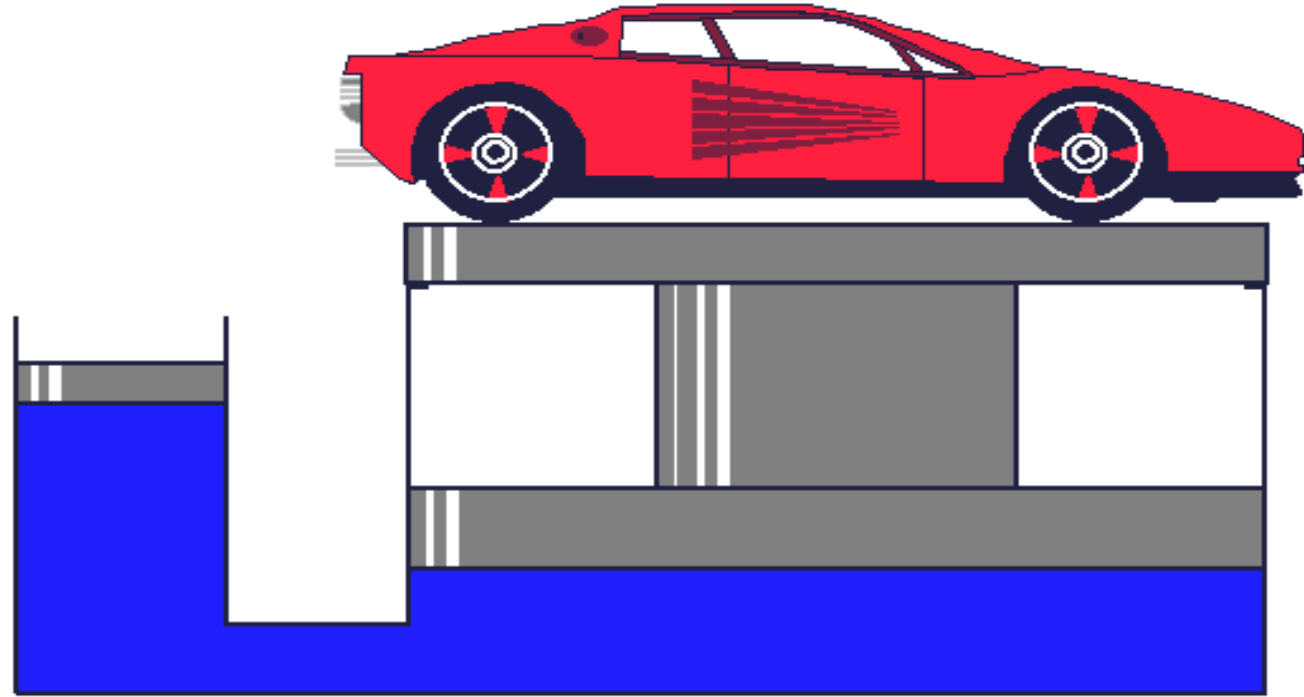




Hidrolik Sistem Yağları

Hidrolik Gücün İletimi

$$\frac{F1}{S1} = \frac{F2}{S2}$$

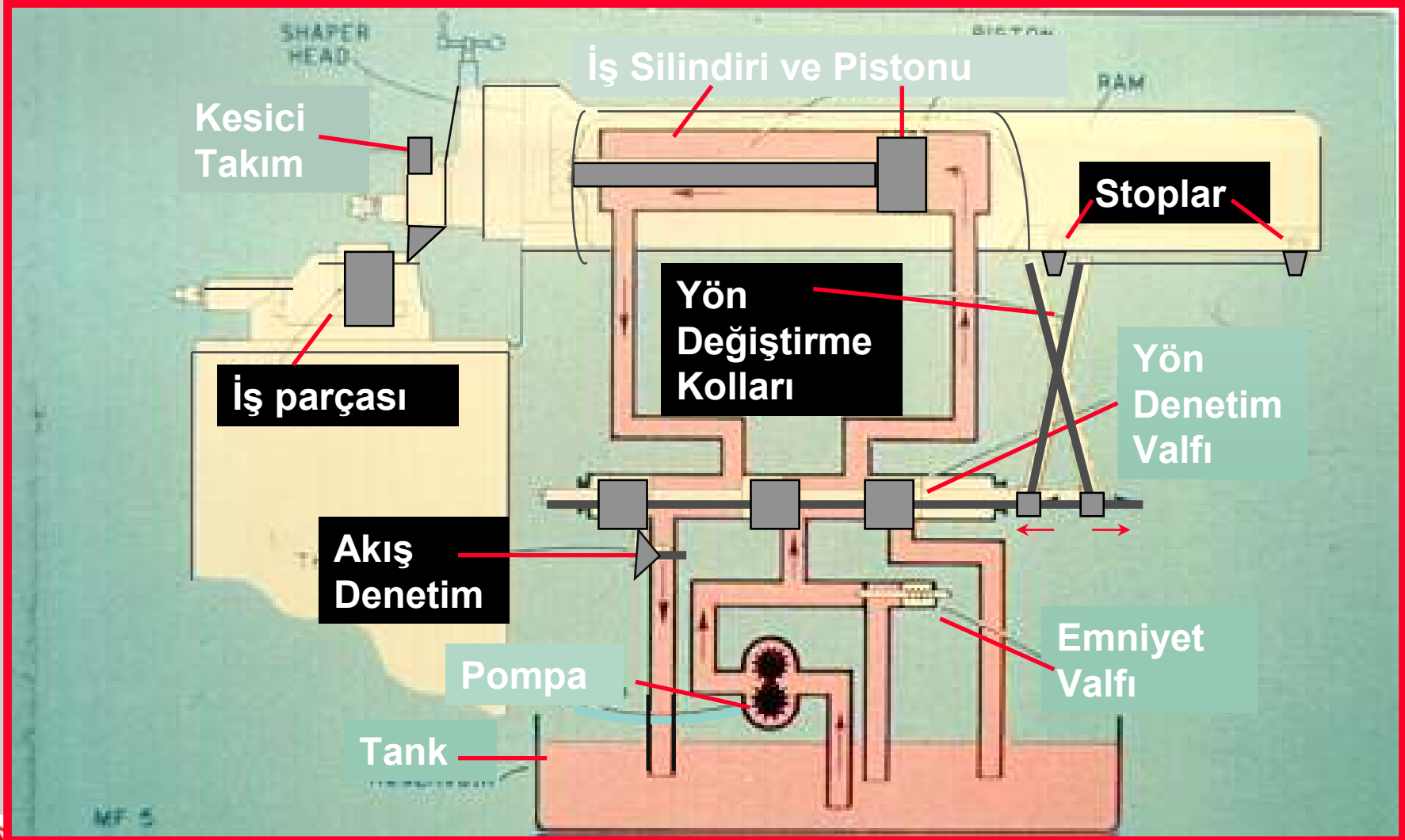


Pascal Prensibi

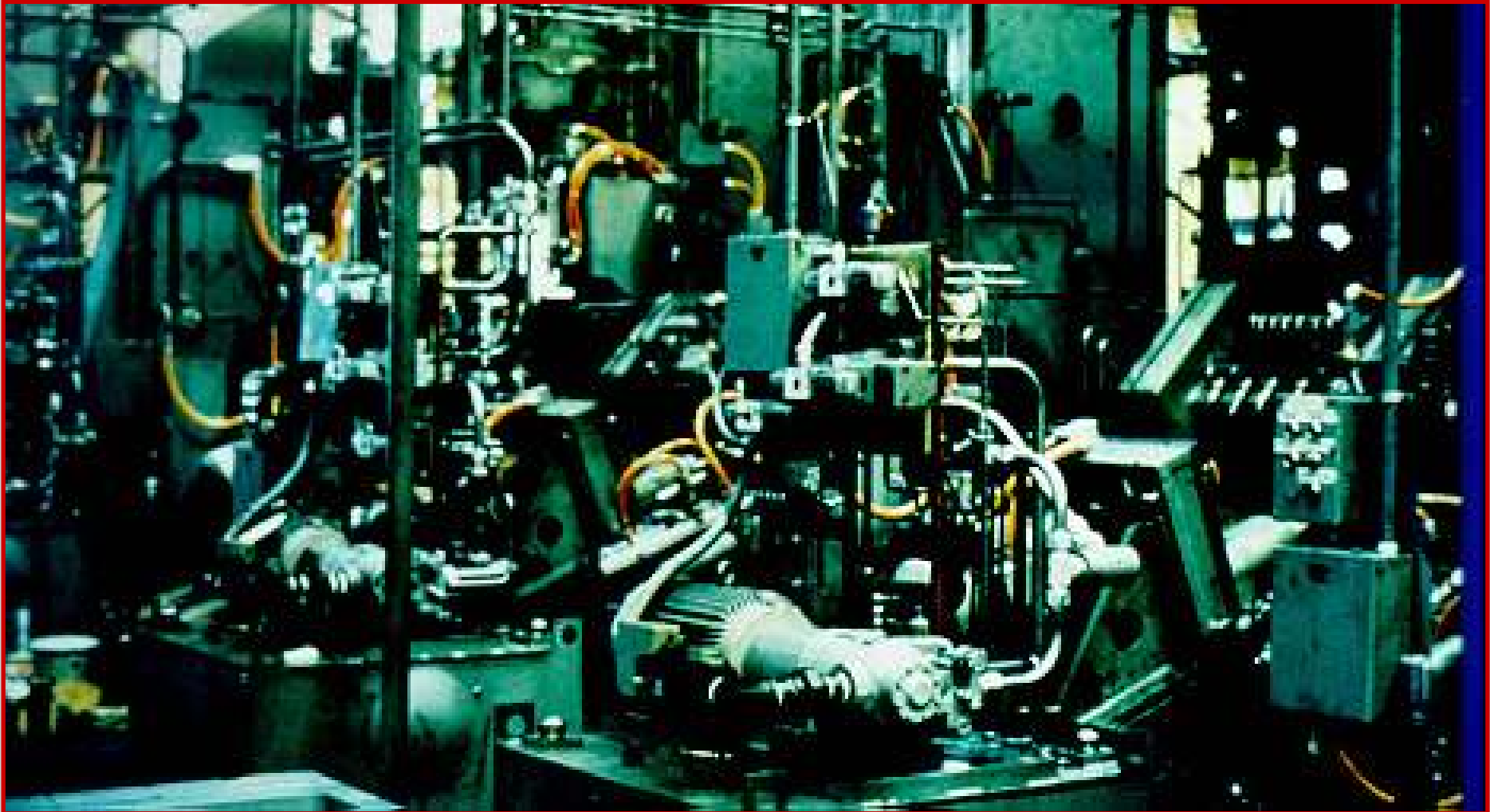
İlk Hidrolikler

- **Düşük basınçlar (7 bar)**
- **Düşük sıcaklıklar (38 oC)**
- **Geniş toleranslar**
- **Basit pompa ve valfler**

İlk Hidrolikler



Modern Hidrolikler



Modern Hidrolikler

- **Yüksek basınçlar (700 bar)**
- **Yüksek sıcaklıklar (93 oC)**
- **Dar toleranslar**
- **Hassas pompa ve valfler**

Hidrolik Yağların Görevleri

- **Güç taşıma**
- **Yağlama**
- **Sızdırmazlık**
- **Pasa karşı koruma**
- **Soğutma**

Hidrolik Yağların Özellikleri

- **Uygun viskozite**
- **Yüksek viskozite indeksi**
- **Oksidasyona dayanıklılık**
- **Aşınmayı önleme**
- **Pas ve korozyondan koruma**
- **Köpük önleme**
- **Suyu ayırma**

Hidrolik Yağ Viskozitesinin Belirlenmesi

Öncelikle imalatçı önerisine bakılır

- Pompa cinsi
- Güç iletimi
- Sıcaklık
- Basınç

ISO Viskozite Sınıflaması (40 oC'ta cSt)

- 32
- 46
- 68

ISO SINIFLANDIRMASI

ISO Endüstriyel Yağ Viskozite Sınıflaması

ISO Sınıfı	Viskozite cSt / 40 oC	Viskozite Limitleri, cSt / 40 oC	
		Min.	Max.
5	4.6	4.2	5.1
10	10	9.0	11.0
15	15	13.5	16.5
22	22	19.8	24.2
32	32	28.8	35.2
46	46	41.4	50.6
68	68	61.2	74.8
100	100	90.0	110
150	150	135	165
220	220	198	242
320	320	288	352
460	460	414	506
680	680	612	748
1000	1000	900	1100
1500	1500	1350	1650

Hidrolik Yağlarda Viskozite Seçimi

Hidrolik Pompa Tipi	İlk Çalışma Sıcaklığında cSt	Normal İşletme Sıcaklığında cSt
Paletli	860	13 - 54
Dişli	860	13 - 54
Pistonlu	220	13 - 54

Hidrolik Yağlarda Viskozite Seçimi

ISO sınıfı cSt / 40 oC	İlk Çalışma		Devamlı Çalışma	
	860 cSt	220 cSt	13 cSt	54 cSt
32	- 12 oC	6 oC	62 oC	27 oC
46	- 6 oC	12 oC	71 oC	34 oC
68	0 oC	19 oC	81 oC	42 oC

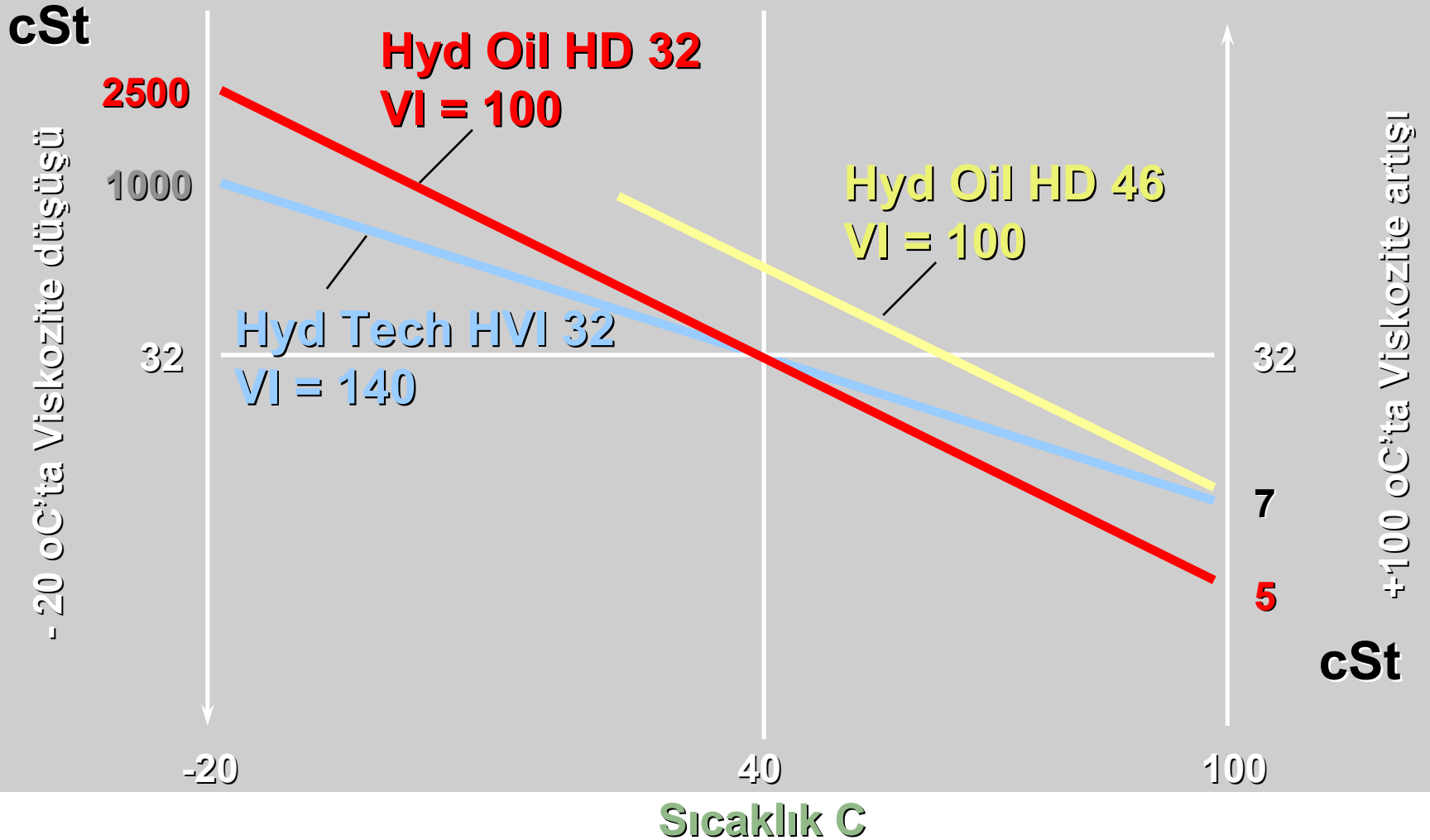
Hidrolik Yağlarda Viskozite İndeksi

Yağların sıcaklık değişimlerine karşı viskozitelerini (akıcılıklarını) koruma özelliği

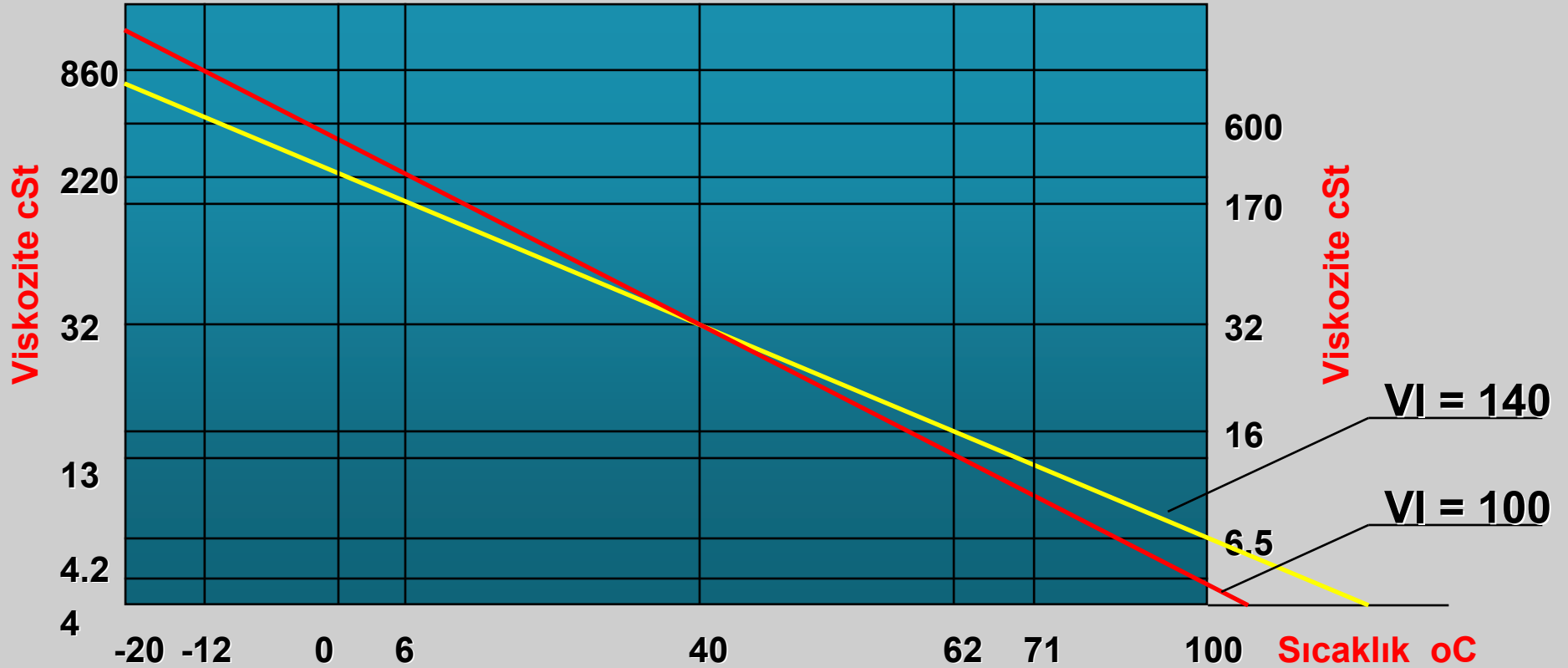
- Normal sıcaklık şartlarında 95 - 105
- Değişken sıcaklık şartlarında 125 - 150

Hidrolik Yağ Viskozite İndeksi

Yağların sıcaklık değişimlerine karşı viskozitelerini koruyabilme özelliklerini gösteren sayısal bir değer



Viskozitenin Sıcaklıkla Değişimi Viskozite İndeksi



ISO 32 (VI-100) -12 oC'ta 860 cSt, 6 oC'ta 220 cSt , 62 oC'ta 13 cSt

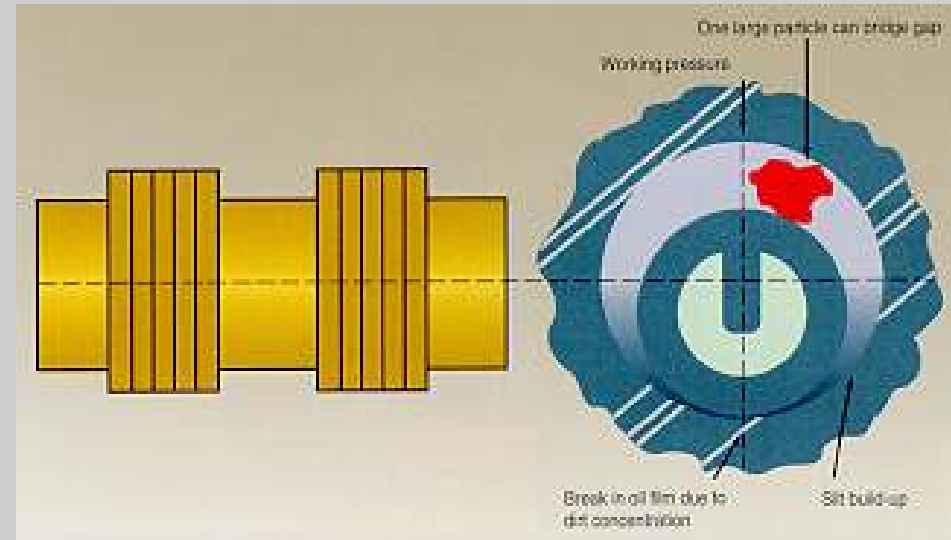
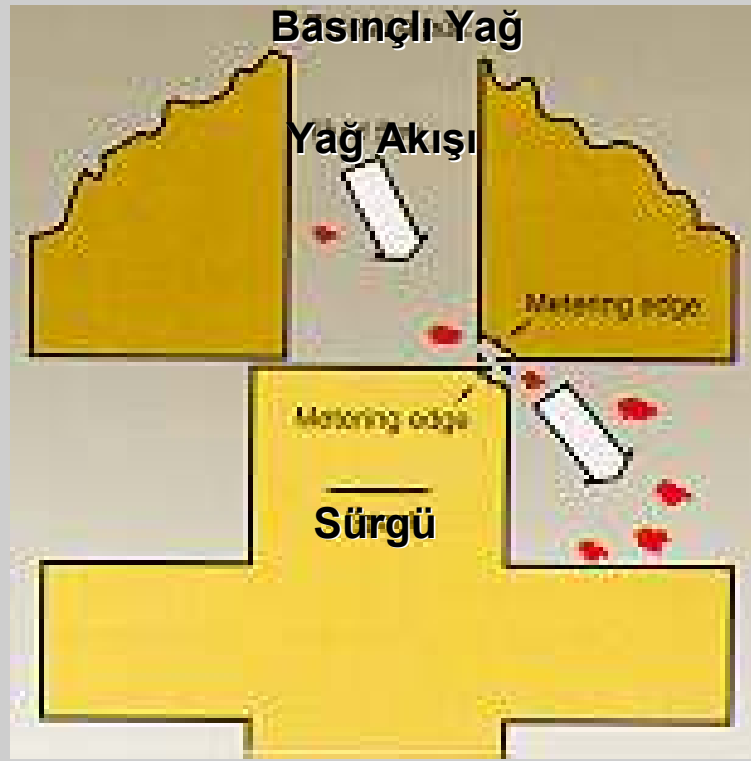
ISO 32 (VI-140) -22 oC'ta 860 cSt, 0 oC'ta 220 cSt , 71 oC'ta 13 cSt

Hidrolik Sistemde Aşınma Nedenleri

- İç ve dış kirleticiler **Sert maddeler, metalik parçalar, asidik ortam, su ve rutubet, uyumsuz yağ**
- Yüksek sıcaklık **Viskozite düşüşü, oksidasyon**
- Yüksek basınç **İç sürtünme, sıcaklık artışı**
- Hava girişi ve köpük **Kavitasyon, sıcaklık artışı**
- Uygun olmayan yağ **Viskozite, aşınma önleyici katıklar, pompa aşınma testleri**

Kirleticilerin Aşındırması

Hassas yön denetim valfında çizici kirliliğin oluşturduğu aşınma



Makina Elemanlarının Çalışma Toleransları

Makina Elemanı

Çalışma Boşlukları (μm)

Bilyalı ve masuralı rulman

0.10-1.00

Kaymalı Yatak

0.50-100.00

Dişliler

0.10-1.00

Dişli Pompa diş-pompa yan plakası

0.50-5.00

Dişli pompa diş-pompa cidarı

0.50-5.00

Santrifüj pompa kanat-cidar

5.00-13.00

Santrifüj pompa kanat-uç

0.50-1.00

Pistonlu Pompa Piston-gömlek

5.00-40.00

Pistonlu pompa valf plakası-silindir

0.50-5.00

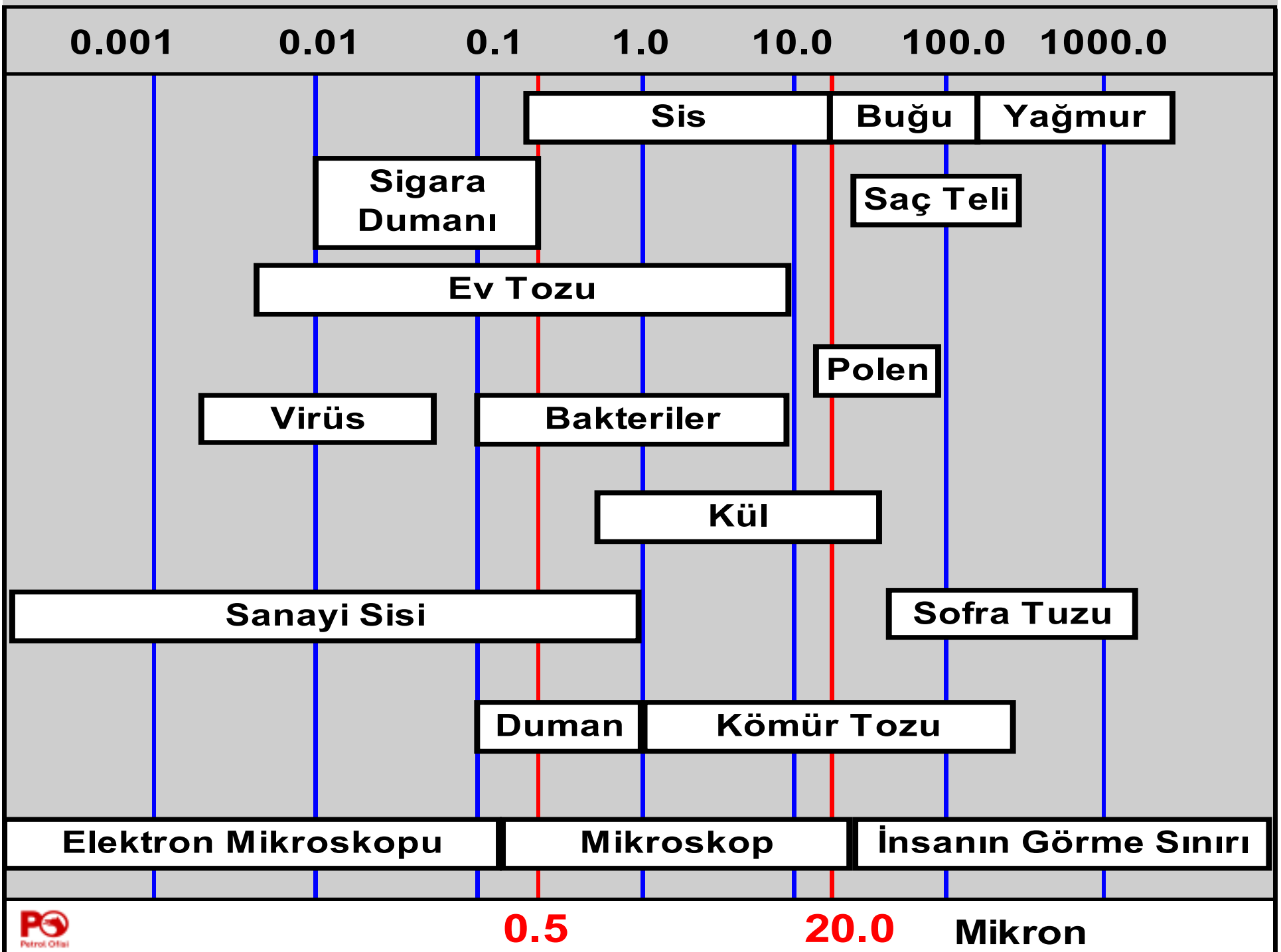
Servovalfler

Giriş ve çıkış

130.00-450.00

Sürgü - cidar

1.00-4.00



KİRLİLİK SINIFLARI

- **ISO 4406 - 1999: a/b/c**

a:4 µm, b:6 µm, c: 14 µm boyutlarından büyük 1 ml'deki parçacık sayısını göstermektedir.

- **NAS 1638 : National Aerospace Standards**

National Aerospace Contamination Limits NAS 1638														
Particle Size Range (microns)	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5-15	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000	64000	128000	256000	512000	1024000
15-25	22	44	59	178	356	712	1425	2850	5700	11400	22800	45600	91200	182400
25-50	4	8	16	32	63	126	253	506	1012	2025	4050	8100	16200	32400
50-100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1440	2880	5760
Over 100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
Total Particles	152	304	609	1217	2432	4864	9731	19462	38924	77849	155698	311396	622794	1245584

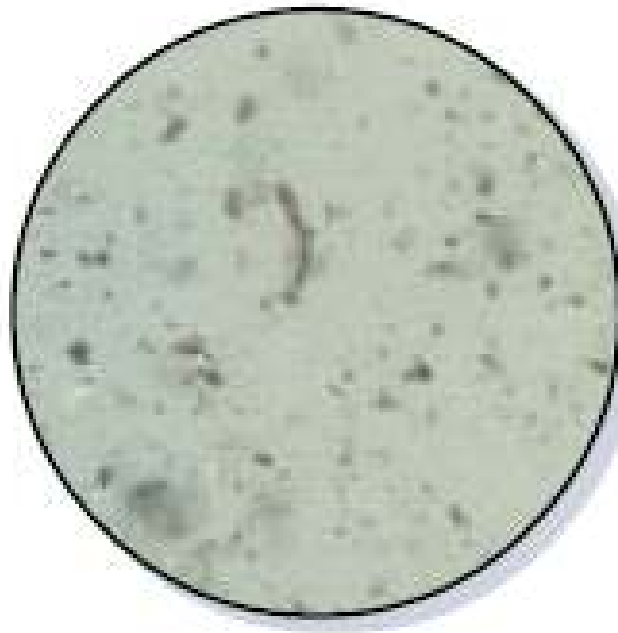
KİRLİLİK SINIFLARI

Yağ Kirlilik Seviyeleri		
ISO Kodu	Parçacık Sayısı ml'de 10 mikrondan büyük	NAS 1638
23/21/18	4500	12
22/20/18	2400	-
22/20/17	2300	11
22/20/16	1400	-
21/19/16	1200	10
21/18/15	580	9
20/17/14	280	8
19/16/13	140	7
18/15/12	70	6
17/14/11	40	-
15/13/10	35	5
14/12/9	14	4
13/11/8	9	3
12/10/8	5	2
12/10/7	5	2
12/10/6	5	2
11/9/6	5	2
10/8/5	5	2

**YENİ YAĞ
SEVİYELERİ**

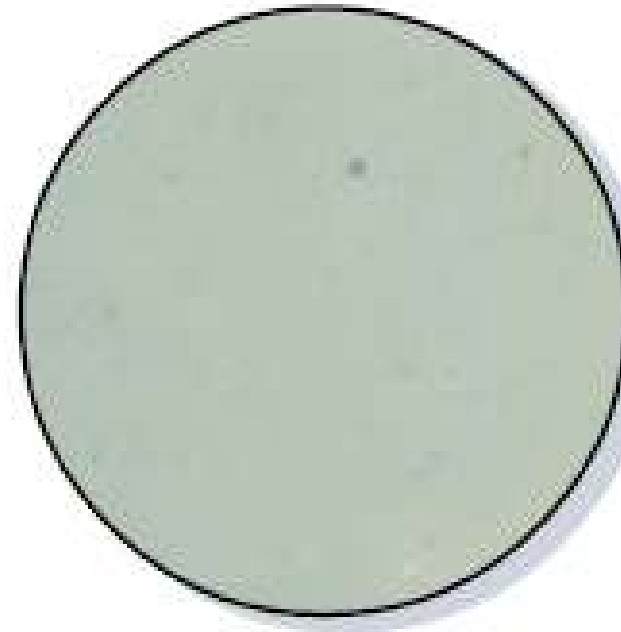
**PO
HİDROLİKLERİ**

Kirlilik



*ISO 21/19/17 fluid
(magnification 100x)*

NAS 10



*ISO 16/14/11 fluid
(magnification 100x)*

NAS 5-6

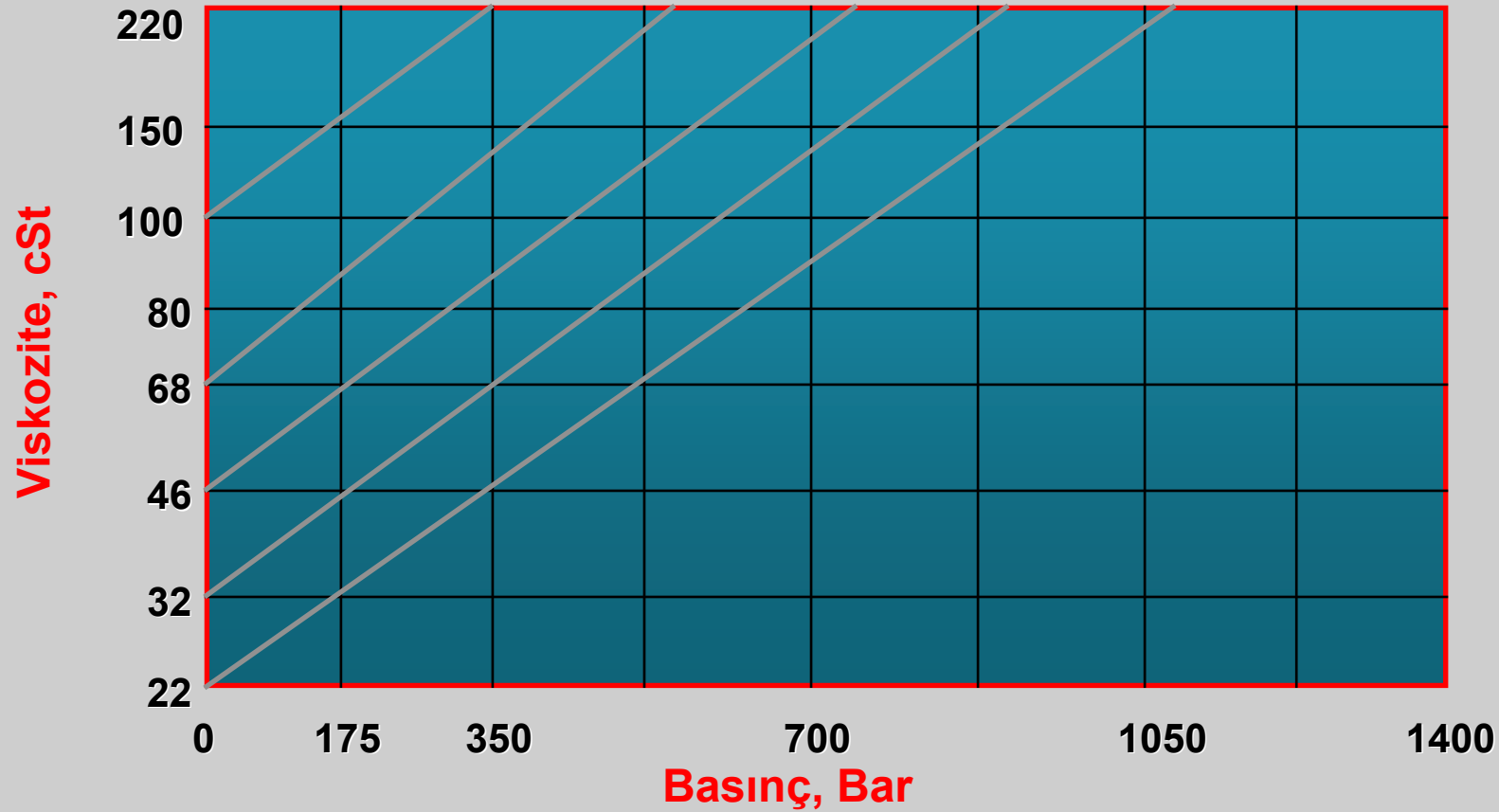
Hidrolik Yağların Aşınma Önleme Özelliği

- **Film mukavemetini artıran katıklar**
 - **Sürtünme düzenleyici**
 - **Aşınma önleyici (AW)**
- **Aşınma ve yük testleri**
 - **DIN 51524 Part II**
 - **DIN 51389 (ASTM D-2882)Vickers V104C Aşınma Testi**
 - **DIN 51384 FZG Yük Testi**
 - **Vickers 35 VQ 25 Pompa Aşınma Testi**

Hidrolik Basınç Artışının Etkileri

- **İç sürtünmeler artar**
- **İç ve dış kaçaklar artar**

Viskozitenin Basınçla Değişimi



Hidrolik yağın basıncı 350 bar'a yükseldiğinde, viskozitesi iki katına çıkar.

Hidrolik Yağların Oksidasyonu

- **Nedenler;**
Oksijen, sıcaklık, bazı metaller, kirlilik, yağ kalitesi
- **Belirtiler;**
Renk değişimi, viskozite artışı, depozit oluşumu
- **Sonuçlar;**
Yağın bozulması, sistemde aşınma ve korozyon
- **Önlemler;**
Kaliteli yağ, etkili bakım, periyodik analizler, zamanında yağ değişimi

Hidrolik Yağların Oksidasyon Önleme Özelliği

- **Oksidasyon önleyici katıklar**
- **Oksidasyon testleri**
 - **DIN 51587 (ASTM D-943) Oksidasyon Kararlılık Testi**
 - **Cincinnati Milacron P.75 Termal Kararlılık Testi**

Hidrolik Sistemin Isınmasına Karşı Önlemler

- Yağ viskozitesi doğru olmalı
- Yağ tankta dinlenmeli
- Yağ seviyesi tamam olmalı
- Sistemin gücü zorlanmamalı
- Sistem ısı kaynaklarından uzakta olmalı
- Soğutma devreleri temiz ve bakımlı olmalı
- Filtreler temizlenmeli veya değiştirilmeli
- Boru ve hortumlarda eziklik ve katlanma olmamalı
- Sisteme hava girişi önlenmeli
- İç kaçaklar kontrol edilmeli

Hidrolik Sistemde Kirliliğe Karşı Önlemler

- **Sistem temiz ortamda olmalı veya temiz tutulmalı**
- **Yağlar tozsuz ve rutubetsiz bir ortamda kapakları kapalı depolanmalı**
- **Yağ taşıma kapları ve dolum teçhizatı temiz olmalı**
- **Yağ değişimi veya ilaveleri temiz şartlarda yapılmalı**
- **Filtreler periyodik temizlenmeli veya değiştirilmeli**

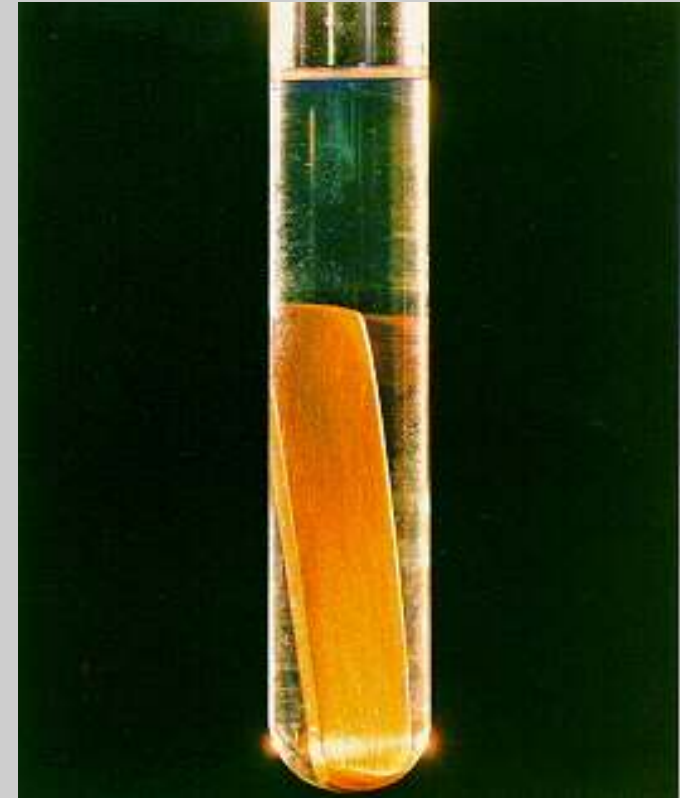
Hidrolik Yağlarda Pas ve Korozyon Nedenleri

- **Su ve rutubet**
- **Asidik ortam**
- **Kalitesiz yağ**

Hidrolik Yağların Pas ve Korozyon Önleme Özelliği

- **Pas ve korozyon önleyici katıklar**
- **Pas ve korozyon testleri**
 - **ASTM D-665 (DIN 51585) Pas Testi**
 - **ASTM D-130 (DIN 51759) Bakır Korozyon Testi**
 - **Cincinnati Milacron P.75 Bakır Çubuk Testi**

Korozyon Testi



ASTM D-130 Korozyon Testi

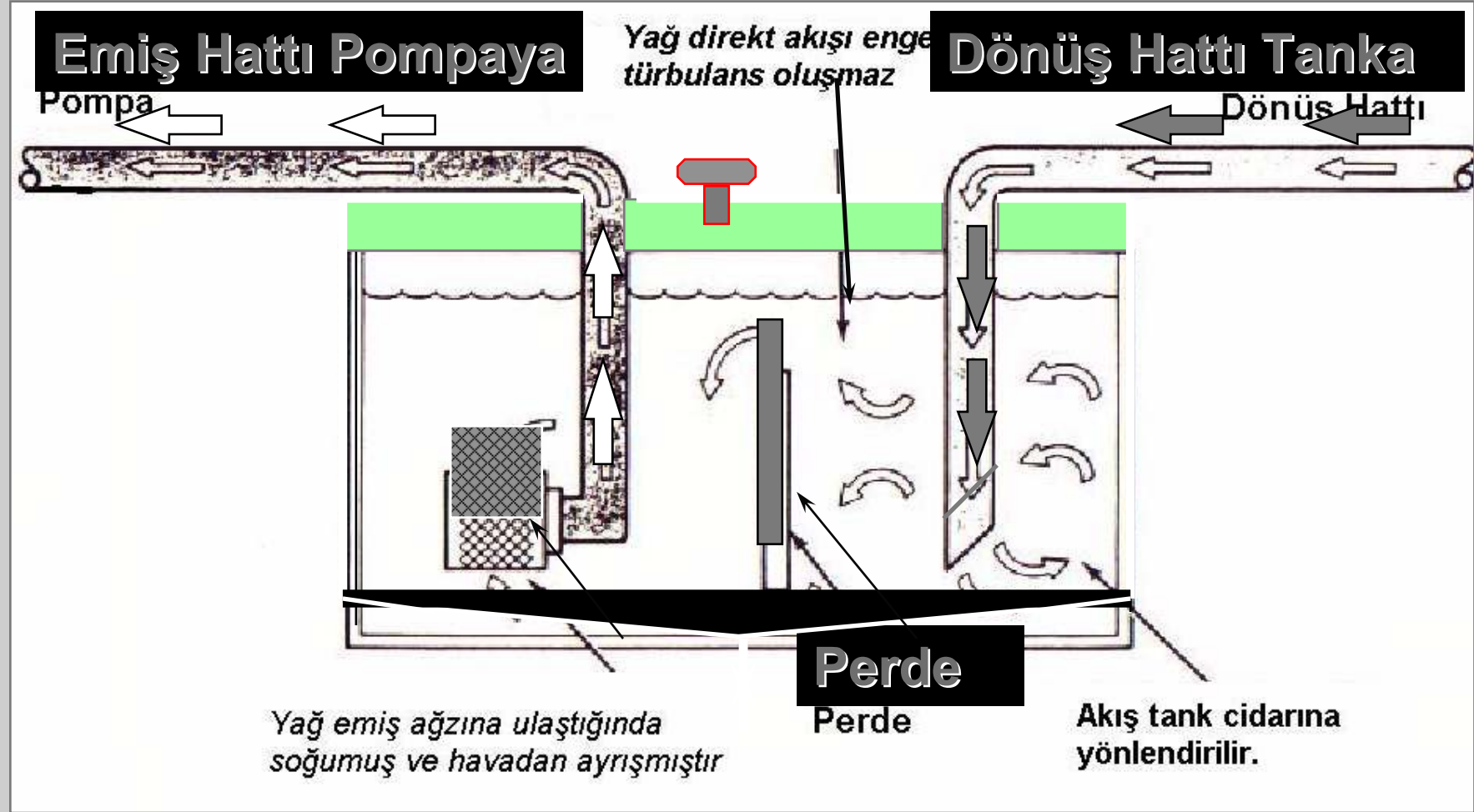
Hidrolik Yağda Köpük Nedenleri

- **Sisteme hava girişi**
 - Pompa giriş basıncında azalma
 - Pompa giriş hattında kaçak
 - Yağ seviyesinde düşüş
- **Sistem tasarım hataları**
 - Hatalı hidrolik tank
 - Hızlı yağ sirkülasyonu
- **Dış ve iç kirleticiler**
- **Kalitesiz yağ**

Hidrolik Yağların Köpük Önleme Özelliği

- **Köpük önleyici katıklar**
- **Köpük ve hava testleri**
 - **ASTM D-892 (DIN 51566) Köpük Testi**
 - **ASTM D-3427 (DIN 51381) Hava Bırakma Testi**

Hidrolik Tank



Hidrolik Tank Hacmi ve Sirkülasyon Hızı

- **Hidrolik Tank Hacmi, min.**
 - **$L = 3 \times \text{Pompa Kapasitesi (L/d)}$**
- **Hidrolik Yağ Sirkülasyon Hızı;**
 - **Pompa Girişinde, max. 0.8 m/s**
 - **Pompa Çıkışında, max. 5.0 m/s**

Hidrolik Sistemlerde Köpüğün Olumsuz Etkileri

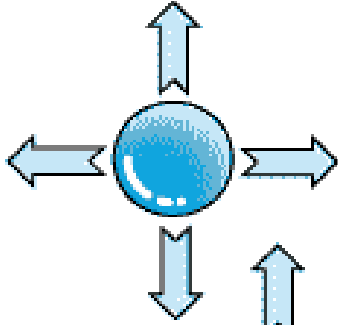
- **Sıcaklık Artışı**
 - Oksidasyon
 - Aşınma
 - Vernik ve Lak oluşumu
- **Kavitasyon**
 - Pompa Aşınması
- **Hidrolik basıncın düşmesi**
 - Güç iletiminde aksama
 - Hatalı çalışma

Hidrolik Pompada Kavitezyon

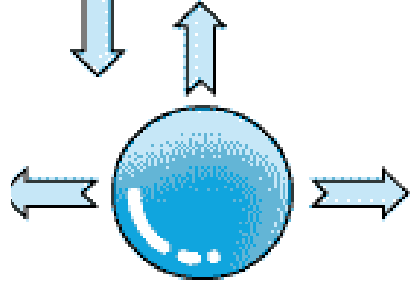
- **Pompa giriş basıncı sınır değerin altına dūřer.**
- **Yağdaki çözölmüş hava serbest kalır.**
- **Hava kabarcıkları pompa cidarlarını döver.**
- **Metal cidarlarda erozyon meydana gelir.**

KAVİTASYON VE ETKİSİ

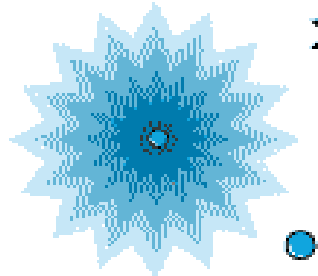
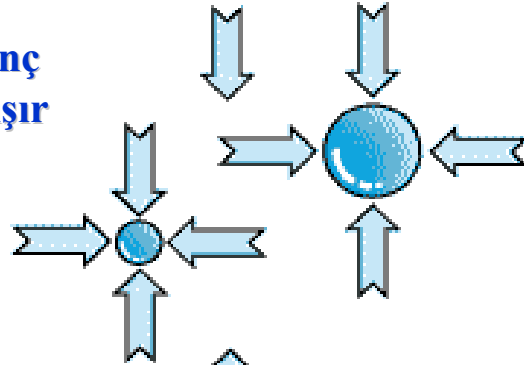
Negatif basınç
kavitasyon
baloncuğunu
büyütür



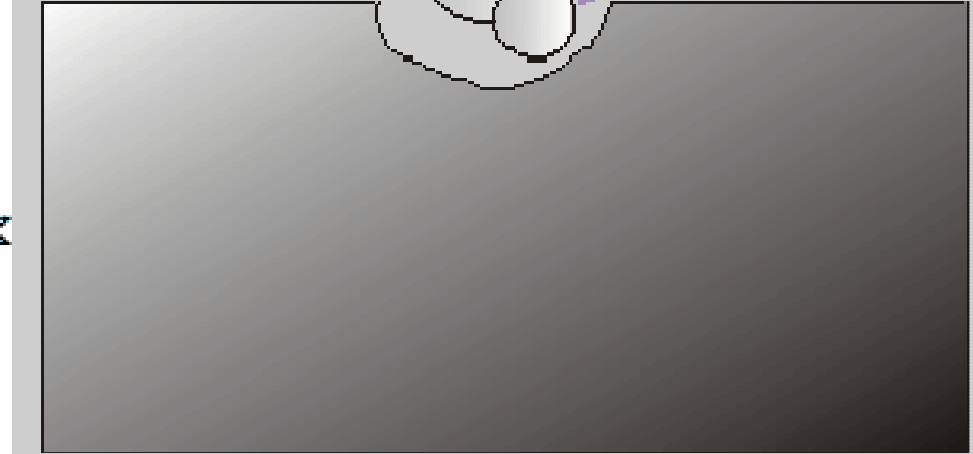
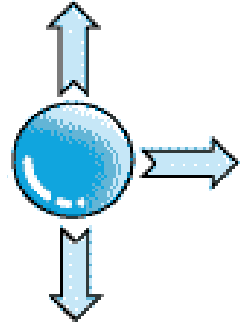
Max. Balon
boyutu

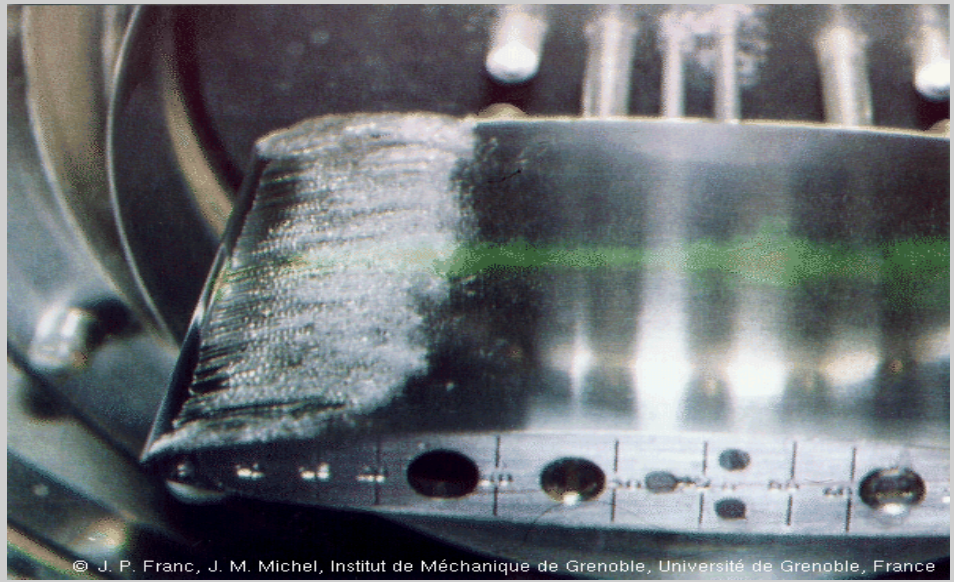


Balon basınç
altında sıkışır

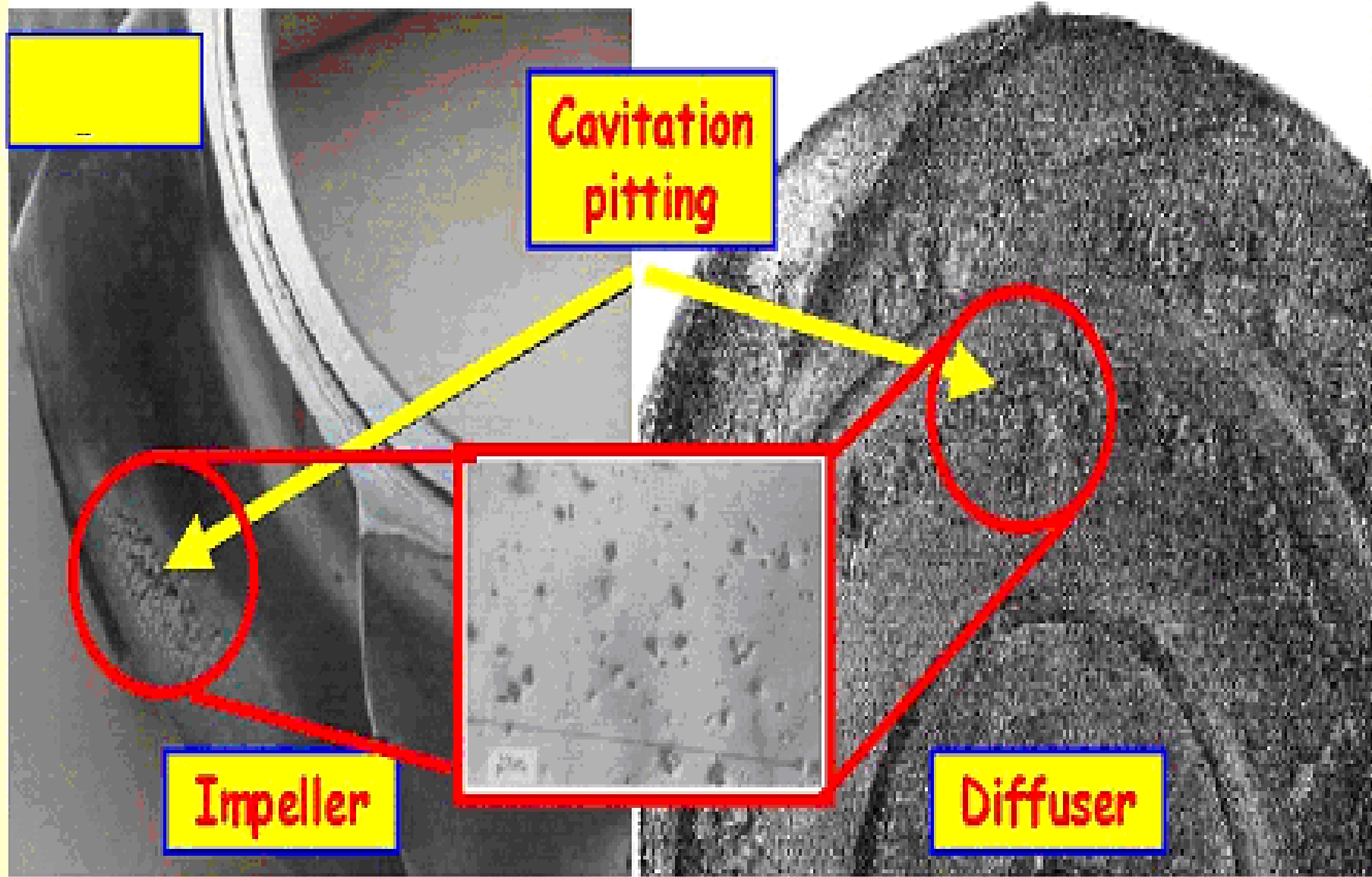


Döngü yeni balon
oluşmasıyla
devam eder





© J. P. Franc, J. M. Michel, Institut de Mécanique de Grenoble, Université de Grenoble, France



Kavitasyon Nasıl Anlaşılır

- **Ses**
- **Hatalı çalışma**
- **Parçaların incelenmesi**

Hidrolik Pompa Giriş Basıncı İçin Genel Öneriler

Pompa Cinsi	Min Mutlak Basınç (Bar)	Max. Vakum (Bar)
Paletli	0.846	0.167
Dişli	0.756	0.257
Pistonlu	0.866	0.147

Hidrolik Pompada Kaviteasyon Nedenleri

- **Hatalı veya tıkalı filtre**
- **Hatalı bağlantı elemanı**
- **Hatalı veya hasarlı boru**
- **Hatalı veya katlı hortum**
- **Hidrolik pompanın yeri**
- **Hidrolik tankın yeri ve tasarımı**
- **Hatalı hidrolik yağ**

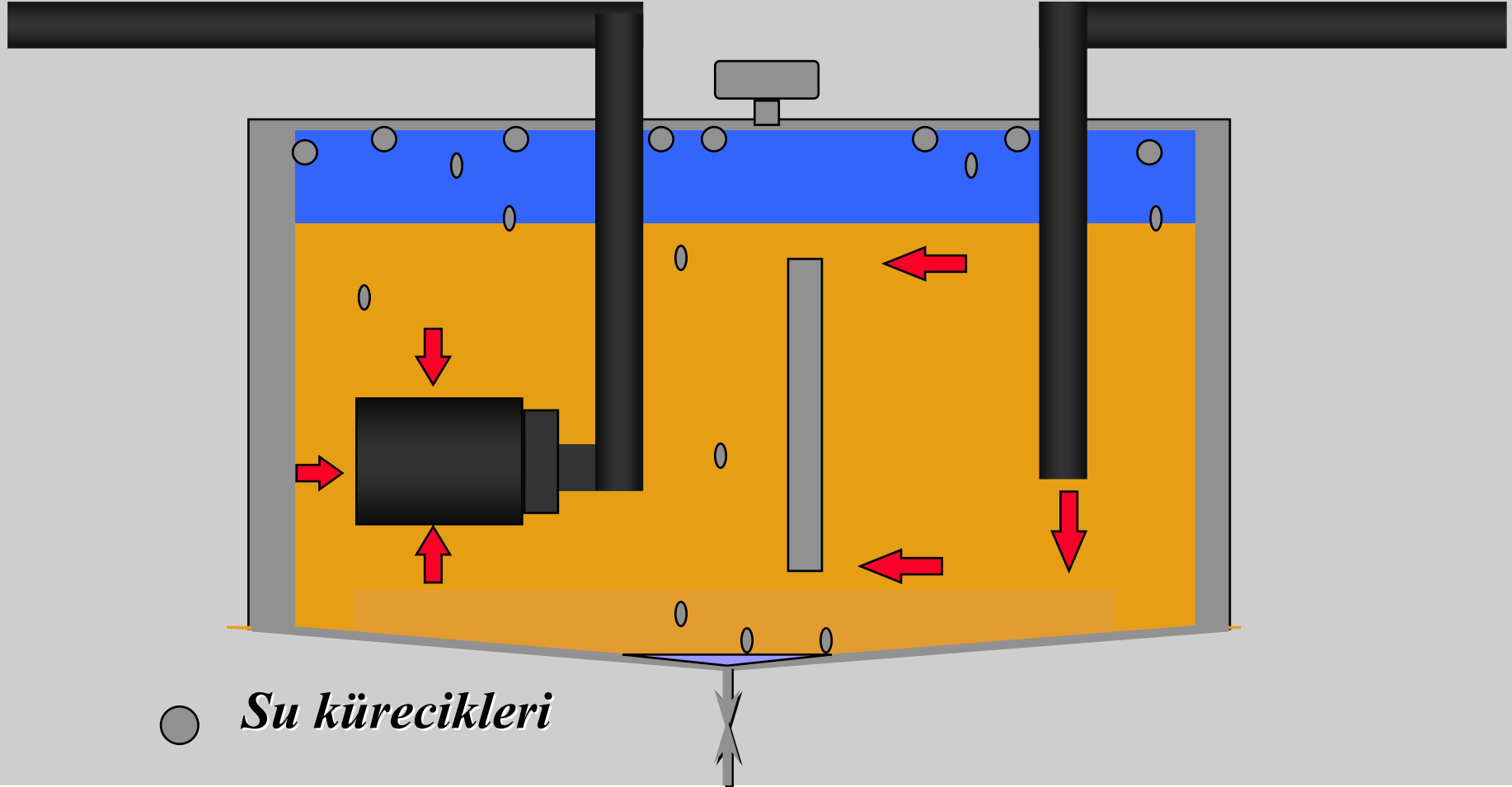
Hidrolik Yağdaki Suyun Nedenleri

- **Yağa su girişi**
 - Yoğuşma
- **Sistem tasarım hataları**
 - Hatalı hidrolik tank
 - Soğutucular
- **Tezgahlarda emülsiyonun karışması**
- **Su boşaltmada gecikme**
- **Kalitesiz yağ**

Hidrolik Yağların Su Ayırma Özellikleri

- **Suyu ayırıcı katıklar**
- **Su ayırma testleri**
 - **ASTM D-892 (DIN 51599) Su Ayırma Testi**
 - **DIN 51589 Su Bırakma Testi**

Hidrolik Yağ Tankında Yoğuşma



Hidrolik Sistemlerde Suyun Olumsuz Etkileri

- **Metal parçalarda pas ve korozyon**
- **Yağda emülsiyon oluşumu ve bozulma**
- **Pompa, valf ve silindirlerde aşınma**
- **Filtre tıkayıcı maddelerin oluşumu**
- **Sistemde arızalar ve hatalı çalışma**

Hidrolik Yağlarda Kalite Standartları

- **DIN 51524 Part I HL ve Part II HLP, HLPD, HV, HF**
- **Cincinnati Milacron P.68, P.69, P.70**
- **Vickers Pompa Aşınma Testleri**
- **Denison HF- 0, 1, 2**

DIN 51524/2 Hidrolik Yağ Standardı

Sınıf	HLP 32	HLP 46	HLP 68
Viskozite, -20 oC'ta cSt, max.	420	780	1400
Akma noktası, oC min.	-18	-15	-12
Alevlenme noktası, COC, oC max.	175	185	195
Bakır korozyon DIN 51759 (ASTM D 130) 100 oC'ta 3 saat, max.		Class 2	
Hava ayırma DIN 51381 (ASTM D 3427) 50 oC'ta dak. max.		10	
Sudan ayrılma DIN 51599 (ASTM D 1401) 54 oC'ta dakika, max.	40	40	60
TOST Oksidasyon testi DIN 51587 (ASTM D 943) 1000 saat'te N.N. mg.KOH/g. max.		2.0	
FZG testi, yük kademesi, min.		10	
Vane pompa testi ASTM D 2882, mg. aşınma, max. Kanatlarda / Bilezikte		30 / 120	
Köpük testi DIN 51566 (ASTM D 892) ml, max.		150/75/150	
SRE-NBR keçe testi, DIN 53538, Part I, 7 gün, 100 oC % hacim değişimi / Shore A sertlik değişimi		0 ile 12 / 0 ile -7	

PO Hidrolik Sistem Yağları

- **PO Hydro Oil HD Serisi** (*ISO VG 22 _ 220*)
 - DIN 51524 Part II
 - Denison HF-0, HF-1, HF-2
 - Cincinnati Milacron P 68, P 69, P 70
 - Vickers HP Vane Pump Tests
 - M-2950 S, I-286 S
- **PO Hydro Tech HVI Serisi** (*ISO VG 15 _ 100*)
 - DIN 51524 Part II
 - Denison HF-0, HF-1, HF-2
 - Cincinnati Milacron P 68, P 69, P 70
 - Vickers HP Vane Pump Tests
 - M-2950 S, I-286 S
 - Yüksek ve değişken sıcaklıkların bulunduğu sistemlerde tercih edilir.

PO Hidrolik Sistem Yağları

- **PO Hydro Oil TX Serisi (ISO VG 32 -46- 68)**
 - **DIN 51524 Part II**
 - **Denison HF-0, HF-1, HF-2**
 - **Cincinnati Milacron P 68, P 69, P 70**
 - **Vickers HP Vane Pump Tests**
 - **Eaton M-2950 S, I-286 S**
- **Özellikle sarı metalleri koruma özelliği arttırılmış, çinko içermeyen katıklar ile formüle edilmiştir. Standart hidrolik sistem yağlarına göre aşınma önleme özelliği arttırılmıştır. Daha uzun kullanım ömrü sunar.**



Petrol Ofisi Teknik Hizmetler Müdürlüğü