

HİDROLİK SİSTEMLERDE FİLTRASYON VE FİLTRE ELEMANININ ÖZELLİKLERİ

Salih EMANET

ÖZET

Hidrolik sistemlerin, günümüzde ulaştığı teknolojik üstünlüklerin ve üretim kalitesinin getirdiği performans değerlerine ulaşabilmek amacı ile sistemlerin kullanılması aşamasında bir çok kriterin göz önüne alınması ve dikkat edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Tasarlanan hidrolik ekipmanın, (pompa, valf vb.) kalitesi, güvenilirliği, tasarım projesi ve markasının yanı sıra sistemde önemli ve aktif rol üstlenen hidrolik akışkanın performansı ve çalışma şartları dikkate alınmalıdır. Hidrolik sistem tasarımcıları ve kullanıcıların ortak görüşü; sistemlerde meydana gelen arızaların % 75 den fazlasının kirli hidrolik akışkan olduğu gerçeğidir. Bu bildiriye, kullanıcılara en basit sistemlerden, ilerlemiş hidrolik ve yağlama sistemlerindeki filtrasyon teknolojisi konusundaki bilgiler aktarılmıştır. Kullanıcının, kişisel tecrübelerine bakılmaksızın, kullanıcı için önemli olan tüm konular açıklıkla ve kaynak bilgi teşkil edecek şekilde verilmiştir. Uygun olarak seçimi ve kullanımı yapılan filtre elemanı, üretim kayıplarının azaltılması ve imalat maliyetlerinin düşürülmesinde önemli bir ekipman olacaktır. Herkes tarafından bilindiği düşünülen fakat ihmal edilen noktalara dikkat çekilerek kullanıcılara ne tür sorun ve maliyetler getirdiği çözüm yolları ile birlikte incelenmiştir.

1. KİRLİLİĞİN TEMELLERİ

Tüm hidrolik sistemlerde arızaların ana sebebi akışkandaki kirlenme ve bozulmalardır. Sistemdeki kirli akışkan;

- Üretim kayıplarına,
- Ekipman değiştirme maliyetine,
- Sıklıkla akışkan değişimine,
- Pahalı kullanım ve elden çıkarmaya,
- Genel bakım maliyetlerindeki artmaya,
- Ve hurda oranlarındaki artışa neden olur.

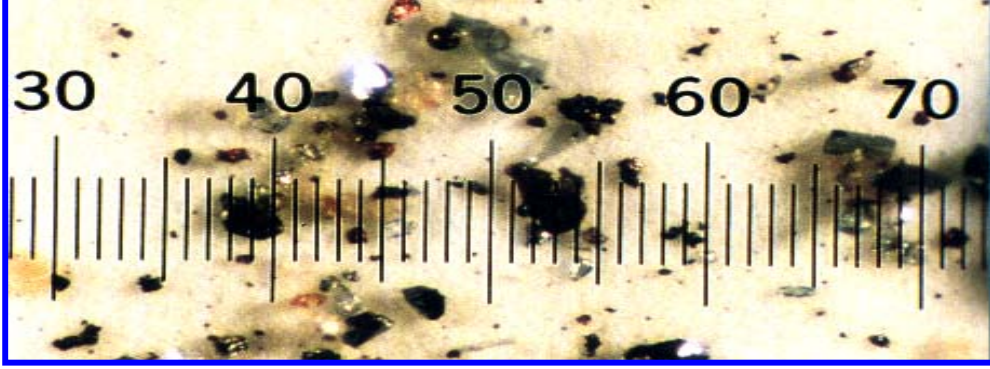
Akışkandaki kirlilik hidrolik akışkandan beklenen dört göreve engel olur.

1. Enerji iletiminin sağlanması
2. Hareketli iç parçalar arasındaki yağlama görevi
3. Isı transferinin sağlanması
4. Hareketli parçaların birbirleri arasındaki sızdırmazlık toleransının sağlanması.

Bu özelliklerden herhangi birinde meydana gelecek azalma hidrolik sistemin tasarlandığı şekilde görevini yerine getirmesine engel olacaktır. Bunun doğal sonucu olarak, oluşan zaman kayıpları çok fazla miktarda işgücü kaybına neden olacaktır. Hidrolik akışkanda yapılacak koruyucu bakım

sayesinde, plansız zaman kayıpları ortadan kalkacak veya azalacaktır. Ancak başarılı bir bakım programı ile kirlilikler sistemden uzaklaştırılarak minimize edilebilir.

Filtrasyon Gerçeği: Uygun olarak seçimi, yerleşimi ve bakımı yapılan Filtrasyon, sistemlerdeki koruyucu bakım planlamasında anahtar rol oynayacaktır



Şekil 1. Aktüel partikül kirliliğinin mikroskop altında görüntüsü
(BüyütmeX100 Bir skala aralığı = 20 Mikron)

1.1. Kirliliğin Zararları

- Orifislerin tıkanması
- Komponentlerde aşınma
- Suyun ve nemin etkisi ile oluşan pas ve oksidasyon
- Kimyasal bileşik oluşumu
- Akışkanda katkı maddelerinin bozulması
- Biyolojik bozulma

Hidrolik akışkandan, hareketli parçalar arasında bir yağ filmi oluşturması ve bunu koruması beklenmektedir. İdealde, bu yağ filminin hareketli parçalar arasındaki boşlukları tam olarak doldurması istenir. Yağ filminin kalınlık seviyesi düştükçe milyonlarca kez çalışmaya göre tasarlanmış olan sistemin ömrü azalacaktır. Yağ filminin kalınlığı akışkanın viskozitesine, uygulanan kuvvete ve hareketli iki yüzey arasındaki hıza bağlıdır. Bazı komponentlerde mekanik yüklerin artması sonucu bu yağ filmi aşırı incelmekte (1 mikron'dan daha düşük) ve bazen de kopmaktadır. Sonuç olarak zarar verici sürtünmeler meydana gelmektedir.

Filtrasyon Gerçeği: Filtrenin ana fonksiyonu, akışkanı temizleyerek işletme maliyetlerini düşürmektir.

Tablo 1. Boşluk Toleransları

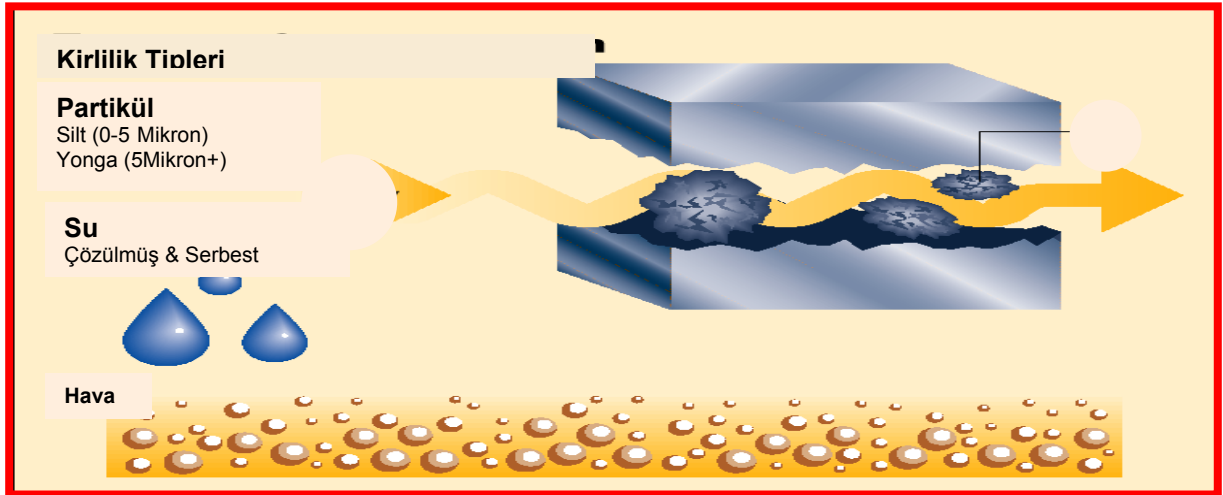
Bazı Hidrolik Komponentlerin Boşluk Toleransları	
Komponent	Mikron
Sürtünmesiz yataklar	0,5
Paletli pompa (Palet ucu ile ring yüzeyi arası)	0,5-1
Dişli pompa (Diş ile dış yan yüzey arası)	0,5-5
Servo valf (sürgü ile sürgü yuvası arası)	1-4
Hidrostatik yataklar	1-25
Pistonlu pompa (piston ile yuvası arası)	5-40
Servo valf kanatçık duvarı	18-63
Aktuatörler	50-250
Servo valf orifisi	130-450

Partikül boyutları genellikle mikrometre skalası ile ölçülmektedir. Bir mikron (veya mikrometre) metrenin milyonda biridir, veya inch'in 39 milyonda biridir. İnsan gözünün görülebilirlik sınırı yaklaşık olarak 40 mikron civarındadır. Akılda tutulması gereken, hidrolik sistemlerde ve yağlama sistemlerinde arızalara sebebiyet veren partiküller 40 mikrondan daha küçük olanlardır. Bu yüzden bu partiküller mikroskopiktirler ve çıplak gözle görülemezler.

Tablo 2. Görsel olarak partikül boyut analizi

Görsel Olarak Partikül Boyutları		
Madde	Mikron	İnch
Sofra Tuzu	100	,0039
İnsan Saçı	70	,0027
En Düşük Görme Sınırı	40	,0016
Buğday Unu	25	,0010
Kırmızı Kan Hücresi	8	,0003
Bakteriler	2	,0001

2. KİRLİLİK TİPLERİ, KAYNAKLARI VE NEDENLERİ



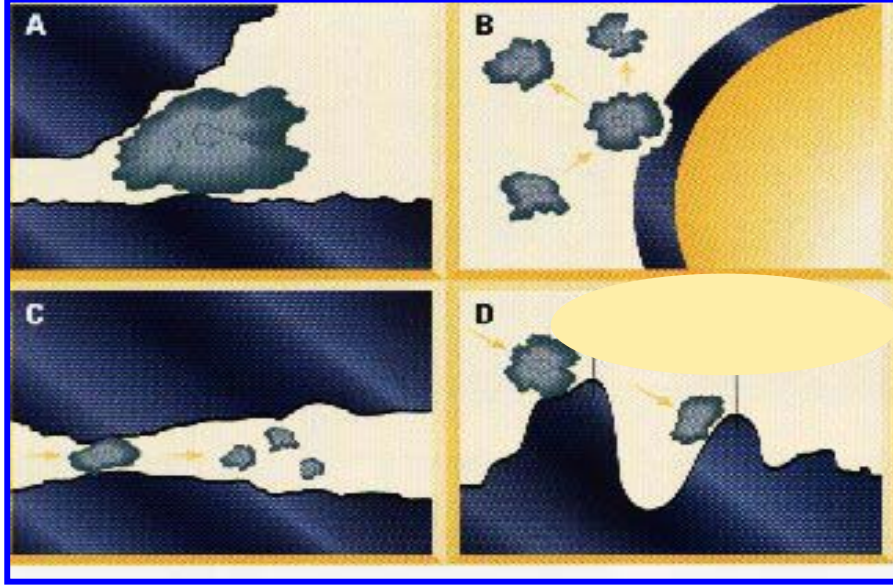
Şekil 2. Kirlilik Tipleri : Partikül, Su ve Hava

2.1. Partikül Kirliliği

Partikül kirliliği, sistemlerde en çok rastlanan ve en fazla zarar veren kirlilik tipidir. Genellikle, 5 mikrondan küçük parçacıklar Silt (ince tanecikler) olarak adlandırılmakta ve sistem elemanlarına uzun vadede zarar vermektedirler. Diğer taraftan, 5 mikrondan büyük parçacıklar Yonga olarak tanımlanırlar ve sistem elemanlarına ani olarak zarar verebilme özelliğine sahiptirler.

Silt ve Yongalar iki şekilde sınıflandırılabilirler :

Sert Parçacıklar	Yumuşak Parçacıklar
Silika	Kauçuk
Karbon	Fiber
Metal	Mikro Organizmalar



Şekil 3. Partikül kirliliği oluşum şekilleri

2.1.1. Zararları

Partiküller, yüzeylerin birbirine mekanik sürtünmesi, sert parçacıkların yeni parçalar koparması, parçaların daha küçük parçacıklara ayrılması ve aşındırma (zımpara) etkisi ile sisteme zarar vermektedirler.

Hidrolik sistemlerde eğer başlangıçta yıkama ve temizlik yapılmamış ise; imalattan ve montajdan gelen kirlilik, direkt olarak sistemde ortaya çıkacaktır. Bu kirlilikler toz, kaynak parçacıkları, keçe ve hortumlardan gelen kauçuk parçacıkları, makine komponentlerinden veya döküm komponentlerden gelen metal parçacıkları içerirler.

Ayrıca, sisteme yeni hidrolik yağın ilave edilmesi ile kirlilikle tanışma gerçekleşir. Çünkü yeni yağ hidrolik sistemler için uygun olan temizlik standartlarında değildir. Sistemin çalışması esnasında ise kirlilik havalandırma kapağından, sızdırmazlık elemanlarından ve sistemin diğer açık bölümlerinden içeriye girerler. Ayrıca, sistem çalışma esnasında kirlilik üretmektedir (Şekil 3). Arızalı komponentlerin aşınması ve komponent yüzeylerindeki kimyasal reaksiyonlardan meydana gelen oluşumlar kirliliğin daha da artmasına neden olurlar.

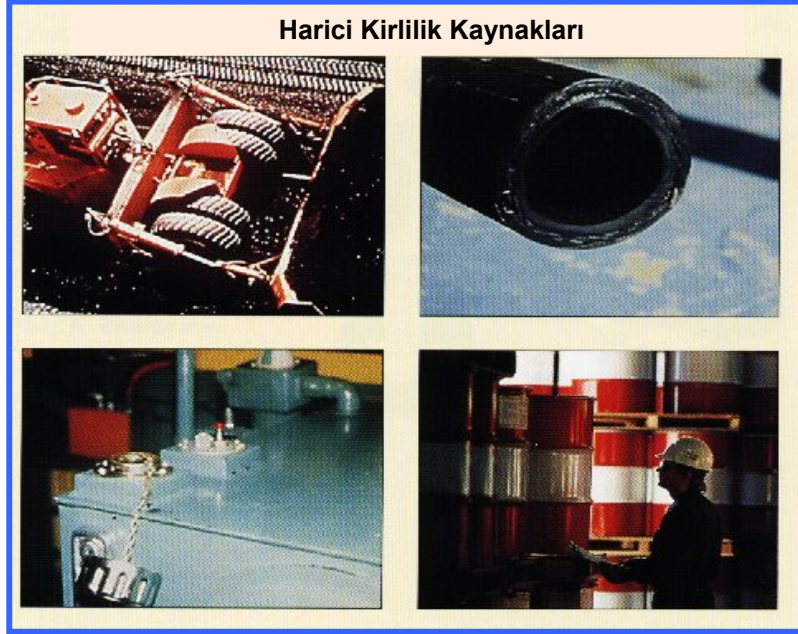
Filtrasyon Gerçeği: Kirlilik belirtileri; valf bobini yanmaları, valf sürgülerindeki merkez kaçıklıkları ve sızıntıların artması, pompa arızaları, akışkan kayıpları ve sürekli yedek parça değişimi, silindir sızıntıları ve senkronizasyon problemleri.

2.1.2. Partikül Kirliliğini Önleme Yöntemleri

Hidrolik sistemlerin, partikül kirliliğine karşı korunması için aşağıdaki önlemler alınmalıdır.

- Tank havalandırma kapaklarında Spin-on tarzı havalıklar kullanılmalıdır.
- Sistem çalıştırılmadan (start-up) önce, montaj işleminden sonra tüm sistem temizlenerek yıkama yapılmalıdır.
- Aktuatörlerde, özel sızdırmazlık elemanları kullanılmalı ve arızalı olan sızdırmazlık elemanlarının zamanında değiştirilmesi sağlanmalıdır.

- Bakım ve taşıma işlemleri sırasında bloklar, hortum ve boruların giriş-çıkışlarının kapatılmasına dikkat edilmelidir.
- Tanka yeni hidrolik akışkan ilavesi yapılırken minimum 20 mikronluk bir filtreden geçirilerek sisteme doldurulmalıdır.



Şekil 4. Sisteme giren kirliliğin kaynakları

Tablo 3. Partikül miktarları

Çalışma Ortamlarına Göre Sistemlere Giren Partikül Miktarları	
Mobil Ekipmanlar	10^8 - 10^{10} adet/dakika *
İmalat Fabrikaları & Haddehaneler	10^6 - 10^8 adet/dakika *
Montaj Fabrikaları & Temiz Odalar	10^5 - 10^6 adet/dakika *
*Çalışma ortamında tüm kirlilik kaynaklarından sisteme giren 10 mikrondan büyük partiküllerin sayısı	

2.2. Su Kirliliği

Partikül kirliliğinin önlenmesinden sonra uygun yağ bakımı yapılmış sayılmaz. Hidrolik sistemlerde su universal bir kirlilik olup yoğun parçacık kirlenmesine benzerdir ve kesinlikle operasyon yağından uzaklaştırılması gerekmektedir. Su hidrolik sistemlerde serbest halde veya çözülmüş halde bulunabilir. Bazı özel akışkanlar için akışkanların suya doyma noktaları tanımlanmıştır. Hidrolik yağlar için suya doyma noktası 300 PPM (%0,03) seviyesindedir. Bu noktadan sonra hidrolik yağ, içerisinde daha fazla suyu tutamaz ve su serbest hale geçerek hidrolik yağın rengini bulandırır. İşletme esnasında hidrolik yağın sıcaklığının artması ile yağın su tutma kabiliyeti de artmakta ve bu da sistem sıcaklığının suyun etkisi ile daha da fazla artmasına neden olmaktadır.



Tipik Doyma Noktaları		
Akışkan Tipi	PPM	%
Hidrolik Yağ	300	,03%
Yağlama Yağları	400	,04%
Transformatör Yağları	50	,005%



Şekil 5. Su oranı fazla yağ (1000 ppm)

Tablo 4: Bazı akışkanlar için suya doyma seviyeleri

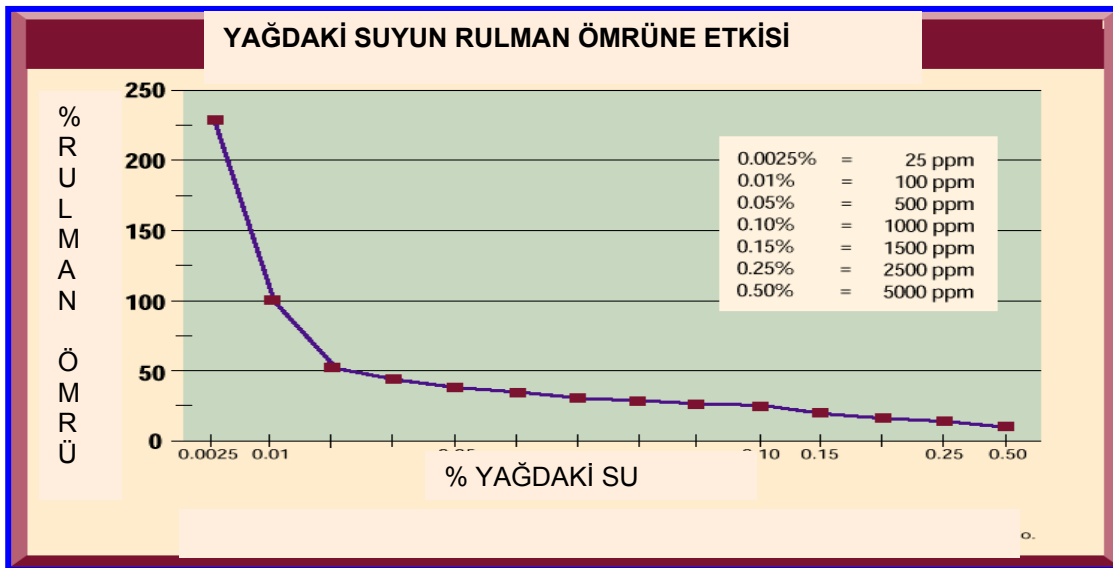
Şekil 6. Su oranı 300 ppm olan yağ

2.2 1. Su Kirliliğinin Zararları ve Kaynakları

- Metal yüzeylerde korozyon etkisi
- Zımpara aşındırma etkisini hızlandırma
- Kullanılan rulmanların ömrünü azaltma ve arızalara sebep olma
- Yağdaki katkı maddelerinin özelliklerini bozma
- Viskozite değişimlerine sebep olma
- Elektrik iletimini artırma

Yağın içerisinde suyun ve form asitlerinin bulunması yağ içerisindeki anti-aşındırıcı katkı maddelerinin özelliklerinin bozulmasına neden olurlar. Suyun, sıcaklığın ve farklı metallerin etkisi ile hareket hızlanır. Taşlanmış ve parlatılmış metal yüzeylerde yanma ve aşınmalar meydana gelir. Karmaşıklığın ve sıcaklığın artması ile sistem fonksiyonlarında yavaşlama ve kararsızlıklar meydana gelir.

Su kirliliği olduğunda elektrik iletkenlik problemleri yaşanır. Suyun etkisi ile akışkanın yalıtım özelliği zayıflar ve dielektrik katsayısı kV azalır. Ayrıca suyun sisteme en büyük etkilerinden biride viskozitedeki değişimlere neden olmasıdır.



Şekil 7. Yağ içerisindeki suyun rulman ömrüne etkileri

Su hidrolik sisteme, açık bırakılan rezervuar kapaklarından, arızalı , eskimiş veya yıpranmış silindir contalarından girebilir. Ayrıca kullanılan yağ, taşıma veya depolama esnasında doğal olarak suya ve su buharı etkisine maruz kalmaktadır. Genellikle yağ, teneke ve varilleri açık havada bekletilme ve güneş ışığı etkisi ile ısı değişimlerine uğramaktadır. Nemli ve buharlı ortamlarda su, açık kapaklardan veya yağışma etkisi ile sisteme girebilir Kondensasyon su kirliliğinin başlıca kaynağıdır.

Hidrolik yağın bulunduğu rezervuar ve tanklarda su buharı yüzeylerde su kabarcıkları şeklinde yağışarak iç yüzeylerde paslanmaya ve diğer korozyon problemlerine neden olmaktadır. Aynı zamanda soğutma sistemlerinden sızan veya yağa karışan su da kirlilik kaynaklarında birisidir.

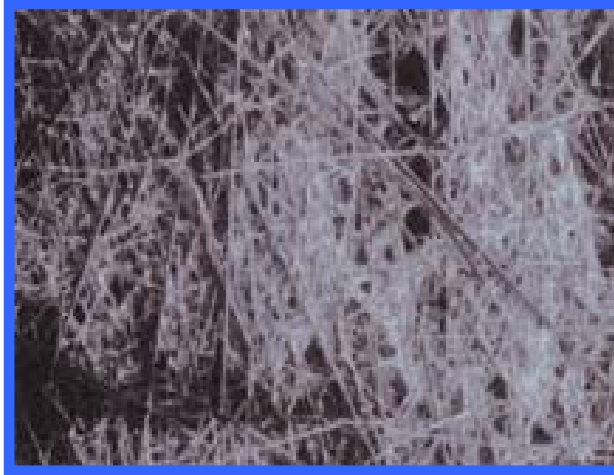
Filtrasyon Gerçeği: Serbest haldeki su, hidrolik yağdan daha ağırdır ve rezervuarın alt kısmında kalır. Bu su, tahliye vanası açılarak rahatlıkla tanktan dışarıya atılabilir.

2.2.2. Önleme Yöntemleri

Aşırı su genellikle sistemden uzak tutulmalı ve partikül kirliliğine benzer koruyucu önlemler alınmalıdır. Bununla birlikte eğer su sisteme girmişse aşağıdaki yöntemlerin herhangi biri ile sistemden uzaklaştırılabilir.

Absorbsiyon: Suyu dışarıya almak amacı ile dizayn edilmiş hünerli bir filtre elemanı ile yapılan işlemdir. Genellikle ince tabakalı materyallerin (% 50 selüloz % 50 Hidro-co polimer) üst üste dizilmesi şeklinde hazırlanmış olan filtre elemanı yağdaki serbest suyu yakalayıp jel haline getirerek kendi içerisinde hapseder. Bu tip elemanlar standart filtrelerin iç gövdelerine uyacak şekilde imal edilirler ve genellikle küçük hacimli suyun sistemden uzaklaştırılmasında kullanılırlar.

Santrifüj : Döndürme hareketi ile yağdaki suyun savurma etkisi ile ayrıştırma yöntemidir. Bu metod büyük hacimlerdeki yağ için ve yalnızca serbest haldeki suyun ayrıştırılması için etkilidir.



Şekil 8. Jel esaslı filtre elemanı

Vakum etkisi ile suyu alma: Bir vakum ve kurutma prosesi ile suyun yağdan ayrıştırılması yöntemidir. Bu yöntem, büyük miktarlardaki suyun serbest veya çözünmemiş halde bulunsun bile etkili olarak yağdan ayrıştırılmasını sağlamaktadır. Şekil 9'da vakumla suyu ayrıştırma yönteminin şematik olarak çalışma şekli gösterilmiştir. Bu yöntemde, otomatik olarak çalışan sistem kendi kapasitesi oranındaki yağı bünyesine almakta, vakum altında suyun kaynama sıcaklığını düşürmekte (yaklaşık olarak 66 °C) ve buharlaşan suyu ayrı bir tankta yağışturarak ayırmaktadır. Kalan yağ, hassas bir filtre elemanından geçirilip partikül temizliği de yapılarak sisteme verilmektedir. Bu işlem sırasında yağ içerisindeki hava, nem ve buhar da ortadan kaldırılmaktadır. Mobil olarak da çalıştırılabilen sistem, su kirliliğinin önlenmesindeki en etkili yöntemdir.

Akışkan içerisindeki herhangi bir haldeki hava potansiyel oksidasyon kaynağıdır. Bu, metal parçalardaki korozyonu artırıcı etki yapacaktır. Yağ içerisinde aynı anda bulunacak su da bu etki daha fazla olacaktır. Ayrıca yağdaki katkı maddelerinde de oksidasyon meydana gelebilecektir. Her iki proses sonucunda partikül oluşumunda artmalar olacak ve hidrolik yağ çamurumsu bir hal alacaktır.

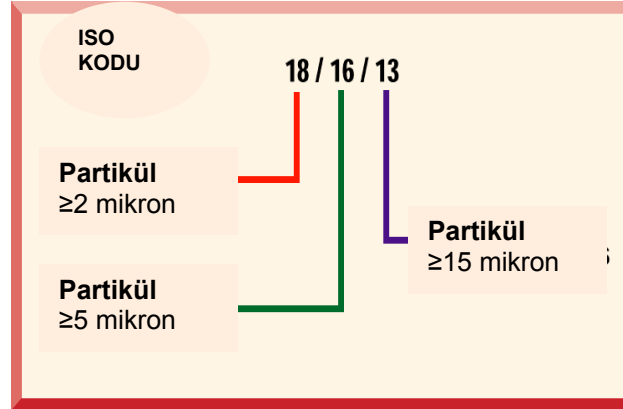
Hava, sisteme mevcut kaçak hatlarından, pompa emişindeki sızıntılardan ve tank dönüşünde yağın sahip olduğu hız dolayısı ile ürettiği türbülans nedeni ile girmektedir.

Önem olarak, muhtemel hava emiş noktaları ortadan kaldırmalı, pompa emişlerindeki sızıntıları önlenip mümkün ise pozitif emiş sistem pompaları kullanılmalı ve uygun bir tank dizaynı yaparak, dönüş hatlarında difüzör kullanılmalıdır.

3. AKIŞKAN TEMİZLİK STANDARTLARI

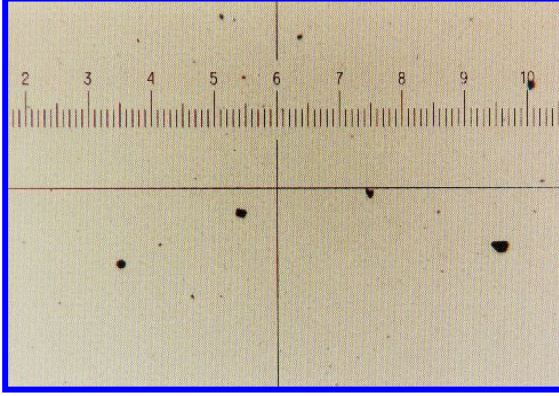
Tüm belirtilen problemleri bulmak veya düzeltmek amacı ile bir kirlilik referans cetveli kullanımına ihtiyaç vardır. Partikül sayımı temizlik standartlarını türetmek için kullanılan en yaygın metottür. Çok hassas olarak imal edilmiş optik ekipmanlarla, değişik hacimler içerisindeki partiküllerin sayısı tespit edilmektedir. Bu sayılar raporlanmakta ve belirlenmiş hacim miktarı içerisindeki partiküllerin büyüklüklerine göre sınıflandırılmaktadır.

ISO 4406 (International Standards Organization) temizlik seviyesi standartları tüm endüstride yaygın olarak kabul görmüştür. Geniş bir kullanım alanına sahip olan standartların değişik versiyonları olup, genellikle 1 mililitre veya 100 mililitre bilinen hacim içerisindeki 2, 5 ve 15 mikrondan büyük partiküllerin 2+ ve 5+ mikron ölçüsündeki partiküllerin sayısı, silt partiküller için referans noktası olarak kullanılmaktadır. 15 + mikrondan büyük partiküllerin sayısı ise komponentler üzerindeki yıkıcı etkinin olma ihtimalini referans olarak vermektedir.

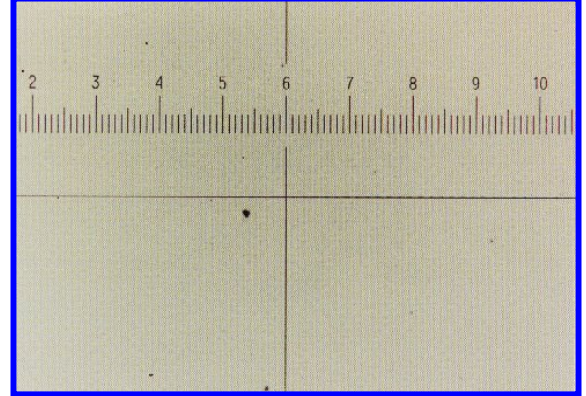


Şekil 10. ISO kodlama sistemi sayısını referans olarak almaktadır.

Filtrasyon Gerçeği: Akışkanın temizlik seviyesinin bilinmesi kirlilik kontrol ölçümleri için esas teşkil eder. Ayrıca ISO kodlama sisteminde partikül boyutunun artması ile kodlama indeks seviyesi artmaz. (Örneğin : 18/20/22)



Şekil 11. ISO 18 / 16 / 13 (Büyütme X 100)



ISO 14 / 12 / 09 (Büyütme X 100)

Tablo 5'de standartın nasıl tanımlandığı açıklanmıştır

Tablo 5. ISO kodlama sistemi örnekleme

ISO Sayısı	Mikron	Aktuel Partikül Sayısı/ml
18	2+	1,300-2,500
16	5+	320-640
13	15+	40-80



Şekil 12. ISO 21/19/17 Akışkan(Büyütme X100)

ISO 4406 tablosu kirlilik seviyesinin hızlı ve kolay anlaşılmasını sağlamak amacı ile düzenlenmiştir. Her bir sınıf numarası bir önceki sınıfın iki katını oluşturur.

Örnek olarak;

Sınıf 19 = 2,500 ile 5,000 / ml

Sınıf 20 = 5,000 ile 10,000 / ml

Tablo 6. ISO 4406 temizlik seviyesi tablosu

ISO 4406 Tablosu		
Sınıf	Partikül Sayısı / ml	
	'den fazla	içerisinde ve 'e kadar
24	80,000	160,000
23	40,000	80,000
22	20,000	40,000
21	10,000	20,000
20	5,000	10,000
19	2,500	5,000
18	1,300	2,500
17	640	1,300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2,5	5
8	1,3	2,5
7	,64	1,3
6	,32	,64

3.1. Ekipman Temizlik Seviyesi İhtiyacı

Bir çok hidrolik ekipman ve rulman imalatçıları, ekipmanları için gerekli olan optimum temizlik seviyesi ihtiyacını özellikle belirtirler. Söz konusu ekipmanlarda kullanılan yağ içerisindeki kirliliğin seviyesi, bu optimum değerden fazla ise ekipmanın tahmini çalışma ömrünü aşırı derecede kısalmasına neden olacaktır.

Tablo 7'de hidrolik sistemlerde kullanılan birkaç ekipman ve bu ekipmanlar için tavsiye edilen temizlik seviyesi gösterilmiştir. Bu tip ekipmanlarda her zaman en iyi yol imalatçıya başvurmak ve firmanın hidrolik ekipman için tavsiye ettiği temizlik seviyesi değerlerini sağlayabilmektir. Bu bilgilere, en uygun filtrasyon seviyesinin belirlenmesinde ihtiyaç olacaktır.

Tablo 7 : Sık kullanılan sistemler için ISO kod değerleri

Bazı Hidrolik Ekipmanlar İçin Gerekli Temizlik Seviyeleri	
Ekipman	ISO Kodu
Servo Valf	16/14/11
Oransal Valf	17/15/12
Paletli/Pistonlu Pompa ve Motorlar	18/16/13
Yön/Basınç Kontrol Valfleri	18/16/13
Dişli Pompa/Motor	19/17/14
Akış Kontrol Valfleri ve Silindirlere	20/18/15
Kullanılmamış Yeni Yağ	20/18/15

Ayrıca bu değerleri dikkate alarak çalışma, sonradan meydana gelebilecek garanti hakları problemlerinde uygun kullanım yapıldığını kanıtlamak için doğru bir yol olacaktır. Aşırı ve kötü kullanım ile normal şartlara uygun kullanım arasına bir set çekecektir.

Filtrasyon Gerçeği: Tüm makine ve hidrolik ekipman imalatçıları, ekipmanlarını optimum standart performanslarını elde edebilmelerini sağlamak amacı ile hedef ISO temizlik seviyesi standartlarını belirtmelidirler.

ISO 4406 temizlik seviyesi standartlarının yanı sıra kullanılan NAS 1638 ve SAE standartları da mevcut olup Tablo 8'de görüleceği gibi akışkanlar için bazı aralıkları karşılayamamaktadırlar. Günümüzde en efektif ve kullanılabilir olan ISO kodlama sistemidir.

Tablo 8. ISO 4406, NAS 1638 ve SAE temizlik standartlarının karşılaştırılması

Temizlik Seviyesi Standartları Karşılaştırma Tablosu					
ISO Kodu	Partikül / Mililitre			NAS 1638 (1964)	SAE Seviyesi (1963)
	≥2 mikron	≥5 mikron	≥15 mikron		
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	-	-

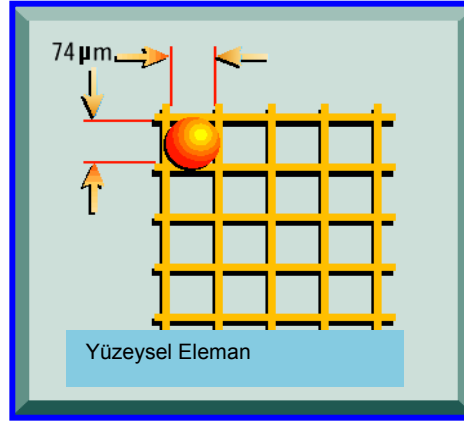
Filtrasyon Gerçeği: Yağın rengine bakılarak yapılan akışkan temizlik seviyesi belirleme, iyi bir gösterge ve yöntem değildir.

4. FİLTRE ELEMANI TİPLERİ, MALZEMELERİ VE PERFORMANSLARI

Filtre elemanının yapıldığı malzeme; filtrenin kirliliği tutan asıl kısmıdır. Filtre elemanı genellikle tabaka şeklinde imal edilir ve böylelikle akışkanın içerisinden geçeceği geniş yüzeyli bükülmüş bir yapı haline getirilir. Bu, kirlilik tutma kapasitesini artırırken, basınç farkını düşürür. Bazı uygulamalarda, filtre elemanı kesin performans kriterlerini sağlayabilmek için çok katmanlı yapılar ve ağ örgü ile desteklenir. Elemanın kıvrımları yapıldıktan sonra uygun boylarda kesilerek, her iki ucundan özel kancalar kullanılarak bağlanır, yapıştırılır veya diğer dikme metotları ile dikilirler. Tüm filtre elemanları, tel örgü, kağıt, fiberglass kompozitler veya sentetik malzemeler içerirler. Filtre elemanları genellikle iki şekilde sınıflandırılırlar. Yüzeyle filtreleme yapan elemanlar ve derinlemesine filtreleme yapan elemanlar.

4.1. Yüzeysel Filtre Elemanı

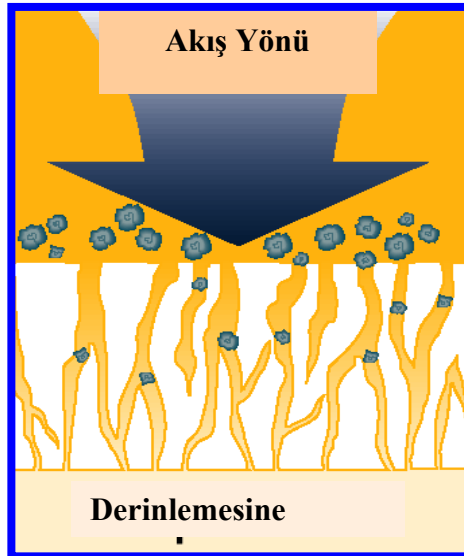
Yüzeysel filtre elemanlarında, yağ akışı esasta akış yoluna paralel olarak hareket eder. Kirlilik filtre elemanının akış yüzeyinde yakalanır. Yüzeysel filtre elemanları genellikle dalgalı tip örgüden yapılırlar. İmalat prosesinin başlangıcında, örgülü tel çok hassas olarak kontrol edilir ve yüzeysel elemanda gözenek boyutlarının birbirini tutması istenir. Bu tutarlı gözenek boyutları, özel test şartları altında, küresel sert partiküller gözeneklerden geçirilerek test edilirler. Bunun yanı sıra eleman yüzeyindeki kirliliğin artması ile birlikte, eleman üzerindeki gözeneklerden daha küçük boyutlarda olanlar da yakalanacaktır. Aynı zamanda, çap olarak daha küçük fakat uzunlamasına büyük olan partiküller de filtre elemanını geçip gidecektir. (Şekil 13)



Şekil 13. Yüzeysel eleman

4.2. Derinlemesine Çalışan Filtre Elemanı

Derinlemesine çalışan filtre elemanlarında, (Şekil 14) akışkan filtre elemanının yapısı dolayısı ile eleman içerisinde indirekt olarak hareket edecektir. Filtre elemanın içerisinde, bir labirent gibi partiküllere tuzak kurulmuştur. Bu yapıdan dolayı, derinlemesine filtre elemanları değişik boyutlarda gözeneklere sahiptirler. Bu boyutsal farklılığın dağılımına göre, filtre elemanı çok yüksek kapasitelerde küçük boyutlu partikülleri yakalayabilecektir.

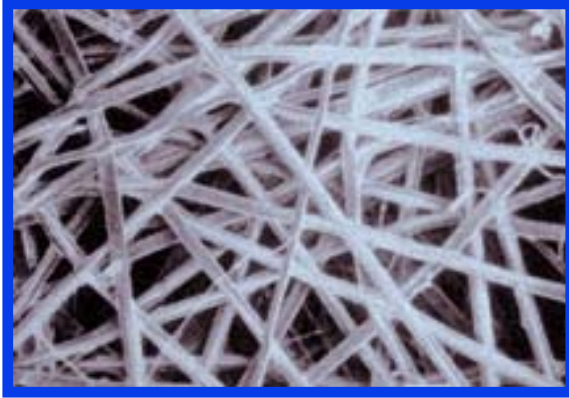


Şekil 14. Derinlemesi eleman

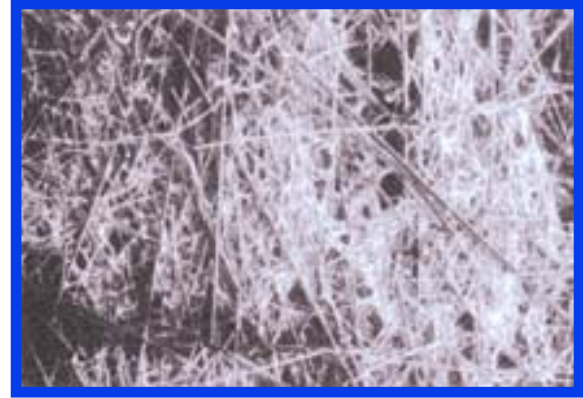
Filtre elemanlarında, filtrasyon elemanlarının doğası ve kirlilik yüklenme prosesine göre bazı elemanlar diğerlerine göre daha uzun boyutlardadır. Genelde, filtre elemanı fiber eleman dolayısı ile milyonlarca küçük gözeneklerden oluşmaktadır. Değişik boyutlardaki bu gözenekler elemanın katmanları içerisinde birbirlerine bağlanmakta ve akış yolunu dolambaçlı bir hale getirmektedir.

Selüloz ve fiberglas olmak üzere iki tip derinlemesine çalışan filtre elemanı vardır. Selüloz elemanlı filtrede liflerin biçimi ve boyutları düzensiz şekilde olup, geniş gözenek yapısına sahip bir eğilim gösterirler. Fiberglas eleman ile karşılaştırıldığında ise, fiberglas elemandaki liflerin yapısı ve boyutları oldukça üniformdur. Selüloz liflerine göre fiber elemanda lifler genellikle daha incedir. Bu tip farklılıktan dolayı fiberglas elemanın performansı selüloza göre daha avantajlıdır. Daha ince lif yapısının anlamı aynı alanda daha fazla gözenek sayısı demektir.. Bu sayede, daha ince liflerle küçük gözenekler birbirine daha yakınlaşmakta ve çok hassas filtrasyon için gerekli olan yapıyı sağlamaktadır. Sonuç olarak filtre elemanında, kir tutma kapasitesi ve filtrasyon verimi artmaktadır.

Filtrasyon Gerçeği: Yüzeysel filtreleme yapan elemanlar temizlenerek tekrar kullanılabilirler. Basit temizleme yöntemleri mevcut olup, genellikle ultrasonik temizleme bu işlem için en iyi metottür. Derinlemesine çalışan filtre elemanları ise temizlenmeye ve tekrar kullanıma uygun olmayan elemanlardır.



Şekil 15. Kaba yapıdaki fiberglas (X100)



İnce yapıdaki fiberglas (X100)

Tablo 9. Filtre elemanlarının belirli kriterlere göre karşılaştırılması

Filtre Elemanlarını Genel Karşılaştırması					
Eleman Malzemesi	Yakalama Verimi	Kir Tutma Kapasitesi	Basınç Düşümü	Sistemdeki Ömrü	İlk Kurulum Maliyeti
Fiberglass	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek Değil
Selüloz(Kağıt)	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Düşük
Tel Eleman	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek

4.3. Multipass Testi

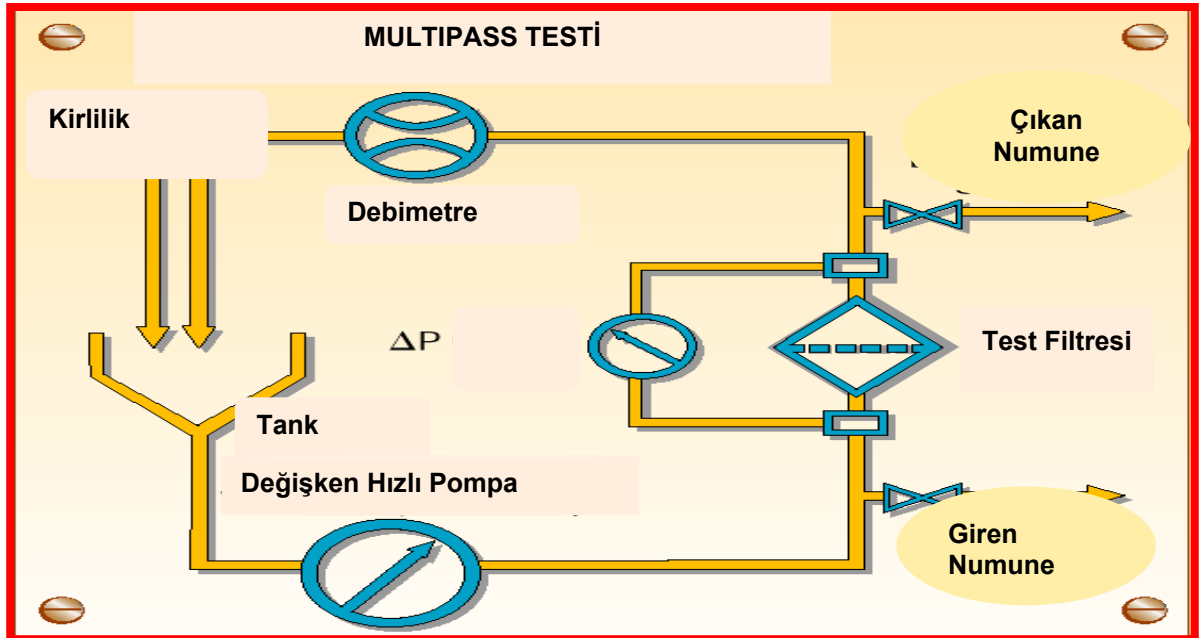
Filtrasyon endüstrisinde, filtre elemanının performansını değerlendirebilmek için ISO 4572 "Multipass Test Prosedürü" kullanılmaktadır. Bu prosedür ANSI ve NFPA tarafından da onaylanmıştır. Multipass testi sırasında akışkan tüm şartları gözlenen ve tam olarak kontrol edilen bir devre içerisinde geçirilmektedir. Test elemanı üzerindeki basınç düşümü sürekli olarak kaydedilmekte ve temiz akışkana belirli miktarda "kirlilik" enjekte edilmektedir. Test elemanın girişi ve çıkışı üzerinde on-line olarak bir lazer partikül sayıcı sensör vasıtası ile kirlilik seviyesi ölçülmektedir. Bu ölçümler sonucunda filtre elemanın doğal performansını veren ve birkaç tip partikül boyutu dikkate alınarak tespit edilen "Beta Oranı" elde edilir.

Multipass Testi sonucunda elemanın performans karakteristiği ile ilgili olarak üç önemli sonuç elde edilir.

1. Elemanın kir tutma kapasitesi,
2. Test edilen filtre elemanındaki basınç düşümü,
3. Ayrıştırma veya filtrasyon verimi olarak tanımlanan "Beta Oranı"

4.4. Beta Oranı

Beta oranı (filtrasyon oranı da diyebiliriz) filtre elemanının partikül yakalama veriminin ölçüsüdür. Bu yüzden performans oranı olarak ta tanımlanabilir. Multipass testinden elde edilmiş sonuçlara göre beta oranının nasıl hesaplandığına dair bir örnekleme yapılır ise; test filtesinin giriş bölümünde (filtreden önce) 10 mikron ve daha büyük boyut ta 50,000 adet partikül sayılmış olsun. Aynı şekilde boyutları benzer olan partiküllerden filtre elemanın çıkışında 10,000 adet sayılmış olsun. Giren ve çıkan eleman sayısı oranlanırsa beta oranını 5 olarak bulunur.



Şekil 16. Multipass Testi çalışma prensibi

Beta oranını 5 olarak hesaplanması ile tanımlama tam olarak yapılmış sayılmaz. İlk olarak filtre elemanının partikül yakalama verimini tespit edilmelidir. Bu verim basit bir formülle yüzdelik olarak hesaplanabilir.

$$B_x = \frac{\text{Giren partikül sayısı}}{\text{Çıkan partikül sayısı}}$$

“x” özel partikül boyutu

$$B_{10} = 50,000 / 10,000 = 5$$

$$\text{Verim}_x = \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) \times 100$$

$$\text{Verim}_x = \left(1 - \frac{1}{5}\right) \times 100$$

$$\text{Verim}_x = \%80$$

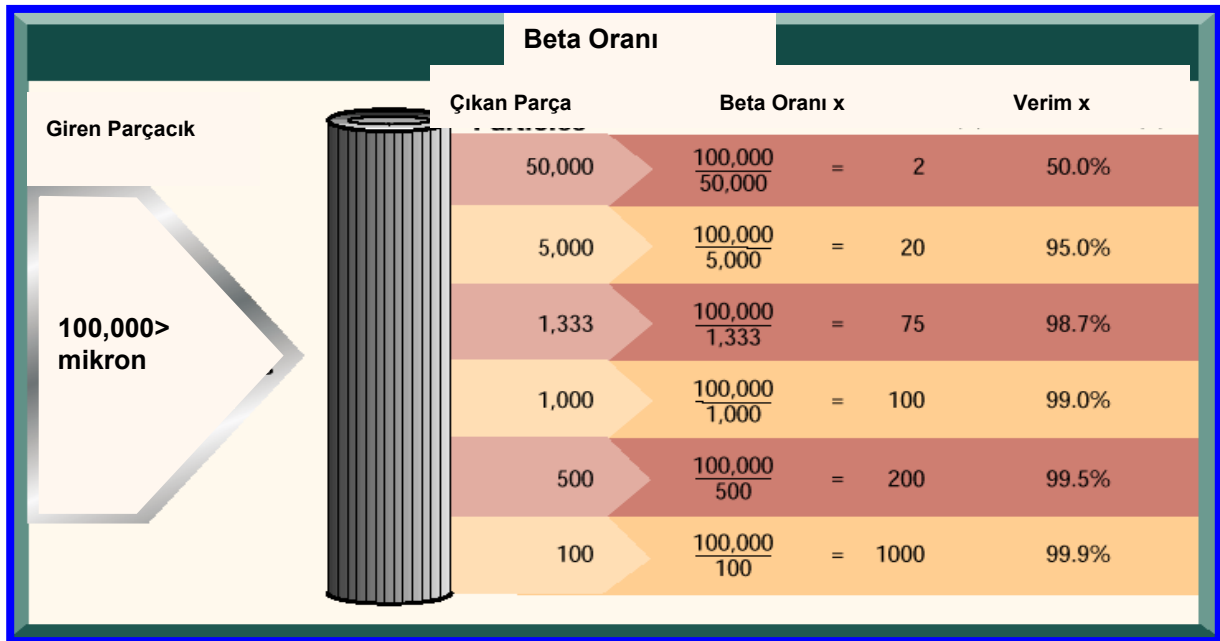
Bu örnekleme de görüldüğü gibi test edilen filtre elemanında 10 mikron ve daha üzeri boyutta partiküller % 80 verimle uzaklaştırılmıştır. Her 5 partikülden 4 adedi filtre elemanı tarafından yakalanmıştır.

Tablo 10'da güncel olan Beta Oranı numaraları ve bunlara karşılık gelen Verim tablosu gösterilmiştir.

Tablo 10. Beta oranı ile verim arasındaki ilişki

Beta Oranı – Verim İlişkisi	
Beta Oranı (belirtilen partikül boyutunda)	Yakalama Verimi (aynı boyutlarda)
1.01	%1.0
1.1	%9.0
1.5	%33.3
2.0	%50.0
5.0	%80.0
10.0	%90.0
20.0	%95.0
75.0	%98.7
100	%99.0
200	%99.5
1000	%99.9

Filtrasyon Gerçeği: Filtre elemanı seçim kriteri, filtre elemanının partikülü yakalama verimi olarak tanımlanan Beta oranıdır.



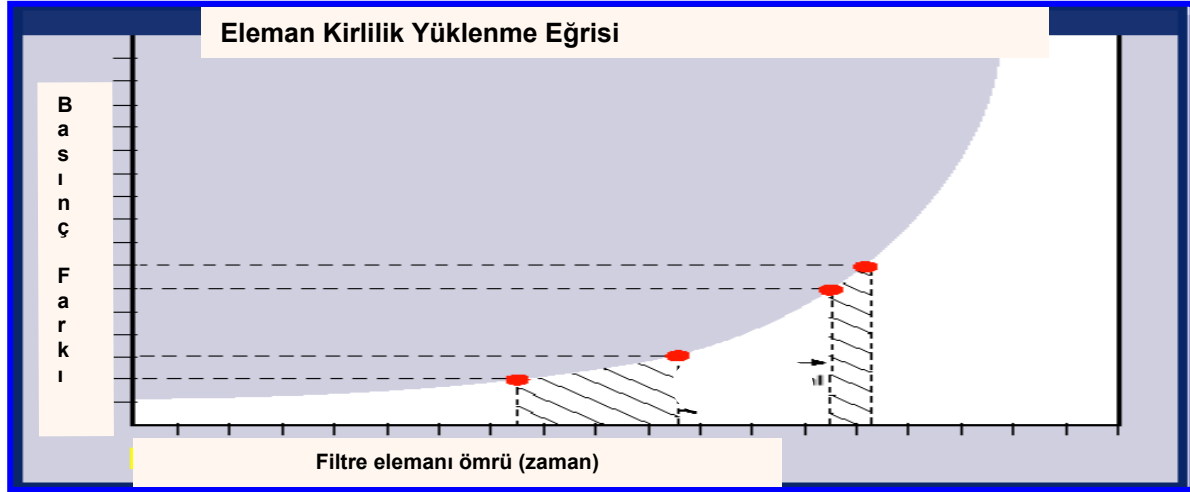
Şekil 17. Beta Oranı Karşılaştırması

5. FİLTRE ELEMANI ÖMRÜ

Filtrasyon Gerçeği: Filtre elemanının kirlilik ile yüklenmesi zaman içerisinde basınç farkının artması ile kendisini gösterir. Başlangıçta kirlilik yüklenmesi (basınç farkı) yavaş olarak ilerlerken, eleman maksimum ömrüne yaklaştıkça ilerleme çok hızlı bir şekilde artmaktadır.

5.1. Kirlilik Yüklenmesi

Filtre elemanının kirlilik ile yüklenmesi, partiküllerin filtre elemanının gözenekleri içerisinde tutulması (bloke edilmesi) işlemidir. Filtre elemanı kirli partiküllerle bloke olduğu zaman, akışkanın geçebileceği gözenek sayısı azalmıştır ve akışkanın geçişini sürdürebilmesi için ilave basınç artışına ihtiyacı olacaktır. Başlangıçta; filtre elemanı üzerindeki basınç artışı oldukça yavaştır. Çünkü, eleman üzerinde akışkanın geçebileceği gözenek sayısı oldukça fazladır ve bu durum sistem basıncı üzerinde çok küçük bir basınç düşümü meydana getirecektir. Bununla birlikte, filtre elemanı üzerindeki gözeneklerin birbiri ardına bloke olması sonucu öyle bir noktaya varılır ki, akışkanın geçebileceği gözenek sayısı önemli derecede düşer. Bu aşamadan sonra eleman üzerindeki lineer olan basınç farkı artışı aniden, değişerek parabolik artar. (Şekil 18) bir eğri halini alır. Bu noktada neden bazı elemanların ömürlerinin diğerlerine göre daha fazla olduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır ki; filtre elemanının gözeneklerinin miktarı, boyutu, biçimi ve dizilişi bu ömür üzerinde doğrudan etkilidir.



Şekil 18. Elemanın kirlilikle yüklenme eğrisi

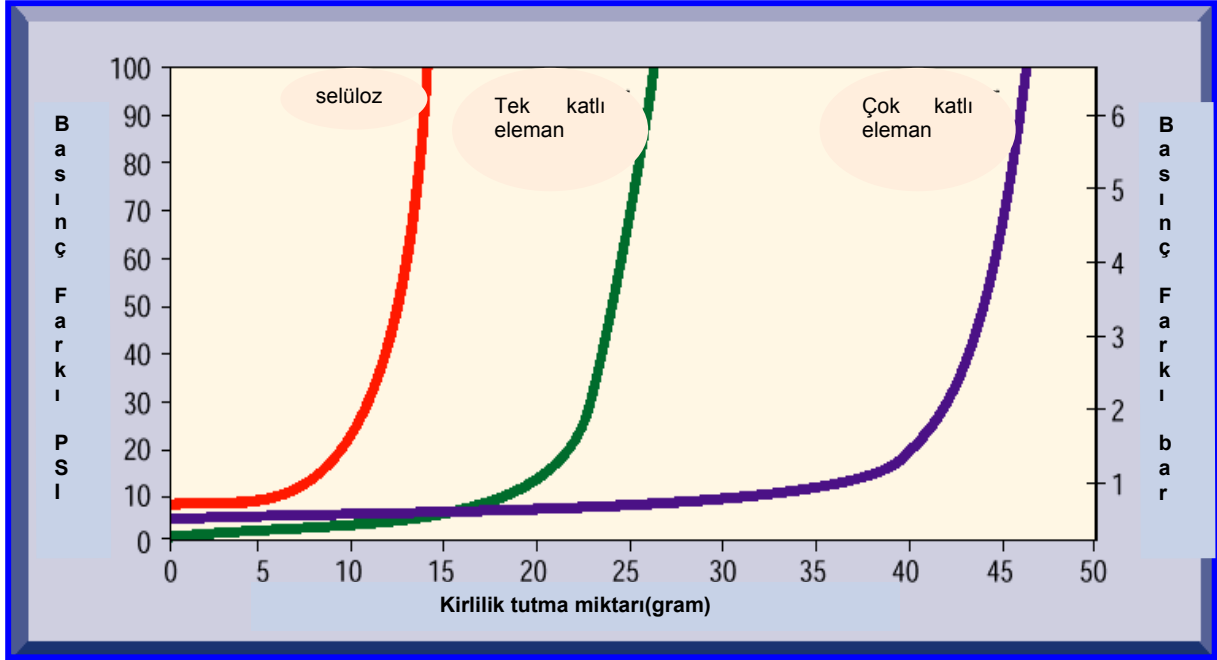
Filtre elemanın filtrasyon oranı (mikron) ve kalınlıklar göz önüne alındığında selüloz elemanın gözenekleri fiberglas elemana göre biraz daha fazladır. Kirlilik yüklenme prosesine bakıldığında ise, selüloz elemanın, fiberglas elemana göre gözenekleri daha çabuk bloke olmaktadır. Çok katlı yapılmış fiberglas eleman nispi olarak kirlilik yüklenmesinden uzun süre etkilenmemektedir. Akışkan eleman içerisinden geçerken, eleman değişik boyutlardaki parçaları seçerek yakalamaktadır. Eleman içerisindeki çok küçük gözenekler büyük boyutlu partiküller tarafından bloke edilememektedir. Bunun anlamı akışkan içerisinde adedi çok yüksek sayıda olan küçük parçacıkların filtre elemanının küçük gözenekleri üzerinde kalmasıdır.

5.2. Filtre Elemanı Ömür Profili

Her bir filtre elemanının, kirlilik yüklenmesine bağlı bir basınç değişim karakteristiği vardır. Bu bağlantı "filtre elemanı ömür profili" olarak tanımlanabilir. Gerçek ömür profili sistemin işletme şartlarından direkt olarak etkilenmektedir. Sistem debisinde ve akışkan viskozitesinde meydana gelen değişimler, temiz eleman üzerinden akışkan geçerken oluşturduğu basınç farkı ve gerçek ömür profili üzerindeki etkileri iyice tanımlanmıştır.

Filtre elemanı ömür profilini sistemin gerçek çalışma şartlarında değerlendirmek oldukça güçtür. Sistemin boşta çalışma zamanının süresi, ağır bir iş çevrimi altında kalması ve değişen kirli çevre şartları altında çalışması elemanın ömür profiline tesir edecektir. Ayrıca bazı hassas ekipmanlarda ara sıra da olsa eleman üzerinden akışkan geçerken basınç kayıpları kaydedilmektedir. Makine imalatçıları ve kullanıcılar basit bir şekilde dizayn edilmiş olan filtre gövdesi ve basınç farkı indikatöründen sinyal aldıkları zaman, filtre elemanını değiştirmelidirler.

Multipass Testi bilgileri, kirlilik yüklenme ile basınç artımı arasındaki bağıntının geliştirilmesinde ve filtre elemanı ömür profilinin tanımlanmasında oldukça faydalı olmuştur. Önceden belirtildiği gibi, işletme şartlarının örneğin, sistem debisi ve akışkanın viskozitesinin ömür profili üzerinde direkt olarak etkisi vardır. Ömür profili karşılaştırmasının sağlıklı olarak yapılabilmesi için işletme şartlarının birebir aynı ve filtre elemanının boyutlarını benzer olması gerekmektedir. Daha sonra filtre elemanı gözeneklerinin sayısı, boyutu, şekli ve dizilişi de ömür profili karakteristiğini tanımlamada etkin rol oynar. Filtre elemanları; selüloz eleman, tek katlı fiberglas eleman ve çok katlı fiberglas eleman olmak üzere farklı malzemelerden üretilmekte ve birbirinden farklı ömür profillerine sahip olmaktadır. Şekil 19'da üç farklı elemanın ömür grafiği gösterilmekte ve çok katlı fiberglas elemanın diğerlerine göre ömür avantajı öne çıkmaktadır.



Şekil 19. Farklı tip filtre elemanlarının kirlilik tutma miktarları karşılaştırması

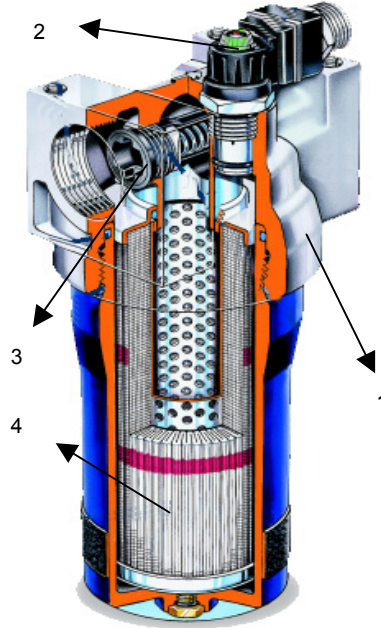
6. FİLTRE GÖVDESİ SEÇİMİ

Filtre elemanı gövdesi, filtre elemanını içerisinde tutan kabın adıdır. Genellikle iki veya daha fazla montaj elemanından (kafa veya kapak ve elemanın içine girdiği kap) oluşmaktadır. Filtre elemanı gövdesi, sistemdeki yerleşimine göre giriş ve çıkış bağlantılarına sahiptir. Ayrıca ilave olarak gövde üzerinde bağlantı delikleri, bypass valfi ve eleman kirlilik göstergesi bulunmaktadır.

Filtre gövdesi seçiminde öncelikli olarak dikkate alınması gereken; bağlantı metotları, giriş-çıkış bağlantı seçenekleri, kirlilik göstergesinin seçenekleri ve çalışma basınç aralığıdır. Tüm belirtilenler ve kabul edilen basınç aralığı, fiziksel sistem dizaynına ve imalatçının tercihine bağlıdır. Bu filtre gövdesi tipinin seçimin den önce tanımlanmış olmak zorundadır.

6.1. Basınç Dayanımı

Filtrenin sistemde yerleşim yeri öncelikli olarak çalışma basıncına bağlıdır. Filtre gövdeleri, genellikle hidrolik sistemlerde üç farklı yerde; emiş, basınç ve dönüş hatlarında kullanılırlar. Bu yerleşimlerin tek karakteristiği, onların çalışma basınçlarının değeridir. Emiş ve dönüş hatları genellikle düşük basınçta (34 bar'a kadar) dizayn edilirler. Basınç filtrelerinde ise çalışma basınç aralığı 103 ile 414 bar arasındadır. Gerçek bir analiz yapabilmek için basıncın sabit kalma ve değişme sıklığı da dikkate alınmalıdır. Bazı gövdelerde, düşük basınç yorulması veya sınırlaması bulunmaktadır. Devredeki yüksek basınç değişim sıklığı, bazı gövdelerde malzeme yorulmasını önleyici tedbirler almayı gerektirebilir.

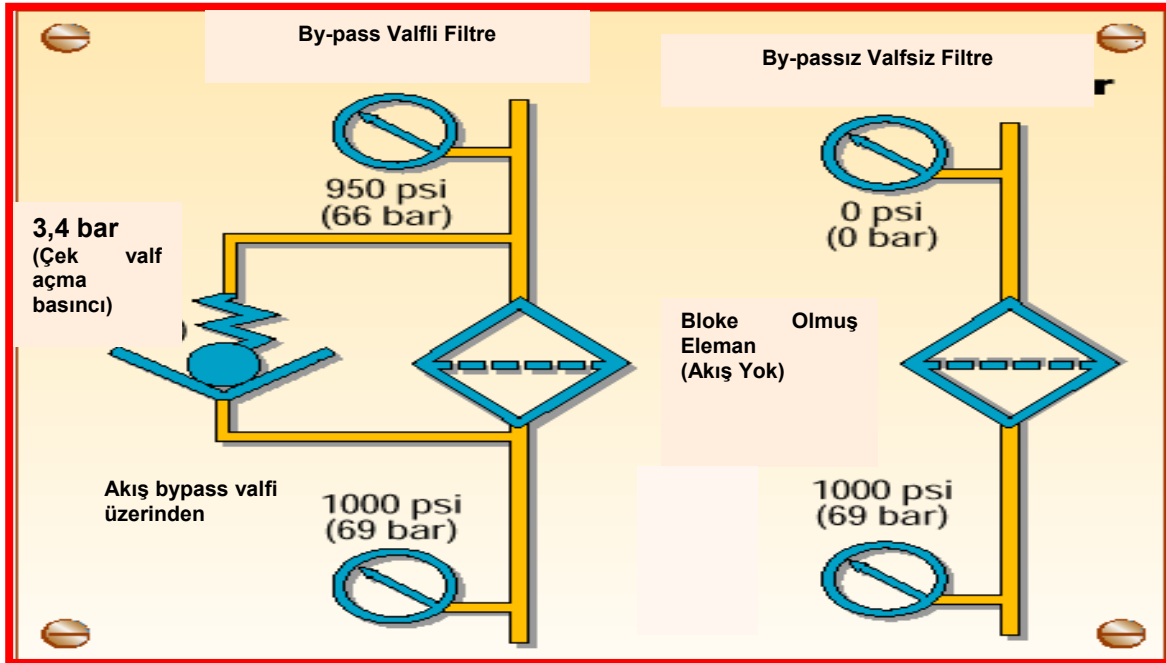


Şekil 20. 1-Filtre Gövdesi, 2-Kirlilik göstergesi,
3-Bypass valfi, 4-Filtre elemanı

6.2. Bypass Valfi

Bypass valfi, filtre elemanının aşırı derecede kirlilik ile yüklendiği zaman, elemanın çökmesini ve patlamasını önlemek amacı ile kullanılmaktadır. Emiş hattında kullanıldığı zaman pompanın kavitasyon yapmasına engel olmaktadır. Filtre elemanında kirlilik yoğunlaşmaya başladıkça, eleman içerisindeki basınç farkı artmaktadır. Filtre elemanı üzerindeki basınç, elemanı zedeleme basıncının altında bir noktaya ulaştığı zaman, bypass valfi açılmakta ve akışkan filtre elemanı içerisinden geçmeden filtreyi terk etmektedir.

Bazı bypass valfleri "bypass-tank" şeklinde opsiyonlu olarak dizayn edilmişlerdir. Bu bypass debisini filtre etmeden üçüncü bir bağlantı noktasından tanka dönüşüne müsaade etmektedir. Diğer filtrelerde "no bypass" veya "bloke" bypass valfi seçeneği bulunmaktadır. Bu seçenekler, filtre edilmeden herhangi bir geçişe izin vermemektedir. Eğer filtre üzerinde bypass valfi yok ise; özellikle bazı özel basınç filtrelerinde yüksek çökme direncine sahip elemanlara ihtiyaç duyulacaktır. Bypass valfi olmayan filtreler genellikle bazı hassas ekipmanların ve servo valflerin korunmasında kullanılmaktadır. Bypassız filtre elemanı kullanıldığında, elemanın basınç farkı oranının sistemin maksimum çalışma basıncına yakın olduğundan emin olunmalıdır. Filtre gövdesi tipi ve çalışma basıncı belirlendikten sonra, bypass valfi seçiminin yapılmasına gereksinim vardır. Bypass valfi açma değerinin seçimi, filtre boyutundan önce yapılmış olmalıdır. Bazı imalatçı firmalar tarafından bypass valfinin açma basıncı oldukça yüksek seçilmiş olabilir. Bu, seçilen filtre elemanının daha uzun ömürlü olmasını sağlayacaktır. Bazen de sistemdeki enerji kayıplarını minimize etmek veya diğer ekipmanlar üzerindeki geri-basınç değerini azaltmak amacı ile düşük açma basınç değeri seçilmektedir. Emiş filtrelerinde, pompadaki potansiyel kavitezyon riskini ortadan kaldırmak için 0.14bar veya 0.2 bar açma basınç değeri kullanılmaktadır.



Şekil 21. Bypass valfli ve bypass valfsiz filtrede, elemanın kirlenmesi durumunda çalışma hali

6.3. Eleman Durum Göstergesi

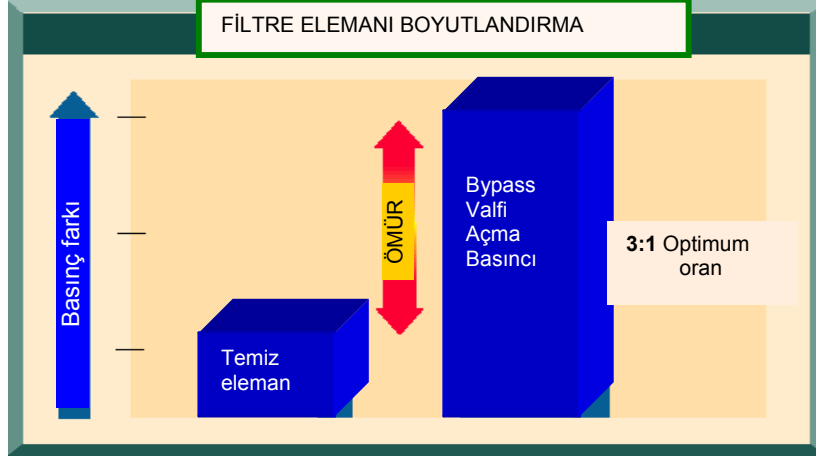
Eleman durum göstergesi, filtre elemanının temizlenmesi veya değiştirilmesi zamanının geldiğinin sinyalini verir. Filtre elemanının bypass valfi açıldığında gösterge genellikle kalibrasyon belirtisi verir. Gösterge, mekanik olarak bypass valfine veya tamamen bağımsız olarak basınç farkı ölçüm cihazına bağlı olabilir. Göstergeler genellikle görsel, elektrikselsel veya her iki sinyali de verebilirler. Göstergeler genel olarak bypass valfi açma basıncının %5 - %25 aşığı bir değerde uyarı verirler.

Filtrasyon Gerçeği: Filtre elemanını boyutlandırırken düşük çalışma sıcaklık değerlerinin dikkate alınması gereklidir. Akışkandaki viskozite artışı, filtre üzerinden akışkan geçerken basınç artışına sebep olabilir.

Filtre elemanı üzerindeki basınç oluşumu; filtre kabı ve elemanın boyutlarına, elemanın mikron seviyesine, akışkanın viskozitesine ve filtre üzerinden geçen debiye bağlıdır.

6.4. Filtre Gövdesi ve Eleman Boyutlandırılması

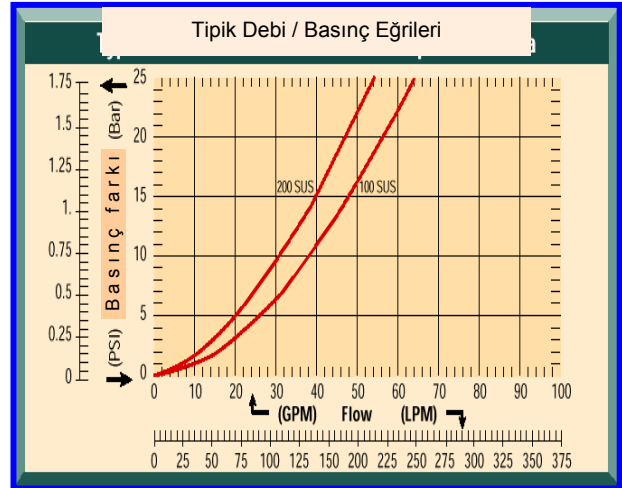
Filtre elemanı gövdesinin, temiz eleman içerisine yerleştirildiğinde oluşacak basınç farkı ile bypass valfinin açma basıncının arasındaki oran en az 2:1 olacak şekilde seçilmelidir. Uzun eleman ömrü için tercih edilen oran 3:1 veya daha fazla seçilebilir. (Şekil 22)



Şekil 22. Filtre elemanı ve bypass valfi arasındaki oran

Şekil 23'deki grafikte, filtre elemanı gövdesi ile ilgili olarak hazırlanmış ve ürünün katalog sayfalarında bulunan tipik debi/basınç farkı eğrileri gösterilmiştir. Grafikten de rahatlıkla görüldüğü gibi akışkanın viskozitesinin bilinmesi, oluşacak basınç farkının tespit edilmesinde önemli bir etkidir. Ayrıca filtre üzerinden geçecek olan maksimum debinin (ortalama veya pompa debisi değil) doğru hesaplanması gerekmektedir. Aksi takdirde aşırı gelen debi bypass valfinde dalgalanma yaparak, valfin erken açılmasına neden olabilir. Bu durum özellikle dönüş hattı filtrelerinde dikkate alınmalıdır.

<p>3:1 Oran ♣ $3.4 / 3 = 1.1$ bar</p> <p>2:1 Oran ♣ $3.4 / 2 = 1.7$ bar</p> <p>♣200 SUS viskozitede, bu filtre elemanı için maksimum debi aralığı 159 l/dak ve 204 l/dak arasında olmalıdır.</p>
--



Şekil 23. Filtre seçiminde kullanılan Debi/Basınç farkı eğrileri

Sistemin pompa debisi yerine, toplam olarak silindirlerden dönen yağın debisi hesaba katılmalıdır. Eğer filtrenin grafiğinde bypass valfinin açma basıncı 3.4 bar olarak belirtilmiş ise temiz filtre elemanının ilk basınç farkı 1.7 bar'dan büyük olmamalı ve tercihen 1.1 bar veya daha aşağısı değerlerde seçilmelidir.

Bütün filtrelerde bypass valfinin montajı ,filtre elemanı içerisindeki maksimum basınç düşümü limitine kadar faydalanılacak şekilde yapılır. Filtre elemanı kirlilik ile bloke olduğu zaman, filtre üzerindeki basınç farkı bypass valfinin ayarlandığı değere ulaşıncaya kadar artar. İşte bu noktadan sonra, filtre elemanı içerisinde geçen akışkan, bypass valfi üzerinden akışına devam eder. Bu hareketin sınırı filtre elemanının maksimum basınç farkıdır. Bu önemli bir konudur ve bazı sistem kirlilik partikülleri filtre üzerinden geçmeden devam edecektir. Bunun sonucu olarak elde edilmek istenen temizlik seviyesi standartlarına ulaşılamayacaktır. Standart filtre elemanlarında bypass valfi açma basıncı 1,7 bar ile 6,9 bar arasındadır.

Başlangıçta, temiz filtre elemanı içerisinde akışkan geçerken meydana gelen basınç farkı ile bypass valfi set basıncı arasındaki ilişki muhakkak hesaba katılmalıdır. Selüloz elemanlarda basınç artışını sınırlayan dar bir bölge mevcuttur. Bu yüzden temiz eleman ile bypass valfi arasındaki bağıntı çok önemlidir. Bu bağıntı filtrenin verimli kullanılabilir ömrünün tespit edilmesini sağlar.

Tek katmanlı ve çok katmanlı fiberglass elemanların verimli kullanım ömürlerinin karşılaştırılması yapıldığında; elemanın yerleşimi hemen hemen yatay ve nispi olarak düşük basınç kaybı oluşturan lineer bir bölgeye sahiptir. Bundan dolayı bypass valfi açma basıncının 1.7 veya 5.2 bar olup olmadığı filtre elemanının kullanılabilir ömrü üzerinde çok küçük bir etki oluşturacaktır. Fiberglass eleman kullanıldığında başlangıçtaki basınç farkı ve bypass valfi set değeri, boyutlandırmada daha az etki oluşturacaktır.

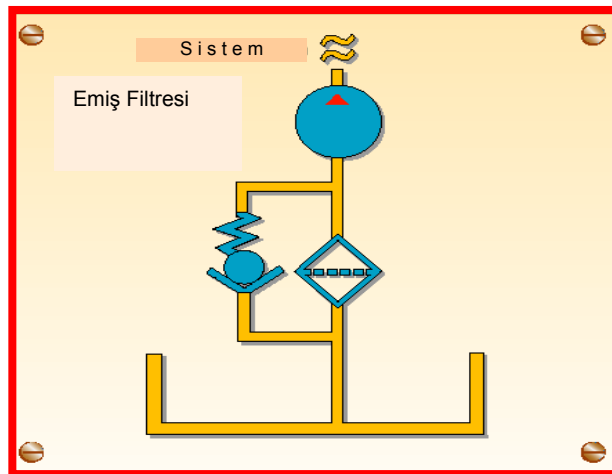
8. FİLTRE TİPLERİ VE YERLEŞİMİ

Emiş Filtreleri
Dönüş Filtreleri

Basınç Filtreleri
Off-line Filtreler

8.1. Emiş Filtresi

Emiş filtreleri, pompanın kirlı akışkandan korunmasına yardımcı olurlar. Pompanın giriş bağlantısı öncesinde kullanılırlar. Bazı uygulamalarda süzgeç olarak akışkanın içerisine daldırılmış olarak, bazen de harici olarak pompa girişine bağlanırlar. Kaba olarak işlenmiş elemanlar olup, pompanın kavitezyon limitlerini zorlamaktadırlar. Bu sebepten dolayı kirliliğe karşı ana koruma elemanı olarak kullanılmazlar. Hatta bazı pompa imalatçıları emiş filtresi kullanımını kesinlikle tavsiye etmezler. Emiş filtresi kullanımı esnasında muhakkak imalatçı firmalara danışılmasında fayda vardır.



Şekil 24. Emiş hattı filtresi

Filtrasyon Gerçeği: Emiş süzgeçleri genellikle "mesh" olarak ifade edilirler.,

60 mesh = 238 mikron

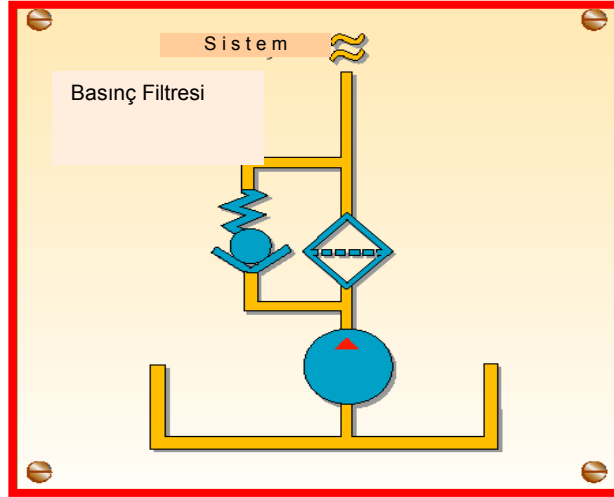
100 mesh = 149 mikron

200 mesh = 74 mikron

Modern filtrasyonda, emiş filtresi ve süzgeç kullanımı oldukça azalmıştır.

8.2. Basınç Filtresi

Basınç filtreleri, pompa çıkışından sonra kullanılırlar. Kullanıldıkları bölgede, basınç hattı üzerindeki belirlenmiş debi ve basınç oranlarına göre sistemi kontrol etmek amacı ile dizayn edilmişler. Basınç filtreleri genellikle hassas ekipmanların (servo valf gibi) korunması amacı ile kullanılırlar. Sistem pompasından sonra yerleştirildiklerinde yalnızca pompa tarafından gelebilecek kirliliğe karşı sistemin bütününe korumaya yardımcı olurlar.



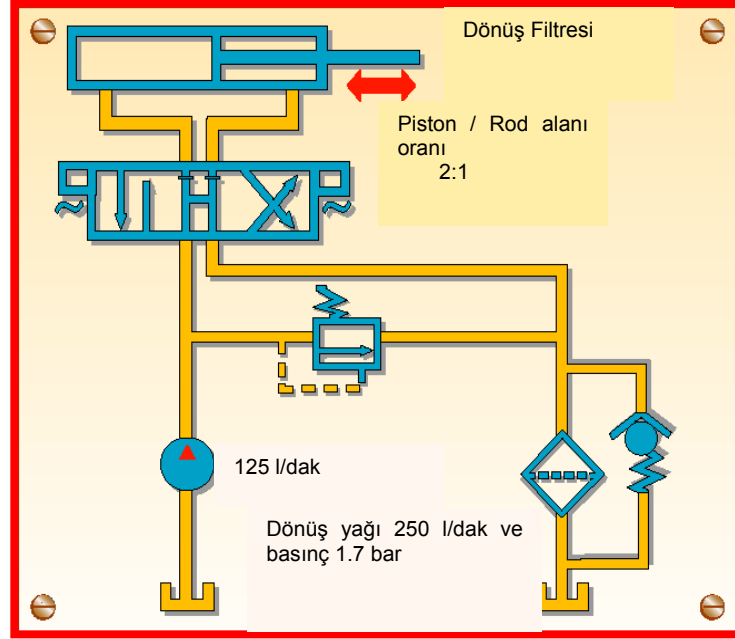
Şekil 25. Basınç hattı filtresi

8.3. Dönüş Filtresi

Hidrolik sistemde pompa hassas bir ekipman olduğu zaman, dönüş filtresi kullanmak en iyi çözüm yoludur.

Bütün sistemlerde dönüş filtresi akışkanın tanka dönmeye önceki içersinden geçtiği en son ekipman dır. Bu yüzden dönüş filtresi, çalışan sistem elemanlarından aşınmış partiküllerin ve yıpranmış silindir sızdırmazlık elemanlarından gelen parçaların tanka ve sisteme tekrar dönmeye yakalanmasını sağlar. Filtreler akışkan tanka dönmeye önce yerleştirilmelidirler. Bazı uygulamalarda, silindirden dönen yağ miktarı toplamı oldukça büyük olmaktadır. Dönüş hattındaki debinin artması bypass valfinin açılmasına ve akışkanın filtredenmeden geçişine müsaade etmektedir. Bu istenmeyen sonuçların alınmasına sebebiyet verebilir ve bu amaçla filtrenin boyutlandırıl masına dikkat edilmelidir.

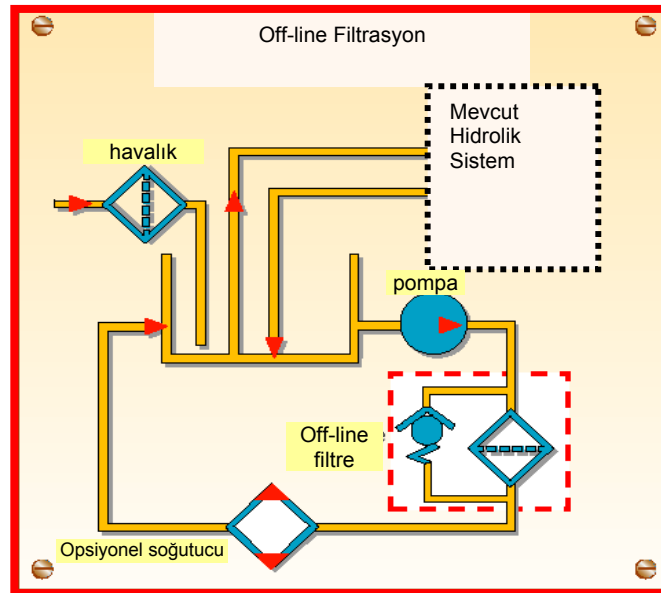
Basınç filtrelerinin ve dönüş filtrelerinin dupleks versiyonları bulunmaktadır. Dikkate alınması gereken özelliği sürekli filtrasyonun sağlanmasıdır. İki veya daha fazla filtre kabı valflerle birbirinden ayrılmakta ve herhangi bir elemanın servise ihtiyacı olduğunda diğeri devreye girerek sürekli filtreleme sağlanmaktadır. Kirli filtre elemanı değiştirilerek yerine montajı yapılır ve diğeri kirlenene kadar boşta bekletilir. Bu tip dupleks filtrelerin valflerinde, herhangi bir akış blokajına sebebiyet vermemek için açık merkez geçişli olan valfler kullanılmalıdır.



Şekil 26. Dönüş hattı filtresi seçimi örnekleme

8.4. Off-line Filtrasyon

Kapalı devre olarak yağın sirkülasyonunun yapılması veya yardımcı filtrasyon diye adlandırılır. Bu tip filtrasyonda ana makinanın hidrolik sisteminden tamamen bağımsız bir çalışma söz konusudur. Off-line filtreleme sisteminde pompa, filtre, elektrik motoru ve sisteme uygun bağlantı elemanları mevcuttur. Tüm bu ekipmanlar sistemden ayrı olarak yerleştirilmişlerdir ve soğutucu ilavesi yapılarak ta kullanılmaktadırlar. Akışkan sürekli olarak pompa tarafından emilerek filtreden geçirilmekte ve daha sonra tekrar tanka dönmektedir. Bu tip çalışma kusursuzluk etkisi göstererek akışkanın kirlilik seviyesini sabit hale getirmektedir.



Şekil 27. Off-line filtrasyon sistemi

Tablo 11. Filtrelerin kullanım yerlerine göre karşılaştırılması

Filtre Elemanlarının ve Yerleşim Yerlerinin Karşılaştırılması		
Filtre Yerleşimi	Avantajları	Dezavantajları
Emiş Filtresi	<ul style="list-style-type: none"> •Pompanın korunması için son şanstır •Bakımı oldukça kolay bir ekipmandır. 	<ul style="list-style-type: none"> •Kaba filtre elemanı kullanılmalı veya basınç düşümünü azaltmak için büyük boyutlu seçilmelidir. •Maliyeti nispi olarak yüksektir. •Pompadan gelebilecek aşınmış parçalara karşı sistemi koruyamaz. •Birçok değişken debili pompa için uygun değildir ve imalatçılar tarafından tavsiye edilmezler.
Basınç Filtresi	<ul style="list-style-type: none"> •Özel ekipmanların korunmasını sağlar. •Sistemin genel temizlik seviyesine katkıda bulunur. •Yüksek verimlilikte, çok iyi filtrasyon yapacak filtre elemanları mevcuttur. •Pompadan gelebilecek parçaları yakalayabilirler. 	<ul style="list-style-type: none"> •Filtre gövdesi, toplam sistem basıncını karşılayabilecek kapasitede olup bu oranda pahalı bir ekipmandır. •Çalışan ekipmanlardan gelecek kirliliği yakalayamazlar.
Dönüş Filtresi	<ul style="list-style-type: none"> •Arızalı silindirlere ve aşınmış ekipmanlardan gelebilecek kirliliğe karşı tanka dönmeden önce sistemi korurlar. •Düşük çalışma basıncı olduğu için maliyeti düşüktür. •Hat tipi ve tank üzeri bağlantı yapılabilme kolaylığı vardır. 	<ul style="list-style-type: none"> •Pompadan gelecek kirliliğe karşı sistemi koruyamaz. •Dönüş hattındaki dalgalanmalardan dolayı filtrelerin performansı etkilenir. •Direkt olarak hassas ekipmanları koruyamaz. •Nispi olarak maliyeti yüksektir.
Off-line Filtrasyon	<ul style="list-style-type: none"> •Sistemi kapamadan sürekli olarak filtrasyonun yapılması sağlanabilir. •Ana sistem durdurulmadan servis işlemleri tamamlanabilir. •Sistem üzerinde basınç dalgalanmaları olmadığı için filtre elemanının performansı ve ömür değerleri oldukça iyidir. •Özel temizlik seviyelerine ulaşabilme ve bu seviyeyi koruyabilme. •Soğutucu sistemi ilave edilerek ortak çalışma yapılabilme kolaylığı. 	<ul style="list-style-type: none"> •Kurulum maliyeti yüksektir. •Sistemin yerleşimi için ilava bir alana ihtiyaç vardır. •Direkt olarak ekipmanları koruyamaz.

Filtrasyon Gerçeği: Off-line filtrasyonda pompanın debisi; ana yağ tankının minimum % 15-20 değeri kadar olmalıdır. Sistemin temizlik seviyesi ise, direkt olarak sistem filtresinin üzerinden geçen akışkanın miktarı ile orantılıdır.

9. AKIŞKAN ANALİZİ

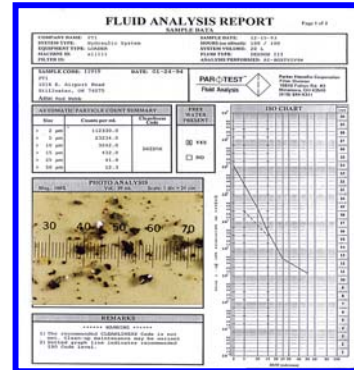
- Kağıt Testi
- Taşınabilir Partikül Sayıcı
- Laboratuvar Analizi

Akışkan analizi iyi bir bakım programının başlıca yapılan işlemlerinden birisidir. Akışkan analizi ile, imalatçının belirttiği akışkan özelliklerine ulaşması, akışkanın bileşiminin tespit edilmesi ve genel sistem temizlik seviyesine karar verilmesini sağlar.

Kağıt testi esasta görsel bir analiz metodudur. Genellikle, alınan numunenin özel bir kağıt eleman üzerinden geçirilerek mikroskop altında ISO standartlarına göre renk ve içerik karşılaştırılması yapılmaktadır. Bu karşılaştırmada sistemin temizlik seviyesi "geçti" veya "geçmedi" şeklinde hesaplanır. Diğer bir yöntemde ise test kağıdı üzerindeki aktüel kirlilik mikroskop altında sayımı yapılarak ISO temizlik seviyesi tespit edilir. Her iki yöntemde de insan faktörü için içerisinde olduğu için hata payı oldukça yüksektir.



Taşınabilir partikül sayma sistemi, akışkan analiz yöntemlerindeki son ve önu açık bir gelişmedir. Lazer ışığı altında optik olarak 2 mikrona kadar parçacıkların sayımı rahatlıkla yapılabilmektedir. Bu teknolojinin avantajı zamandan bağımsız olarak, hassasiyeti, tekrarlanabilirliği yüksek ve taşınabilir olmasıdır. Test seviyesi genellikle bir dakikanın altındadır. Lazer partikül sayıcı genellikle, partikül sayısı ve temizlik seviyesini vermektedir. Bazı modellerde viskozite ve su miktarını veren cihazlar da mevcuttur.



Laboratuvar analizinde akışkan ile ilgili tüm özellikler tespit edilmektedir.

Viskozite

Nötralizasyon numarası

Su miktarı

Partikül sayımı

Spektrometrik analiz(aşındırıcı ve ilave maddelerin miktarı, ppm)

Eğilim Grafiği

Fotomikroskop

Tavsiyeler

Sistemden, temiz bir kap içerisinde numune yağ alınmakta ve bu yağın hangi sisteme ait olduğu dikkatli bir şekilde yazılmaktadır. Bu yağ alım işlemleri ile ilgili standartlar en ince ayrıntısına kadar belirtilmiştir. Akışkan ile ilgili tüm bilgiler bu analiz metodunda kolaylıkla tespit edilebilmektedir, fakat böyle bir laboratuvarın kurulum maliyetleri oldukça yüksektir.

SONUÇ

Hidrolik sistemlerde, çalışma maliyetlerini ve sistem performansını artırabilmek için iyi koruyucu bakım planı uygulamak gerekmektedir. Bu planı uygulayabilmek için sistemlerdeki arızaların nedenleri, kaynakları ve önleme yöntemleri iyi bir şekilde tespit edilerek, gerekli önlemler alınmalıdır. İyi bir filtreleme sistemi, zamanında yapılan eleman değişiklikleri, akışkanın belirli periyotlarla analiz edilmesi vb. yöntemler, yüksek maliyetlerle kurulan hidrolik sistemin ömrünü uzatacak ve gereksiz zaman (işgücü) kayıplarını ortadan kaldıracaktır.

KAYNAKLAR

- [1] "The Handbook Of Hydraulic Filtration" PARKER Hannifin Corporation Hydraulic Filter Division
- [2] "Filtration Technology" Bulletin 0241-B1 PARKER Filtration
- [3] "Premier Product Catalogue" Catalogue 7.1997 PARKER Filtration

ÖZGEÇMİŞ

Salih EMANET

1972 yılında Sakarya ili Karasu ilçesinde doğdu. İlk, Orta ve Lise eğitimini burada tamamladı. 1994 yılında Y.T.Ü Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. İzmir Tersanesi Komutanlığında 1996 yılında askerlik görevini tamamladı. Sırası ile Piomak A.Ş. ve Denison Hidrolik firmalarında proje mühendisi olarak çalıştı. 1998 yılından itibaren Hidroser A.Ş.'de proje ve satış mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.