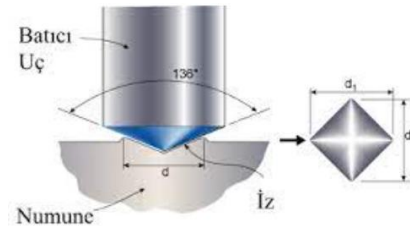
SÜLFÜRİK ASİT OLUŞUMU İÇİN REAKSIYON MEKANİZMASI

Genel olarak kabul edilen bir hipotez, asidin metal bileşenlere taşınmasını açıklamak için aşağıdaki dört ardışık adımı önermektedir:

- Yanma gazında kükürt trioksit oluşumu
- Yağ filmi/astar yüzeyinde su veya sulu sülfürik asit yoğunlaşması
- Yağlayıcıdaki alkali katkı maddeleri ile asidin nötralizasyonu
- Metal yüzeyde kalan asidin korozyona yol açan reaksiyonu

Gömlekler ve piston segmanları dökme demirden yapılmıştır. Dökme demir farklı fazlardan oluşur.

Micro-structure phases in cast iron	Corrosion willingness	Knoop hardness, 100 g load
Graphite: C	+	15-40
Pearlite: Cementite + Ferrite	+++	300-390
Cementite: Fe ₃ C	+	1000-1300
Steadite: Fe ₃ P	+	600-1200
Ferrite: Fe	++++	215-270

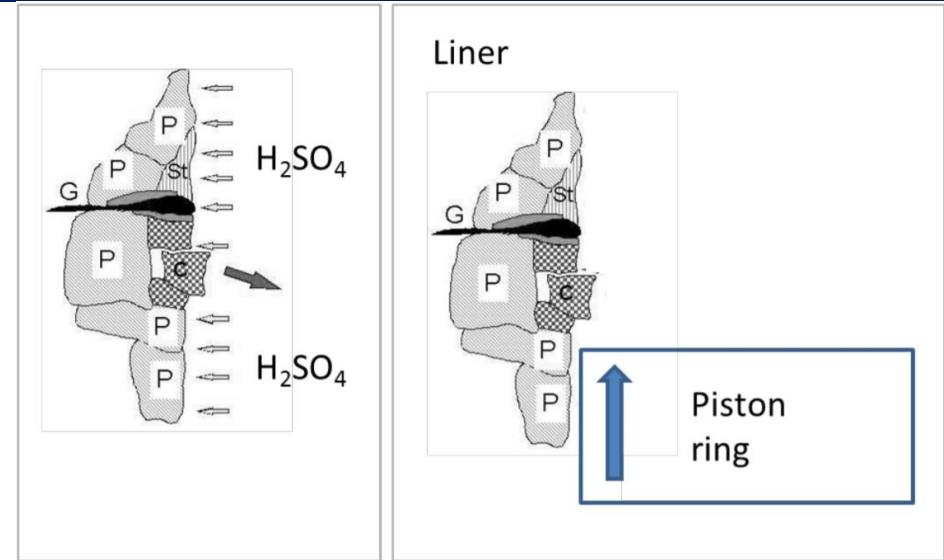


Temel malzemedeki farklı fazları gösteren, gri dökme demir astar malzemesinin parlatılmış ve kazınmış mikro kesiti. Kaynak: MAN Dizel ve Turbo

REACTION MECHANISM FOR THE FORMATION OF SULPHURIC ACID

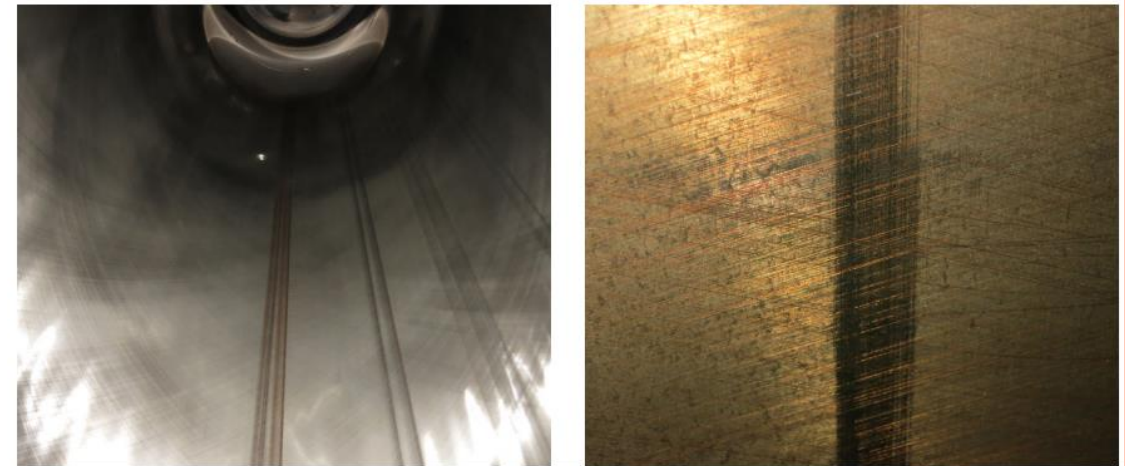
- ❖ Mevcut deneyim, sülfirik asitin sert çementit fazından daha yumuşak olan dökme demirin daha hızlı bir şekilde korozyona uğrattığını ve ayrıca farklı fazlar arasındaki sınırdaki etkilendiğini göstermektedir. Bu durum, sert sementitin matrinden ayrılmasına ve sementit tanelerinin matrinden gevşemesine neden olur. (Bkz.Şekil)
- ❖ Bu şekilde korozyona uğramış yüzeyler, mekanik yüke son derece hassastır. Kalan sert fazın baz matrinden çıkıp çıkmadığına bağlı olarak, üzerinden geçen piston halkası, onu kesip çıkarabilir veya çıkaramayabilir. Kesilmiş sert partiküller, halka ve gömlek arasındaki yağlamayı bozar ve örneğin piston halkası baz malzemesine gömülerek aşındırıcı etki yapmaya başlayabilir.
- ❖ Öte yandan, korozyon tek taneli taneler arasındaki sınırlar arasında da etki edebilir (taneler arası korozyon) ve sert faz partiküllerini gevşeterek matrinden çıkarmaya neden olabilir

Micro-structure phases in cast iron	Corrosion willingness	Knoop hardness, 100 g load
Graphite: C	+	15-40
Pearlite: Cementite + Ferrite	+++	300-390
Cementite: Fe ₃ C	+	1000-1300
Steadite: Fe ₃ P	+	600-1200
Ferrite: Fe	++++	215-270



"H₂SO₄ asidinin gri dökme demiri korozyona uğratma şeması (sol) ve işlem sırasında piston halkasının çarparak sert çementit tanesini kırması şeması görülmektedir.

P: Pearlite, **St:** Steadite, **G:** Graphite, **C:** Cementite



BAZI YAKIT ÖZELLİKLERİNİN DOĞRUDUĞU PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Yakıt Özellikleri	Problem	Düzeltilici Faaliyetler
Yüksek viskozite	Yakıt transferi ve püskürtme güçlükleri	İstenen viskoziteye çıkmak için sıcaklığı artırmak
Yüksek yoğunluk	Separasyon güçlüğü	Klasik seperatörlerde seperatörleri Purifier+Clarifier modunda seri çalıştırmak. $\rho > 991 \text{ kg/m}^3$ ise klasik seperatörlerde mümkün değil. Bu durumda Alcap tarzı seperatörler kullanmak gerekir.
Yüksek karbon kalıntısı	Gaz yollarında ve türbo doldurucu kanatlarında karbon ve is oluşumu, aşırı filitre tıkanması ve kötü yanma	Yakıt seperatör debisinin düşürülmesi
Yüksek kükürt	Silindir yüzeyinde sıcak ve soğuk korozyon saldırısı	Özellikle düşük yüklerde silindir yüzey sıcaklığı düşük olduğu için korozyon riski fazladır. Bu yüklerde silindir soğutma sıcaklığının düşük olmamasına özellikle dikkat edilmelidir. Ayrıca yakıt içerisindeki kükürt miktarına bağlı olarak yüksek baz sayılı yüksek(BN) yağlama yağı kullanmak.
Yüksek kül miktarı	Segman ve silindirlerde fazla aşınma. Egzoz valfi, segman yuvası ve türbin kanatlarında depozit oluşumu.	Separatörün yüksek verimle çalıştırılması ve gerekirse çıkışına düşük gözenek çaplı (<50 μm) filitre konulması.
Yüksek vanadyum	Yüksek sıcaklık korozyonu ve depozit oluşumu	Yüksek sıcaklık korozyonunu önlemek için vanadyumu etkisiz hale getirecek katkı maddeleri kullanmak.
Sodyum (deniz suyu)	Türbin kanatlarında depozit oluşumu Egzoz valflerinde aşırı çamur birikimi. Enjektör memesi ve segman yuvasında depozit oluşumu	Separatörü düşük debide yüksek verimde çalıştırarak maksimum su ayırıştırarak.
Yüksek Al+Si	Yakıt pompaları, segman, silindir gömleği ve segman yuvalarında yüksek aşınma	Klasik seperatörlerde seperatörlerin düşük debide seri bağlı çalıştırılması.
Yakıt uyumsuzluğu	Separatörden aşırı çamur çıkışı, yakıt pompalarında aşınmanın artması, enjektör memesinde, egzoz valf ve türbinde depozit oluşumu.	Yakıtlar için uygunluk testinin yapılması. Uygunluk testi yapma imkanı yok ise yakıt alımlarından önce yakıt tankındaki eski yakıtın başka yakıtlara transfer edilmesi.
Düşük setan sayısı	Vuruntu problemi	Ana makine ön ısıtıcısının belirli süre önce devreye alınarak motorun sıcak tutulması

BAZI YAKIT ÖZELLİKLERİNİN KISA VE UZUN DÖNEM PERFORMANSA ETKİLERİ

Özellik	Özellik tipi*	Performansa Etkisi	Zamana bağlı etkileri
Parlama noktası	Kısıtlı	Depolama güvenliğiyle ilgili. Doğrudan performansı etkilemez.	-
Su ve tortu	Kısıtlı	Yakıt filitre ve enjektörleri etkiler	Uzun dönem
Uçuculuk	Genel	İlk hareket kolaylığı ve duman oluşumunu etkiler	Ani
Viskozite	Genel	Yakıt atomizasyonunu ve yakıtın yağlayıcılık özelliğini etkiler	Ani ve uzun dönem
Kül	Kısıtlı	Yakıt püskürtme sistemine zarar verir ve yanma odasında depozit oluşumuna neden olur	Uzun dönem
Kükürt	Kısıtlı	Partikül emisyonunu, silindirde korozif aşınma ve depozit oluşumunu etkiler.	Partikül emisyonu: Ani Aşınma: Uzun dönem
Bakır şerit korozyonu	Kısıtlı	Metal yüzeylerinde korozif atak potansiyelini gösterir.	Uzun dönem
Setan sayısı CCAI	Genel	Tutuşma kalitesini gösterir. İlk hareket, duman, yanma ve emisyonları etkiler	Ani
Bulutlanma/Akma	Kısıtlı	Düşük sıcaklıkta akıcılık özelliğidir ve yakıt transferini etkiler	Ani
Isıl Değer	Genel	Yakıt ekonomisini etkiler	Ani
Yoğunluk	Genel	Isıl değeri etkiler	Ani
Kararlılık	Sınırlı	Çözünemeyen partikül oluşturma, yakıtın kullanım ve depolama esnasındaki çökelti/sakızlaşma potansiyelini gösterir	Ani ve uzun dönem
Yağlayıcılık	Sınırlı	Yakıt püskürtme sisteminin aşınmasını(pompa ve enjektör) etkiler. Düşük viskoziteli yakıtlarda karşılaşılan durumdur.	Ortalama aşınma: Orta Şiddetli aşınma : Kısa
Suyu Ayırıştırabilme	Sınırlı	Suyu yakıttan ayırabilme kabiliyetini etkiler	Ani ve uzun dönem
Düşük Sıcaklıkta Çalışabilirlik	Genel	Düşük çevre sıcaklıklarında akış ve filitreden geçme özelliğini etkiler	Ani



4

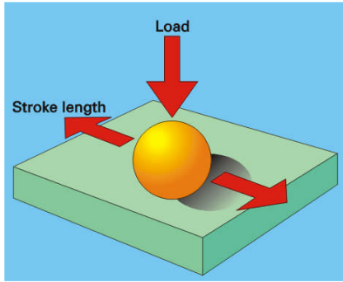


Lubricity

Düşük
Yağlayıcılık
Özellığının
Etkileri

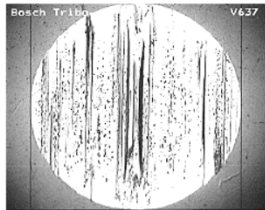
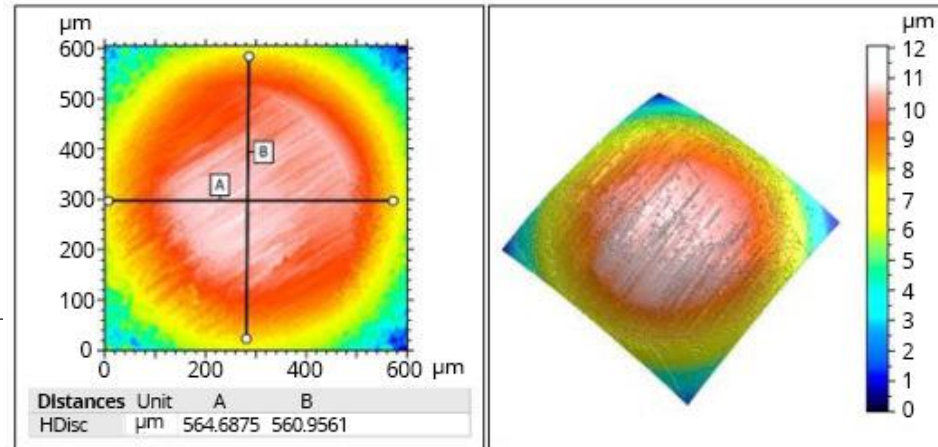
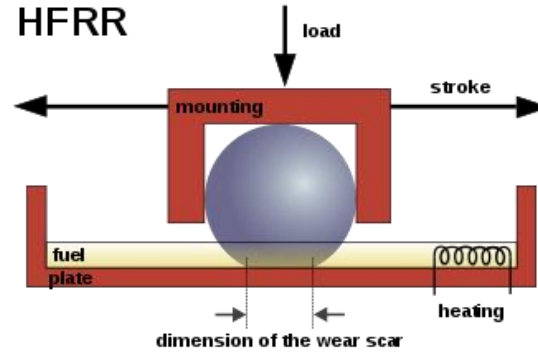
Yakıt içerisindeki kükürt yüzdesi %0.5 wt olan makinelerde pompa ve enjektörlerde yağlama özelliği kötüleştiği için aşınma hızı artar. Bu yüzden aşınma izi çapının 520µm yi aşmaması gerekir.

ISO 12156-1 Method

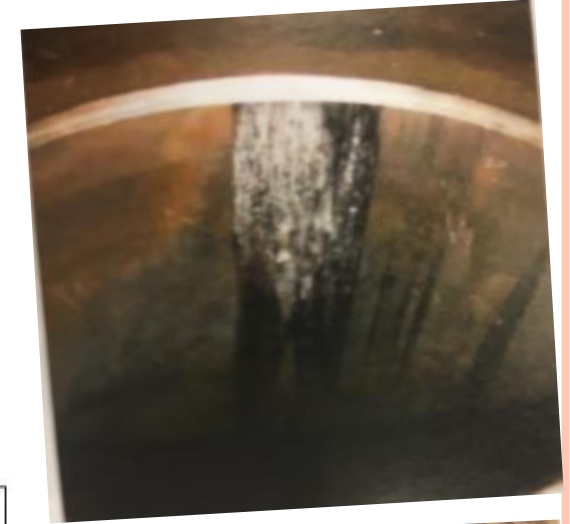


Test conditions:

Applied load	200 g ± 0.01 g
Stroke length	1 ± 0.02 mm
Frequency	50 ± 1 Hz
Test duration	75 ± 0.1 min
Fluid temperature	60 ± 2 °C
Fluid volume	2 ± 0.20 ml
Bath surface	6 ± 1 cm ²



→ WS1.4 µm

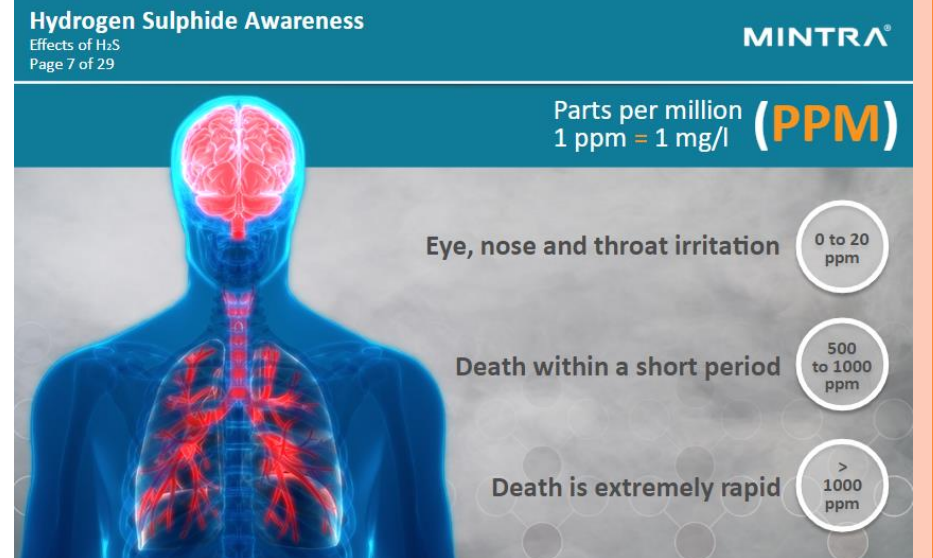




Hidrojen Sülfid (H₂S)

Hydrogen Sulphide(H₂S)-Hidrojen sülfür

- ❑ Hidrojen sülfür (H₂S) ham petrollerde doğal olarak bulunur ve sıvı fazdaki H₂S konsantrasyonu ham petrolün kaynağına bağlı olarak değişebilir. H₂S ayrıca, ham petroldeki kükürt içeren bileşiklerin ısı ile işlemle veya hidrojen varlığında katalitik kraking yoluyla dönüştürülmesinden arıtma işlemi sırasında da oluşturulabilir.
- ❑ IMO düzenlemeleri kapsamında deniz taşımacılığı için kullanılan yakıtların H₂S seviyeleri 2 mg/kg veya daha az olmalıdır.
- ❑ Düşük seviyelerde hidrojen sülfür gözlerde, burunda ve boğazda tahrişe neden olur. Orta seviyeler baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı ve kusmanın yanı sıra öksürme ve nefes almada zorluğa neden olabilir. Daha yüksek seviyeler şoka, kasılmalara, komaya ve ölüme neden olabilir.
- ❑ Gemi mürettebatı, yakıt tanklarını veya borularını açarken veya temizleme işlemleri yaparken H₂S gazının salınımı ile ilgili riskleri dikkate alarak uygun güvenlik önlemlerini almalıdır.



Hydrogen Sulphide(H₂S)-Hidrojen sülfür

- ❑ IMO düzenlemeleri kapsamında deniz taşımacılığı için kullanılan yakıtların H₂S seviyeleri 2 mg/kg veya daha az olmalıdır.
- ❑ Hidrojen sülfür renksiz, yanıcı, oldukça zehirli bir gazdır. 0,5 ppb kadar düşük konsantrasyonlarda saptanabilen karakteristik bir çürük yumurta kokusuna sahiptir.
- ❑ Düşük seviyelerde hidrojen sülfür gözlerde, burunda ve boğazda tahrişe neden olur. Orta seviyeler baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı ve kusmanın yanı sıra öksürme ve nefes almada zorluğa neden olabilir. Daha yüksek seviyeler şoka, kasılmalara, komaya ve ölüme neden olabilir
- ❑ Gemi mürettebatı, yakıt tanklarını veya borularını açarken veya temizleme işlemleri yaparken H₂S gazının salınımı ile ilgili riskleri dikkate alarak uygun güvenlik önlemlerini almalıdır

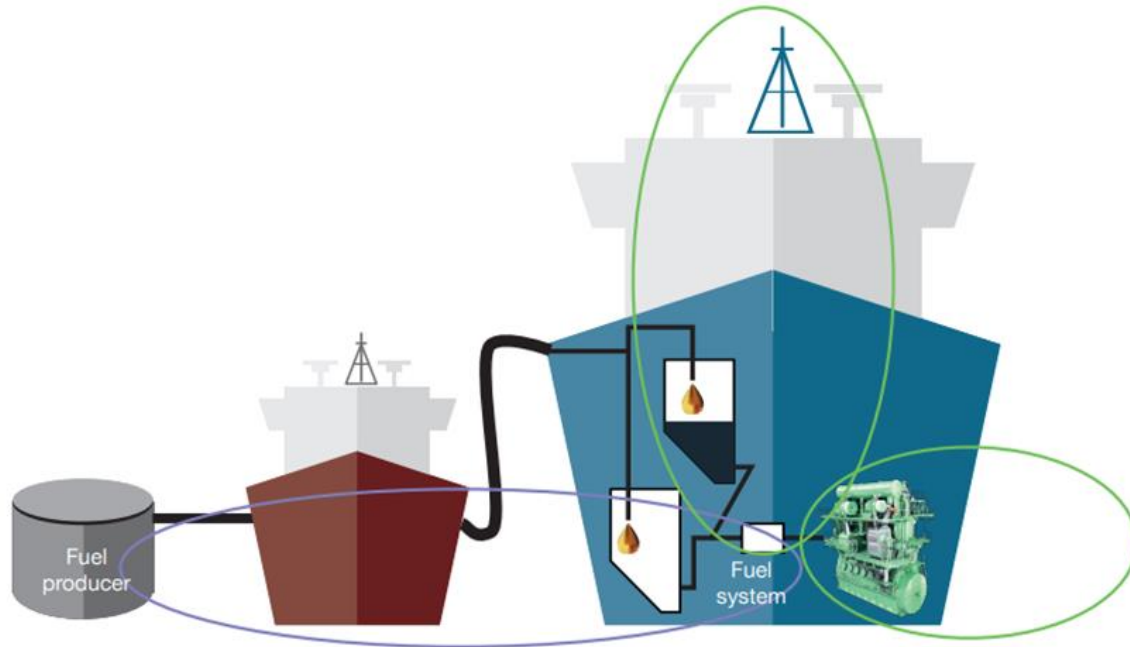




- ❖ Yakıt içerisinde su varlığı, su buharı halinde yakıt enerjisinin bir kısmının atmosfere kaybedilmesi anlamına gelir
- ❖ Yakıt separatörü ile suyun ayrıştırılması gerekir
- ❖ Separasyon sonrası yakıt içerisindeki su miktarı hala yüksek ise devre üzerinde buharlaşan su, buhar fazında yakıt akışına engel olur(water vapor lock).
- ❖ Su yakıt pompası ve enjektörlerde korozyona neden olur.



Su/Water



Toplam
Tortu/Total
Sediment

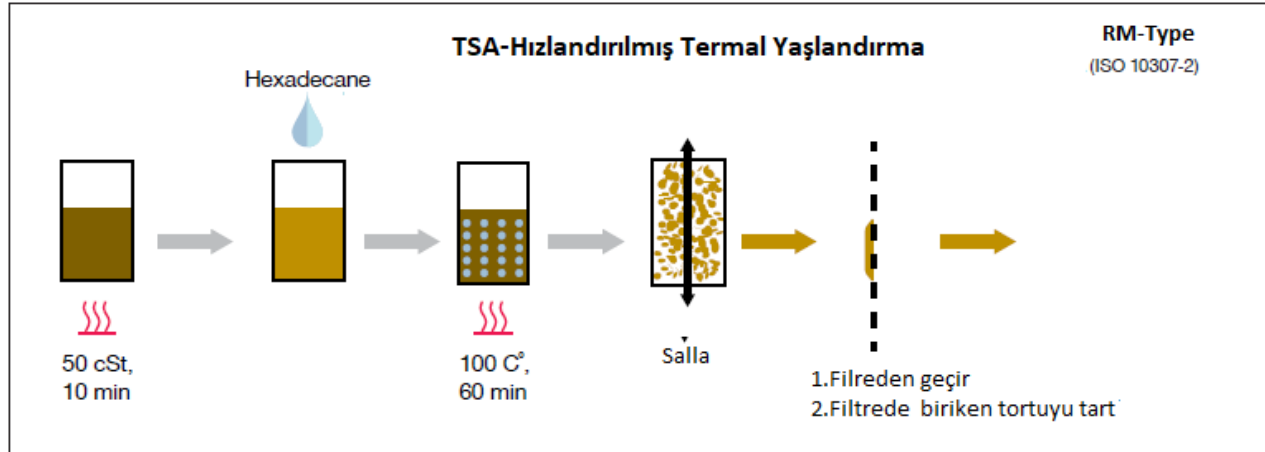
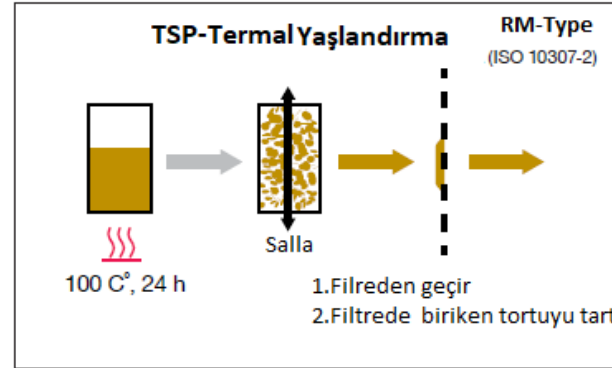
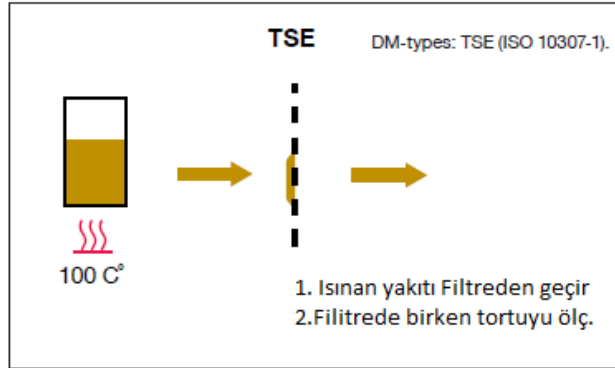
TOPLAM TORTU MİKTARI/TOTAL RESIDUE

- ❖ Gemi makinelerinde kullanılan yakıtlar farklı karakteristiğe sahip hidrokarbon bileşenlerin karışımından oluşur. Başlıca bileşenler Parafinik,aromatik,naftenik moleküller ve asfaltenlerdir.Parafinik moleküller düz zincirli hidrokarbonlar iken aromatik moleküller halka yapısına sahiptir.
- ❖ Asfaltenler farklı bileşenleri üzerinde barındıran çok büyük molekülü bileşenlerdir. Ağır olmaları nedeniyle yakıtı oluşturan bileşenlerin askıda kalmasını tehdit eden bileşendir. Yakıt içeriisindeki tüm bileşenlerin askıda homojen olarak kalmasına «stabilite» denmektedir. Asfaltenler dış faktörlerin yada karışımdaki parafinik moleküllerin oransal değeri artmaya başladığında çökelmeye başlar. Yakıt içerisindeki aromatik moleküller ise parafinik moleküllerin aksine yakıt stabilitesine olumlu katkı sağlarlar.
- ❖ Yakıt stabilitesi, rafineri çıkışından nakliye, yakıt transferi, ısıtma, yüksek basınçta basma gibi süreçlerde yakıt içerisindeki tüm bileşenlerin homojenliğin korunması olarak niteleyebiliriz. Yüksek sıcaklık değişimi, yakıt içerisinde yüksek miktarda parafinik bileşenlerin karıştırılması, aromatik içeriğin azalması yakıt stabilitesini bozucu faktörlerdir.



TOPLAM KALINTI MİKTARI/TOTAL RESIDUE AGED

- ❖ Distile yakıtların stabilitesi toplam tortu miktarı (ISO 10307-1:Total Sediment Existent(TSE)) ile belirlenir.Mevcut yakıt içerisindeki tortunun filtre ile ayrıştırılmasıyla tespit edilir.Tortu, gemideki seperatör vasıtasıyla yakıttan uzaklaştırılabilir.



- ❖ Residual yakıtların stabilitesi (RM grade) ise Toplam Tortu-Yaşlandırma(Total Sediment Potential(TSP) or Total Sediment Accelerated(TSA)) yöntemiyle belirlenir.
- ❖ TSP yönteminde numune filtreden geçirilmeden önce belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılır.
- ❖ TSA yönteminde ise ısıtılan yakıt içerisinde Hexadekan karıştırılır ve 60 dakika 100 C de ısıtılır.Sallanır. Filtreden geçirilir. Bu yöntem, gerçek çalışma şartlarına göre belirlenmiştir.
- ❖ Filtrede biriken tortu miktarı ne kadar yüksek ise yakıtın stabilitesinin bozulma riski o kadar yüksektir. TSE,TSP ve TSA da müsaade edilen miktar 0.1% m olmaktadır.



7



STABILITY & COMPABILITY

**YAKIT
STABİLİTESİ VE
KARIŞAN
YAKITLARIN
UYUMLULUK
ŞARTLARI**

YAKIT İÇERİKLERİ (PARAFFINES, NAPHTHENES, AROMATICS AND ASPHALTENES)

Ağır yakıtlar çeşitli moleküler türler içerir. Bu moleküler türler arasında **parafinler, naftenler, aromatikler ve asfaltenler** bulunur. Yakıtın özelliklerini bu moleküler türler belirler. Bunlar hakkındaki bilgi, yakıtın nasıl yönetileceği konusunda yönlendirme sağlayabilir.

"Bazı yakıtlar parafinik olacaktır, yani uzun doymuş hidrokarbon zincirleri (*alkanlar*) içerirler. Parafin, C_nH_{2n+2} genel formülüne sahiptir (Şekil 14 (a+b)). *Bu yakıtlar, uygun karbon-hidrojen oranından dolayı mükemmel yanma özelliklerine sahiptir, ancak donma noktaları yüksek olabilir. **Parafinler, aromatik ve asfaltenik molekülleri askıda tutmakta zorluk yaşarlar. Bu nedenle, parafinik yakıtların, aromatik yakıt veya yüksek asfalten içeriğine sahip yakıtlarla karıştırılmaması gerekir, çünkü asfaltenlerin çökmesiyle sonuçlanan çamur oluşumu riski yüksektir.***"

15).

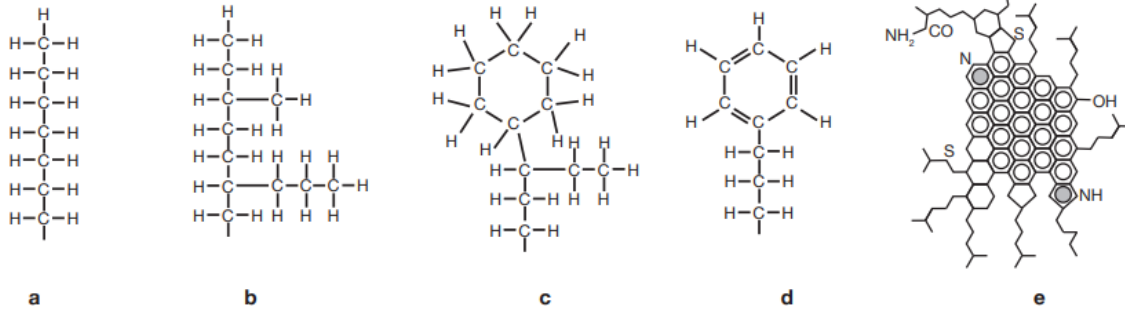


Fig. 14: Schematic pictures of (a + b) Paraffins, (c) Naphtenes (d) Aromatics and (e) Asphaltene.

"**Doymuş hidrokarbonlar**, örneğin **sikloalkanlar** veya **naftenler** de halka yapılarında da bulunabilirler (Şekil 14 (c)). Tek halkalı bileşikler için genel formül C_nH_{2n} 'dir. Naftenlerin aromatik bileşiklerle karıştırılmaması gerekmektedir. Naftenler, aromatiklere göre daha yüksek hidrojen içeriğine sahip olup, **tek bağılara** sahiptir."

"**Aromatikler** (Şekil 14 (d)), **çift bağ** içeren ve dolayısıyla *daha az hidrojen* içeren halka yapılarıdır, örneğin benzol C_6H_6 . Aromatik yakıtlar daha fazla halka yapısına sahip olacak ve muhtemelen parafinik yakıtlardan daha yüksek karbon-hidrojen oranına sahip olacak."

"**Asfaltenler**, esas olarak karbon ve hidrojen içeren ancak aynı zamanda kükürt, azot ve bir miktar oksijen ile vanadyum, nikel ve diğer elementlerin de bulunduğu büyük moleküllerdir. Genellikle aromatik halka yapılarından oluşurlar, ancak naftenler ve hidrokarbon zincirleri de içerebilirler ve kollar gibi dışarı çıkabilirler (Şekil 14d).»

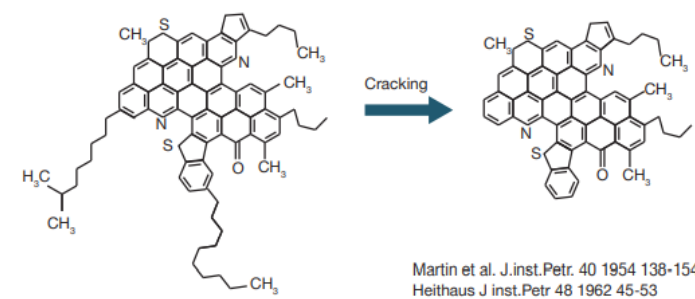
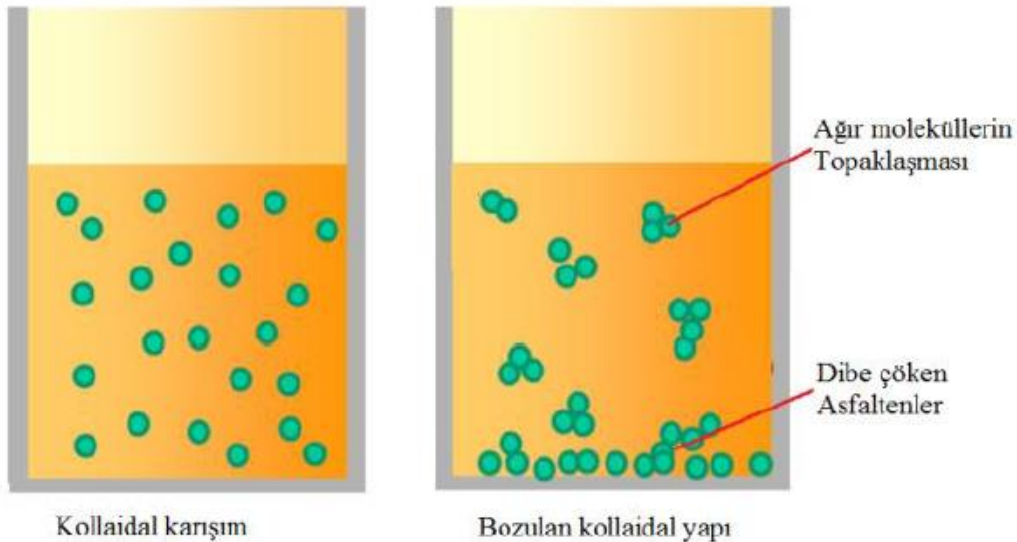


Fig. 15: Cracking changes the asphaltenes.

Kraking sırasında, asfaltenlerden hidrokarbon zincirleri kesilir ve diğer uygulamalarda kullanılır. Kalan aromatik halka yapıları, işlenmemiş moleküllere nispetle farklı yakıt karışımları içinde çözünmeleri daha zor olacaktır (Şekil 15).

COMPATIBILITY AND/OR STABILITY (KARIŞIM YAKITLARININ UYGUNLUĐU VE STABİLİTE)

- Aromatik hidrokarbonlarla yakıt içerisindeki dengeden (Stabilite) ağır moleküllü **asfalten** sorumludur.
- **Parafinik** içerikli ağır yakıt ile karıŐtırıldıklarında yada aromatik içerikleri farklı yakıtlar **karıŐtırıldıđında**(viskozite ve yoğunluğu birbirinden önemli ölçüde farklı) yakıtın içerisindeki aromatik yüzde azalırsa asfaltenler birbirine yapışarak çamur halinde dibe çökerler.
- **Asfaltenlerin** birleşerek çamura haline dönüşmesi «uyumsuzluk-incompability» olarak adlandırılır.



Kollaidal yapı küçük partiküllerin (burada asfalten oluyor) **ökemeden** sıvı yakıt içerisinde (malten,sürekli yapı, HFO) askı halindeki dengeli (**stability**) yapıyı ifade eder.

STABİL YAKIT NASIL OLMALI?

Aromatikler

- Yakıt stabilitesini artırır
- Yakıt içerisindeki asfaltlenlerin homojen dağılımını sağlar

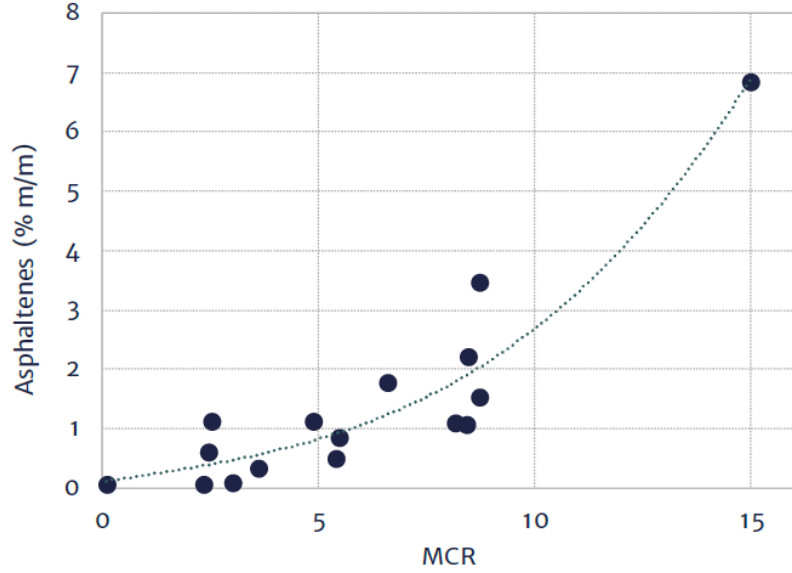
Parafinler

- Wax(mumlaşma) riski (akma noktası altına düştüğünde)
- Yakıt Stabilitesi bozulur.
- Mükemmel tutuşma/yanma kalitesi



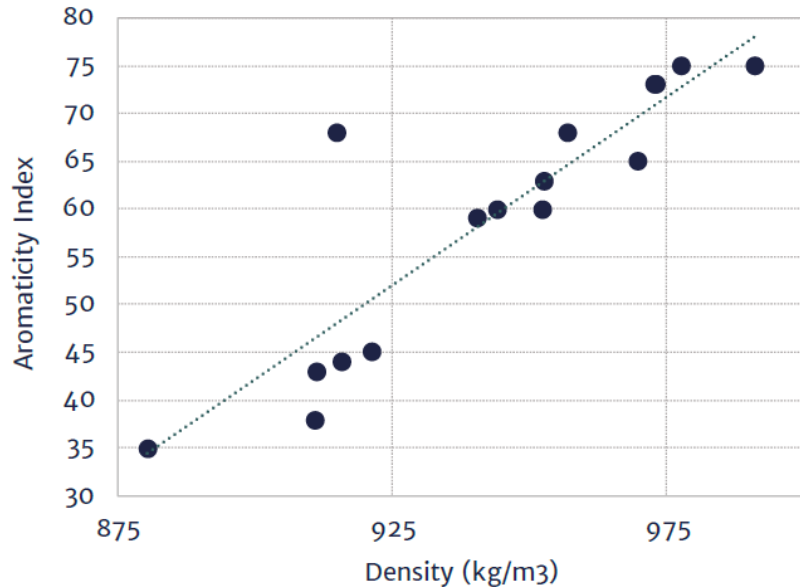
Yakıt içerisindeki Alsfalten, aromatik ve parafin içeriğinin yakıt stabilitesini bozmayacak şekilde olması gerekir.

YAKIT STABİLİTESİNE ETKİ EDEN YAKIT ÖZELLİKLERİ



❖ MCR ne kadar yüksek olursa, yakıtın **asfalten** seviyesi de o kadar yüksek olacaktır. Yüksek asfalten içeriği çamur oluşturma (asfalten çökmesi) riski artar. **Asfaltenleri** süspansiyonda(askıda) tutmak için **ALA** (Actual Level of Aromaticity) oranının yüksek olması gerekir.

❖ Daha yüksek yoğunluğa sahip yakıtlar muhtemelen daha yüksek ALA'ya sahip olacak ve dolayısıyla asfaltenleri süspansiyonda tutma kapasitesi daha yüksek olacaktır.

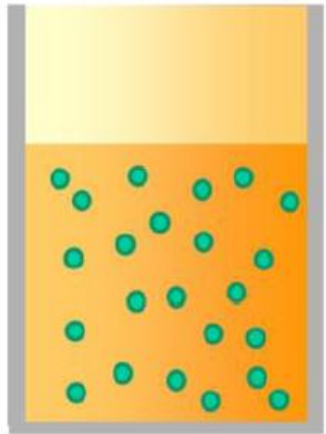


❖ *Başka herhangi bir bilgi olmadığında ve sadece rehberlik amaçlı olarak*, daha **yüksek yoğunluklu / daha düşük MCR'li** yakıtların karıştırma açısından daha düşük yoğunluklu / daha yüksek MCR'li yakıtlara göre karışıma daha yatkın olduğu sonucuna varılabilir.

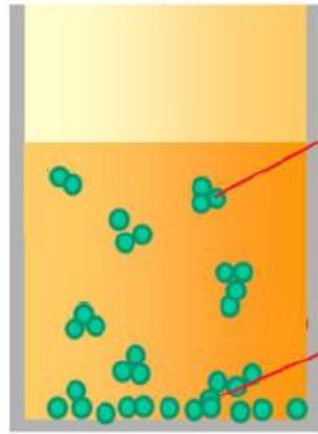
Yüksek Yoğunluk-Düşük MCR-Düşük akma noktası aromatik içeriğinin yüksek olduğuna dair işaretlerdir. Çamurlaşma (sludge) meyili daha düşüktür.

COMPATIBILITY AND/OR STABILITY (KARIŞIM YAKITLARININ UYGUNLUĐU VE STABİLİTE)

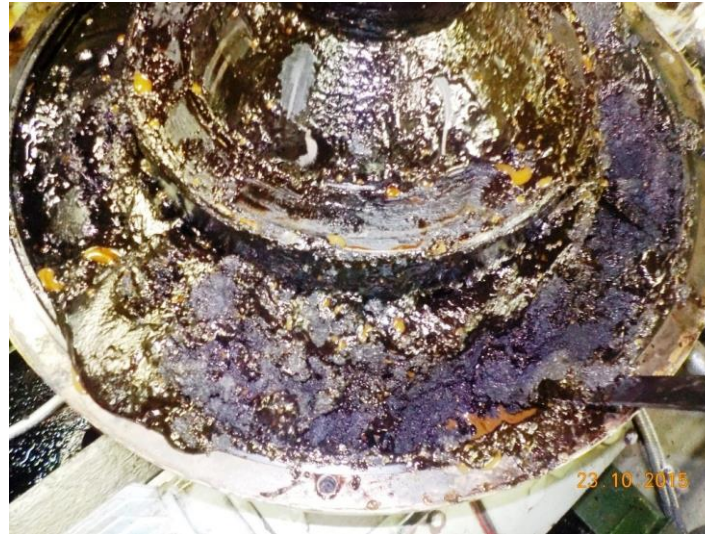
- Yüksek oranda parafinik hidrokarbon içeren yakıtlarla düşük oranda aromatik hidrokarbon içeren yakıtların karıştırılması durumunda (tanklarda) başlangıçta kararlı olsalar bile çamur oluşumuna (slaç) neden olabilir.
- Yakıt uyumsuzluğu neticesinde çökelme olduğunda filtre ve separatörler hızlı bir şekilde tıklandıkları gibi yakıt pompası ve enjektörlerde tutma olayları ile karşılaşılır. Ayrıca enjektör memesi, egzoz valfleri ve türbin kanatlarında depozit oluşumu da hızlanır.

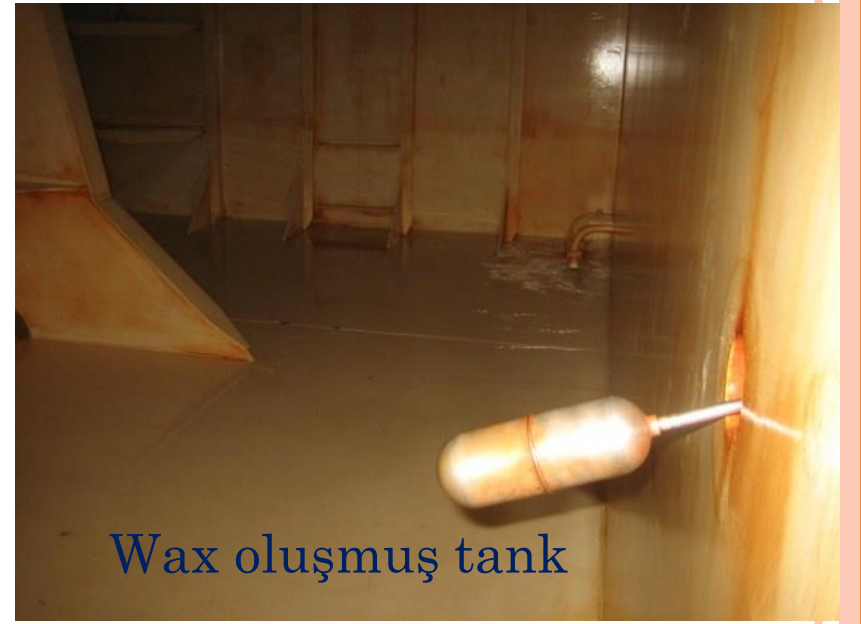


Kollaidal karışım



Bozulan kollaidal yapı





Wax oluşmuş tank



Sludge oluşmuş tank



ASTM D4740 UYUMLULUK TESTİ



Method:
ASTM D4740

ASTM D4740 Derecelendirme	Referans görüntü	Açıklama	Yakıt durumu
1		Homojen karışım	Uyumlu/Stabil
2		Soluk veya zor seçilen iç halka	Bir miktar çamur oluşabilir. stabil karışımın devamı için -Katkı maddesi eklenmeli -Aşırı ısıtma yapılmamalı -separasyon sürekli olmalı -sık aralıklarla tanklar dreyn edilmeli
3		Netleşmiş iç halka (arka plandan biraz daha koyu)	No:2 gibi fakat slaç oluşma riski daha yüksek
4		Çok net bir iç halka (No.3 görüntüye göre çok daha kalın ve net)	Uyumsuz/Stabil değil
5		Merkezde çok koyu dairesel alan. Alan arka plandan daha koyu.	Uyumsuz/Stabil değil



11



*ULO /Kullanılmış
yağlama Yağ
katkı Maddeleri*

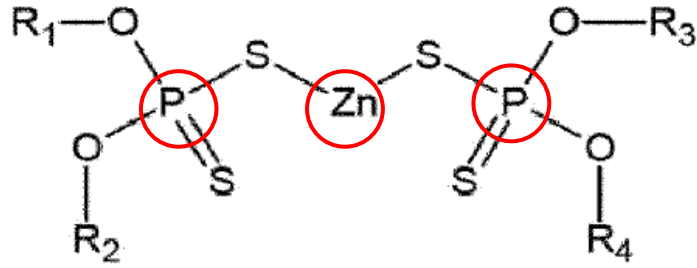
Used lubricating oils (ULO): calcium and zinc; or calcium and phosphorus	mg/kg	—	calcium > 30 and zinc > 15 or calcium > 30 and phosphorus > 15
--	-------	---	--

KATKI MADDELERİ

Aşınma Önleyici katkı maddesi:

Zinc long-chain alkyl thiophosphate

Aşınma Önleyici Katkı Maddeleri



KATKI MADDELERİ

- Baryum (Ba)
- Bor (B)
- Kalsiyum (Ca)
- Magnezyum (Mg)
- Fosfor (P)
- Çinko (Zn)
- Sulphur(S)

Element	Simge	Aşınma	Dışarıdan Karışan	Katkı Maddesi
Demir	Fe	X	X	X
Bakır	Cu	X	X	
Krom	Cr	X		
Kalay	Sn	X		
Aluminyum	Al	X	X	
Kurşun	Pb	X		
Silisyum	Si		X	X
Bor	B		X	X
Kalsiyum	Ca		X	X
Magnezyum	Mg		X	X
Çinko	Zn			X
Posfor	P		X	X
Molibden	Mo			X
Potasyum	K		X	

DRIP OIL SAMPLE ANALYSIS ASSESMENT REPORT ACCORDING TO BDN
DRIP OIL SAMPLE DEĞERLERİNE GÖRE YAĞ ANALİZ DEĞERLENDİRME RAPORU

Ship's name - <i>Geminin adı</i>	İNCE EVRENYE			03	08.06.2020	Voyage No
Port - <i>Liman</i>	Cylinder Lubrication Oil <i>BN</i>					
Critical Properties- <i>Kritik Özellikler</i>						
	No1	No2	No3	No.4	No.5	No.6
Base Number, mg/kOH	51,6	56,7	51,3	54,5	54,5	54,4
Baryum	-	-	-	-	-	-
Calcium	17161	18043	16294	17303	17790	17543
Magnesium	72	80	62	72	77	74
Molybdenum	2	2	2	2	2	2
Phosphorus	109	109	145	116	98	89
Zinc	132	133	174	141	120	109
Boron						
Potassium						
Silicon	24	28	22	25	28	26
Sodium	17	22	15	16	19	19
Aluminium	7	9	7	8	7	8
Chromium						
Copper						
Iron	39	58	39	44	45	39
Lead						
Nickel	22	30	21	23	24	25
Titanium						
Vanadium	56	72	52	57	61	62
Manganese						



6



Yüksek Sıcaklık Korozyonu

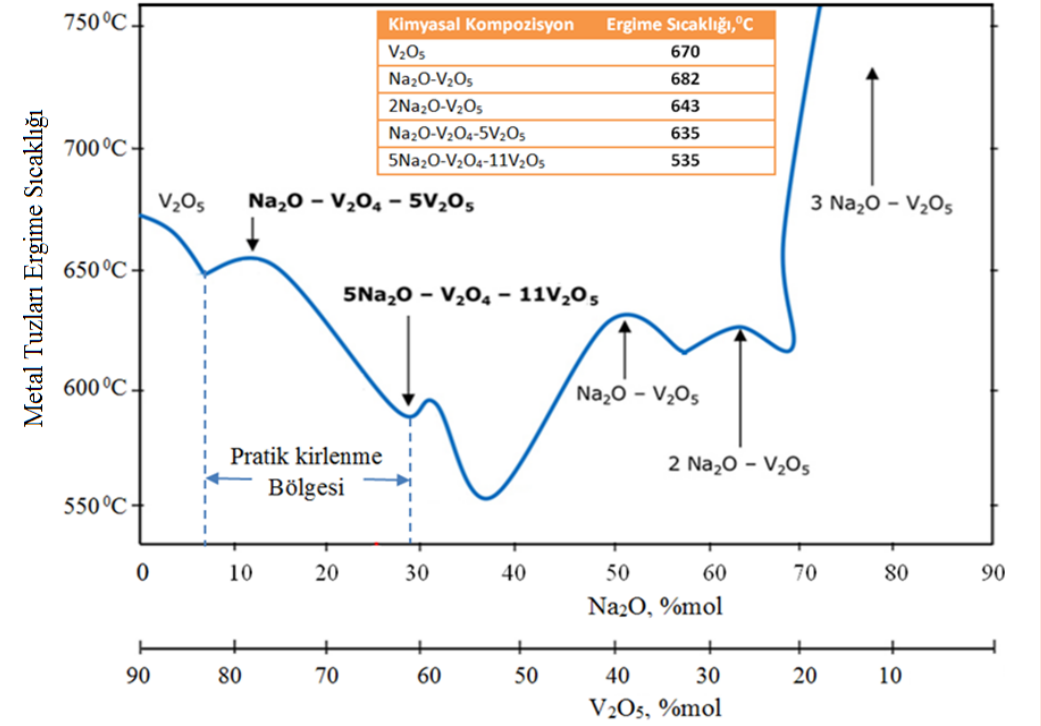
VANADİUM/SODYUM ETKİSİ

- Vanadyum, ağır yakıtlar içerisinde çözünmüş ve homojen olarak dağıldığı için separatörler ile ayrıştırılamaz.
- Vanadyum miktarını azaltmak için separatör çıkışına gözenek çapı 50µm den küçük filitre konulması tavsiye edilmektedir.
- Vanadyumun oluşturduğu bileşikler piston, egzoz valf yüzeyleri ve türbo doldurucu nozul ring tarafında çok sert ve katı bir tabaka oluştururlar.
- Yüzelerde biriken katı tabakayı mekanik yollarla (taşlayarak) bile gidermek zordur.
- *Vanadyumdan farklı olarak sodyum seperatör vasıtasıyla ayrıştırılabilir. Aşındırıcı ve deniz suyunu yakıttan atmanın en etkin yolu yakıt seperatörlerinin verimli çalıştırılmasıdır.*
- Pratik olarak bir seperatörün çalışma debisi ana makinenin çalıştığı yükte harcadığı yakıt debisinin 1.2-1.3 katı olması gerekir.
- Vanadyum ve sodyum birlikte reaksiyona girdiklerinde son derece korozyif ve düşük ergime sıcaklığına sahip yapışkan metal tuzlara dönüşürler.
- Bu tuzlar egzoz valflerine ve türbin kanatlarına yapışarak hem depozit oluşumuna hemde yapıştıkları metal yüzeyinde yüksek sıcaklık korozyonuna neden olurlar.



YÜKSEK SICAKLIK KOROZYONUNUN MEKANİZMASI

- Yakıttaki vanadyum yanma esnasında bir dizi reaksiyon sonucu çeşitli metal oksitler oluşturur.
- Oluşan metal oksitler yanma odasındaki gaz sıcaklığına göre nispeten daha soğuk bölgelere veya egzoz kanalına girdikten sonra soğuyarak yoğunlaşır.
- Yoğuşma esnasında ortamdan aldığı oksijen ile daha fazla oksitlenir ve yaptıkları metalin üst yüzeyinde Vanadyum Pentoksit (V_2O_5) katmanı oluşturur.
- V_2O_5 nispeten düşük bir erime noktasına (~670 °C) sahip olduğu için bu bölgelerde soğumanın etkisiyle yoğunlaşmaya başlayan parçacıklar yarı-sıvı ve yapışkan hale gelerek temas ettiği yüzeye yapışırlar.
- Diğer taraftan yakıt içerisindeki sodyum, yanma odasındaki *su buharıyla* reaksiyona girerek sodyum hidroksit (NaOH) oluşturur. NaOH, egzoz gazındaki SO_2 ile reaksiyona girerek sodyum sülfat (Na_2SO_4) oluşturur. Sodyum sülfatın yoğuşma sıcaklığı 890 °C nin altında olduğu için daha önce oluşmuş olan V_2O_5 tabakasının yüzeyine yapışır.
- Yakıtın yanmasıyla oluşan SO_2 ve SO_3 Sodyum Sülfatın metal üzerine yapışan Vanadyum Pentoksit ile düşük erime sıcaklığına sahip metal tuzlarının oluşmasında katalizör görevi görmektedir.



YÜKSEK SICAKLIK KOROZYONUNUN MEKANİZMASI

- Düşük ergime sıcaklığına sahip metal tuzu oluşumunda Vanadyum/Sodyum oranı önemlidir. Metal tuzu içerisindeki bu oran 1:3 olduğunda ergime sıcaklığı en düşük seviyeye düşmektedir.
- Düşük ergime sıcaklığına sahip metal tuzlarının egzoz ve egzoz valflerine yüksek sıcaklık korozyonu ile zarar vermesinin önüne geçmek için egzoz valf çıkışındaki sıcaklığın 450 °C nin altında tutulması gerekir.
- Yüksek sıcaklık korozyonunun önlenmesi için yapılması gereken önlemler aşağıda sıralanmıştır.
- *Yakıt seperatörlerinin düşük debide ve yüksek verimde çalıştırılarak yakıt içerisindeki deniz suyunun giderilmesi,*
- Seperatör çıkışına 50µm den küçük gözenek çaplı filtre konulması,
- Püskürtme vans ayarı ve kompresyon basıncının fabrika değerlerine yakın olduğunun kontrolü,
- Piston ve egzoz valflerinin etkin soğutulması
- Piston ve kaver yüzeylerinde karbon birikintisine müsaade edilmemesi
- Yakıt analizlerinin düzenli takip edilerek V/Na kütle oranının düşük ergime sıcaklığına sahip metal tuz oluşumunu önleyici şartların kontrolü ($V/Na < \%25$ ve $Na < 100$ mg/kg)
- *Piston üst yüzey sıcaklığının 420 °C nin altında tutulması,*
- *Egzoz sıcaklığının 500 °C nin altında tutulması,*
- Ortam havasının tuzlu olduğu düşünülüyorsa ara soğutucu çıkışına buğu giderici (demister) konulması,
- Yakıtta Mg esaslı katkı maddeleri konarak tepkime sonucunda daha yüksek ergime sıcaklığına sahip bileşenlerin oluşmasının sağlanması ($3MgO.V_2O_5$). Bu bileşenler yüzeye yapışmadan yanma odasını terk ederler.



9



Flash Point
*Parlama
Noktası*

CERTIFICATE OF QUALITY

Job No : 2019-OPS-17968
Lab Reference No : 2019-OPS-17968-01
Sample No : New Global
Vessel : Tanjung Pelepas, Malaysia
Location : RMG 380 CST 0.5% SULPHUR - 2010 SPECIFICATIONS
Product : Ship Tanks No. 1C
Source : Before Loading
Type of Sample

FLASH POINT

On testing, the following results were obtained >

NO.	TESTS	METHOD	UNIT	LIMIT	RESULTS
1	Density @ 15°C	ASTM D1298	kg/L	Max 0.9910	0.9481
2	Kinematic Viscosity @ 50°C	ASTM D445	mm ² /s	Max 380	128.8
3	Flash Point (PMCC)	ASTM D93 (Proc.B)	°C	Min 60	71.0
4	Pour Point	ASTM D95	°C	Max 50	-15
5	Water by Distillation	ASTM D4294	%(v/v)	Max 0.50	0.20
6	Sulphur	ASTM D4530	%(m/m)	Max 0.50	0.488
7	Micro Carbon Residue	IP 390 (Proc.B)	%(m/m)	Max 18	7.2
8	Total Sediment Accelerated	IP 390 (Proc.A)	%(m/m)	Report	0.07
9	Total Sediment Potential	ASTM D462	%(m/m)	Max 0.10	0.07
10	Ash	IP 501	mg/kg	Max 0.10	0.018
11	Vanadium	IP 501	mg/kg	Max 350	17
12	Aluminium + Silicon	IP 501	mg/kg	Max 60	9 + 14 = 23
13	Zinc	IP 501	mg/kg	Max 15	1
14	Phosphorus	IP 501	mg/kg	Max 15	2
15	Calcium	IP 501	mg/kg	Max 30	7
16	Sodium	IP 501	mg/kg	Max 30	24
17	CCAI	IP 501	mg/kg	Max 100	819
18	Hydrogen Sulphide	Calculation	mg/kg	Max 870	<0.60
19	Total Acid Number	IP 570	mgKOH/g	Max 2.00	0.47

Remark : N.A.



For and on behalf of
CCIC Singapore Pte Ltd

Authorized Signature(S)
Susan Toh
Laboratory Manager



VLSFO ile birlikte yakıtların parlama noktalarının HFO e göre çok fazla düştüğü gözlemlenmektedir.



© Prof. Dr. Adnan Parlak

Parlama Noktası/Flash Point

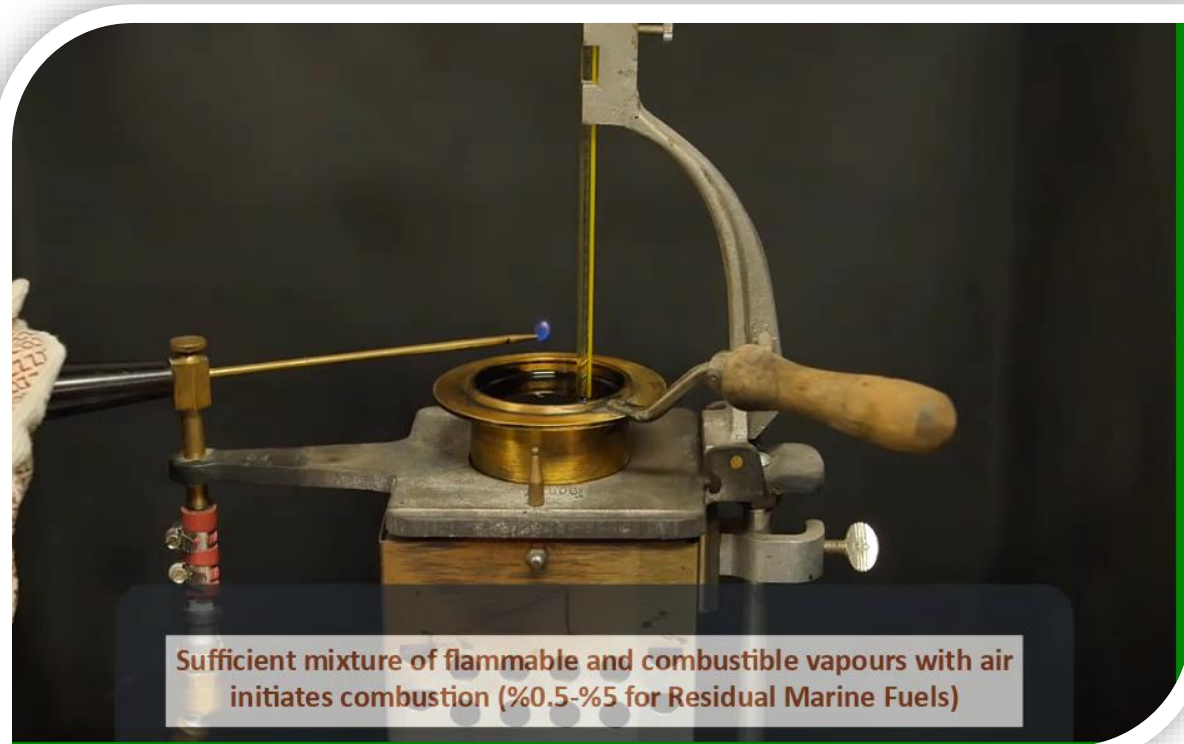


- **Parlama Noktası:** Buharlaşan yakıt buharının ortam havasıyla tutuşabilir ve yanabilir karışım oluşturduğu sıcaklıktır.
- **Parlama Noktası** yakıt tanklarının (servis ve setling tank) bulunduğu ortamda yanabilir karışım olduğunda çıplak ateş kaynağı ile parlama ve patlama riski vardır.
- **Kendi kendine tutuşma Sıcaklığı:** Parlama ve patlamanın meydana geleceği minimum sıcaklıktır.

Ortamdaki hava yakıt buharı karışımı belirli karışım oranına ulaştığında parlama ve patlama riski vardır.



ALT ÜST PATLAMA RİSKİNİN ÖNEMİ (LEL & UEL)



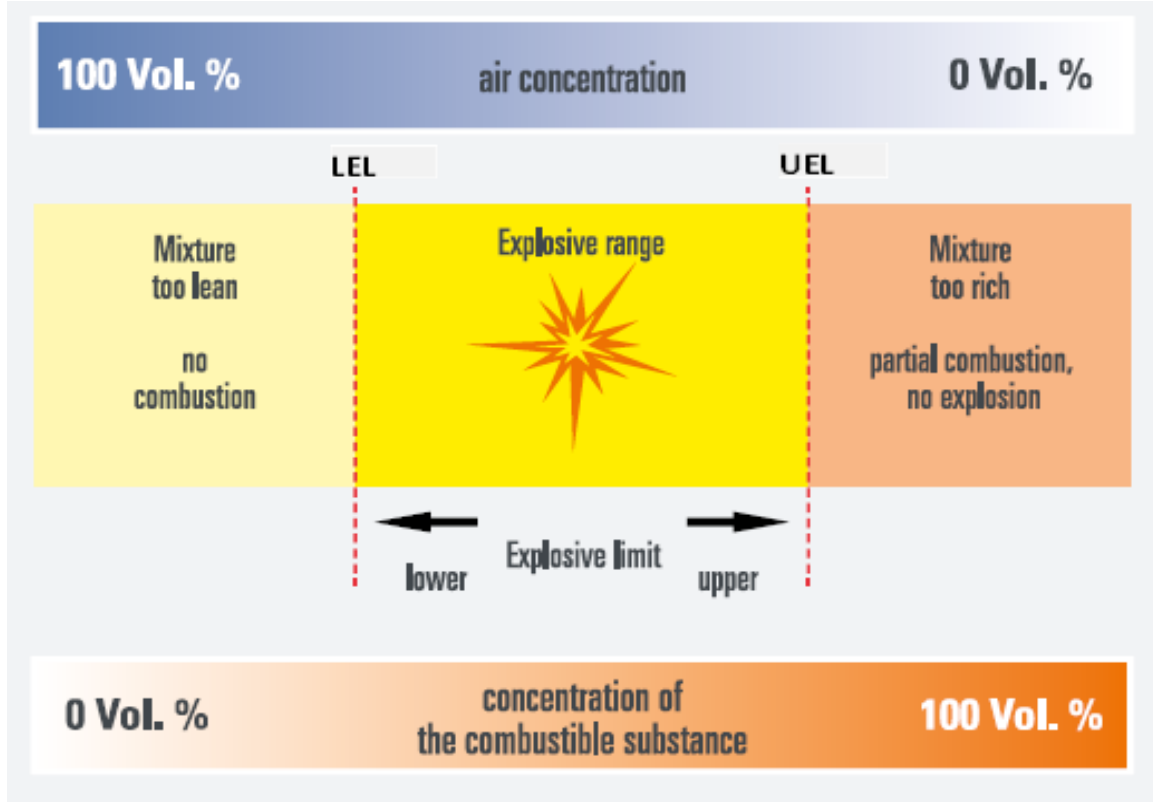
%5 lik üst patlayıcı karışım demek, 100 birim hava içerisinde 5 birim yakıt buharı bulunması anlamına gelmektedir.

- **LEL-Lower Explosion Limit**
- **UEL-Upper Explosion Limit**

	LEL	UEL	Parlama noktası
Ethyl Alcohol	3-3.3	19	12.8 °C
Methanol	6.0	36	11.0 °C
Hydrogen	4.0	75.0	<-253 °C
HFO (RMG380)	0.5	5	>60 °C
Methane	5.0	15	-188 °C
Propane	2.1	9.5-10.1	-104°C
Butane	1.6	8.4	-60°C
Ammonia	15	28	-33.3 °C
Gasoline			-



Patlama riski



Residual Fuel Oil (Flash point > 100 °C)

En Düşük Patlama karışım limiti (LEL) : 0.5%
En Yüksek Patlama karışım Limiti (UEL) : 5.0 %.

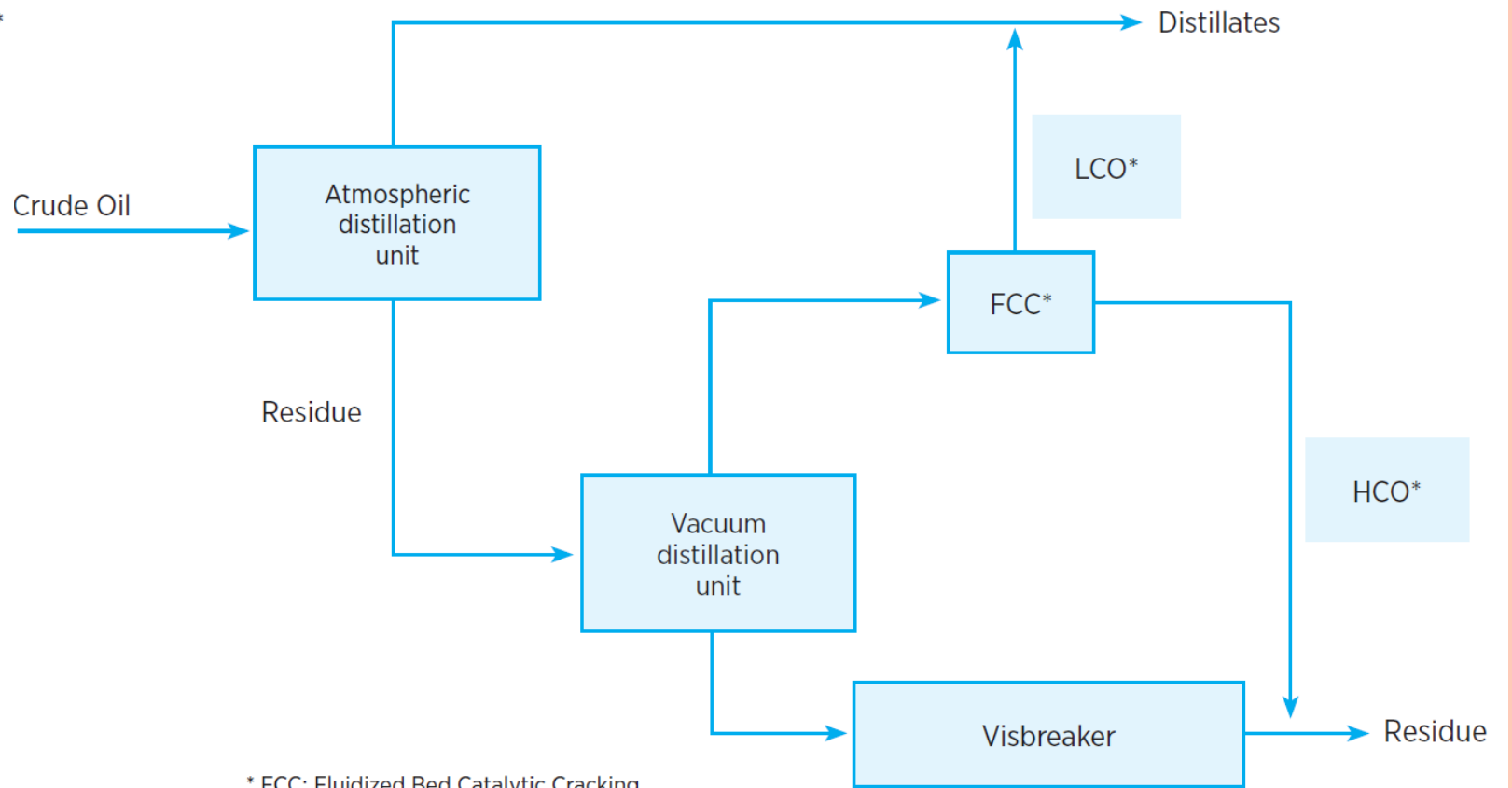
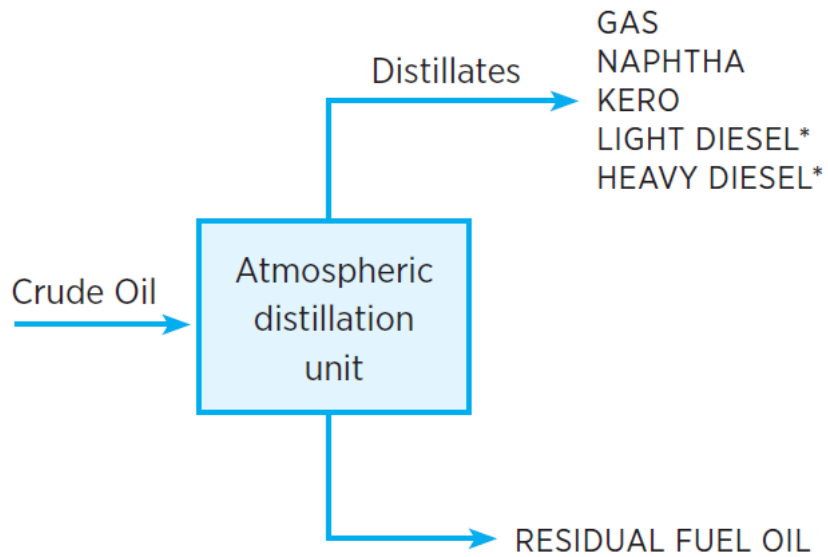




8



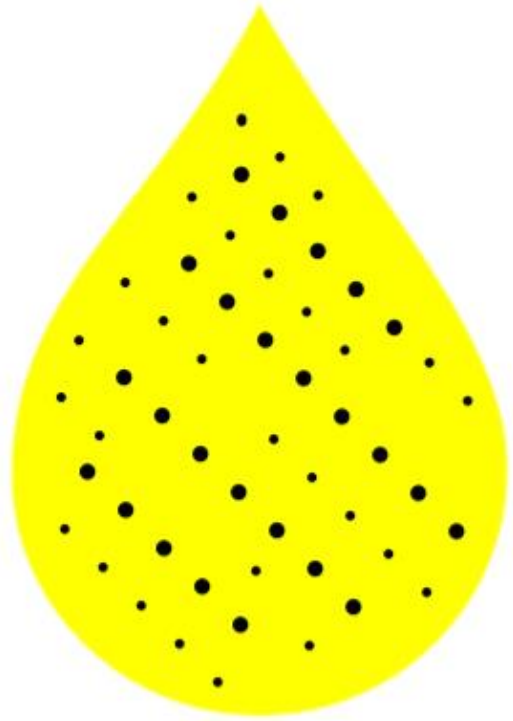
CAT
FINE/Katalitik
partiküller
Yakıt Sistemi Ve
Seperatörlerin
Yüksek Verimde
Çalışma Şartları



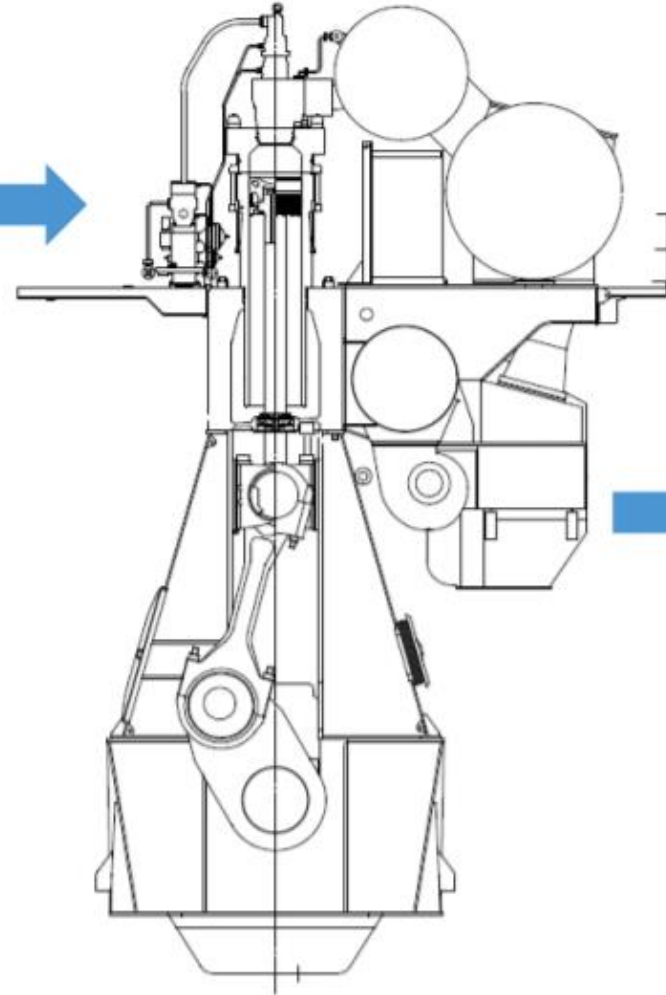
* FCC: Fluidized Bed Catalytic Cracking

* LCO: Light Cycle Oil

* HCO: Heavy Cycle Oil



Fuel with cat-fines



Wear



Component life-time



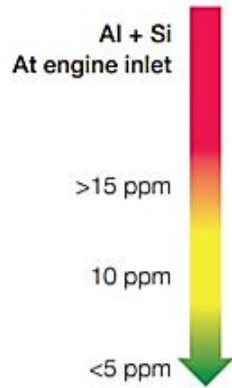
DÜŞÜK CAT FINE MİKTARI İÇİN

Makine yakıt girişine 10 µm lik bir filtre konulduğunda filtrenin tıkanma sıklığı temizleme sistemin verimliliği için bir gösterge olacaktır. Bunun için:

1. Makine yakıt girişine bir 10 µm filtre takılmalıdır.
2. Eğer temizlik sıklığı normale göre artar ise yakıt sistemi gözden geçirilmelidir(filtre, dreyn, seperatör)

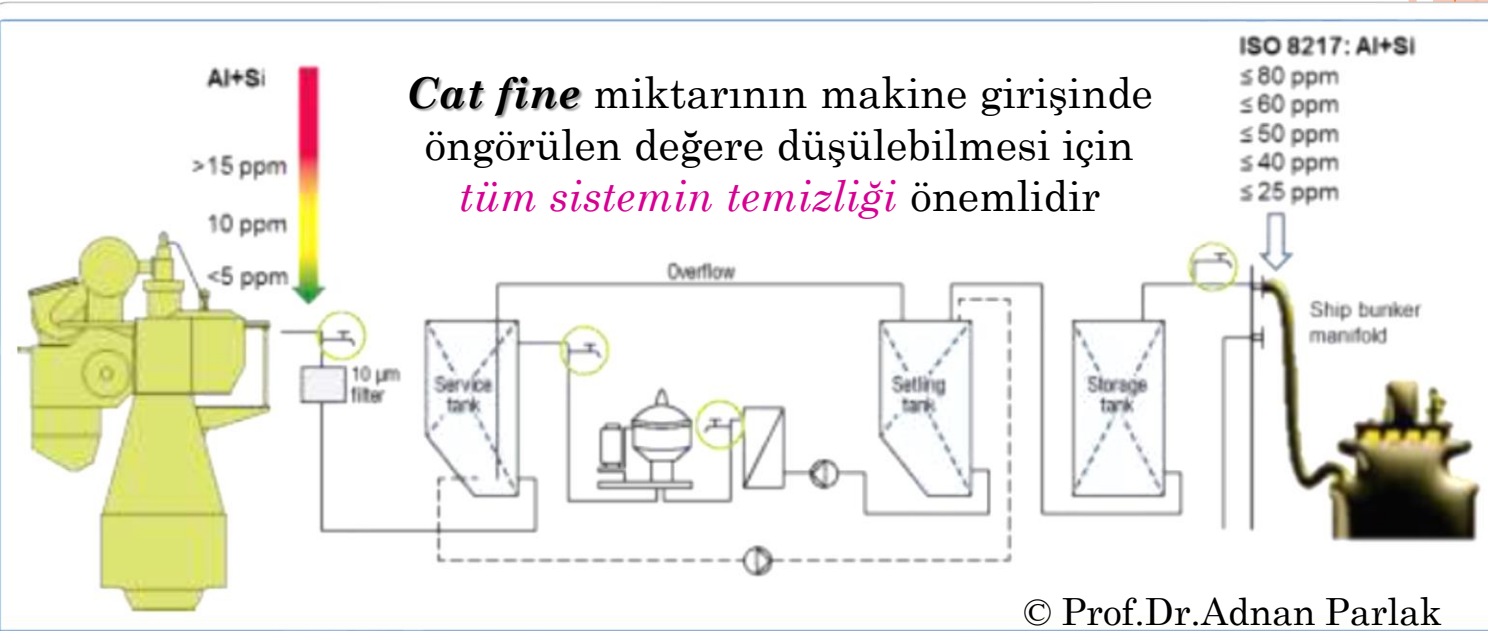
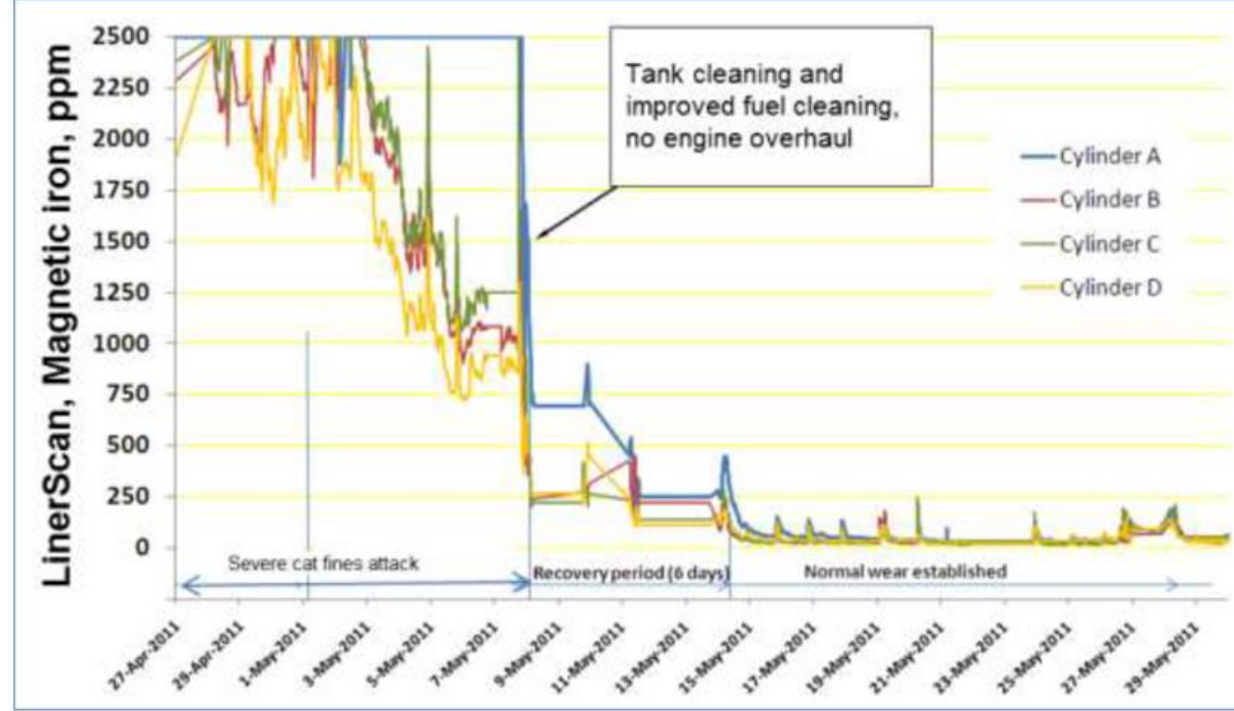
Recommendation:

Max. 15 ppm Al + Si at engine inlet for short periods



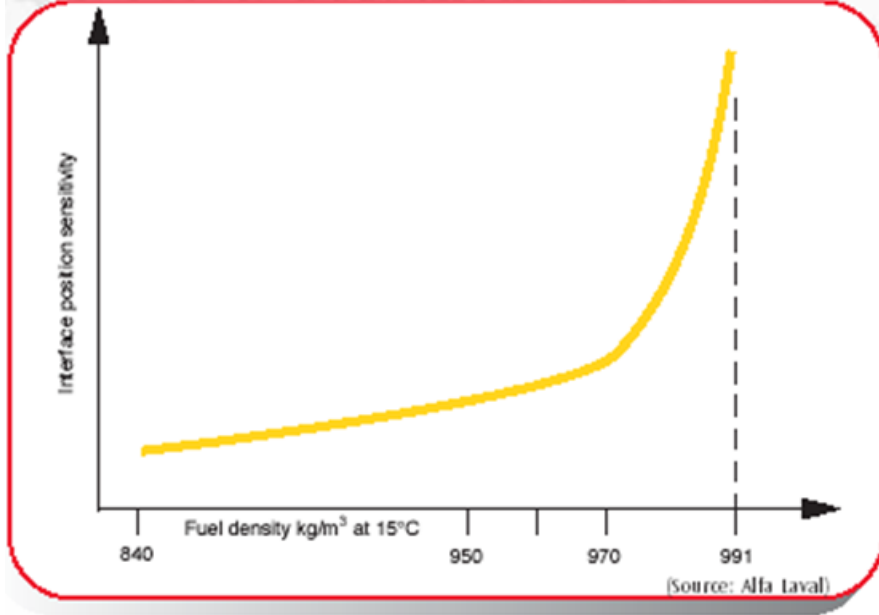
Cat fines (Al + Si) content entering the engine.

Tank temizliğinin liner aşınmasına etkisi

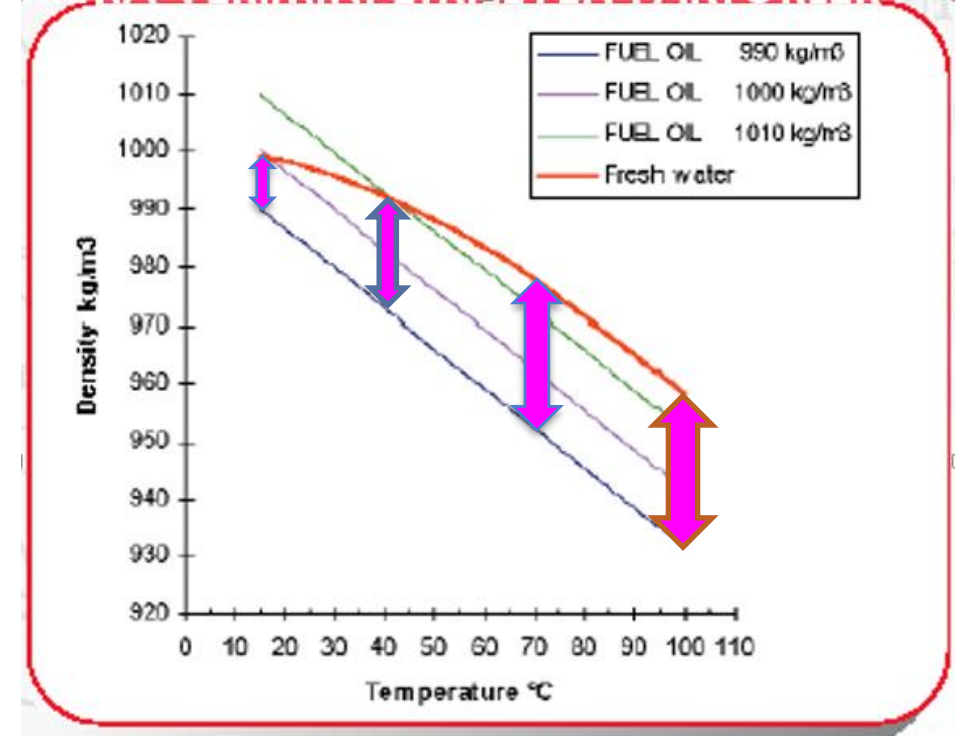


YAKIT SEPERATORLERİNDE AYRIŞTIRMA VERİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- ❖ Debi,
- ❖ Arayüzey(Interface) konumu,
- ❖ Seperator Çalışma modu
- ❖ Seperasyon sıcaklığı

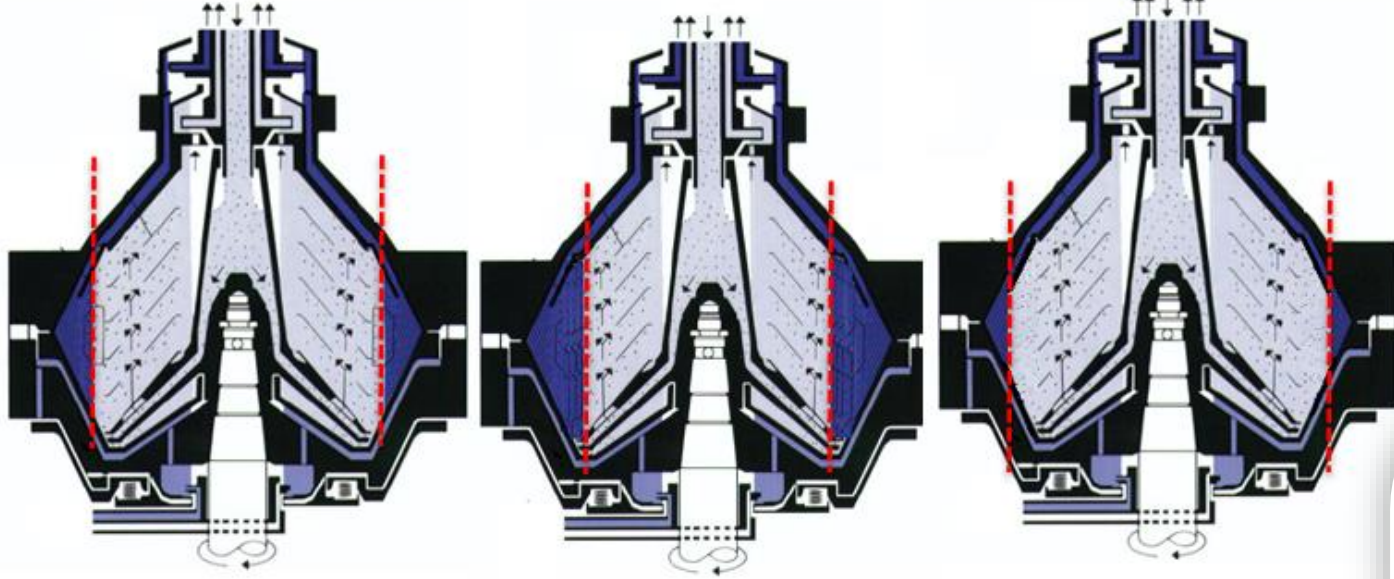


- ❖ Yoğunluk ve viskozite arttıkça arayüzey konum hassasiyeti artar.



- ❖ Su ve yakıt yoğunluğu arasındaki fark, yakıt sıcaklığı artırılarak sağlanır.

GRAVITE DİSK SEÇİMİNİN ETKİSİ



Doğru gravite disk seçimi-Doğru arayüzey

Küçük gravite diski Verimsiz seperasyon

Büyük gravite diski

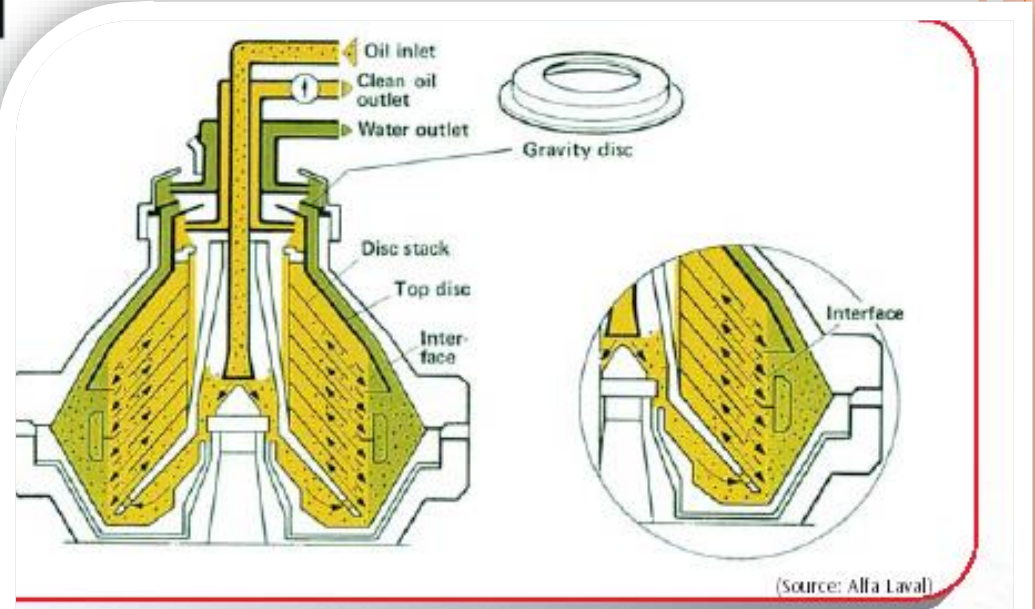
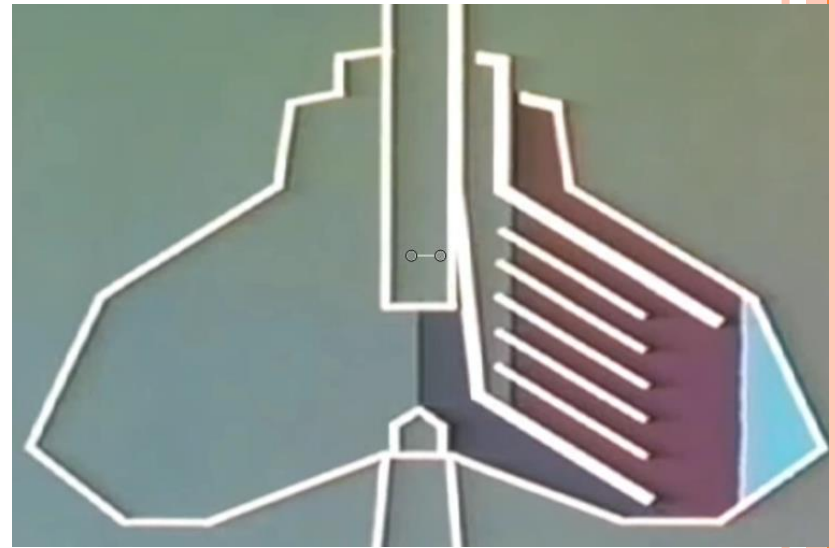
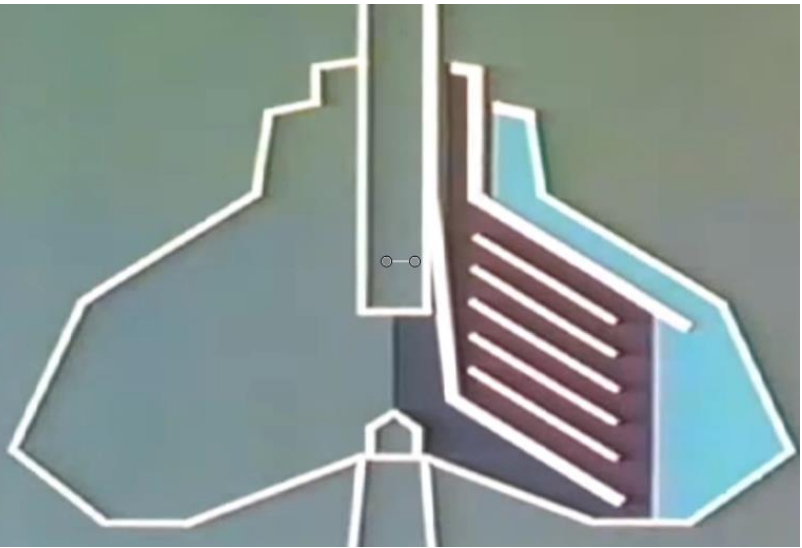
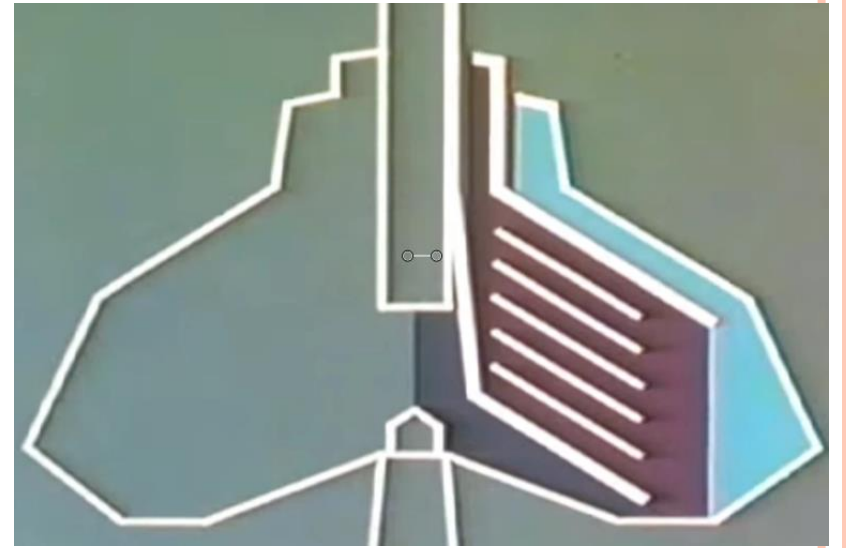
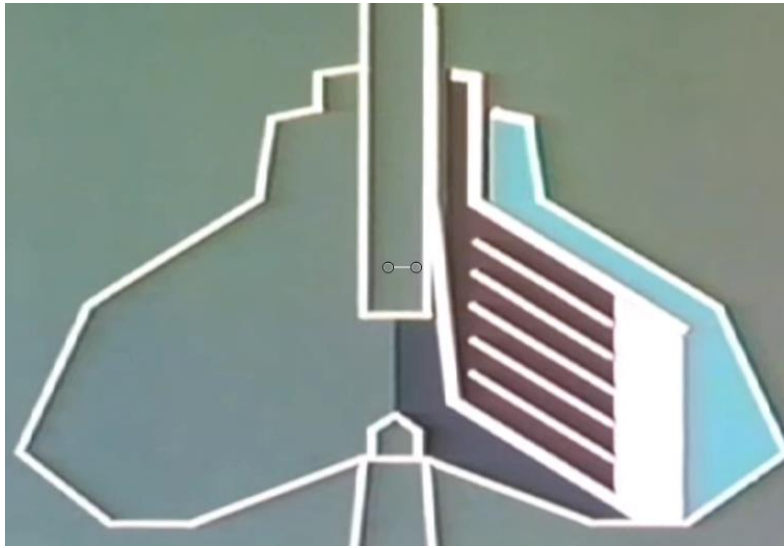
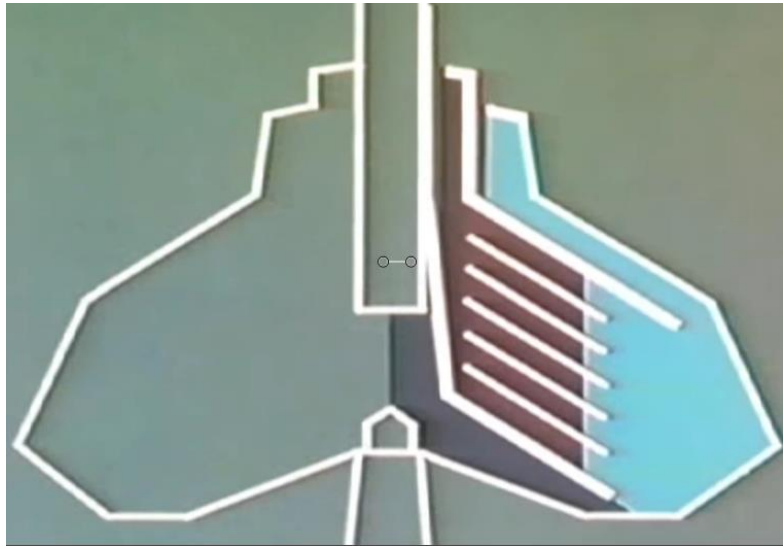
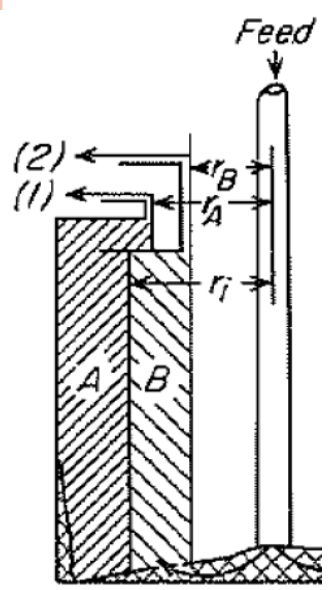


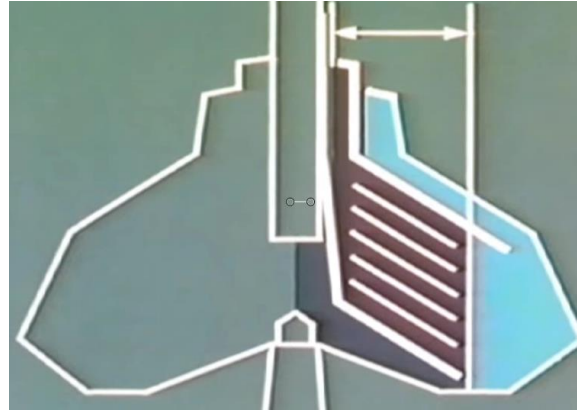
Figure 1: Correct interface position: the oil is distributed to all channels in the disc stack



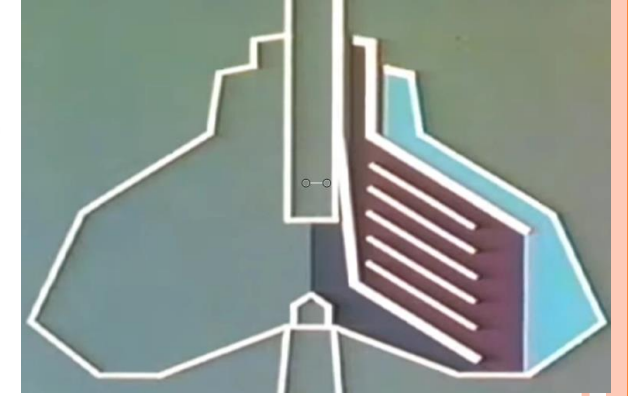
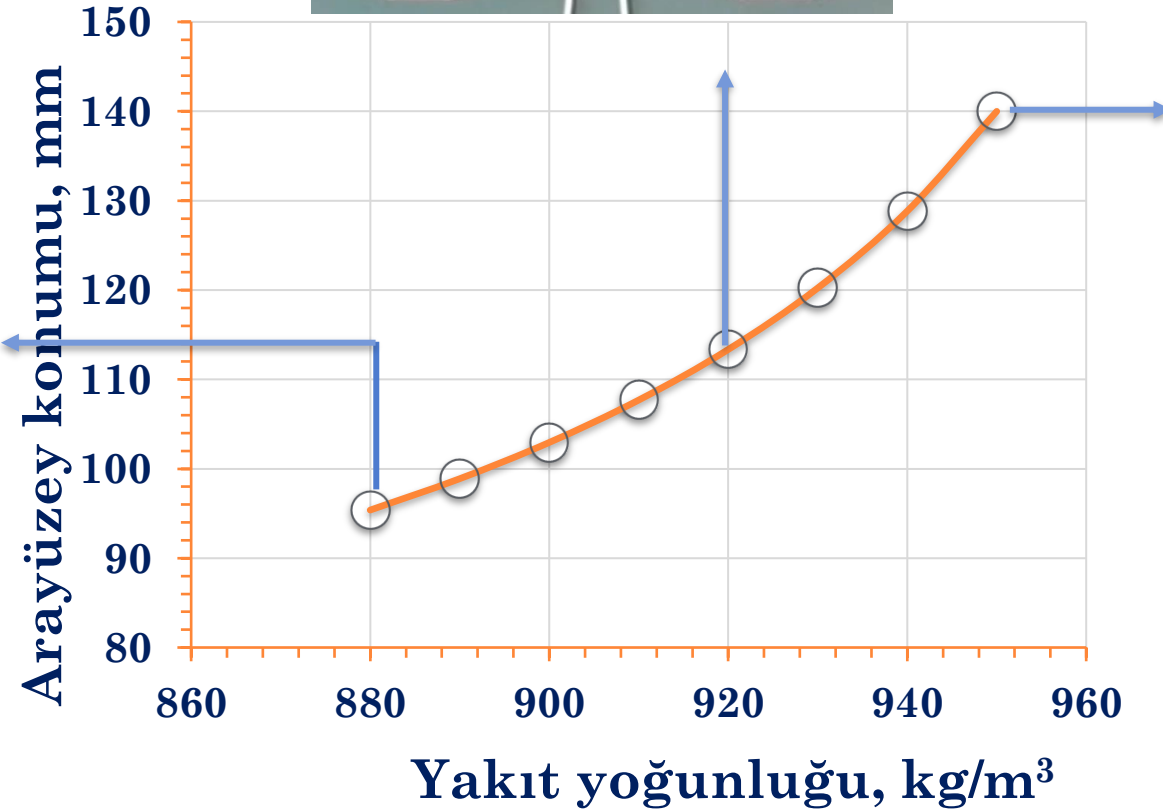
Arayüzey Konumunun (position of interface) belirlenmesi



$$r_i = \sqrt{\frac{r_A^2 - (\rho_B / \rho_A) \cdot r_B^2}{1 - (\rho_B / \rho_A)}}$$



$$r_1 = \sqrt{\frac{40^2 - (920/1000) \cdot 50^2}{1 - (920/1000)}} = 94mm$$

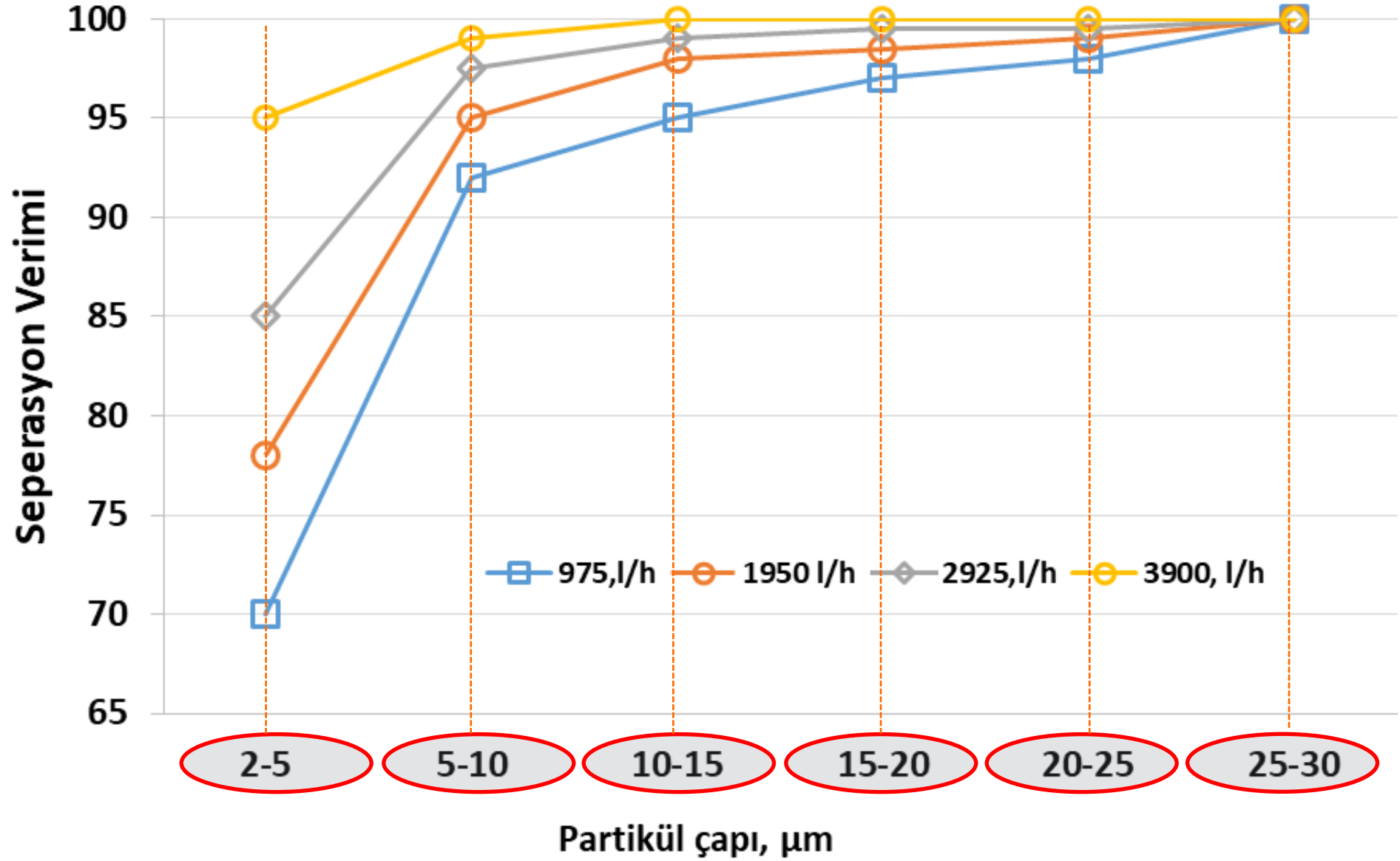


$$r_1 = \sqrt{\frac{40^2 - (950/1000) \cdot 50^2}{1 - (950/1000)}} = 125mm$$

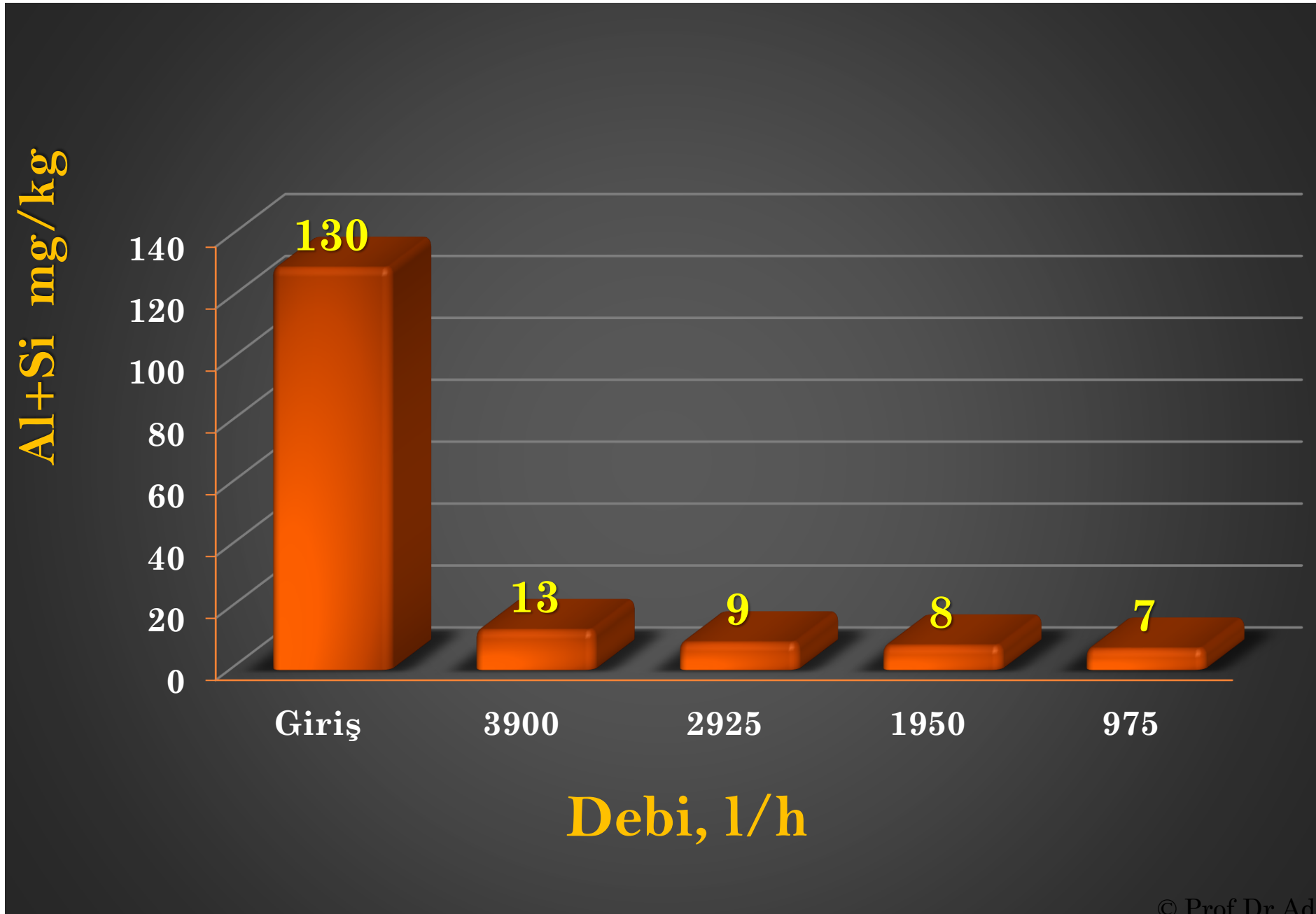
$$r_1 = \sqrt{\frac{40^2 - (880/1000) \cdot 50^2}{1 - (880/1000)}} = 70mm$$



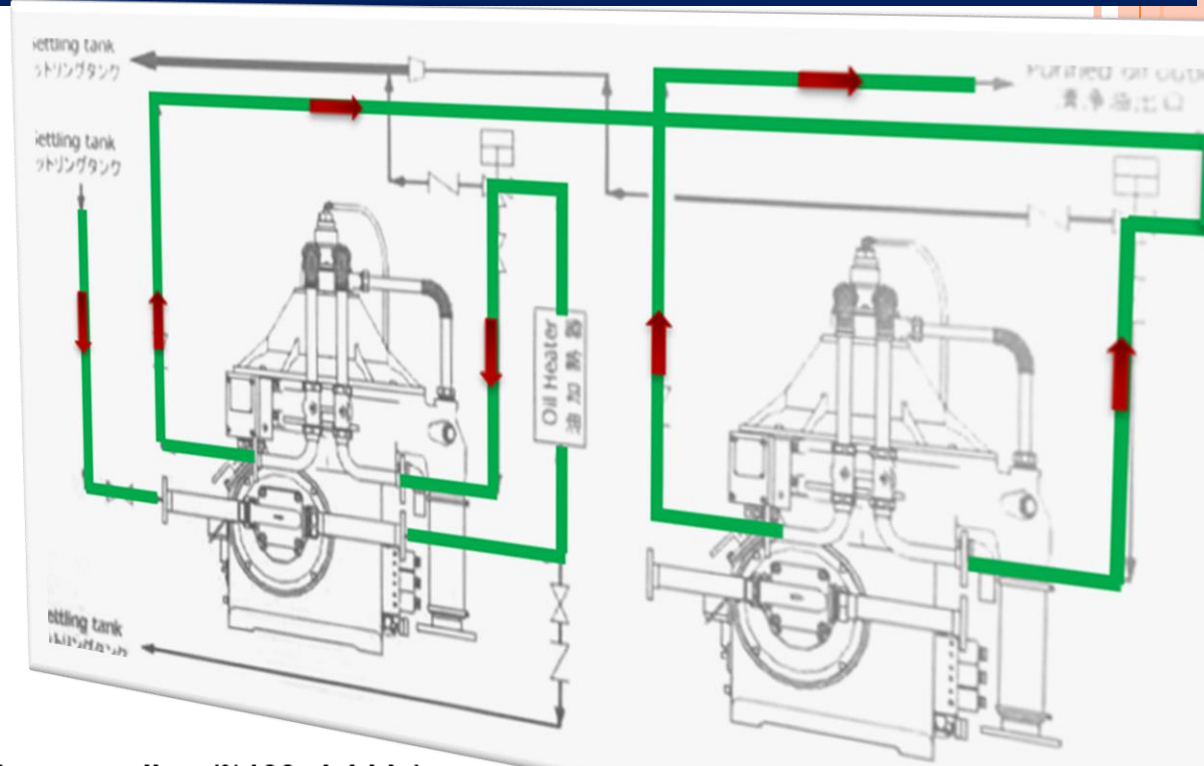
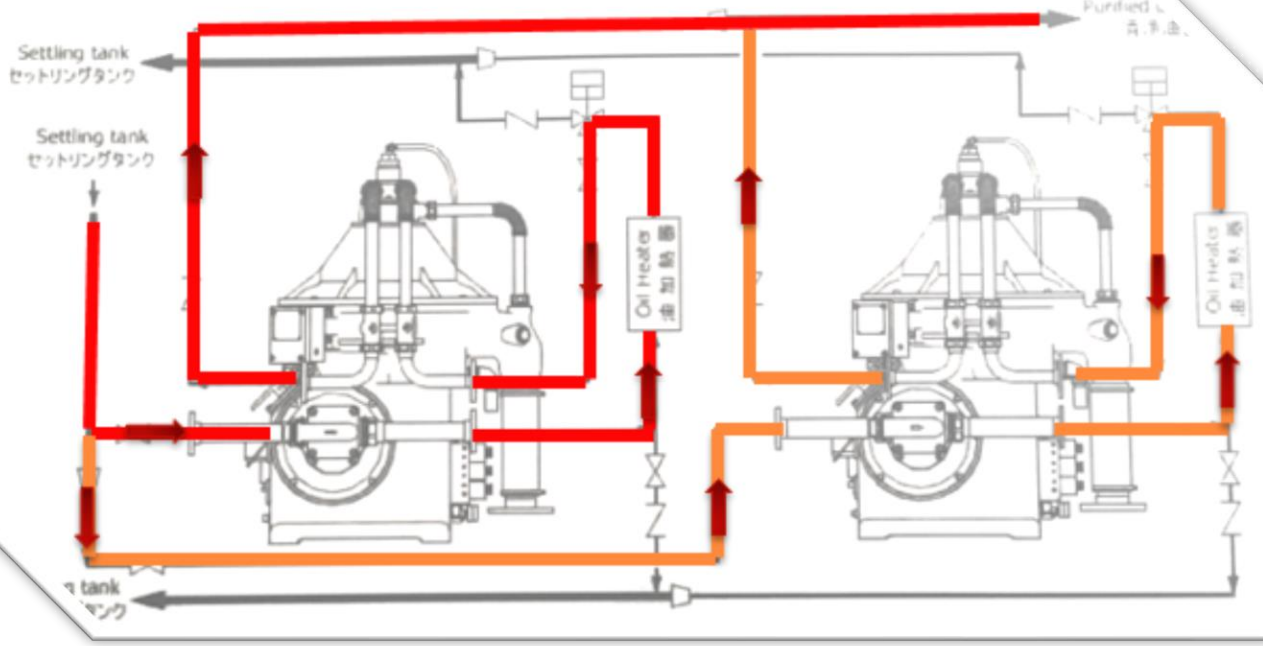
Debi ile Sepeartör verimi Arasındaki ilişki



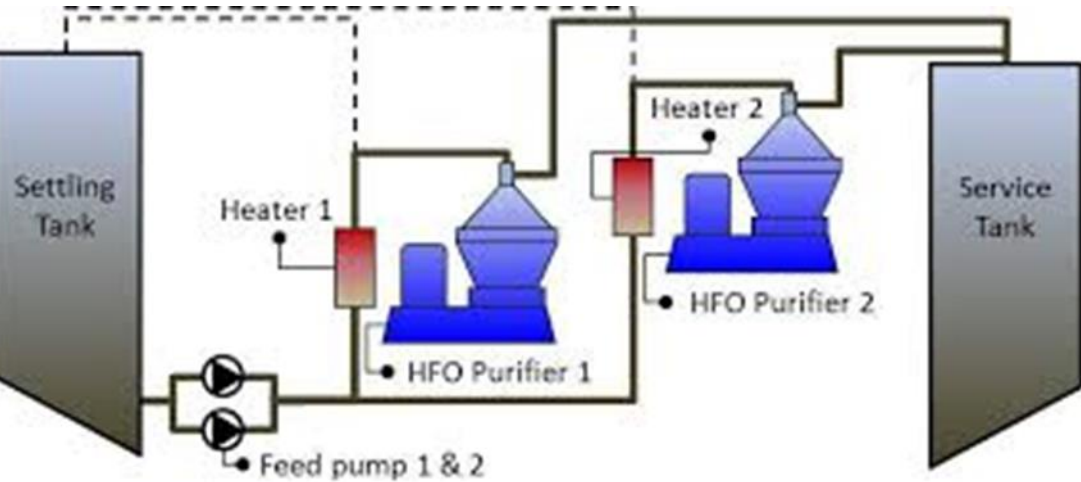
FARKLI DEBİLERDE SEPERARTÖRÜN CAT FINE AYRIŞTIRMA VERİMİ



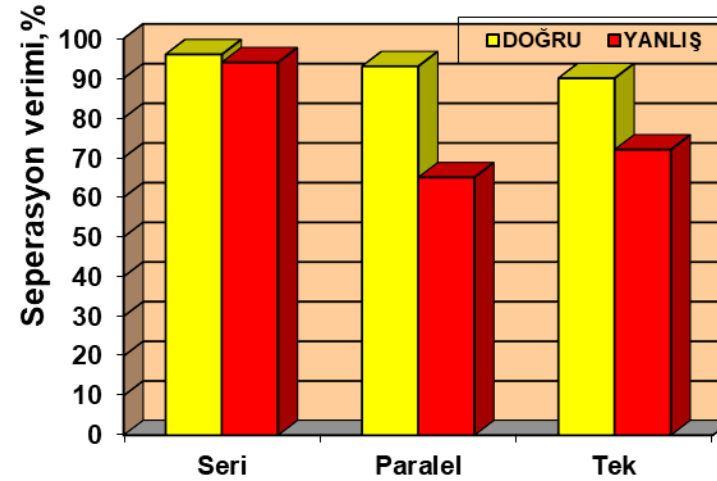
ÇALIŞMA MODUNUN ETKİSİ



PARALEL ÇALIŞMA



Çalışma modları (%100 debide)

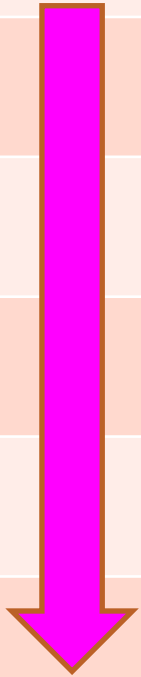


SERİ ÇALIŞMA

DEBI- VİSKOZİTE

	Actual capacities						(Unit : L/h)	
	Fuel oil			Lubricating oil				
	A heavy oil	C heavy oil		Cross-head	Trunk-piston			
Treating temperature	40°C	98°C		74~90°C	83~95°C			
	mm ² /sec at 40°C	mm ² /sec at 50°C		Detergent oil				
Viscosity	14	180	380	500	600	700	100mm ² /sec at 40°C	150mm ² /sec at 40°C
SJ10G/GH	2,900	1,600	1,150	890	790	720	1,250	1,050
	2,900	1,650	1,200	930	830	760	1,350	1,100
SJ20G/GH	4,350	2,450	1,750	1,400	1,250	1,150	1,950	1,650
	4,350	2,600	1,850	1,450	1,300	1,200	2,050	1,700
SJ30G/GH	7,800	4,500	3,200	2,550	2,250	2,050	3,550	2,950
	7,800	4,700	3,350	2,650	2,350	2,150	3,750	3,100
SJ50G/GH	11,600	6,900	4,900	3,900	3,450	3,150	5,450	4,550
	11,600	6,950	4,950	3,950	3,500	3,200	5,500	4,600
SJ60G/GH	13,300	8,000	5,700	4,500	4,000	3,700	6,350	5,300
	13,300	8,100	5,750	4,550	4,050	3,700	6,400	5,350
SJ70G/GH	15,900	9,800	6,950	5,500	4,900	4,500	7,750	6,450
	15,900	9,750	6,950	5,500	4,900	4,500	7,750	6,400
SJ100G/GH	21,800	14,100	10,000	7,900	7,050	6,450	11,200	9,250
	21,800	14,200	10,100	8,000	7,100	6,500	11,300	9,350
SJ120G/GH	24,500	16,300	11,600	9,200	8,150	7,450	13,000	10,700
	24,500	16,500	11,700	9,250	8,250	7,550	13,100	10,800
SJ150G/GH	29,200	20,500	14,600	11,600	10,300	9,400	16,300	13,500
	29,200	20,400	14,500	11,500	10,200	9,300	16,200	13,400

SJ30G/GH	
Viskozite	Debi
cSt	L/h
180	4500
380	3200
500	2550
600	2250
700	2050



SEPERASYON VERİMİNİ ARTIRMAK İÇİN

- Doğru ara yüzey için doğru gravite diski seçilmeli,
- Separatöre gönderilen yakıt debisi mümkün olduğunca düşük olmalı,
- Genel uygulamanın aksine her iki seperatörü seri olarak çalıştırmak gerekir.
- İki seperatör debiler belirlenmiş debinin %50 sine düşürülerek paralel çalıştırılabilir.
- Verimli separasyon kurallarına uyulduğunda 2-5 μm çapındaki partiküller bile verimli ayrıştırılabilmektedir.





12



*Yakıt Tipine
Göre uygun
İşletme
Şartlarının
Sağlanması*



27/04/2020

VLSFO ANALYSIS ASSESMENT REPORT ACCORDING TO BDN
BDN DEĞERLERİNE GÖRE VLSFO ANALİZ DEĞERLENDİRME RAPORU

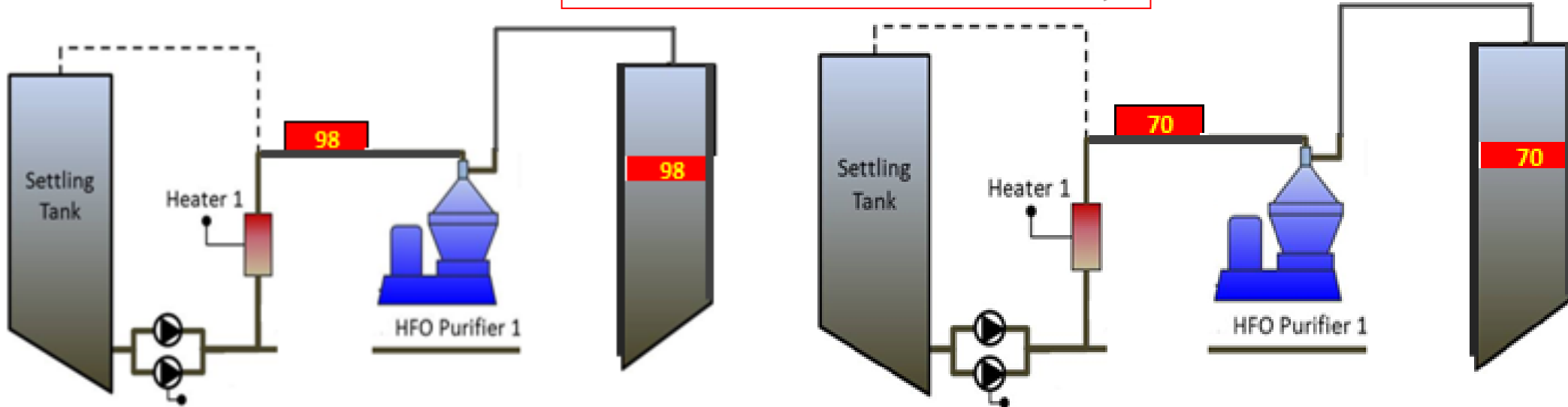
Ship's name - Geminin adı	İNCE AKDENİZ	03	27.04.2020	Voyage No
Port - Liman	-	Berth - Rıhtım		
Critical Properties-Kritik Özellikler				
Density at 15 °C /Yoğunluk , g/cm3				0.9176
Viscosity at 50 °C/Viskozite, cSt				46,56
Sulphur/Kükürt,%m/m				0,49
Flash Point/Parlama Noktası, °C				109,5
Pour Point/Akma Noktası, °C				+12
Al+Si (Cat Fines)				7
Carbon Residue-MCR, %(m/m)- 18%				3,130
Acid Number/Asit sayısı				0,233
Calcium/Kalsiyum				4
Sodium/Sodyum				<1
Specific Value/Isıl Değer, MJ/kg				41,7
CCAI/Hesaplanmış Karbon Aromatikleşme İndeksi				805
Mitigation Measures - İyileştirme Önlemleri				



YAKIT ÖZELLİĞİNE GÖRE SEPERASYON ŞARTLARININ BELİRLENMESİ

Properties	3.5% (HSFO RM)	0.5% (VLSFO RM)
Parlama Noktası/Flash Point, °C	>100	71 C
Yoğunluk/density at 15 °C, kg/ m ³	990.1	926.5
Kinematic Viscosity at 50 °C , cSt	380	128,9
Akma Noktası/ Pour point, °C	30	18

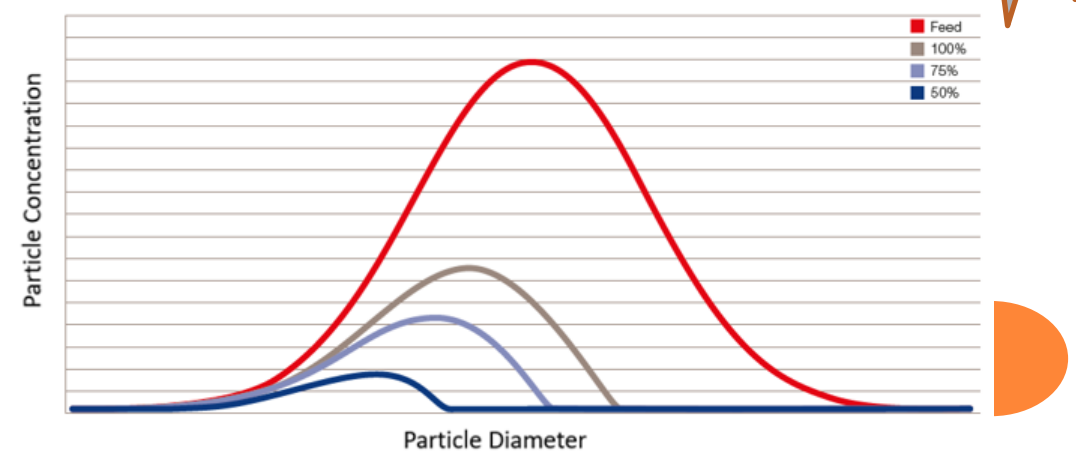
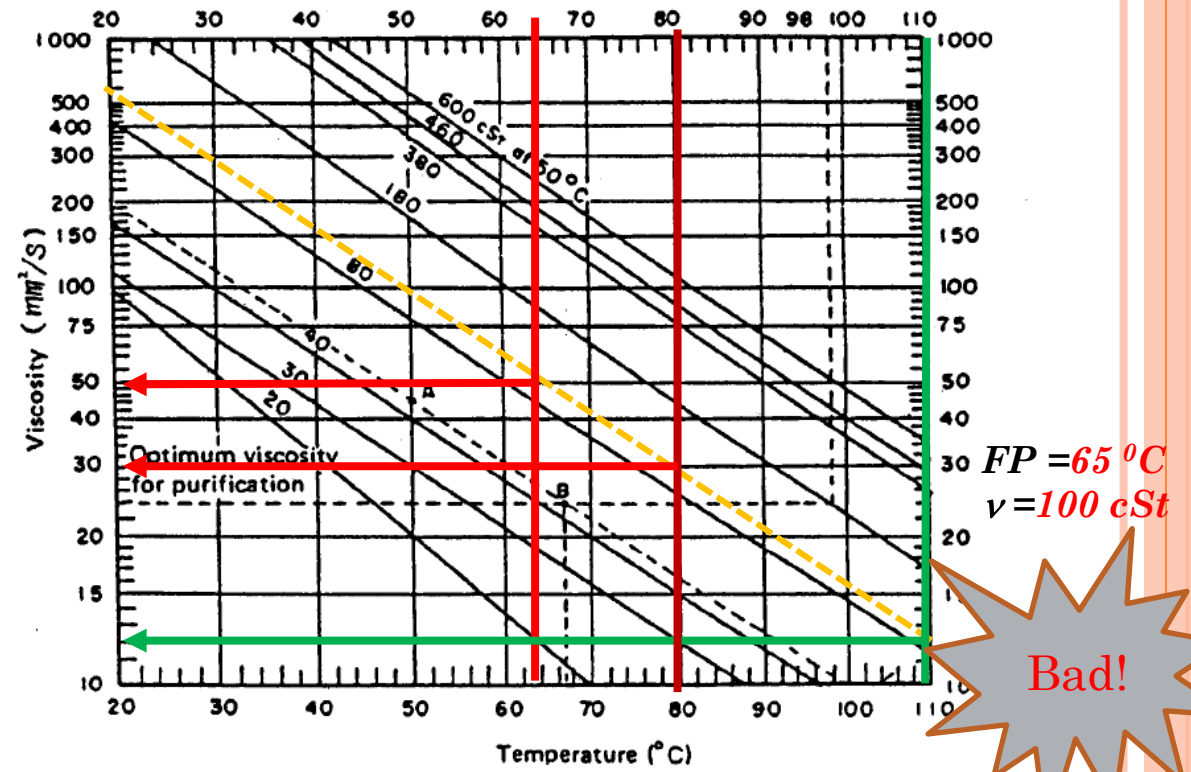
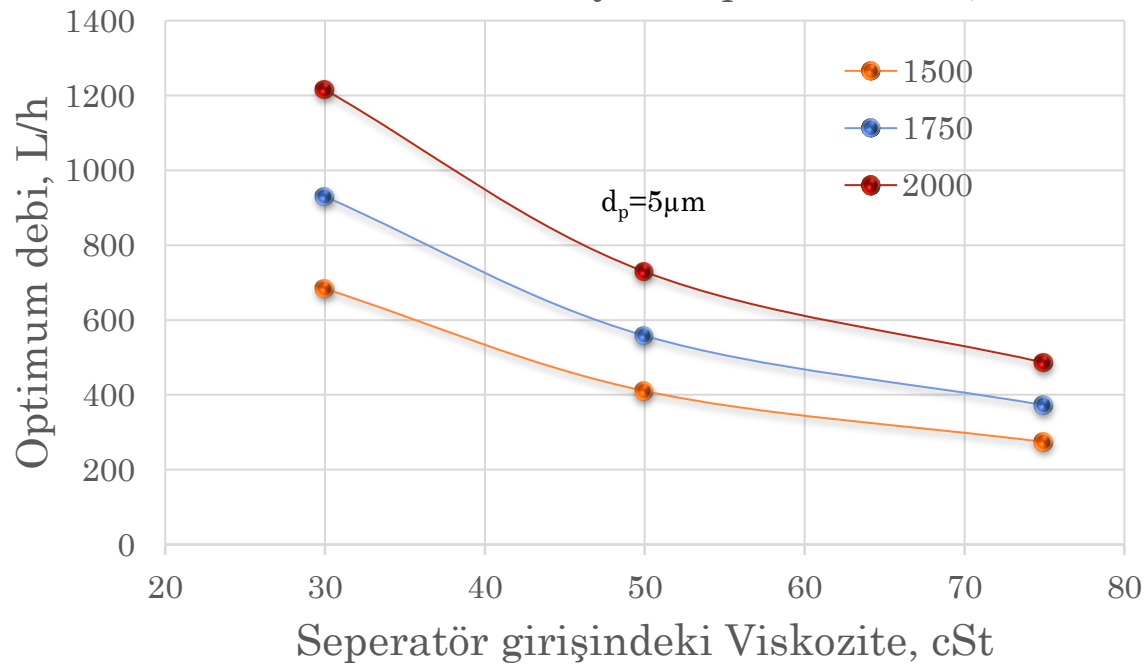
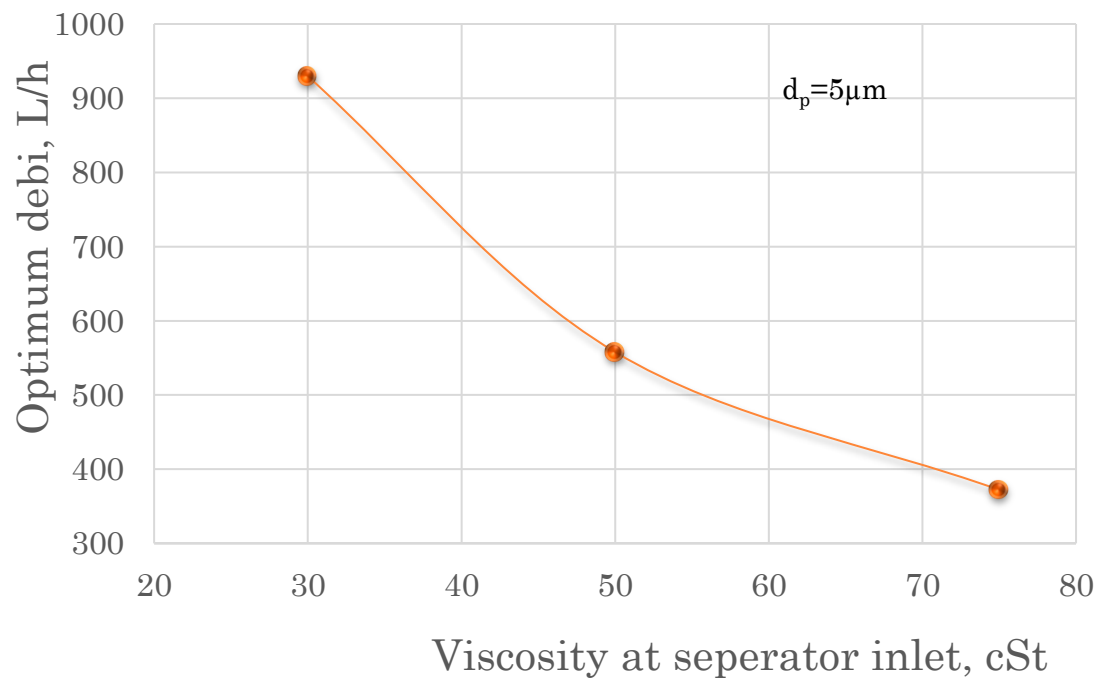
$$\rho_T = \rho_{15} (1 - 0,00645(T - 15))$$

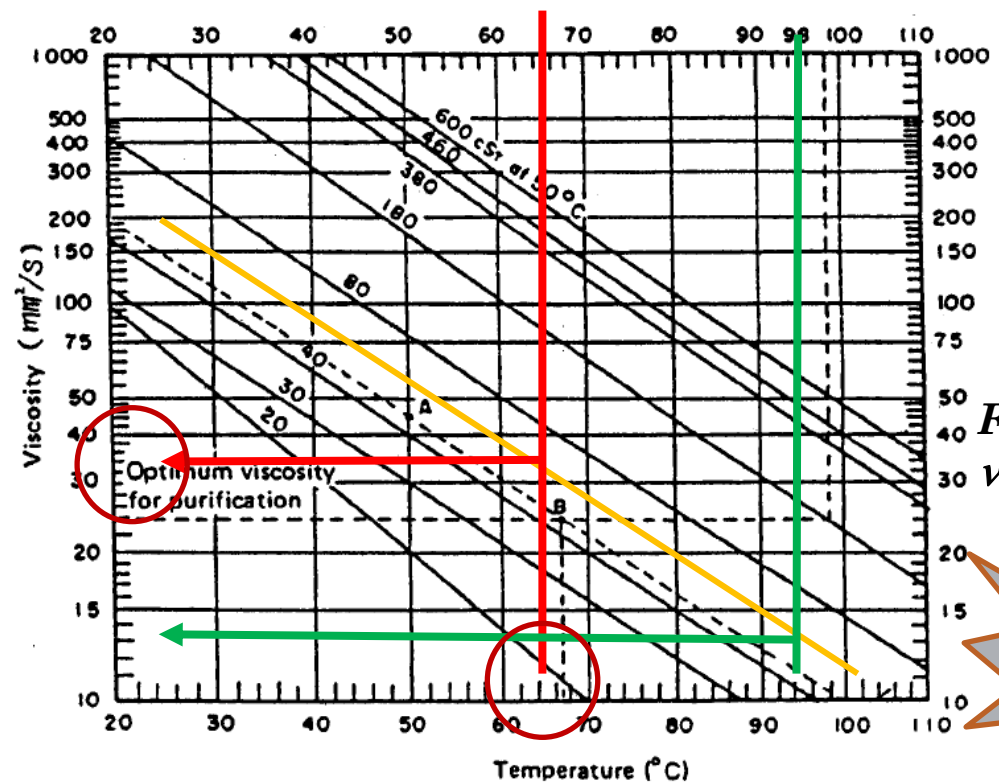
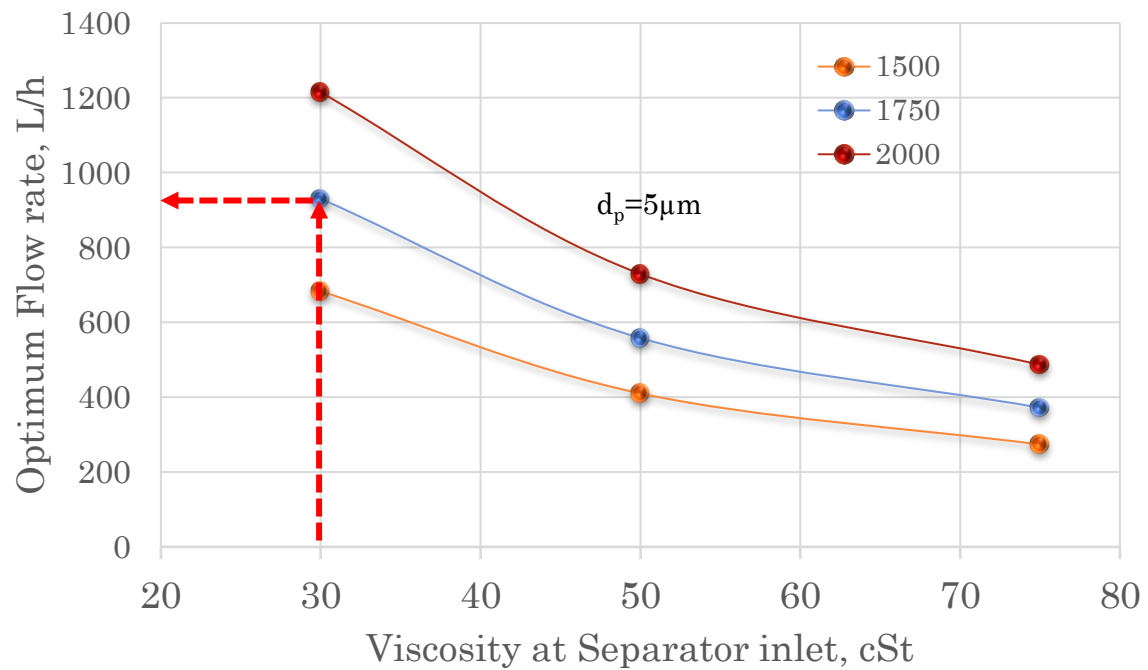
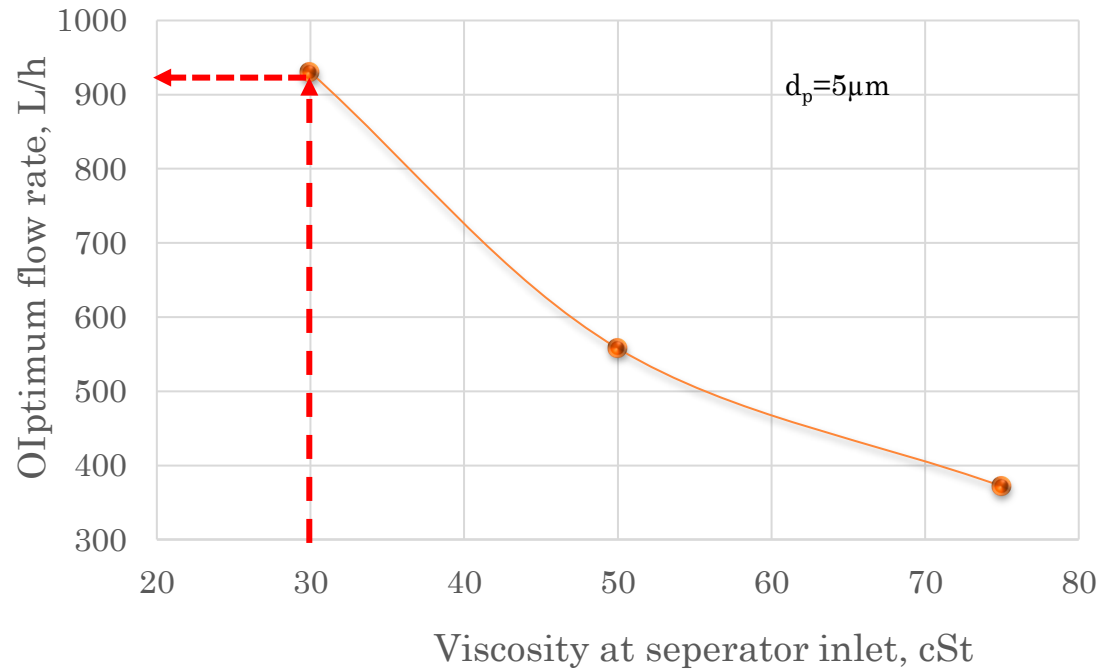


HFO	
Density at 15 °C	0,99
Seperator Inlet Tempeperature °C	98
Density at sperator Inlet	0,9377

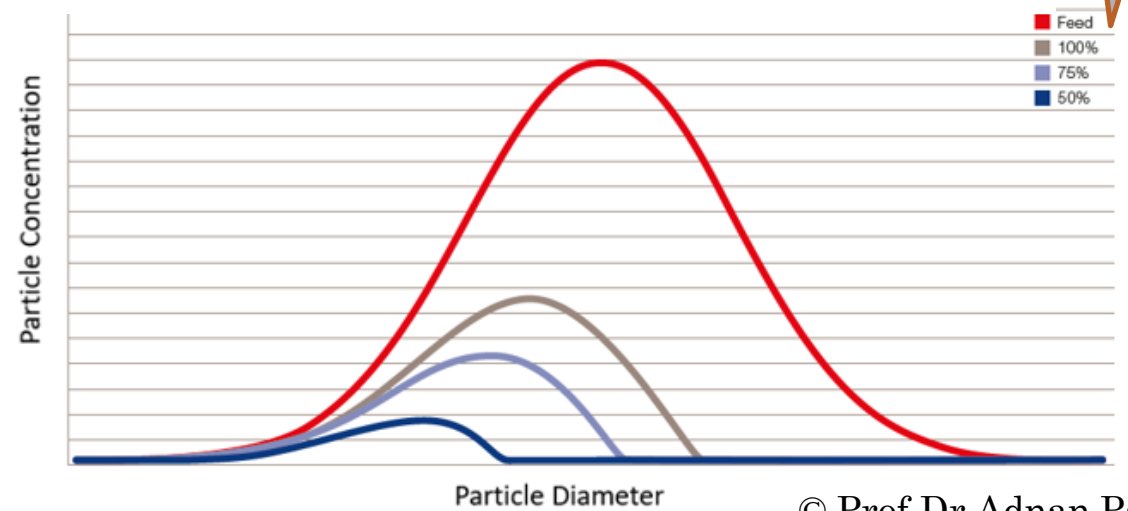
0.5% VLSFO	
Density at 15 °C	0,9265
Seperator Inlet Tempeperature °C	70
Density at sperator Inlet	0,8919



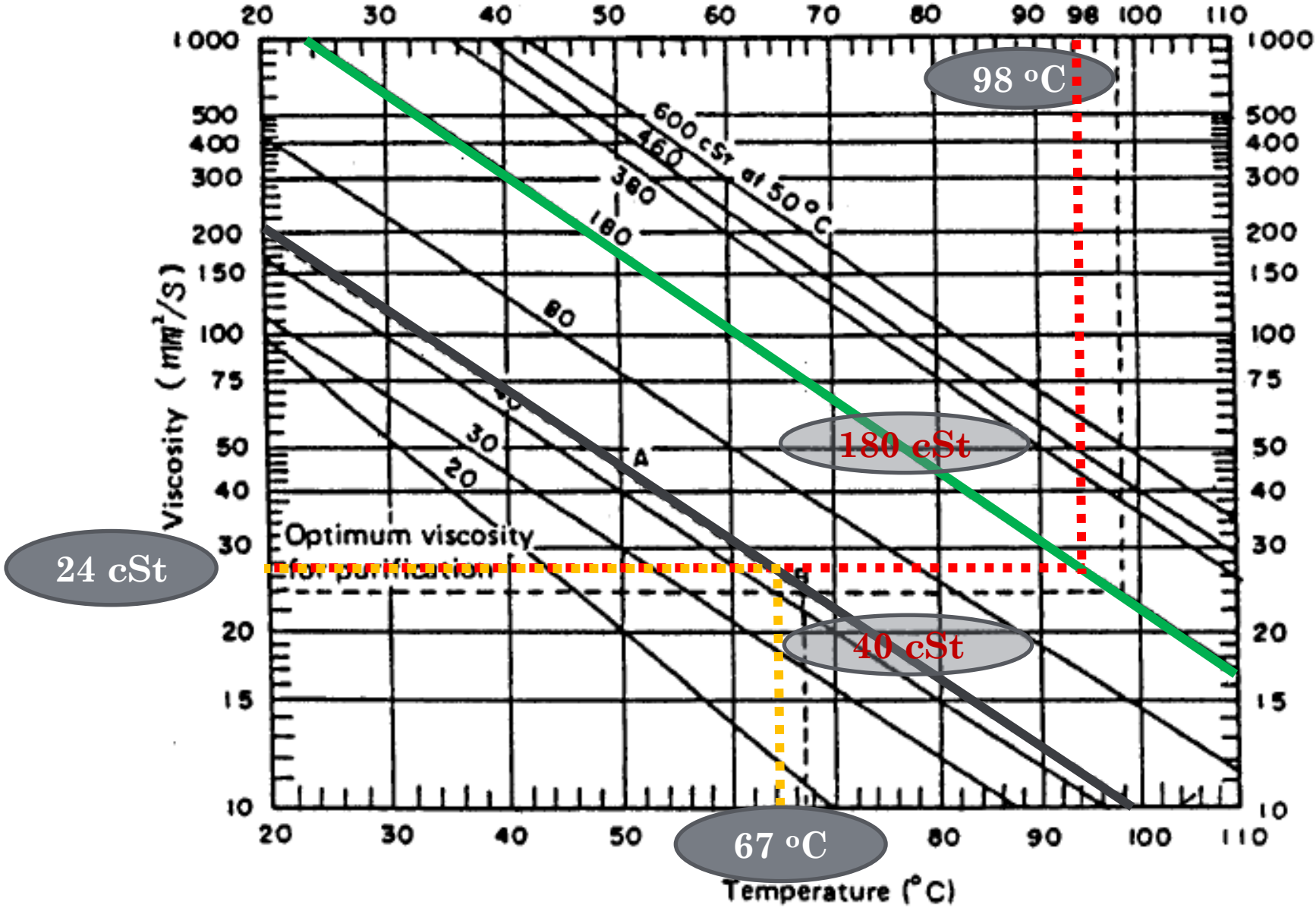




Good!



Viskozite ve Sıcaklık ilişkisi



GRAVITE DİSK SEÇİMİ

Yakıtın 15 °C deki *Özgül Gravitesi* bilinmektedir.

Örnek 1.

□ HFO RMG380

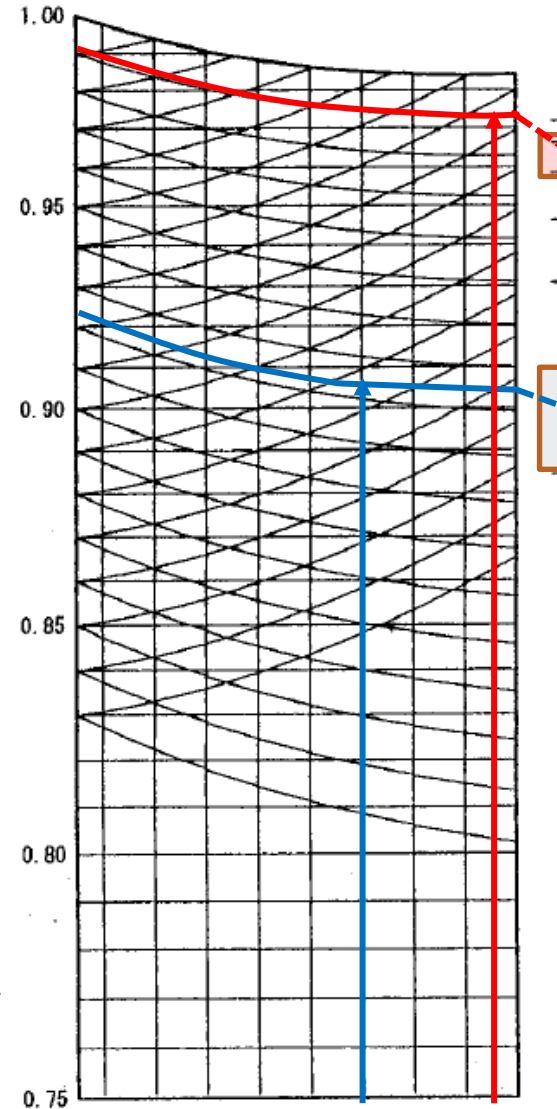
Özgül ağırlık : 0.9900
Sepersasyon sıcaklığı : 98 °C
Debi : 3000 L/h
Viskozite : 180 cSt

Örnek 2.

□ VLSFO RM (RMG380)

Özgül ağırlık : 0.9215
Sepersasyon sıcaklığı : 70 °C
Debi : 3000 L/h
Viskozite : 40 cSt

Specific gravity



Gravite disk iç çapı (mm)

Gravite Disk İç Çapı:

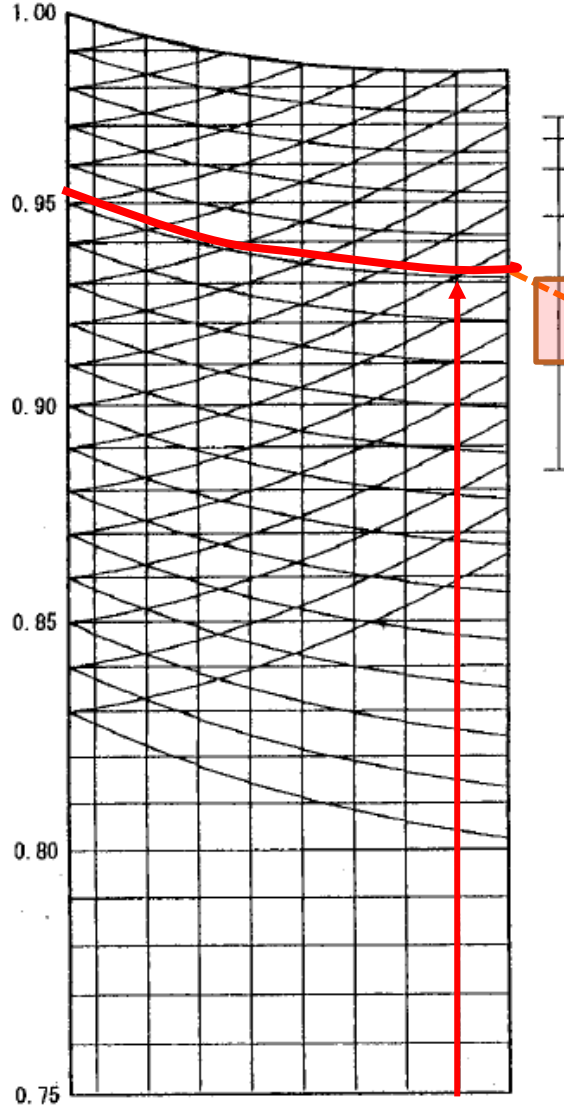
Ø66.5

Ø79

Feed rate (L/h)

GRAVİTE DİSK SEÇİMİ

Specific gravity

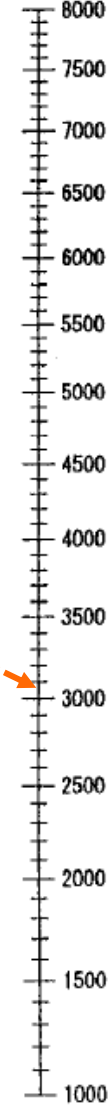


ϕ 65
ϕ 66.5
ϕ 68.5
ϕ 71.5
ϕ 75
ϕ 79

Gravite Disk İç
çapı(mm) **Ø75**

Gravite disk
iç çapı (mm)

15 20 30 40 50 60 70 80 90 100 °C
60 80 100 120 140 160 180 200 °F
Separating temperature



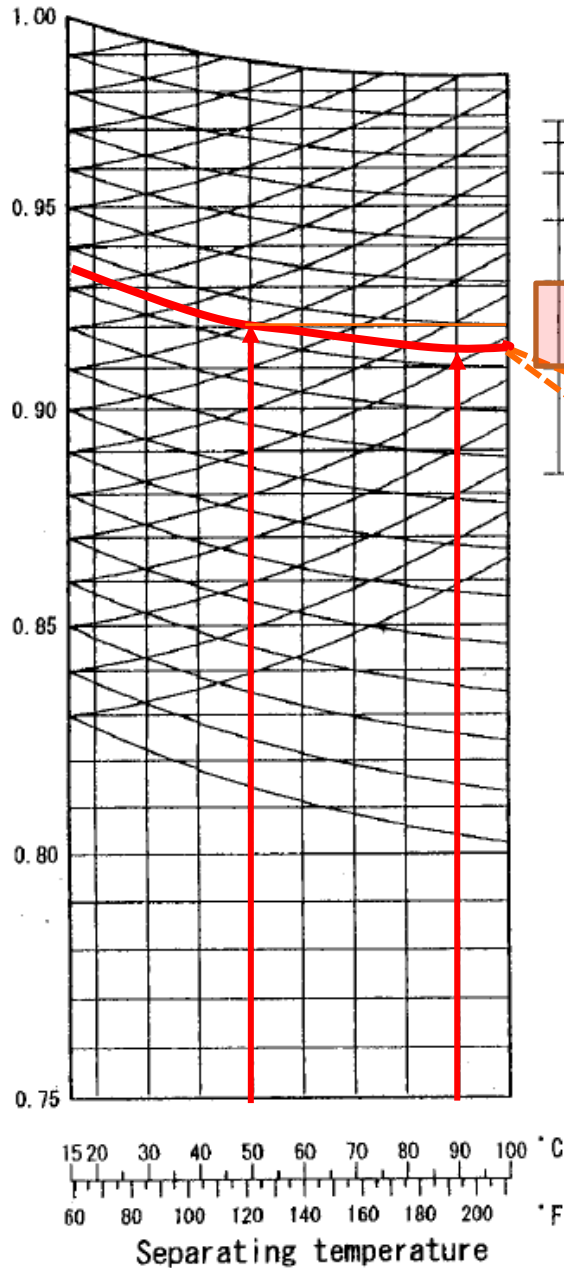
Feed rate (L/h)

Özgül Ağırlık (@15 °C) : 0,9520
Yakıt ısıtma Sıcaklığı : 90 °C



GRAVITY DISC SELECTION

Specific gravity



Gravite Disk İç çapı(mm) **Ø75**

Gravite disk iç çapı (mm)

Ø79

Specific Gravity at 15 °C : 0,9520
Heating Temperature : 90 °C

