

# HİDROLİK ÜNİTELERDE VE YAĞLAMA SİSTEMLERİNDE BAKIM VE İŞLETME MALİYETLERİNİN FİLTASYON YOLUYLA AZALTIKMASI

Ömer Tanzer GÖKALP

## ÖZET

Hidrolik sistemlerde filtrasyon ve fitrasyonun önemi Türkiye'de hala tam olarak anlaşılammış ve hak ettiği değeri yeteri kadar görememiştir. Oysa hidrolik sistemlerdeki arızaların %70 ila 80'i , rulman ve yataklama arızalarının da %90'ı hidrolik yağın veya yağlama yağının kirliliğinden kaynaklanmaktadır. Bu durum hem yedek parça sarfiyat maliyetlerine hem de bakım maliyetlerine çok büyük negatif etkisi vardır. Hidrolik ve yağlama sistemlerinde filtreler doğru seçilmeli, uygun uyarı sistemleri kullanılmalı ve periyodik yağ partikül sayımı ve su oranı ölçümü yapılmalıdır . Tebliğimizde; niçin filtrasyon yapmanın önemli olduğu, yağ kirlilikten koruma yolları, uygun filtre seçimi, NAS ve ISO standartları, hidrolik filtrasyonla maliyet azaltma analizi uygulamalarla anlatılacaktır.

## GİRİŞ:

Hidrolik filtrasyon; hidrolik bir akışkanla çalışan tahrik sistemindeki akışkanın veya sistem yağlama akışkanının, aynı sistemin kurulması, çalışması esnasında oluşan ayrıca dış ortamlardan çeşitli yollarla alınan yabancı partiküllerden arındırılması işlemidir. Önemi bütün hidrolik sistemler için geçerli ve hayatidir. Bir hidrolik veya yağlama sisteminin talep edilen teknik şartları yerine getirmesi için doğru filtreler bu sistemin imalat aşamasında seçilmelidir. Ayrıca devreye alınıp çalışmaya başladıktan sonra bu filtrelerin durumları takip edilmelidir.

## Kirlilik (Kontaminasyon):

Hidrolik sistemlerdeki kirliliğe sebep olan kirlilik faktörleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1- Enerji kirlenmesi        | : Isı, elektrostatik, ışık, manyetizma,                               |
| 2- Gaz Kirlenmesi           | : Havanın direkt hidrolik akışkan ile teması                          |
| 3- Sıvı kirlenmesi          | : Suyun hidrolik akışkana karışması                                   |
| 4- Mikrobiyolojik kirlenme  | : Bakteri oluşumu   |
| 5- Katı Partikül kirlenmesi | : Hidrolik sistemlerin ana kirleticisi.(toz,çapak,cüruf,boya,pas vs.) |

Bu makale konusu partikül kirlenmesinin hidrolik sistemlerdeki etkisi ve filtrasyonla partikül kirliliğinin önlenmesi olduğundan ilk dört maddeye değinilmeyecektir.

Katı Partiküller hidrolik sistemde aşağıdaki sebeplerle bulunurlar:

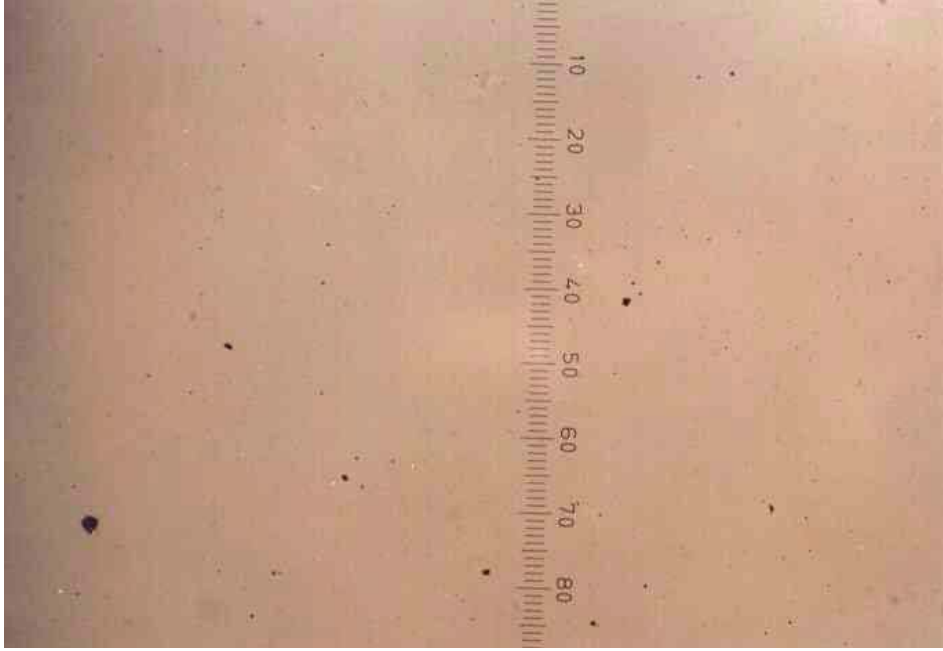
1. Hidrolik komponentlerin üretimi esnasında oluşan kirlilik : İç yapılarının karmaşıklığı sebebiyle tam temizleme imkansızdır. Depolama koruyucu malzemeleri kir ve toz tutarlar.

2. İlk montaj esnasında oluşan kirlilik : Bunlar toz, boya, kaynak cürüfları, keçe conta parçaları, çapaklar, teflon parçaları, hidrolik yağdaki katı partiküller
3. Çalışma esnasında oluşan kirlilik : hidrolik sistemlerdeki komponentlerin hepsi birer katı partikül kir üreticisidir. Yeni pompanın alışması, eski komponentlerin aşınması, valf sürgülerinin hareketi, silindir hareketi az veya çok katı partikül oluşumuna neden olur.
4. Çalışma ortamından gelen katı partiküller: Hidrolik sistemlere çalıştığı ortama göre az veya çok katı partikül girer. Bunlar tank kapağından, hidrolik silindirlerin çalışması esnasında mil ucundan, açık bırakılan hortum veya boru gibi uçlardan olabilir.

Bu katı partiküllerin yağdaki mevcudiyeti ile ilgili dünyada bazı standartlar ve sınıflandırmalar vardır. Aşağıdaki tablolar NAS ve ISO sınıflamalarını göstermektedir.

NAS KODU	100 ml'de P a r t i k ü l Sayısı						
	NAS 1680'e göre	2 – 5 µm	5–15 µm	15-25 µm	25-50 µm	50-100 µm	> 100 µm
00		625	125	22	4	1	0
0		1250	250	44	8	2	0
1		2500	500	88	16	4	1
2		5000	1000	176	32	8	1
3		10000	2000	352	64	16	2
4		20000	4000	704	128	32	4
5		40000	8000	1408	256	64	8
6		80000	16000	2816	512	128	16
7		160000	32000	5632	1024	256	32
8		320000	64000	11264	2048	512	64
9		640000	128000	22528	4096	1024	128
10		1280000	256000	45056	8192	2048	256
11		2560000	512000	90112	16384	4096	512
12		5120000	1024000	180224	32768	8192	1024
13		-	2048000	360448	65536	16384	2048
14		-	4096000	720896	131072	32768	4096

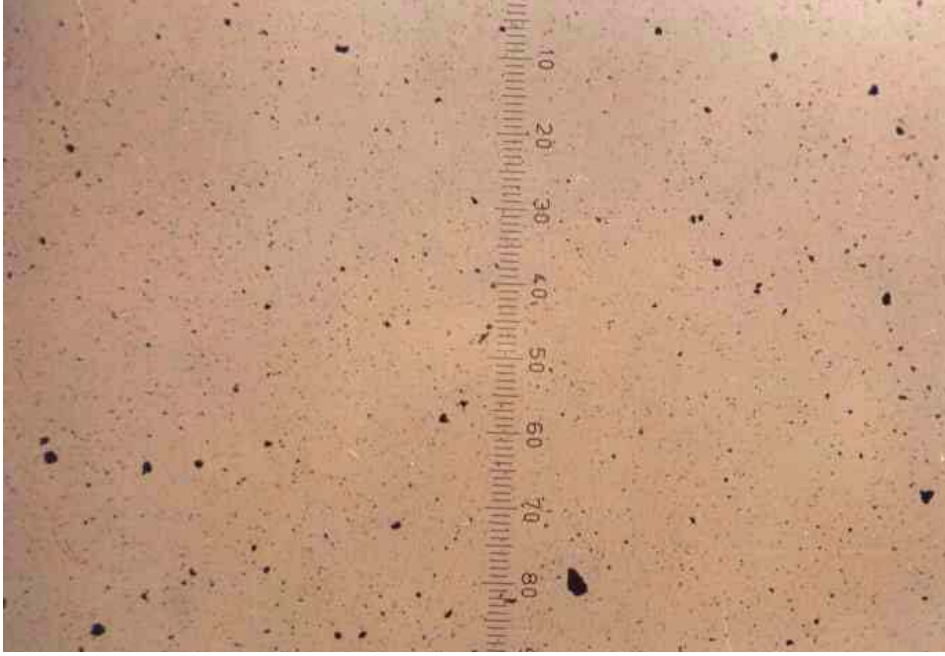
ISO KODU	100 ml'deki	Partikül Sayısı	ISO KODU	100 ml'deki	Partikül Sayısı
ISO 4406'YA GÖRE	'den	'e kadar	ISO 4406'YA GÖRE	'den	'e kadar
0	0,5	1	15	16000	32000
1	1	2	16	32000	64000
2	2	4	17	64000	130000
3	4	8	18	130000	260000
4	8	16	19	260000	500000
5	16	32	20	500000	1000000
6	32	64	21	1000000	2000000
7	64	130	22	2000000	4000000
8	130	250	23	4000000	8000000
9	250	500	24	8000000	16000000
10	500	1000	25	16000000	32000000
11	1000	2000	26	32000000	64000000
12	2000	4000	27	64000000	130000000
13	4000	8000	28	130000000	250000000
14	8000	16000			



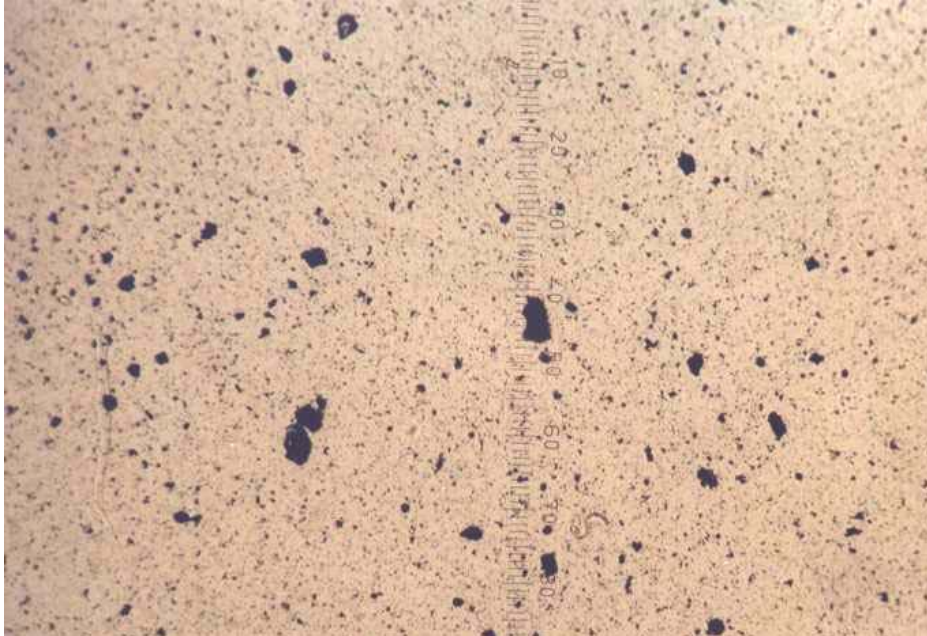
**NAS 5      ISO 14/11**  
**Modern hidrolik sistemin ihtiyacı**



**NAS 7      ISO 15/13**  
**Yeni yağ ,mini konteynerle taşınan**



**NAS 9**                      **ISO 18/15**  
**Yeni yağ (tankerle taşınan)**



**NAS 12**                      **ISO 21/18**  
**Yeni yağ, varille taşınan**

NAS 1638'e göre sınıflandırmada 14 temizlik derecesi vardır. Her sınıfta beş parçacık büyüklüğü aralığı için belli bir partikül miktarı verilmiştir.

ISO DIS 4406'ya göre olan sınıflandırmada 5  $\mu\text{m}$  ve 15  $\mu\text{m}$ 'den fazla olan büyüklükler toplam olarak belirlenmiş ve akışkanın temizlik derecesi her iki partikül sayımı esas alınarak belirlenmiştir. Toplam 26 sınıflandırma aralığı mevcut olup temizlik derecesi tanımlanırken sadece iki rakam kullanılır. İlk rakam 5  $\mu\text{m}$ 'den , ikinci 15  $\mu\text{m}$ 'den büyük partiküllerin aralık numarasını temsil eder.

Yukarıdaki NAS ve ISO tablolarına göre hidrolik ekipmanlarda kullanılması gereken standartlar şöyledir.

Hidrolik-komponentler	Temizlik sınıfları		Önerilen mutlak filtrasyon oranı [ $\mu\text{m}$ ]
	NAS 1638	ISO DIS 4406	
Dişli pompa	9	21/18/15	10
Silindir	9	21/18/15	10
Yön valfler	9	21/18/15	10
Emniyet valfleri	9	21/18/15	10
Kısma valfleri	9	21/18/15	10
Pistonlu pompa	9	21/18/15	10
Paletli pompa	9	21/18/15	10
Basınç valfleri	6-8	19/16/13	5
Oransal valfler	6-8	19/16/13	5
Servo valfler	4	16/13/10	3
Servo silindirler	4	16/13/10	3

### Mutlak Filtrasyon Değeri

Mutlak filtrasyon değeri, tespit edilmiş test şartlarında filtreden geçebilecek en büyük katı küresel partikül çapıdır. Bu değer filtre elemanındaki en geniş yağ geçiş açıklığını gösterir.

### Beta Oranı

Beta oranı filtre elemanından geçen akışkandan elemanın katı partikülleri tutma oranını ifade eder. Beta oranı filtre elemanının verimi olarak kabul edilir.

$$\text{Filtrasyon oranı } \beta_x = \frac{\text{Filtre elemanına giren katı partikül sayısı}}{\text{Filtre elemanından çıkan katı partikül sayısı}} -$$

Mesela beta oranı  $\beta_{10} = 2$  olan bir filtre elemanı 10  $\mu\text{m}$ 'den büyük partiküllerin %50'sini tutar.  $\beta_{10} = 200$  olan bir filtre elemanı geçen her 200 katı partikülden 199'unu tutar ve verimi %99,5 dir. Filtre elemanının kalitesini belirlemede beta oranı en önemli kriterlerden biridir. 20  $\mu\text{m}$ 'lik ama beta oranı 200 olan bir filtre elemanı, 10  $\mu\text{m}$ 'lik ve beta oranı 2 olan bir filtreden her zaman çok daha iyi bir filtrasyon sağlar.

Yeterli filtrasyonun ilk adımı doğru filtre seçimidir.

## FİLTRELERİN SEÇİM KRİTERLERİ

Filtreler aşağıdaki kriterlere göre seçilirler:

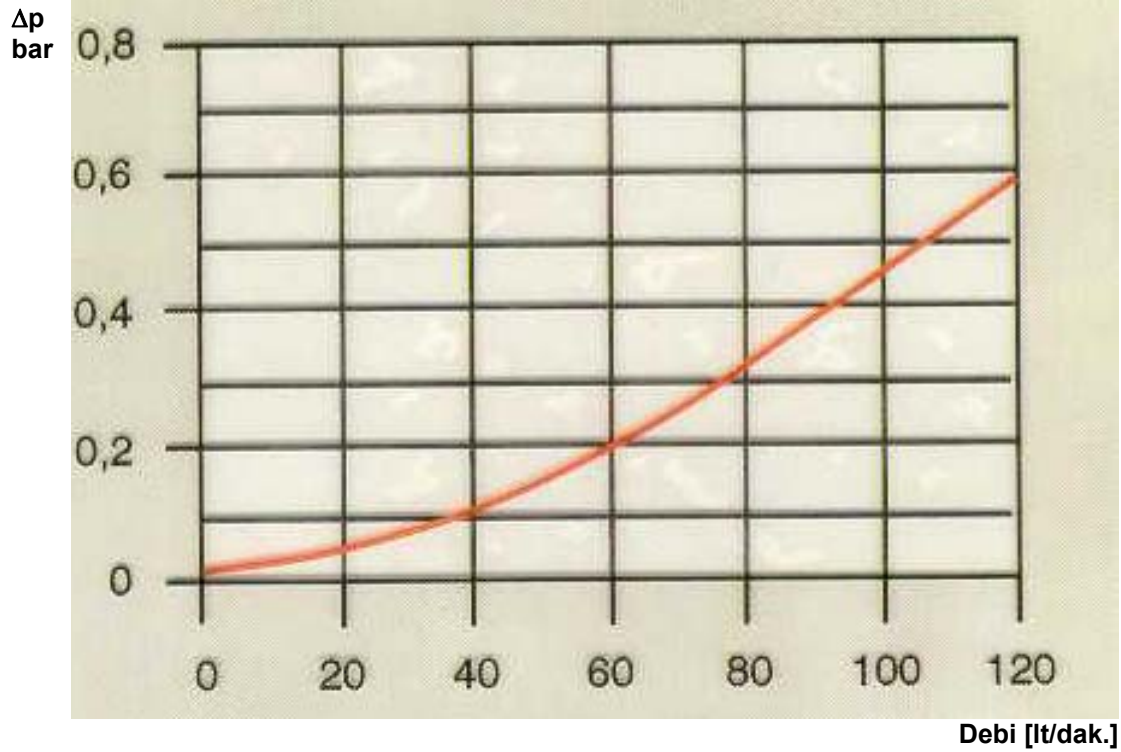
- Uygulama alanı
  - Filtrenin pozisyonu
  - Hidrolik elemanların kire karşı hassasiyeti
  - Filtreleme oranı
  - Akışkanın cinsi
  - Viskozite
  - Çalışma sıcaklığı
  - Çalışma basıncı
  - Debi
  - Kirlilik göstergesi tipi
- Filtre seçiminde giriş çıkış basınç farkının hesaplanması

$$\Delta p_{\text{toplam}} = f_2 \times (\Delta p_{\text{gövde}} + f_1 \times \Delta p_{\text{eleman}})$$

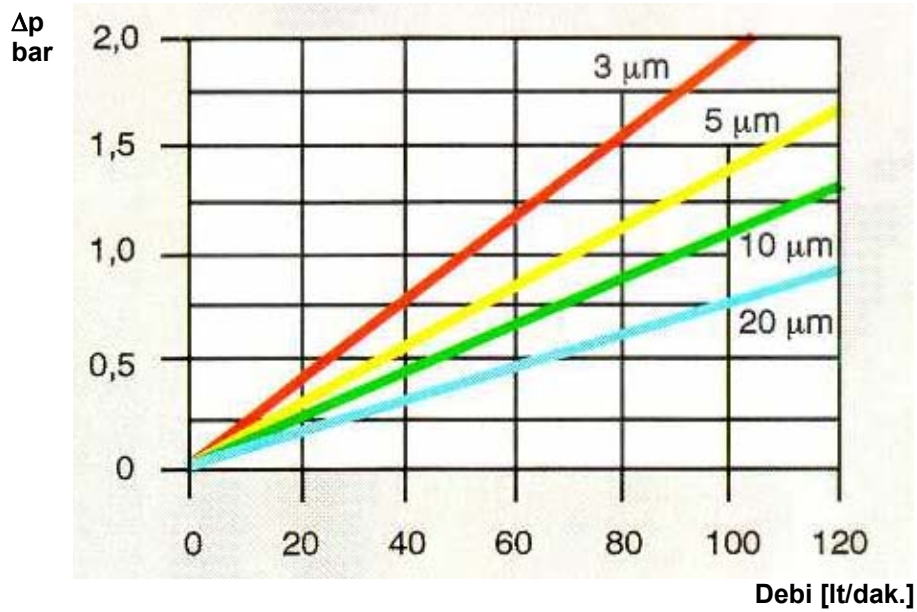
$f_1$  : Viskozite düzeltme faktörü (eğer Viskozite değeri 32 mm<sup>2</sup>/sn.'den farklı ise)  
 $f_2$  : Ortam kirliliğine ve bakım şartlarına bağlı faktör ( 1-2,3 arası)

$$\Delta p_{\text{toplam}} < 0,2 \times p_{\text{kirlilik göst.}}$$

### Filtre Gövdelerindeki Basınç Düşümü



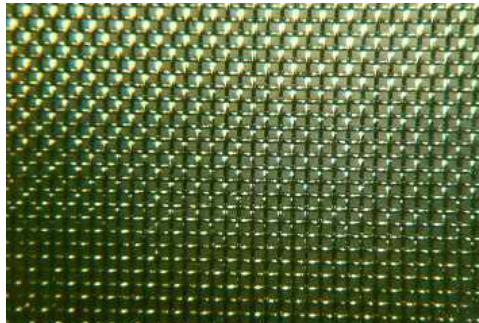
### Filtre elemanlarındaki basınç düşümü



## FİLTRE TIPLERİ

### 1- EMİŞ HATTI FİLTRELERİ

Büyük katı partiküllerinin pompa emişinde tehlikeli düzeyde olduklarında kullanılan filtrelerdir. Bu filtreler genellikle gövdesiz olup hidrolik tankında yağ seviyesinin altında kullanılırlar. Pompaların emişleri çok hassas ve kavitasyona açık olduklarından bu filtreler genelde 100 μm civarında filtrasyon aralığına sahip olmak zorundadırlar. Daha düşük gözenek çapı pompanın emişini zorlaştırdığından kavitasyona bu da pompanın ömrünün kısılmasına sebep olur. Belirtilen sebepler ışığında bu tip filtreler bir by-pass valfi ile çalışmalıdır. Yapısı örülü telden (wire mesh) imal edilmiştir. Türkiye’de filtre denince akla ilk gelen ve vazgeçilmez zannedilen bu filtreler tam tersine yanlış kullanım ve beklentiler sebebiyle hidrolik sistemler için ciddi problem kaynağıdır. Yukarıdaki anlatımlardan bir hidrolik sisteminin ihtiyacının 10 ve/veya 20 μm’lik filtreler olduğu görülmektedir. Oysa emiş filtresi takriben 100 μm’lik ve çok düşük verimlidirler. Eğer periyodik olarak değiştirilebilseler tek faydaları tankın içindeki gayet büyük katı partiküllerin pompa tarafından emilmesini önlemektir. Maalesef Türkiye şartlarında bazı sektörlerde bu emiş filtresi tek filtre olarak kullanılmakta ayrıca gözden uzak ve ulaşılması zor olması sebebiyle kontrol edilememektedir. Bunun sonucu bu filtrelerde toplanan katı partiküller çamurlaşmakta veya zamanla delinmektedir. Bu durum da sistemde kavitasyon ve arızalara sebebiyet vermektedir.



Metal örgü, 100 μm

## 2- BASINÇ HATTI FİLTRELERİ

Bu tip filtreler pompadan sonraki hidrolik komponentleri (özellikle oransal ve servo sistemlerde) korumak için kullanılır. Bu filtreler yüksek basınçlara dayanabilecek filtre gövdeleri ve elemanlarında oluşmuştur. By-pass valfli ve valfsiz kullanılabilir. Ciddi manada filtrasyon bu tip filtrelerle katı partiküller hidrolik komponentlere ulaşmadan sağlanır. Özellikle oransal valflerin kullanıldığı plastik ve metal enjeksiyon makinelerinde, hidrolik devre ve elemanların ömrünün uzaması için kesinlikle kullanılması gerekir. Yapısı fiber glas, metal fiber veya kağıt fiber olup tek kullanımlıdır. Çalışma basınçları maksimum 420 bar mertebelerindedir.



## 3- DÖNÜŞ FİLTRELERİ

Bu filtreler geri dönüş hattının sonuna yerleştirilir ve genelde tank üzerine monte edilirler. Görevleri sistemden gelen bütün katı partiküllerin tanka dökülmeden filtre edilmesi ve hidrolik tanktaki yağın daima temiz kalmasıdır. Bu filtrelerin maliyetleri basınç hattı filtrelerine göre daha düşüktür. Çalışma basınçları maksimum 25 bar mertebelerindedir.



Fiber glas, 20 µm



## 4- KİRLİLİK GÖSTERGELERİ

Kirlilik göstergeleri filtre elemanlarının değiştirilme zamanlarını, kirlenme sebebiyle filtre geçişinde artan basınç farkını hissederek tespit eder. Genelde kullanılan tipleri: Manometre tipi, optik, basınç sviçli vs.dir. Kirlilik göstergeleri filtrenin kullanım alanına göre seçilmeli ve mutlaka kullanılmalıdır.

## 5- SİRKÜLASYON FİLTRE ÜNİTESİ

Sirkülasyon filtreleri sistemin tankına hidrolik komponentlerden bağımsız olarak bağlanmış, elektrik motoru akuplajlı bir sirkülasyon pompası ve uygun filtreden oluşur. Gayesi Hidrolik depodaki akışkanı devamlı olarak filtre ederek sistemin daima temiz kalmasını sağlar. Özellikle demir çelik, kağıt, çimento vb. sektörlerde birçok uygulamada kullanılır.



## FİLTREASYONUN İŞLETME VE BAKIM MALİYETLERİNE POZİTİF ETKİSİNİN ÖRNEKLE AÇIKLANMASI

Bu kısımda ele alacağımız örnek bir işletme ile filtrasyon gibi özellikle ülkemizde gereken önem verilmeyen bir işlemle bakım ve işletme maliyetlerinin nasıl ciddi bir şekilde azaltılabileceğini inceleyeceğiz.

İŞLETME : Plastik enjeksiyon makineleri ile üretim yapan plastik fabrikası

ENJ. MAKİNASI ADEDİ : 50

ÇALIŞMA SÜRESİ/YIL : 5.000 saat (16 x 6 x 52 )

TOPL. ÇALIŞMA SÜRESİ : 250.000 saat (5.000 x 50)

MAKİNE MASRAFI/SAAT : 51 EURO

ORT. ÇALIŞMA VERİMİ:%90

*TOPLAM DURUŞ SÜRESİ : 25.000 saat*

*DURUŞ SEBEPLERİ*

Mekanik veya

elektrik arızalar (%65) : 16.250 saat

Hidrolik arızalar (%35) : 8.750 saat

Yağ kirliliğinden oluşan

Hidrolik arızalar (%70) : 6.125 saat

Diğer sebeplerden

oluşan arızalar (%30) : 2.625 saat

*AKIŞKAN SEBEPLİ*

*ARIZALARIN DURUŞ*

*MALİYETİ : 312.375 EURO*

*BAKIM MALİYETİ : 249.900 EURO*

*TOPLAM MALİYET : 562.275 EURO*

YAĞ FİLTREASYONU İLE

ÖNLENEN HİDROLİK

ARIZALAR (%90) İLE

KAZANILAN ZAMAN : 613 saat

DURUŞ MALİYETİNDEKİ

AZALMA : 31.263 EURO

BAKIM MALİYETİNDEKİ

AZALMA : 25.010 EURO

TOPLAM MALİYETTEKİ

YENİ DURUM : 506.001 EURO

YENİ HİDROLİK SEBEPLİ

DURUŞ ZAMANI : 3.238 saat

YENİ TOPLAM DURUŞ

ZAMANI : 19.488 saat

**ORTALAMA ÇALIŞMA VERİMİNDEKİ ARTIŞ : %92,2**

## SONUÇ

Hidrolik filtrasyon bu makalenin de bir nebze açıkladığı gibi hidrolik sistemlerde hayati fonksiyon taşımaktadır. Hidrolik komponentler seçilirken kullanılacak filtreler uygun olarak tespit edilmelidir. Yukarıdaki fabrika örneğinden de anlaşılacağı üzere yetersiz veya hiç olmayan filtrasyon endüstride çok büyük maliyet kayıplarına neden olmaktadır. Bir makinada (örn. Plastik enjeksiyon makinasında) basınç ve dönüş filtresinin bulunması hidrolik komponent maliyetini takriben %10 arttırır. Bu ilk yatırım maliyeti olarak bir artış şeklinde görülse de işletme maliyetini düşüren çok önemli faktördür. Çünkü işletme maliyeti bakımından filtre elemanlarının değeri hidrolik sistemlerin değerinin yaklaşık %0,1 bile değildir. Plastik enjeksiyon makinalarında bir oransal valfin (10  $\mu$ m filtrasyon - NAS 6-8) veya bir paletli yada pistonlu pompanın (10-20  $\mu$ m filtrasyon – NAS 9) değeri filtre elemanının birkaç yüz katıdır. Ayrıca fabrikalarda bakım mühendisleri makinalarındaki hidrolik akışkanlardan periyodik olarak yağ numuneleri alıp bunları partikül ölçüm cihazları ile NAS veya ISO standartlarını çıkarmalıdır. Eğer hidrolik sistemde filtre elemanlarının çabuk dolduğundan şikayet ediliyorsa bu iyi bir göstergedir (filtre seçimi doğru yapıldıysa). Bu yağdaki kirliliğin yüksek olduğuna, o da sistemde bir aksaklık olduğuna işaret eder. Bu aksaklıklar aşınmış bir pompa veya silindir, dış ortamdan katı partikül alınması (açık depo kapağı, çok tozlu ortam vs.) gibi olabilir. Böylece bakımçılar derhal müdahale edip katı partikülün kaynağını bulabilirler. Tecrübelerle göre plastik veya metal enjeksiyon makinaları ile üretim yapan bir fabrikada eğer yetersiz filtrasyon varsa paletli pompalar veya valfler 6 ay – 1 sene civarında bozulmaktadır. Filtrasyona azami önem gösterilen fabrikada ise bu süre 5-10 sene hatta daha uzun sürelerle çikabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Nickolay H. "Element Technologie- Hydac" Hydac Gmbh Eğitim Notları , 1999
- [2] Jacob E. "Filter Selection – Hydac" Hydac Gmbh Eğitim Notları , 1999
- [3] Reik M. "Contamination" Hydac Gmbh Eğitim Notları , 1999
- [4] Pinches J. M. "Güç Hidroliği" , Prentice Hall-M.E.B. 1994
- [5] Reik M. "Akışkanlar Tekniğinin Temel Esasları Ve Elemanları" , Mannesmann
- [6] Rexroth A.Ş. 1998

## ÖZGEÇMİŞ

### Ömer Tanzer GÖKALP

1967 yılı İstanbul doğumlu, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesinden 1988 yılında "Makine Mühendisi" lisans, 1992 yılında aynı üniversiteden Enerji Makinaları bölümünden "Yüksek Lisans" derecelerini aldı. Marmara Üniversitesi İngilizce İşletme "Contemporary Business Management" bölümünden 1989 yılında mezun oldu. 1990'da Netaş Northern Telecom,A.Ş. 1994'de Tekfen İnşaat A.Ş. firmalarında çalıştı. 1995-1999 arası Hıpaş A.Ş. firmasında proje ve satış mühendisi olarak görev yaptı. HİDROPAR LTD. ŞTİ. adıyla kurduğu firmasında 1999'dan bu yana hidrolik, pnömatik proje,ithalat,satış faaliyetlerinde bulunmaktadır.