

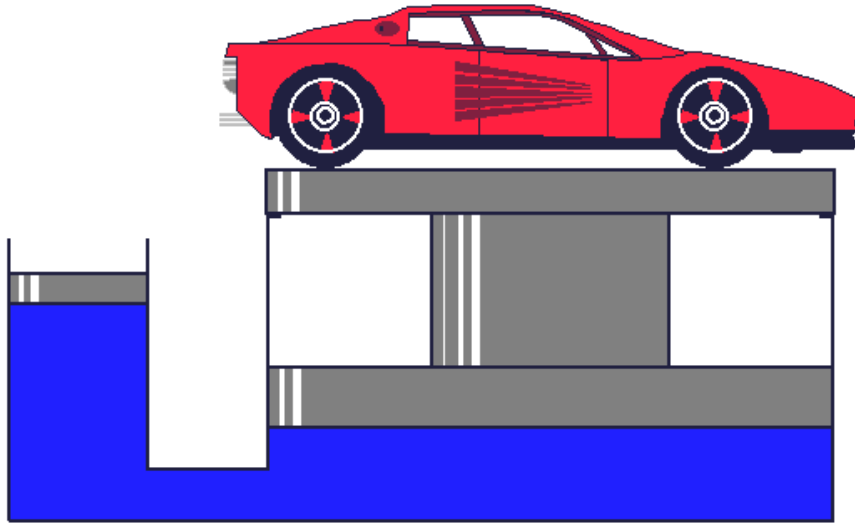
HİDROLİK YAĞLAR & UYGULAMALARI

Hidropar Kocaeli
09 Nisan 2010

Özgür Akkanat

Metalurji ve Malzeme Yük. Müh.

PASCAL KANUNU



- Kapalı bir sistemde, statik sıvının her yerinde basınç aynıdır.
- Sıvının sabit hızda olduğu durumlar için de geçerlidir

$$P(\text{Basınç}) = F(\text{Kuvvet}) / A(\text{Alan})$$

HİDROLİK SIVI NEDİR?

Hidrolik = Sıvı (Akışkan) Gücü

Sıvılar sıkıştırılmaz kabul edilirler

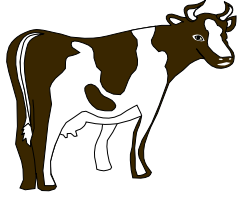
- Hidro**kinetik** : Enerji, sıvının hareketi ile aktarımı
- Hidro**statik** : Enerji, basınç sayesinde aktarılır
- Hidro**dinamik** : Enerji, sıvının hareketi ve basınç sayesinde aktarılır.

İlk hidrolik sıvı: Su (Hydro – Yunanca su demek)

GÖREVLERİ

- 1- Gücü Aktarmak
- 2- Hidrolik sistemi korumak
- 3- İşletme şartlarına dayanmak

HİDROLİK YAĞ HAMMADDELERİ



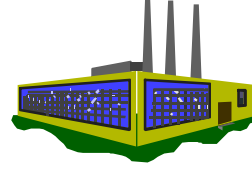
HAYVANLAR

- Domuz
- Sığır
- Koyun



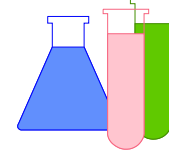
BİTKİLER

- Pamuk
- Ayçiçek
- Fındık
- Hint yağı otu
- Palm yağı



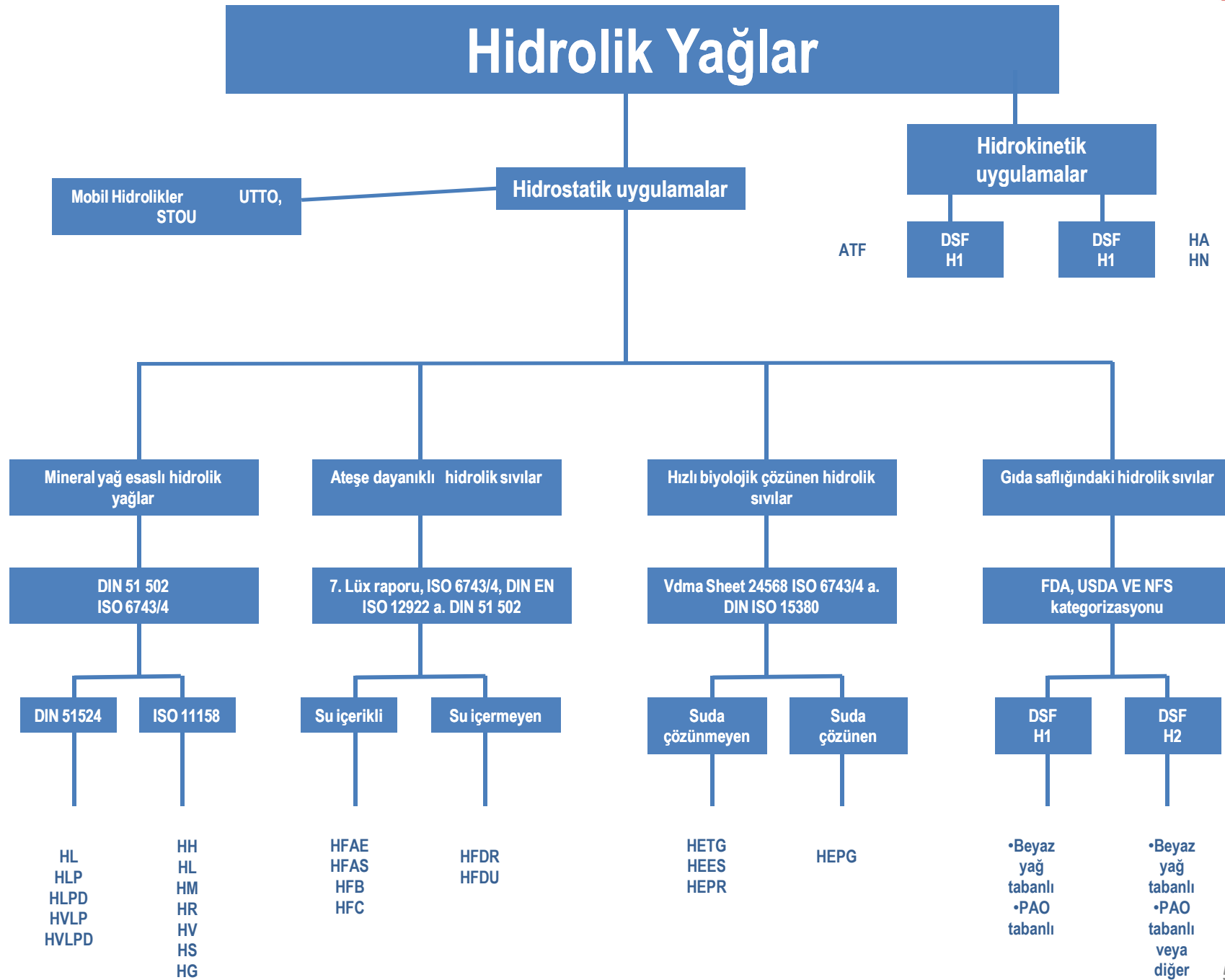
MİNERAL

- Petrol



SENTETİK

- Kimya
- Esterler
- Glikol



MİNERAL YAĞ TIPLERİ

ISO	DIN	AÇIKLAMA	ÖZELLİKLER
HH		Düz katıksız mineral yağ	Hiçbir ekstra özelliği yoktur, risksiz sistemlerde kullanılabilir
HL	HL	Anti pas ve anti oksidan katıklı, rafine mineral yağ	HH ye göre daha uzun ömür beklenen sistemlerde
HM	HLP	Aşınma önleyici katıklı HL yağ	Hareketli ve aşınmaya karşı dayanımın önemli olduğu sistemler
HR	HVI, HVLP	Vizkozite indeksi yükseltilmiş HL yağ	Yüksek sıcaklıkta uzun ömür beklenen sistemler
HV	HVI, HVLPD	Vizkozite indeksi yükseltilmiş HM yağ	Yüksek Sıcaklıkta hareketli ve aşınmaya karşı dayanımın önemli olduğu sistemler
HS		Ateşe dayanım özelliği olmayan sentetik sıvılar	
HG	HLP-D	Yapışmama ve kaymama özellikleri artırılmış, deterjan dispersan katıklı HM tipi ürün	Hidrolik kızak sistemleri için uygun

MİNERAL YAĞ ÖZELLİKLERİ

GÜÇLÜ YANLARI

- Hiçbir sınırlama yoktur: Hidrolik sistemler mineral yağlara göre dizayn edilirler. Bu bir standarttır.
- Dikkat: Katıklar her zaman gereklidir

ZAYIF YANLARI

- Yaşlandıklarında çok kuvvetli asitler açığa çıkarırlar. Total Asit Number (T.A.N.) değeri hep düşük kalmalıdır < 0,5 % mg KOH/g
- Çevreye zarar verirler. Biyolojik olarak çözünmesi çok yavaştır.
- Su içinde COD (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) yüksektir
- Su içindeki hayvanlar ve bitkiler üzerinde zehirli etkisi vardır.

◦ YANMAYA DAYANIKLI DEĞİLDİR

- Mineral yağ sıcaklıkla temas ettiğinde kolayca yanar, çok uzun alev ve siyah duman çıkartır, çok agresiftir
- Alevler sıvı kaynağına doğru geri gider, sıcaklık veya alev kaynağı ortadan alınsa bile yanmaya devam eder. Yüksek basınç altında bir nevi alev silahı gibidir.

HİDROLİK YAĞ TEDARİKÇİLERİ

- GLOBAL OYUNCULAR:

ExxonMobil



TEXACO



TOTAL



* Yurt içi: Petrol Ofisi, ve diğer 140 yağ üreticisi (EPDK ya kayıtlı)

İDEAL HİDROLİK SIVI

- Viskozitesi mekanik ve hacimsel gereksinimleri karşılamalı
- Yüksek viskozite indeksi olmalı
- Çok iyi yağlamalı
- Çok düşük buhar basıncı olmalı
- Yüksek sıcaklıklarda bile mükemmel kimyasal kararlılık göstermeli
- Sıkıştırılabilirliği düşük olmalı
- Alevlenmemeli
- Zehirli olmamalı, çevreye zarar vermemeli
- Düşük maliyette olmalı
- Kesilme dayanımına çok iyi dayanmalı
- Köpürmemeli
- Keçelere ve borulara inert olmalı

...ancak böyle bir sıvı yoktur.

GÜÇ AKTARIMI

Temel Özellikler:

- **Düşük Sıkıştırılabilirlik** : Basıncın verimli iletilmesi
- **Kesilme Dayanımı** : Yüksek basınçta viskozitesini koruma
- **Havayı Uzaklaştırma** : Hava kabarcıkları yağın içerisinde kalırsa sıkıştırılabilirlik düşer → Basınç verimli iletilmez
- **Köpüklenme** : Düşük olmalı, çabuk sönmeli
- **Viskozite** : Sistemde dolaşırken yağlama da yapmalı.

GÜÇ AKTARIMI

Sıkıştırılabilirlik

Bir sıvının üzerine basınç uygulandığında, hacminde oluşan küçülmenin ölçütüdür

Bulk Modülü: Hacmin değiştirilmesi için uygulanan basıncın oranıdır

Bulk Modülü Yüksek → Sıkıştırılabilirlik Düşük

Sıcaklık ve Basınç arttığında bulk modülü artar.

Örn. Tipik mineral yağlarda 280bar basınçta hacim değişimi %2 dir.

Sıkıştırılabilirlik yüksek olursa, güç aktarımı düşer kontrol hassasiyeti düşer.



GÜÇ AKTARIMI

Hava Bırakma

- Pompanın emme kısmında sızıntı varsa buradan gelen hava, yağın içerisinde “kabarcıklar” şeklinde belirir. Çok az bile kabarcık olsa, sıkıştırılabilirliği arttırır.
- Sarsıntılı ve düzensiz çalışmaya neden olur, aşırı ısınma yaratır.
- Hava uzaklaştırma (Air Release) testi: **ASTM D 3427**
- 25-50-75 °C ye ısıtılan yağın içerisine 7dk boyunca hava üflenir. Yağ içindeki havanın %0,2 ye düşmesi için geçen zaman ölçülür.

Kesilme Dayanımı

- Yüksek basınç altında, büyük yağ moleküllerinin parçalanarak küçük moleküller haline gelmesi, viskozite indeksini, yağlama özelliklerini, yanma direncini düşürür.
- **ASTM D 2603**

GÜÇ AKTARIMI

Köpüklenme

- Sıvının içerisinde hapsolmuş hava tanka geri döndüğünde hava kabarcıkları yüzeye çıkar ve köpüklenir. Köpük tekrar sisteme girerse verimlilik düşer. Yağ filmi inceler arıza olabilir.
- Aşırı köpüklenme tanktan hidrolik sıvı kaybolmasına da neden olur.
- Köpük önleyici katıklar konur (hava uzaklaştırmaya engel olmamalı)
- **ASTM D 892:** 24°C deki yağa 5dk hava üflenir. Köpük miktarı ölçülür. 10dk beklenir tekrar ölçülür. Aynı işlem 93,5°C de tekrarlanır.

SİSTEMİ KORUMA

- **YAĞLAMA** : Hidrolik Devre içindeki hareketli parçaların yağlanması (aşınma önleyici katıklar, viskozite)
- **SOĞUTMA** : Sistemin sıcaklığı arttığında, bunu düşürmesi gerekir (viskozite)
- **KORUMA** : Korozyona karşı koruma

SİSTEMİ KORUMA

Viskozite

- Bir akışkanın, yüzey gerilimi altında deforme olmaya karşı gösterdiği direncin ölçüsüdür. Akışkanın akmaya karşı gösterdiği iç direnç olarak da tanımlanabilir.
- **Viskozite (dinamik viskozite): μ**

Dinamik viskozitenin SI birimi (Yunan sembol: μ) pascal-saniye (Pa·s) olup $1 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$. Dinamik viskozitenin CGS birimi, Jean Louis Marie Poiseuille adına ithafen *poise* (P) dır. Genellikle yüzde birlik miktarı olan *centipoise* (cP) kullanılır. Örneğin suyun viskozitesi 20°C 'de 1.0020 cP dir.

1 poise = 100 centipoise = 1 g/cm·s = 0.1 Pa·s. 1 centipoise = 0.001 Pa·s.

Kinematik viskozite: $\nu = \mu / \rho$

Kinematik viskozite'nin (Yunan sembol: ν) SI birimi (m^2/s) dir. Kinematik viskozite'nin cgs birimi George Gabriel Stokes'un adına ithafen *stokes* olup S veya St şeklinde kısaltılır. Bazen *centistokes*(cS veya cSt) şeklinde de kullanılabilir.

1 stokes = 100 centistokes = 1 cm²/s = 0.0001 m²/s.

- Kinematik ve dinamik viskozite arasındaki dönüşüm ise $\nu\rho = \mu$ şeklinde verilir ve eğer $\nu = 1 \text{ St}$ ise
 $\mu = \nu \rho = 0.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\text{s}^{-1}\cdot(\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)) = 0.1 \text{ poise}\cdot(\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)).$

SİSTEMİ KORUMA

Viskozite

HİDROLİK YAĞIN EN ÖNEMLİ ÖZELLİĞİDİR

1. Sistem parçalarını, özellikle pompayı yağlayacak verimde olmalı
2. Pompa, motor ve valflerin çalışma toleransları arasından sızıntı yapmaması gerekir.
3. Hidrolik devre içerisinde serbestçe akacak kadar
4. Etkili bir soğutma sağlayacak kadar düşük olmalı.

SİSTEMİ KORUMA

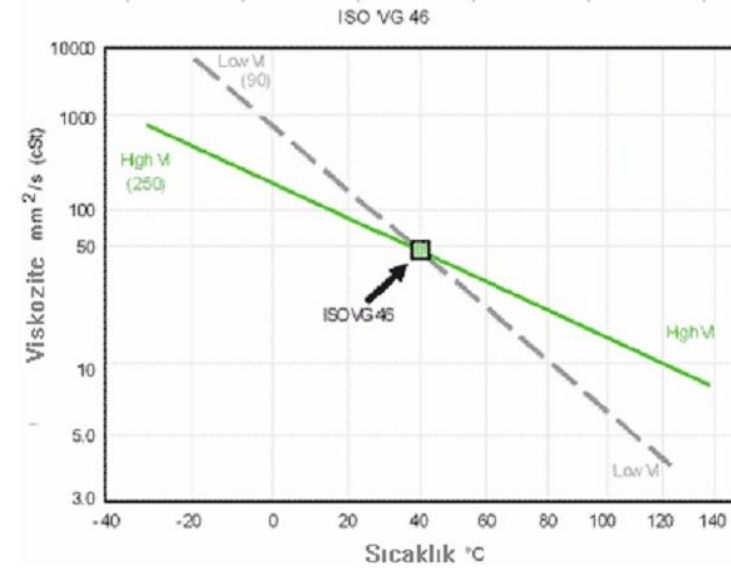
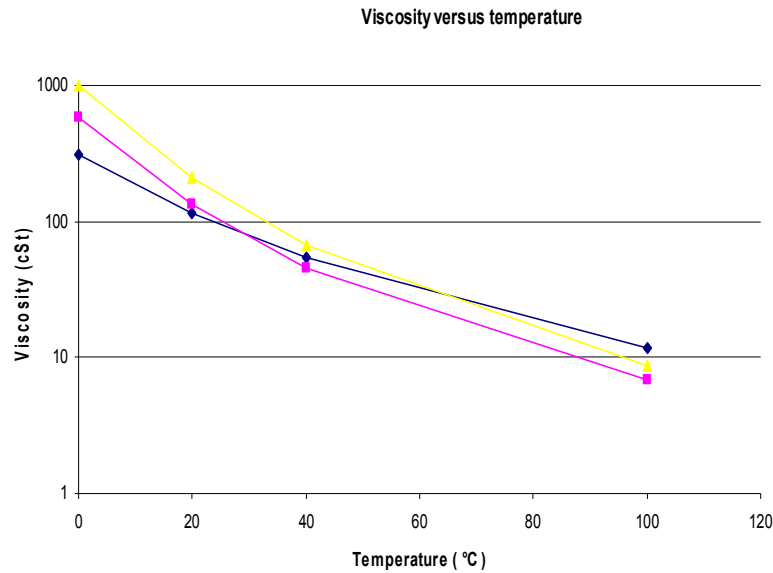
Viskozite Sınıfları

Kinematik Viskozite		Saybolt Viskozite		ISO VG	SAE Motor Yağı Sınıflandırması	SAE Dişli Yağı Sınıflandırması	AGMA Sınıflandırması
cSt@40°C	cSt@100°C	SUS@100°F	SUS@210°F	cSt @ 40°C	cSt @ 100°C	cSt @ 100°C	SUS @ 100°F
2000	70	10000	300	1500		250	8A
1000	60	8000	200	1000		140	8
800	50	6000	150	680		90	7
600	40	5000	100	460	50	85W	6
500	30	4000	90	320	40	80W	5
400	20	3000	80	220	30	75W	4
300	10	1500	70	150	20		3
200	9	1000	60	100	10W		2
100	8	800	55	68	5W		1
80	7	600	50	46			
60	6	500	45	32			
50	5	400	40	22			
40	4	300		15			
30		200		10			
20		150		7			
10		100		5			
8		80		3			
6		70		2			
5		60					
4		50					
3		40					
2		35					
		32					

SİSTEMİ KORUMA

Viskozite ve Sıcaklık

- Sıcaklık arttıkça viskozite düşer. Viskozite indeksi yüksek olan yağların viskozitesi daha az düşer.
- HLP yağlar için 100 civarındadır. Sıcaklığın yüksek olduğu sistemlerde 150 ve daha üstü olmalıdır
- VI arttıkça yağın havadan ayrılma özelliği düşebilir. Küçük tanklarda dikkat edilmelidir.



SİSTEMİ KORUMA

Akma Noktası

Yağın aktığı en düşük sıcaklıktır. Hava şartlarına göre dikkat edilmesi gerekir.

Viskozite ve Basınç

Basıncın artması Viskozite'yi artırır. Örn. 350 bar a çıkıldığında vizkozite 2 kat artar. Düşük basınçlarda belirgin değildir.

Çok yüksek basınç üreten hidrolik ekipmanlarda mineral yağ kullanılamaz, Sentetik Yağ kullanılır.

SİSTEMİ KORUMA

Aşınma

AŞINMA ÖNLEYİCİ KATIKLAR

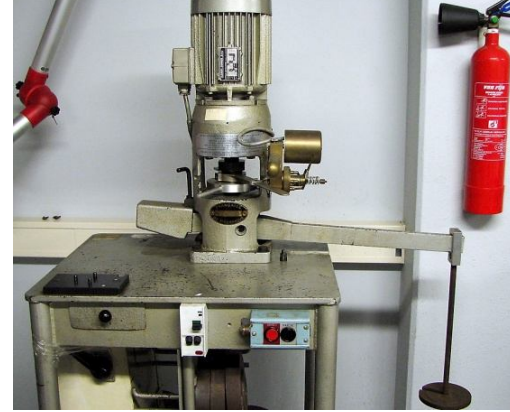
- **Çinko tipi katıklar** : Yüksek sıcaklıklarda metal yüzeylerin birbirine sürtünmesini koruyucu bir film tabakası oluşturarak engellerler.
- **EP (Extreme Pressure) Katıkları** : Yüksek sıcaklıkta metal yüzeyle “kimyasal reaksiyona” girerek kolay parçalanan film tabakası oluştururlar.
- Dişli ve Pistonlu pompaların çalışma ömürlerini uzatmak için mutlaka aşınma önleyici katık içermelidir.

SİSTEMİ KORUMA

Yağlama/ Aşındırma Testleri

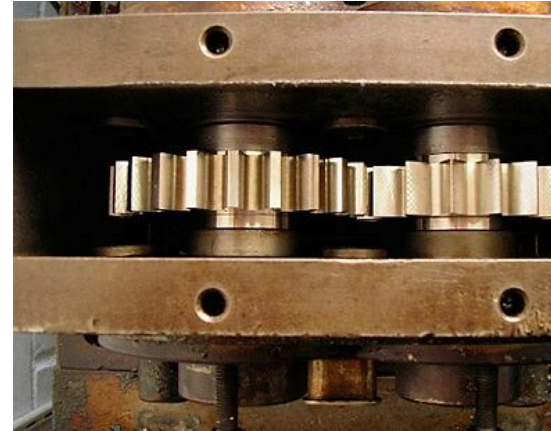
4 Ball Testi:

40 ve 120kg ağırlık, 1 saat boyunca yüzeye sürtülür, açtığı izin alanı hesaplanır



FZG Testi DIN 51354-2:

2 dişli biri hareketli diğeri duruyor, 12 aşamalı güç uygulanıyor. Ulaşılabilecek en üst güç >12



SİSTEMİ KORUMA

Yağlama/ Aşındırma Testleri

VICKERS V 104C:

- ASTM D 2882 : 100 saat, 140 bar, 66°C
 - DIN 51389 : 250 saat, 105 bar, 52°C
- Pompadaki ağırlık kaybı ölçülür



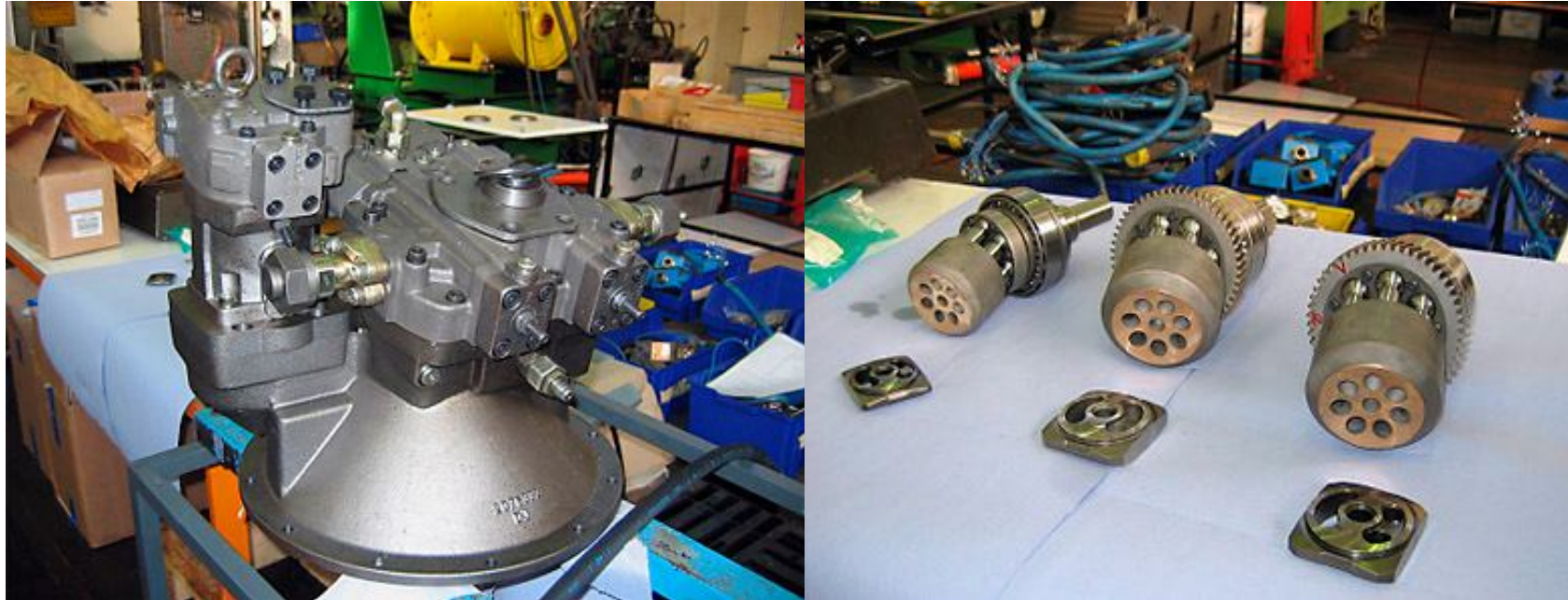
SİSTEMİ KORUMA

Yağlama/ Aşındırma Testleri

AXIAL PISTON POMPA TESTİ

Rexroth - Hydromatic A7/A8 tipi

- 1000 SA, 1.000.000 çevrim
- 0 - 340 bar (0 - 4860 psi)
- 70 °C
- DMT (Alman maden enst. Tarafından geliştirilmiş).



SİSTEMİ KORUMA

Korozyon

Mineral yağların kendisi korozyona karşı koruma sağlar. Ancak işletme koşullarında yağ bozulmaya veya su içermeye başlarsa korozyona yol açarlar. Bu nedenle “yüksek performanslı” ürünlerin içerisine “korozyon inhibitörü” ilavesi yapılır.

KOROZYON TESTLERİ

ASTM D 665A, çelik, destile su

ASTM D 665b, çelik, sentetik deniz suyu

Çelik önce yağa sonra suya daldırılır 60°C de 24 saat bekletilir

ISO 4404-2, çelik ve demir dışı metaller

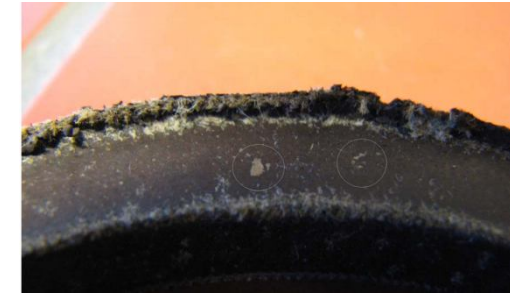
ASTM D 130, bakır

Özel bakır şerit yağa batırılır çıkartılır, karşılaştırılır.

SİSTEMİ KORUMA

Sızdırmazlık/Conta Uyumu

Test piece	Volume change (%)	IRHD Hardness change	Visual change
front ring	-0.32	-1	none
front ring	-0.36	-1	none
middle ring	-0.26	-1	none
middle ring	-0.35	-1	none



Termal Kararlılık

- Yüksek sıcaklığa dayanım ve bozulmaya karşı direnç. Yağ bozulup çamur oluşturmaya başlar ve bütün (metal olan olmayan) parçalarda korozyona yol açar.

ASTM D2070

- 135°C deki yağın içerisine çelik ve bakır çubuklar daldırılır 7 gün sonunda metal çubuklardaki ağırlık değişikliklerine bakılır.

SİSTEMİ KORUMA

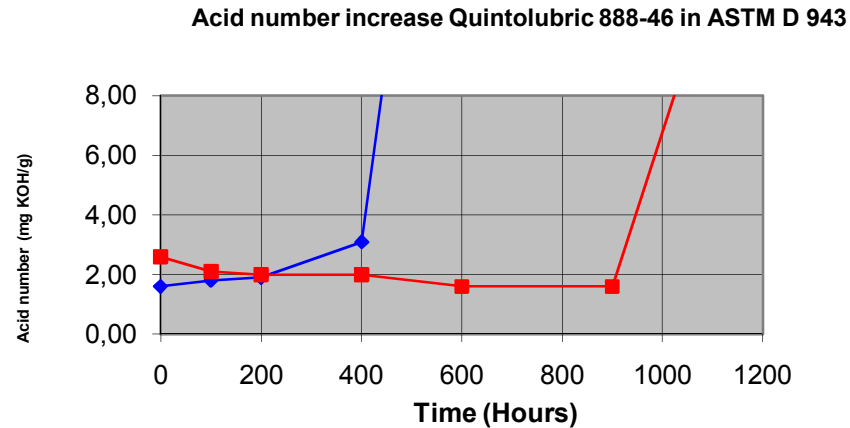
Oksidasyon Kararlılığı

- Mineral yağların, yüksek sıcaklık ve basınca dayanamayıp okside olması
- çamur oluşturur. Bu da tıkanmalara yol açar.
- Yağın kirli olması (partikül ve su) oksidasyonu tetikler reaksiyonu hızlandırır.
- Oksidasyon önleyici katıkların kaliteli ve yeterli miktarda kullanılması gerekir.

TOST - ISO/FDIS 4263 -3

- 360 ml hidrolik sıvı
- Sıcaklık: 95°C
- Oksijen akış hızı: 3,0 lt/s
- Katalizör: çelik ve bakır

ASTM D 943



Oksidasyon ömrü= Ürünün asit (T.A.N.) değerinin 2,0 mg KOH/g e çıkması için geçen süredir.

ÖNEMLİ: Mineral yağlarda asit değeri yükseldiği zaman korozyon riski artar, ester bazlı veya sentetik ürünlerde asit değeri kaçta çıkarsa çıksın risk bulunmaz.

SİSTEMİ KORUMA

Sudan ayrılma

- Sisteme, havanın yoğuşması (kondensasyon) veya soğutma sistemindeki arızalardan dolayı su girişi olur. Su korozyona ve ester bazlı ürünlerde ayrıca hidrolize yol açar.
- Su sistemde istenmez → Korozyon
- Saf mineral yağlar suyu mükemmel uzaklaştırır, ancak katıkların varlığı bunu azaltır.

ASTM D 1401:

40ml yağ + 40ml su 5dk boyunca karıştırılır. Suyun ayrışması için geçen süre tutulur. 1 saat içinde ayrışmaz ise emülsiyon miktarı da ölçülür.

SİSTEMİ KORUMA

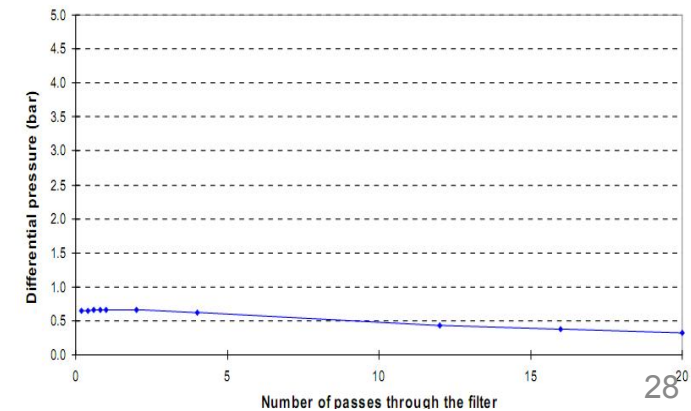
Filtrelenebilme

Yağın temiz kullanılması için filtreler kullanılır. Burada yağın iyi filtrelenebilir olması önemlidir. Bu konuda çeşitli testler vardır. QUAKER Pall dinamik filtrelenme Testini kabul eder

Filter : Pall ULTIPOR III type HC9020FKZ1H
 $\beta_{2.5} \geq 1000$, terminal $\Delta P = 4$ bar
 $\beta_5 \geq 1000$, terminal $\Delta P = 4$ bar

Sıvı 5 litre
100 dk 20x defa filtreleniyor
Sıcaklık 40°C (104°F)
Akış 1.0 l/min
Pompa basıncı 1 bar (14.3 psi)

Basınç değişimine bakılıyor.



HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

- **Vizkozite** : Hidrolik Ekipman üreticilerinin dizaynına göre belirlenir
- **Sistem** : İçerisinde, kullanıma uygun katıklı hidrolik yağ çeşidinin kullanılması gerekir. Kullanılacak ekipmanların malzemelerinin yağ ile uyumlu olması gerekir.
- **Çevre** : Ortam sıcaklığına göre uygun ürün seçilmeli. Çevresel hassasiyet gösteren bölgelerde biyolojik çözünen yağlar seçilmeli
- **Güvenlik** : Yangın riski olan sistemlerde mutlaka yanmaya dayanıklı sıvı seçilmelidir.

HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

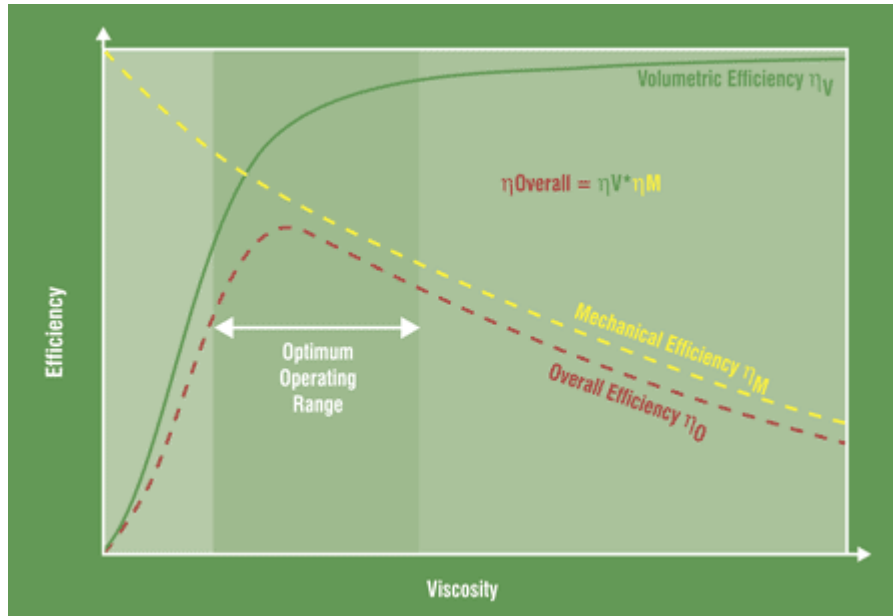
Viskozite Çok Yüksek Olursa:

- Mekanik Verimlilik Düşer,
- İlk çalıştırmada sıkıntı olur,
- Kavitasyon sebepli aşınma meydana gelir

Viskozite Çok Düşük Olursa:

- Sürtünme artar
- Pompalar aşınır

Viskozite seçiminde hacimsel ve mekanik verimlilik esas alınır



Hacimsel Verimlilik

- Akış hızı düşüşü
- Yağ kaçaqları

Mekanik Verimlilik

- Sürtünme kuvvetindeki düşümlere
- Akış hızını arttırmak için gerekli enerji ile

HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

ISO 3448

ISO 3448 KABUL GÖREN STANDARTTIR ANCAK EKSİKLİKLERİ VARDIR

Table 1 - ISO 3448
ISO Viscosity Grades
Kinematic Viscosity, 40°C (mm²/s)

ISO VG	Midpoint	Minimum	Maximum
2	2.20	1.98	2.42
3	3.20	2.88	3.52
5	4.60	4.14	5.06
7	6.80	6.12	7.48
10	10.0	9.00	11.0
15	15.0	13.5	16.5
22	22.0	19.8	24.2
32	32.0	28.8	35.2
46	46.0	41.4	50.6
68	68.0	61.2	74.8
100	100	90.0	110
150	150	135	165
220	220	198	242
320	320	288	353
460	460	414	506
680	680	612	748
1000	1000	900	1100
1500	1500	1350	1650

1- Her ISO sınıfı birbirine göre %50 yüksek-alçak olmasına rağmen, Bu viskozite değerleri maks ve min değerlerin ortalamasıdır. (%10 fark vardır) Arada kalan viskoziteler sınıflandırılmaz

2- Sadece 40°C deki viskoziteyi veriyor. Soğukta veya sıcakta başlangıç yapmanız gereken durumda viskoziteyi bilemiyorsunuz.

3- Viskozite indeksi belli değil

4- Kullanılmamış yağın viskozitesini veriyor, kullanıldıktan sonra kaç olacağı belirsiz

HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

ASTM D 6080

ISO VG xx

Lyy-zz (VI)

xx: ISO 3448 vizkozitesi

Lyy: Düşük sıcaklık vizkozitesi

zz: 40 C de kesilme sonrası vizkozite

(VI): Kesilme sonrası Viskozite indeksi

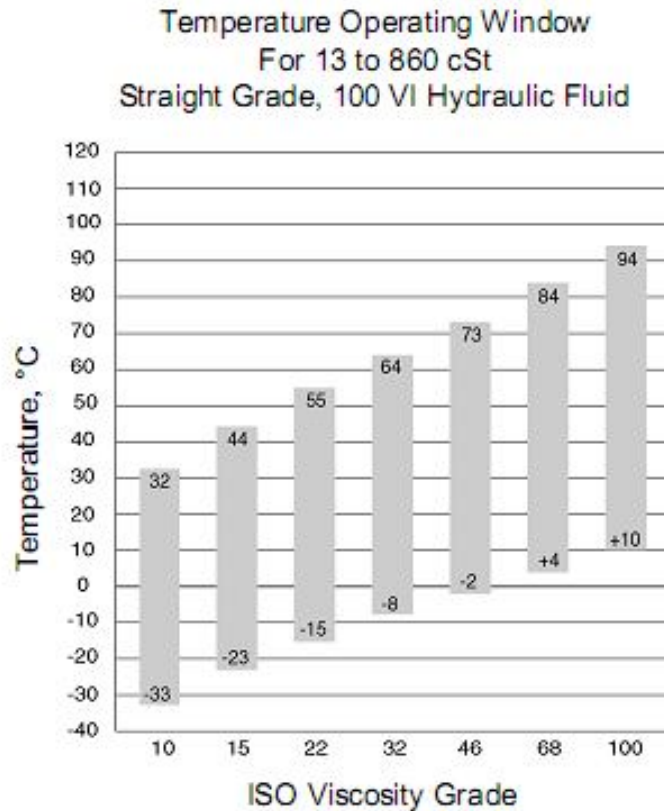
Table 2
Low Temperature Viscosity Grades for
Hydraulic Fluid Classification ASTM D 6080

ISO VG	Temperature, °C for Brookfield Viscosity of 750 cP
L5	-50 or below
L7	-42 to -49
L10	-33 to -41
L15	-23 to -32
L22	-15 to -22
L32	-8 to -14
L46	-2 to -7
L68	4 to -1
L100	10 to 5
L150	16 to 11

HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

TOW? ALTOW?

- TOW (Temperature Operation Window) metodu
- ALTOW metodu



TOW:

- Minimum start-up sıcaklığı belirlenir, sıvının çalışacağı maksimum sıcaklık belirlenir.

ALTOW

- Daha geniş sıcaklık aralıklarında çalışacak sistemler için TOW'un yetmediği hallerde kullanılır.

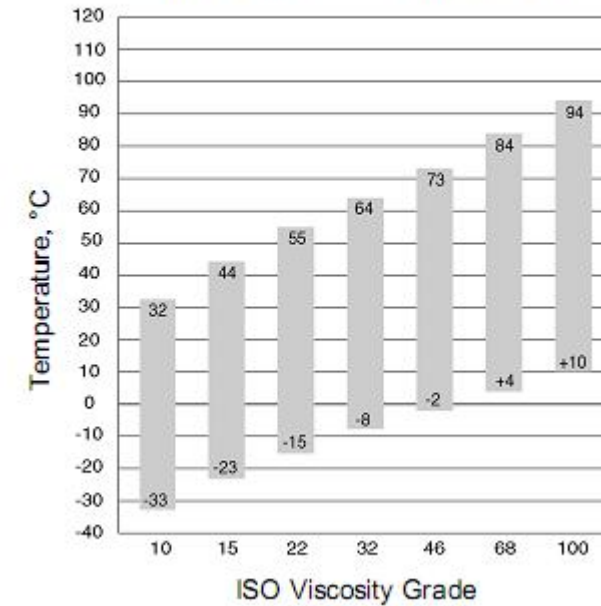
HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

TOW

EQUIPMENT BUILDERS' VISCOSITY GUIDELINES FOR HYDRAULIC FLUIDS

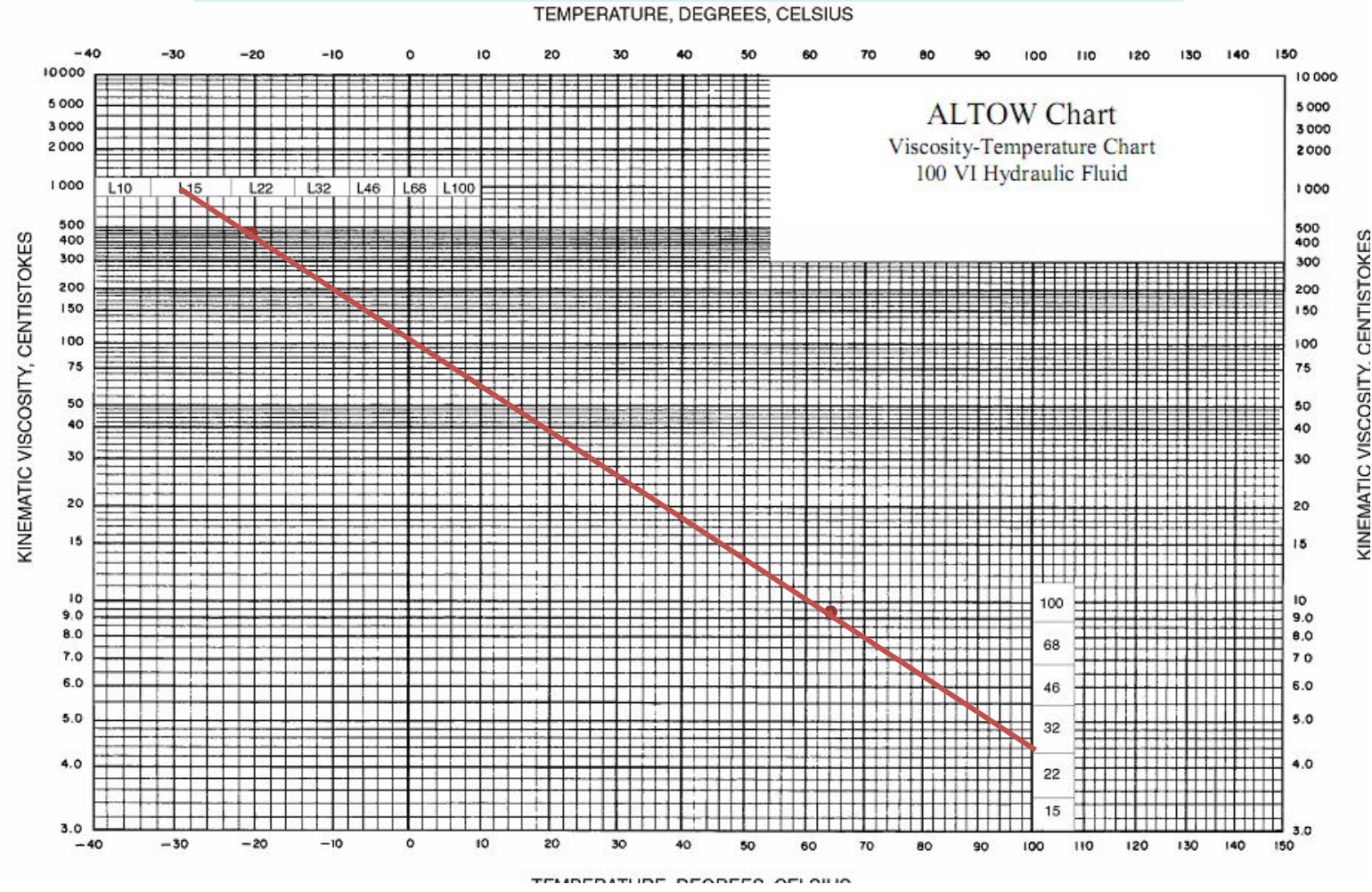
Manufacturer	Equipment	Operating		Start-up (Under Load) Maximum cSt	Optimum cSt
		Minimum cSt	Maximum cSt		
Bosch Form No S/106 US	FA;RA;K.	15	216	864	26-45
	Q;Q-6;SV-10, 15, 20, 25, VPV 16, 25, 32.	21	216	864	32-54
	SV-40; 80 & 100 VPV 45, 63.	32	216	864	43-64
	Radial Piston (SECO)	10	65	162	21-54
	Axial & RKP Piston	14	450	647	32-65
Commercial Intertech	Roller and Sleeve Bearing Gear Pumps.	10	--	1600	20
Danfoss	All	10	--	1618	21-39
Denison Bulletin 440	Piston Pumps	13	-	-	24-31
	Vane Pumps	10	107	860 (low speed & pressure)	30
Dynex/Rivett axial piston pumps	PF4200 Series	1.5	372	372	20-70
	PF2006/8, PF/PV4000, and PF/PV6000 series.	2.3	413	413	20-70
	PF 1000,PF2000 and PF3000 series.	3.5	342	342	20-70

Temperature Operating Window
For 13 to 860 cSt
Straight Grade, 100 VI Hydraulic Fluid



Manufacturer	Equipment	Operating		Start-up (Under Load)	Optimum
		Minimum cSt	Maximum cSt	Maximum cSt	cSt
Eaton - Vickers	Mobile Piston Pumps	10	200	860	16-40
	Industrial Piston Pumps	13	54	220	16-40
	Mobile Vane Pumps	9	54	860	16-40
	Industrial Vane Pumps.	13	54	860	16-40

-20 C ile 65 C sıcaklıklar olduğunu var sayalım



HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

YAĞ TEMİZLİĞİ

- SAE 749 D
- ISO DIS 4406
- CETOP RP 70 H
- MIL STD 1246 A
- **NAS 1638:** National Aerospace Standard). Sadece NAS-1638 ISO-4406 Katı Kirlilik Kodlarını karşılar.
- NAS testinde, sıvı akış halindeyken, sıvı akışına dik olarak belirli bir aralıktan lazer çıkar, partiküller ve kalıntılar lazer kaynağını kapatır (bloklar). Bloklama süresi, tespit edilmek istenen boyuttaki parçaların miktarını belirler.

5 - 15 μ m

15 - 25 μ m

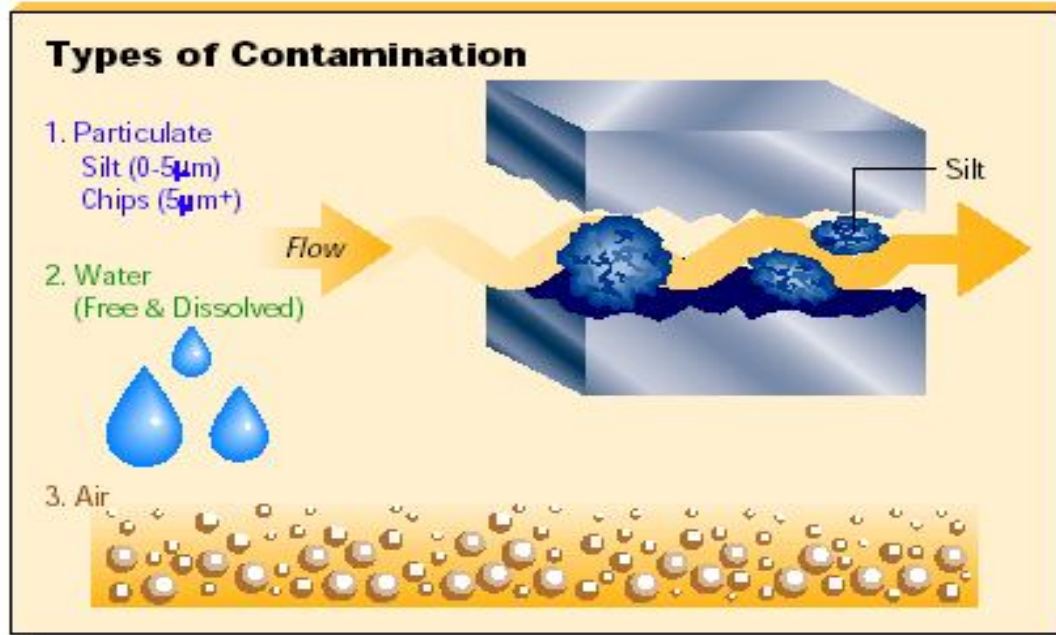
25 - 50 μ m

50 - 100 μ m

> 100 μ m

ISO DIS 4406 veya CETOP RP 70H	Partikül/mililitre >10 µm	ACFTD katı partikül mg/litre	MIL STD 1246 A (1967)	NAS 1638 (1964)	SAE 749 D (1963)
26/23	140000	1000			
25/23	85000		1000		
23/20	14000	100	700		
21/28	4500			12	
20/18	2400		500		
20/17	2300			11	
20/16	1400	10			
19/16	1200			10	
18/15	580			9	6
17/14	280		300	8	5
16/13	140	1		7	4
15/12	70			6	3
14/12	40		200		
14/11	35			5	2
13/10	14	0,1		4	1
12/9	9			3	0
18/8	5			2	
10/8	3		100		
10/7	2,3			1	
10/6	1,4	0,01			
9/6	1,2			0	
8/5	0,6			00	
7/5	0,3		50		
6/3	0,14	0,001			
5/2	0,04		25		

NAS 1638					
NAS derecesi	5-15 micron	15*25 micron	25-50 micron	50-100 micron	100 microndan büyük
00.	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1000	178	32	6	1
3	2000	356	63	11	2
4	4000	712	126	22	4
5	8000	1425	253	45	8
6	16000	2850	506	90	16
7	32000	5700	1012	180	32
8	64000	11400	2025	360	64
9	128000	22800	4050	720	128
10	256000	45600	8100	1440	256
11	512000	91200	16200	2800	512
12	1024000	182400	32400	5760	1024



İyi temizlenmemiş kirli hidrolik devrelerde, sistemin çalışması esnasında boru devrelerindeki partiküller hidrolik yağ ile taşınarak, hidrolik pompa, valfler ve diğer elemanlarda sıkışmalara, tıkanmalara ve aşınmalara sebep olur.

Filtreler sık sık tıkanır ve hidrolik yağın daha kısa sürede bozulmasına sebep olur. Sistemin performansı düşer. Beklenmeyen ve büyük arızalar oluşur ve bunun sonucu üretim kayıpları meydana gelir. Ayrıca arıza sıklığı fazlalaşır. Bu durum direkt olarak üretim ve bakım maliyetlerini olumsuz yönde etkiler.

Problemin sıklığının fazla olması, hidrolik elemanların yedeklenmesini gerektirir ve bu da stoklama maliyetini artırır.

HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

YAĞ TEMİZLİĞİ

ISO CODE

18 / 16 / 13

Particles
≥ 2 microns

Particles
≥ 5 microns

Particles
≥ 15 microns

An ISO classification of 18/16/13 can be defined as:

Range Number	Micron	Actual Particle Count Range (per ml)
18	2+	1,300 - 2,500
16	5+	320 - 640
13	15+	40 - 80

HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

YAĞ TEMİZLİĞİ

Cleanliness Level Correlation Table					
ISO Code	Particles/Millilitre			NAS 1638 (1964)	Disavowed SAE Level (1963)
	≥2 Micrometers	≥5 Micrometers	≥15 Micrometers		
23/21/18	80,000	20,000	2,500	12	–
22/20/18	40,000	10,000	2,500	–	–
22/20/17	40,000	10,000	1,300	11	–
22/20/16	40,000	10,000	640	–	–
21/19/16	20,000	5,000	640	10	–
20/18/15	10,000	2,500	320	9	6
19/17/14	5,000	1,300	160	8	5
18/16/13	2,500	640	80	7	4
17/15/12	1,300	320	40	6	3
16/14/12	640	160	40	–	–
16/14/11	640	160	20	5	2
15/13/10	320	80	10	4	1
14/12/9	160	40	5	3	0
13/11/8	80	20	2.5	2	–
12/10/8	40	10	2.5	–	–
12/10/7	40	10	1.3	1	–
12/10/6	40	10	.64	–	–

HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

YAĞ TEMİZLİĞİ

Typical Hydraulic Component Clearances

Component	Microns
Anti-friction bearings	0.5
Vane pump (vane tip to outer ring)	0.5-1
Gear pump (gear to side plate)	0.5-5
Servo valves (spool to sleeve)	1-4
Hydrostatic bearings	1-25
Piston pump (piston to bore)	5-40
Servo valves flapper wall	18-63
Actuators	50-250
Servo valves orifice	130-450

Fluid Cleanliness Required for Typical Hydraulic Components

Components	ISO Code
Servo control valves	16/14/11
Proportional valves	17/15/12
Vane and piston pumps/motors	18/16/13
Directional & pressure control valves	18/16/13
Gear pumps/motors	19/17/14
Flow control valves, cylinders	20/18/15
New unused fluid	20/18/15