

# HİDROLİK VE YAĞLAMA YAĞLARINDA KİRLİLİĞİN ÖNEMİ

**İbrahim H. ÇAĞLAYAN**  
**Remzi KURT**  
**Yusuf ÖZKÜRKÇÜ**

## ÖZET

Yağlama ve hidrolik yağları, makinalar için çok önemli olmakla beraber, işletmelerde yeterince önem verilmemekte ve genellikle yanlış uygulamalara maruz bırakılmaktadır. Özellikle yağ kirliliği konusunda filtre seçiminden öte bir çalışma çoğu kez yapılmamaktadır. Bu makalede, yağ kirliliğinin tanımı, kullanılan uluslararası standartlar, yağların nasıl kirlendiği anlatılmakta ve yağ kirliliğinin neden ölçülmesi gerektiği en belirgin nedenlerle cevaplandırılmaktadır. Ayrıca, Türkiye’de ve dünyada sanayiden verilen örneklerle yağ kirliliğinin azaltılması ile elde edilen kazançlar istatistiki olarak verilmektedir.

## GİRİŞ

Makinalarda kullanılan yağlama yağlarının temel görevi karşılıklı çalışmakta olan iki yüzeyi birbirinden ayırmak; hidrolik yağlarının ise sıkıştırılmaz bir sıvı olan yağla güç veya sinyal iletmektir.

Yapılan araştırmalarda makina arızalarının önemli bir bölümünün yağlamayla ilgili olduğu ortaya çıkmıştır. Bu araştırmalarda kirliliğin özellikle çalışan yüzeylerin aşınması nedeniyle mekanik arızalara, hidrolik sistemlerinde ise valf arızaları ve yağ kaçaklarına neden olduğu anlaşılmıştır.

Yağ kirliliğinin tanınması, tanımlanması ve giderilmesi işletmelere yağın kullanıldığı her yerde hem tüketilen yağ miktarı açısından, hem makina arızalarının sıklığı açısından hem de makina ömrü açısından büyük yararlar sağlamaktadır.

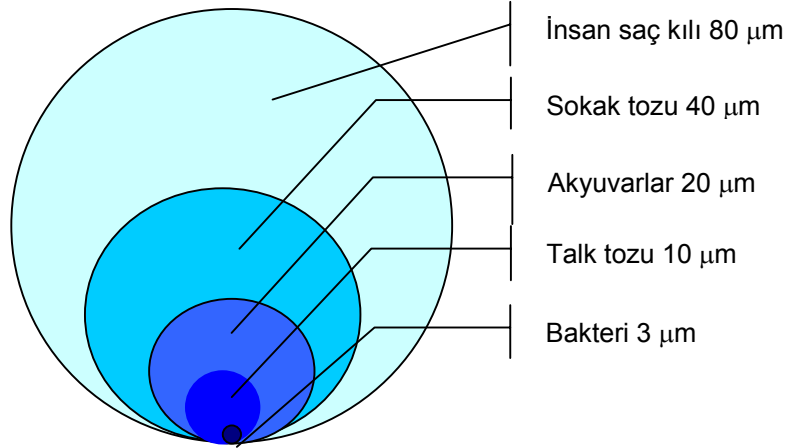
Bu bildiride, yağ kirliliğinin tanımı ve izlenmesi ile ilgili bilgi ve örnekler sunulmaktadır.

## YAĞ KİRLİLİĞİ NEDİR?

Yağlarda kirlilik, yağa baz yağ ve katkı maddeleri dışında karışan her türlü katı, sıvı ve gaz halindeki maddeler ve ısı transferi ile enerji katkısı olarak tanımlanabilir. Bu bildiride sadece katı maddeleri inceleyecek ve bundan sonra “kirlilik” tanımıyla sadece katı maddeleri tanımlamış olacağız.

Yağ kirlilik partikülleri, işletme ortamında bulunabilecek kimyasal tozları, çevre tozları olabileceği gibi yağın kullanıldığı sistemin aşınmasından kaynaklanan partiküller de olabilir. Yağda kirlilik denilince 0.5 µm ile 100 µm arasında partiküller kastedilmektedir. Ancak, genel uygulamada kullanılan çerçeve 2 ila 50 µm arasındaki partiküllerdir.

Karşılaştırma amacıyla şu büyüklükler kullanılabilir:



Kirliliği tanımlamak için değişik standartlar kullanılmaktadır. ISO4406, Amerikan askeri standardı MIL-STD1246A, NAS1638, SAE749 ve ACFTD standartları arasında en fazla kullanılanlar NAS ve ISO'dur.

### YAĞ KİRLİLİĞİNİN ÖLÇÜSÜ NEDİR?

Yağ kirliliği konusunda, henüz TSE Standartları arasında yayınlanmamış olmakla birlikte, ISO Standartları arasında yayınlanmış ISO4406 standardı mevcuttur. Bu standartta, yağın içinde bulunan yağ partiküllerinin sayısının tanımlanması için bir kod geliştirilmiştir. Bu koda göre, bir "taksim=bölü" işaretiyle ayrılan iki rakam kullanılmaktadır: a/b gibi.

Bu tanımda "a" yağ numunesinin 1 mL (mililitre)'sinde bulunan 5 mm veya daha büyük parçaların sayısını tanımlayan bir rakam, "b" ise yine yağ numunesinin bir mL'sinde bulunan 15 mm veya daha büyük partiküllerin sayısını tanımlayan bir rakamdır. Aşağıdaki tabloda, bu rakam tanımları gösterilmektedir.

**ISO4406'ya göre Parçacık Kirlilik Kodları  
(1 mL'de >5 µm veya >15 µm parçacık adedi karşılığı)**

a veya b	Alt Sınır	Üst Sınır
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

Bir yağın ISO kirlilik kodu, 20/16 olarak ifade edildiğinde, bundan anlaşılır: Bu yağın bir mililitresinde 5 mm partiküllerden 5.000-10.000 arasında bir sayıda parçacık bulunduğu, 15 mm parçacıklardan ise 320-640 arasında bir sayıda parçacık bulunduğu anlaşılır. ISO standartları bazen sadece 10 mm'luk parçacıkların sayısı verilerek ifade edildiği gibi, bazen hem 2 mm, hem 5 mm ve hem 15 mm parçacıkların sayısı a/b/c şeklinde verilmektedir. Bu son tarif edilen kodlama henüz sanayide kabul görmemiştir. En çok kullanılan tanım a/b şeklinde olan tanımdır.

### NAS Parçacık Kirlilik Kodları

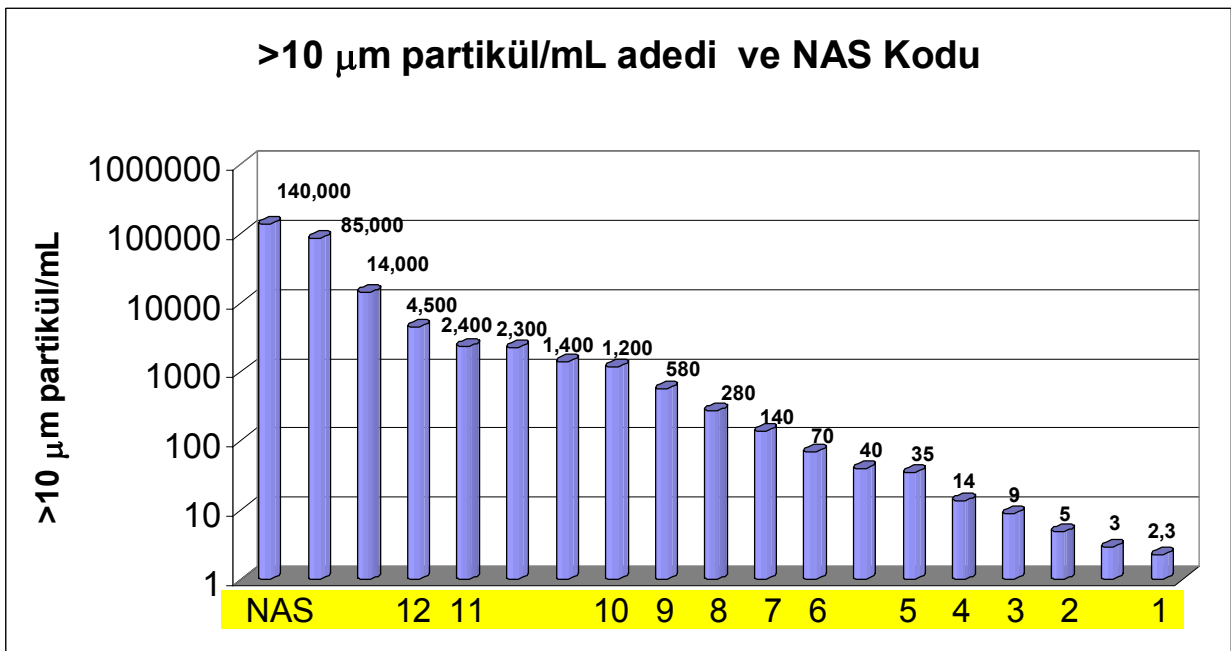
(1 mL'de >10 µm parçacık adedi karşılığı)

NAS Kodu	Parçacık adedi
12	4,500
11	2,400
10	1,200
9	580
8	280
7	140
6	70
5	35
4	14
3	9
2	5
1	2

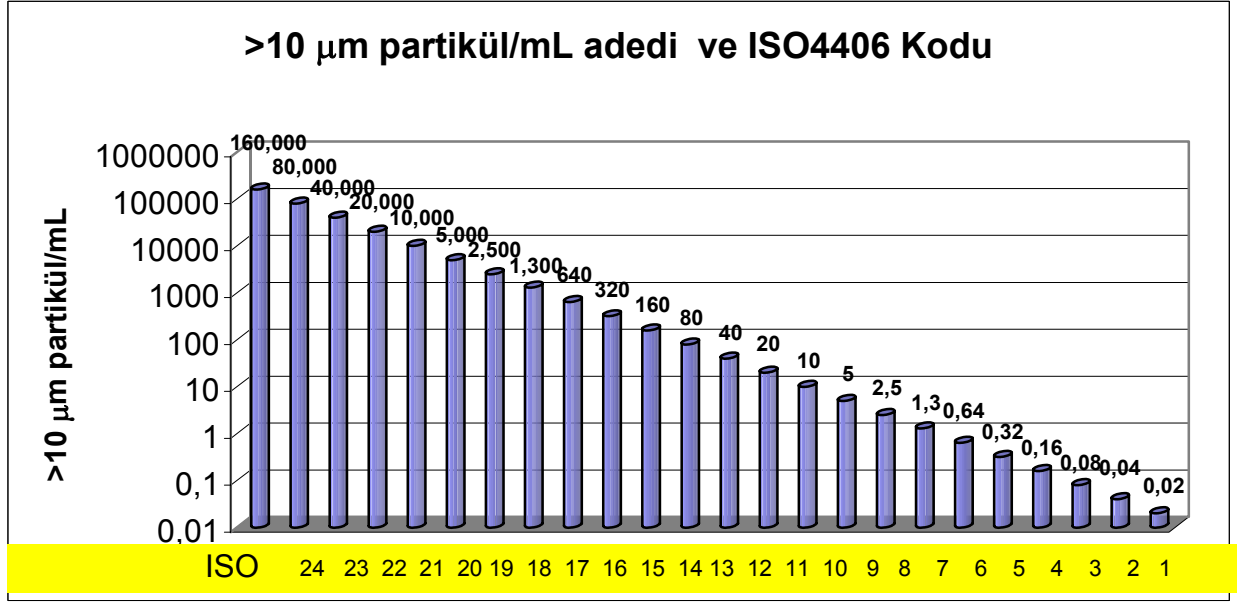
### ISO ve NAS Kodları Karşılaştırması

ISO	NAS
21/18	12
20/17	11
19/16	10
18/15	9
17/14	8
16/13	7
15/12	6
14/11	5
13/10	4
12/9	3
11/8	2
10/7	1

Bakınız Şekil 1 ve Şekil 2.



Şekil 1.



Şekil 2.

## YAĞ NEDEN KİRLENİR?

Yağların kirlenmesi birçok şekilde olabilir:

- 1- Baz yağ ve katkı maddelerinde bulunan ve imalattan gelen kirlilik

Türkiye’de baz yağ sadece Tüpraş Aliağa Rafinerisi’nde üretilmektedir. Bu nedenle ithal olmayan her marka ve her cins madeni yağın baz yağı bu rafineriden temin edilmektedir. Modern rafinasyon tekniğinin gerektirdiği her türlü konuya titizlik gösteren bu rafinerimizin ürettiği yağların temizliğine de dikkat ettiği kuşku götürmez. Ancak, bu işlemler konusunda detaylı bilgiye sahip değiliz.

Ayrıca, baz yağı yağ üreticisine taşıyan tankerlerin tanklarının söz konusu ettiğimiz standartlar doğrultusunda ne denli temizlendiği hakkında da elimizde bir bilgi yoktur.

- 2- Baz yağ ve katkı maddelerinin depolanmasından gelen kirlilik

Daha önce de belirtildiği gibi, yağ Türkiye’de sadece bir rafineride imal edilmektedir. Yağın orada imal edilişi, tankerlere yüklenişi, tankerlerle yağ imalatçısına gidişi, baz yağa katkı katılması, tekrar varillerin kullanıcılara yollanması sırasında kirlilik karışması çok kolaydır.

Türkiye’de bilginiz dahilinde olan sadece 3 tane varil imalatçısı vardır. Bu imalatçıların varilleri ISO standardında temizleme işlemine tabi tuttuklarına dair elimizde bir bilgi yoktur. Kaldı ki, kullanıcıların depolamalarında da büyük sorunlar yaşanmaktadır. Ancak, bunun detayları bu bildirinin ilgi alanı dışındadır.

- 3- Yağların kullanıldığı sistemin imalatından veya çalışmasından gelen kirlilik

Her makinanın imalatından sonra sisteminde kalmış olan kirliliğin “flushing” işlemi ile temizlenmesi gerekir. Bu işlem ne kadar iyi yapılırsa yapılsın sistemde kirlilik kalır ve bu kirliliğin temizlenmesi gerekir.

Her sistem çalışırken mutlaka kirlilik üretir. Hidrolik sistemlerde en büyük kirlilik kaynağı hidrolik pompalardır. O nedenle, hidrolik pompa seçiminde özellikle kaliteli pompalar seçmeye dikkat etmek gerekir.

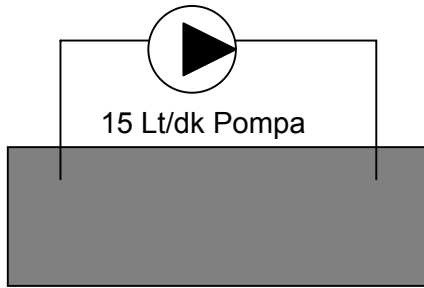
4- Çevreden gelen kirlilik

Yağın kullanıldığı ortamda özellikle yağ tankının atmosfere açık olmasından, ilave edilen yağın kirlilik içermesinden kaynaklanan kirlenmelerde çevre tozu vardır. Bunun en başında gelen neden yağ tanklarının havalandırma borularının atmosfere açık olması, yağ ilavesi için kullanılan boşaltma tenekesinin kirlenmesi gelir. En büyük kirlilik kaynağı elbette yeterince contalanmamış yağ tanklarıdır.

5- Yağların kullanıldığı sistemin ürettiği kirlilik

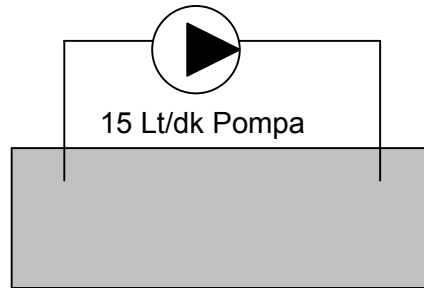
Yağ sirküle edilen her sistemde dahili olarak aşınma parçacıkları üretilir. Bunlar da yağa kirlilik olarak eklenir ve daha fazla aşınmaya neden olurlar.

Kirliliğin boyutuna bir örnek olması için şu örneği verebiliriz:



**ISO 21/18**  
Bir yılda dönen kirlilik miktarı  
**3,963 Kg**

Beklenen pompa ömrü  
**2 yıl**



**ISO 14/11**  
Bir yılda dönen kirlilik miktarı  
**22 Kg**

Beklenen Pompa Ömrü  
**14 yıl**

Görülebileceği gibi, yağ kirliliği makina ömründe çok büyük farklılık yapmaktadır.

**YAĞ KİRLİLİĞİ NEDEN ÖLÇÜLMELİDİR?**

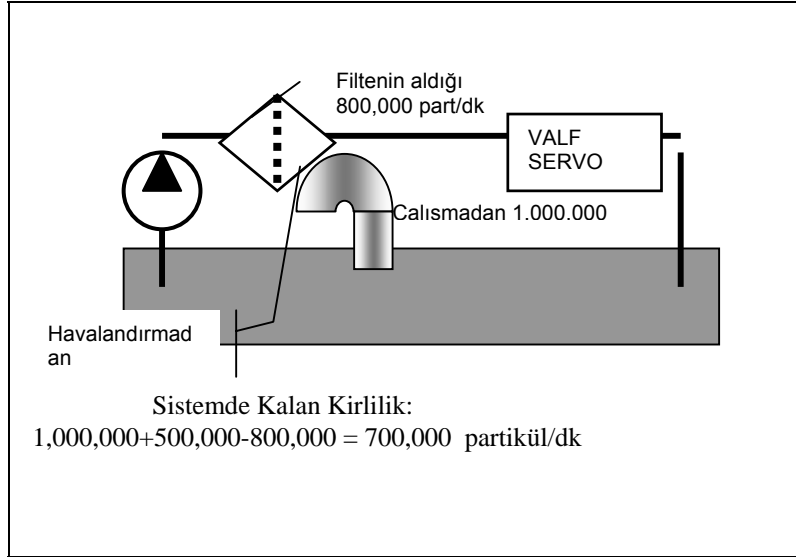
**Neden 1: Makina Ömrünü Uzatmak, Makina Arızalarını Azaltmak İçin!**

Yukarıdaki örnekte de görüleceği gibi makina ömrü ile yağ kirliliği arasında çok yakın bir ilişki vardır. Bu bildirinin özünü oluşturan bu konuda daha detaylı bilgi ileriki satırlarda verilecektir.

**Neden 2: Filtre Sisteminin Verimli Çalışıp Çalışmadığını Kontrol Etmek İçin!**

Makina imalatında filtrasyon sistemleri genellikle yetersiz olarak dizayn edilmektedir. Çünkü birçok imalatçı dizaynını makinalarında olması gereken temizlik seviyesine göre dizayn etmemektedir. Yağ filtrasyonunu yapacak yeterlilikte ve fakat makinanın fiyatını olumsuz yönde etkilemeyecek en ekonomik pompa sistemi seçilmektedir.

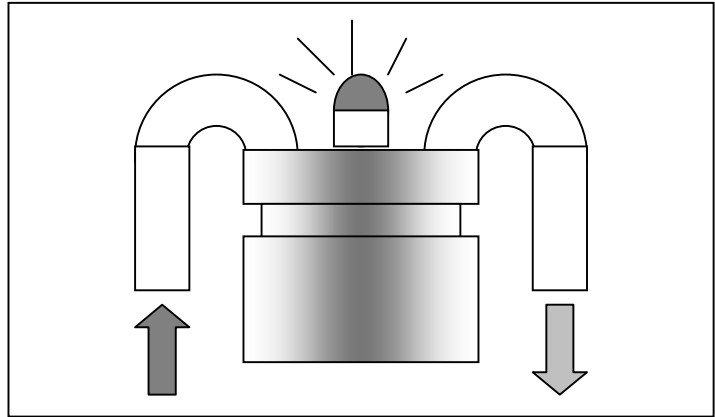
Filtre sisteminin verimli çalışıp çalışmadığı ancak kirlilik bilançosu çıkarılırsa bulunabilir. Bu da kirlilik ölçülerek yapılabilir.



### Neden 3: Filtre Sisteminde Arıza Olup Olmadığını Kontrol Etmek İçin!

Filtre sistemlerinin çoğunda filtre değişimi belli kullanım süresine göre yapılmaktadır.

Daha iyi filtre sistemlerinde ise diferansiyel basınç transdüserleri kullanılmakta olup, bunlar giriş çıkış basınçları arasında filtrenin tıkanması nedeniyle fark arttığı zaman belli bir basınç farkında ışık yakarak vs filtrenin tıkanmakta olduğunu gösterir.

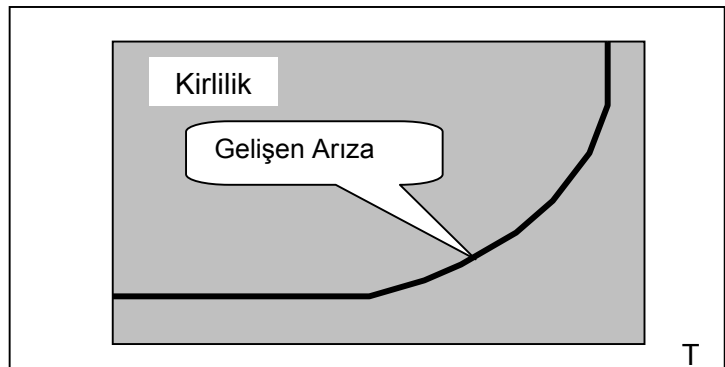


Ancak, filtre yırtıldığında veya delindiğinde basınç farkı sıfırlanacağı için bu tip bir arızayı bulmak mümkün olmayacak, bu arada toplanmış olan tüm kirlilikler sisteme salınacaktır. Bu durumda hemen müdahale etmek gerekecektir.

### Neden 4: Arızaları Gelişme Safhasındayken Yakalamak İçin!

- ❖ Yağın bozulması,
- ❖ Rulman arızası,
- ❖ Dişli kutusu arızası,
- ❖ Pompa arızası,
- ❖ Korozyon,
- ❖ Piston ve silindir arızaları,
- ❖ Motor arızaları

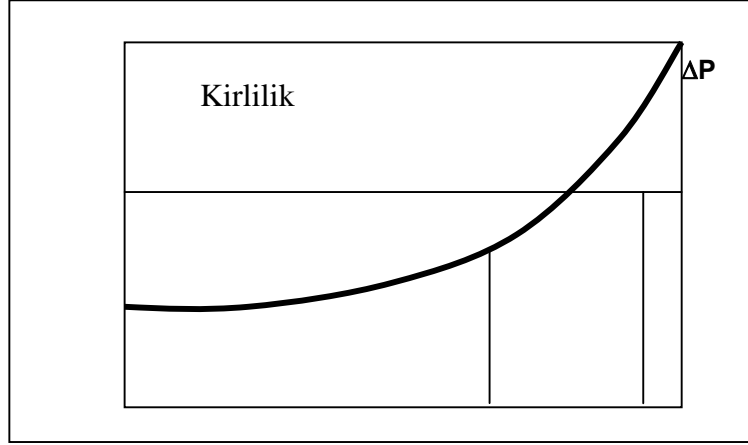
Hepsi yağa kirlilik salarlar. Gelişmekte olan arızalar kirlilik ölçümü yapılırsa problem büyümeden yakalanabilir.



### Neden 5: Filtre Değişimine Karar Vermek İçin!

Filtre kirlilik indikatörleri basınç farklılığına bağlı olarak çalışır; oysa, doğrusu filtrenin kirlendiğinde değiştirilmesidir.

Kirlilik seviyesinin ölçülmesi buna imkan verir.



### YAĞ KİRLİLİĞİ NEDEN ÖNEMLİDİR?

Eğer, birbirlerine karşı çalışan iki yüzey arasında “film” tabakası oluşturan yağ bozulmasa “teorik olarak” bu iki yüzeyin hiç aşınma olmadan çalışması mümkün olabilecektir. Ancak, birçok teori gibi bu teori de gerçek hayattaki durumdan uzaktır; çünkü, karşılıklı çalışan yüzeylerde aşınma mutlaka görülmektedir.

Yüzeylerde aşınma olması yağ filminin “yırılması” sonucu meydana gelmektedir. Aradaki ince yağ filmi yırtılınca, metal yüzeyler birbirlerini işlemekte ve aşınma ile birlikte makina arızaları ortaya çıkmaktadır. Olayın tribolojik yönü, bir başka makalede incelenecektir. Olayın yağla ilgili yönü ise bu yazının konusudur. Öyleyse, yağ filmi neden yırtılmaktadır?

Yağ filmi yağın kalitesinin değişmiş olmasından kaynaklanır. Yağın kimyasal ve fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişiklikler sonucu yağ, örneğin viskozite düşmesi sonucu yüzeylerin birbirlerine uyguladığı yükü kaldıramamakta ve yırtılmaktadır. Öyleyse, yağın özellikleri neden değişmektedir.

*Yağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişmesinin nedeni yağın kirlenmesidir. Bu kirlilik kaynakları, daha önce listelenmiş olan, parçacık, ısı, nem gibi unsurlar olabilir.*

Yağın kirliliğinin, yağın viskozitesini düşürmesi ve yağlanmakta olan bir rulmanın ömrü üzerine etkileri bir rulman firmasının bir araştırmasında en çarpıcı şekliyle ortaya konmuştur. Bu rapordan aldığımız verileri normalize ederek sunduğumuz, Tablo 2. Bağlı rulman ömrünün, yağ viskozitesi ve kirliliğinden etkilenmesini en bariz şekliyle ortaya koyuyor.

**Tablo 2.** Rulman ömrü ile yağ viskozitesi ve kirliliğinin ilişkisi

**Bağıl Rulman Ömrü**

Rulman Tipi	Viskozite, olması gerekenin %50'si (Rulman birim ömür)	Viskozite, olması gereken (Rulman birim ömür)
Bilyalı rulman		
Yağ çok temiz	6	80
Yağ normal	2.5	50
Yağ kirli	0.6	2.5
Masuralı rulman		
Yağ çok temiz	0.6	5
Yağ normal	0.3	1.8
Yağ kirli	0.2	0.4

Görüldüğü gibi, viskozitesi düşük yağ kullanmak, rulmanı “ölüme mahkum etmek” demektir. Genel kural olarak, şu prensibi kullanabiliriz.

*Kirli yağ kullanmak, viskozitesi %75 düşük yağ kullanmak demektir. Yağ viskozitesinin %50 azalması, rulman ömrünü 20’de 1’e düşürmekte, diğer bir deyişle, rulman ömrünü %95 azaltmaktadır.*

Makina elemanlarında, örneğin hidrolik sistemlerde yağ kirliliği ile sistem ve eleman ömrü arasında bir başka ilişki de aşağıdaki tabloda verilmiştir. Burada, en sol sütundaki “Yağın Mevcut Kirlilik Kodu (ISO)” Eğer, yağın filtre edilerek kirliliği azaltılırsa ve sütunlardan seçilecek herhangi bir koda indirgenirse, komponentin ömrünün kaç kat artacağı gösterilmiştir.

MEVCUT	<b>Hidrolik Sistem ve Komponent Ömür Uzama Faktörü</b>								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26/23	23/21	22/19	21/18	20/17	20/17	19/16	19/16	18/15	18/15
25/22	23/19	21/18	20/17	19/16	19/15	18/15	18/14	17/14	17/14
24/21	21/18	20/17	19/16	19/15	18/14	17/14	17/13	16/13	16/13
23/20	20/17	19/16	18/15	17/14	17/13	16/13	16/12	15/12	15/11
22/19	19/16	18/15	17/14	16/13	16/12	15/12	14/11	14/11	14/10
21/18	18/15	17/14	16/13	15/12	15/11	14/11	14/10	13/10	13/10
20/17	17/14	16/13	15/12	14/11	13/11	13/10	13/9	12/9	12/8
19/16	16/13	15/12	14/11	13/10	13/9	12/9	12/8	11/8	11/8
18/15	15/12	14/11	13/10	12/9	12/8	11/8			
17/14	14/11	13/10	12/9	12/8	11/8				
16/13	13/10	12/9	11/8						
15/12	12/9	11/8							
14/11	11/8								
13/10	11/8								

Yukarıdaki örnekte, bir hidrolik sistemde yağın ISO kodu 17/14 iken 11/8 düşürülebilirse, bu hidrolik sistemin ömrünün 6 kat artacağı gösterilmektedir.

Buna benzer tablolar rulman ve dizeller için de mevcuttur. Yapılan araştırmalar sonucu elde edilen bu tablolarda, yağ kirliliği ile komponent ömrünün ilişkisini gözler önüne sermektedir.



MEVCUT	<i>Rulman Ömür Uzama Faktörü</i>								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26/23	22/19	20/17	18/15	17/14	16/13	15/12	15/12	14/11	14/11
25/22	21/18	19/16	17/14	16/13	15/12	14/11	14/11	13/10	13/10
24/21	20 /17	18/15	17/14	16/13	15/12	14/11	13/10	13/10	12/9
23/20	19/16	17/14	15/12	14/11	13/10	13/10	12/9	11/8	11/8
22/19	18/15	16/13	14/11	13/10	12/9	11/8	11/8		
21/18	17/14	15/12	13/10	12/9	11/8	11/8			
20/17	16/13	14/11	13/10	11/8					
19/16	15/12	13/10	11/8						
18/15	14/11	12/9							
17/14	13/10	11/8							
16/13	12/9								
15/12	11/8								
14/11	11/8								
13/10	11/8								

MEVCUT	<i>Dizel Motorlar Ömür Uzama Faktörü</i>								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26/23	23/20	22/19	21/18	20/17	20/17	19/16	19/16	18/15	18/15
25/22	22/19	21/18	20/17	19/16	19/16	18/15	18/15	17/14	17/14
24/21	21/18	20/17	19/16	19/16	18/15	17/14	17/14	16/13	16/13
23/20	20/17	19/16	18/15	17/14	17/14	16/13	16/13	15/12	15/12
22/19	19/16	18/15	17/14	16/13	16/13	14/11	14/11	14/11	14/11
21/18	18/15	17/14	16/13	15/12	15/12	14/11	14/11	13/10	13/10
20/17	17/14	16/13	15/12	14/11	13/10	13/10	13/10	12/9	12/9
19/16	16/13	15/12	14/11	13/10	13/10	12/9	12/9	11/8	11/8
18/15	15/12	14/11	13/10	12/9	12/9	11/8			
17/14	14/11	13/10	12/9	12/9	11/8				
16/13	13/10	12/9	11/8						
15/12	12/9	11/8							
14/11	11/8								
13/10	11/8								

Burada sorulması gereken önemli bir soru da şudur:

Makinamızda kullandığımız yağın ölçümünü yaptırдық. Ancak, yağımızın sahip olması gereken ISO kodu ne olmalıdır? Hangi makinada ne kadar kirliliğe müsaade edilebilir? Bu nasıl bulunur? Maalesef, bu sorunun yanıtı makina üretici firmaları tarafından henüz verilmemektedir. Bunun ampirik olarak hesaplanması gereklidir.

Bu sorunun cevabı yapmakta olduğumuz işin en önemli kısmıdır. Bu soruyu aşağıdaki kriterleri kullanarak hazırlayacağımız Olması Gereken Temizlik Düzeyi Saptaması ile cevaplandırabiliriz. Bunun için aşağıdaki kriterleri kullanabiliriz:

- Yağ Pompamızın Kirliliğe Duyarlılığı
- Yağımızın Çalışma Basıncı
- Yağın Yük Altına Girdiği Strok Süresinin Pompanın Çalışma Süresine Oranı
- Yağ Tipi
- Sistemdeki Servovalf Sayısı
- Yağda Su Miktarı
- Kirlilik Aşındırıcılığı
- Yağın Debisi
- Sistemin Duruş Maliyeti
- Sistemin Fiyatı
- Arızada İş Güvenliği Riski

Bu kriterlere dayanarak makinada kullanılan yağın sahip olması gereken kirlilik düzeyi tesbit edilebilir.

Bugün sanayide yağ kullanılması gereken noktalarda genellikle makina üreticisinin tavsiyeleri takip edilir. Bu en tavsiye edilecek yöntemdir; ancak, bu uygulamalarda da mühendislik şüphesini elden bırakmamak ve tavsiyenin ne kadar sağlıklı olduğunu zaman zaman sorgulamak gerekebilir.

## MAKİNA ARIZALARI ve ARIZA TEMEL NEDENLERİ

Makina arızaları, her sanayi işletmesinin hergün yüzyüze olduğu ve kaçınılmaz ve fakat giderilmesi için çaba verilmesi gereken bir olgu olduğu düşünülür. Birçok işletme bu nedenle, arızaların peşinde koşar ve daima arızaların bir adım gerisinde gider. Bu nedenle, bu işletmelerde, arıza tamirati hiç bitmez!

Bu yazının amacı, bakım türlerini tartışmak olmadığından detaya girmeden, makinalarda “sağlıklı” yağ kullanmanın hem makina arızalarının önüne geçeceği, hem de yağ masrafını azaltacağını söylemek mantıka aykırı gelmeyecektir. Önleyici Bakım (Proactive Maintenance) olarak tanımlayacağımız ve 2000’li yılların kaçınılmaz bakım yöntemi olacak bu uygulamada, yağ makina arızalarını önlemede en önemli unsurlardan biri olarak görülmektedir.

*Bir rulman firmasının ve ABD’de yapılan bağımsız bilimsel araştırmalar mekanik arızaların %42’si ile %70 arasındaki gibi yüksek bir orandaki arızanın kaynağının aslında tamamen yağa bağlı sorunlar olduğunu ortaya konmuştur.*

Öyleyse, yağ ve yağlamayla ilgili sorunlar bir Temel Arıza Nedeni teşkil etmektedirler. Bu noktada, her makinanın üreticisinin genellikle makina etiketinde veya el kitabında yapmış olduğu yağ tavsiyesi ile ilgi 3 büyük varsayımın varlığını görmek gerekir. Makina üreticisi makinasının veya tezgahının şu üç koşulun varlığını varsayarak yağ önerir ve makina dizayn ömrünü bunlara bağlı olarak hesaplar:

### ***Makina ömrü hesaplamada adı edilmeyen 3 varsayım:***

- 1- Makina normal sıcaklık derecelerinde çalışacaktır!
- 2- Makinada kullanılan yağ temiz olacaktır!
- 3- Makina kaplin ve diğer ayarları tam olacaktır!

Görüreceği gibi, makina ömrü hesaplamada kabul edilen üç unsurdan biri, “yağın temiz olduğu”dur. Ancak, sahada çalışan her mühendis bilir ki, bu nadiren geçerlidir. Öyleyse, Arıza Temel Nedeni olan aşağıdaki faktörler incelenmeye değerdir.

### **Arıza Temel Nedenleri**

- Yağ Kirliliği
- Yağ katkı Maddesi Tükenmesi
- Viskozite Bozulması veya Yanlış Yağ
- Balans Bozukluğu ve/veya Kaplin Ayarsızlığı
- Yanlış Montaj
- Aşırı Isınma
- ve diğerleri

Yukarıdaki nedenler giderildiği takdirde, makina arızalarının %90’ının önüne geçmek ve makina ömrünü uzatmak mümkün olabilecektir. Bu yazı, yağ kirliliği konusunu işlemeyi amaçladığından özellikle yağ kirliliği giderilmesi ile elde edilen kazançlara örnekler verilecektir.

## YAĞ KİRLİLİĞİ TAKİBİ UYGULAMALARI

Özellikle yağın kalitesini denetleyerek sürdürülmekte olan Önleyici Bakım uygulamalarından son on yılda çok etkileyici sonuçlar alınmıştır. Bunların bazıları aşağıda sunulmuştur.

### **Borçelik AŞ-Gemlik**

Borçelik AŞ'nin Gemlik sac çekme işletmesinde 1995'ten bu yana yağda kirlenmeyi takip etmekte ve işletmenin tüm sistemlerinde çok titiz bir şekilde filtre ishahına gitmiş bulunmaktadır. Ölçümlerimize 1998 başından itibaren başlamış bulunmaktayız. İki ayda bir işletmede yapılan kirlilik ölçümlerinin sonuçları ekibimiz işletmeden ayrılmadan teslim edilmekte, böylece işletmenin gerekli önlemleri almasında gecikilmemektedir.

İşletmenin SPM, ECL, RCM bölgelerinde kullanılmakta olan ELF OLNA DS32 ve ELF OLNA DS46 yağlarında kirliliğin önce ölçülmesi ve bu bazda yapılan geliştirme çalışmaları ile elde edilmiş sonuçlar aşağıda sunulmuştur. Bu çalışmada

- Yağ Kirliliği-Valf Arızası,
- Yağ Kirliliği-Yağ Kaçağı Arızası,
- Yağ Kirliliği-İlave Yağ Kullanımı,
- Yağ Kirliliği-Tank Filtresi Kullanımı,
- Yağ Kirliliği-Hat Filtresi Kullanımı ilişkisi incelenmiştir. Bunlarla ilgili grafikler yazının sonunda, ve bunlarla ilgili tartışma aşağıda sunulmuştur.

Borçelik işletmesinde kullanılmakta olan değişik nitelikteki filtrelerde en kalitelilerinin seçilmesine dikkat ederken 3 µm filtre kullanımına ağırlık verildi. İşletme belli bir süre değişik kaynaklarla kirlilik ölçümü yaptıktan sonra 1998 başından itibaren firmamızla çalışması sonucu dengeli kirlilik sonuçları olarak, gerektiğinde müdahalelerle işletmenin hem valf arızası ve yağ kaçaıklarını azaltmış, hem de ilave edilen yağ miktarını azaltmıştır. Yağ kirliliği kontrolü sürdürülen işletme bölgelerinden bazıları ve kullanılan yağ aşağıda verilmiştir:

1- RCM Mill	(Elf OLNA DS46)	Şekil 3a, 3b, 3c
2- SPM Mill	(Elf OLNA DS46)	Şekil 4a, 4b, 4c
3- RCM Mill AUX	(Elf OLNA DS32)	Şekil 5a, 5b, 5c
4- SPM Mill AUX	(Elf OLNA DS32)	Şekil 6a, 6b, 6c
5- ECL	(Elf OLNA DS46)	Şekil 7a, 7b, 7c

Ekte sunulmuş ve yukarıdaki ilgileri verilmiş grafikler incelendiğinde artan yağ temizliği ile, arızalardaki ve yağ kullanımındaki azalma bariz şekilde görülmektedir.

### **Duvha Kömür Madeni - Güney Afrika**

Kömür madeninde kullanılan 130-ton ve 80-ton'luk kamyonlar ve kazıyıcılar üzerinde yapılan çalışmalarda önce, hidrolik ve yağlama yağlarının kirlilik ölçümleri sürekli olarak yapıldı. Araç imalatçısının önerdiği 45 mm filtreler yerine 10 mm filtreler kullanıldı. Bu araçlarda elde edilen sonuçlar aşağıdadır.

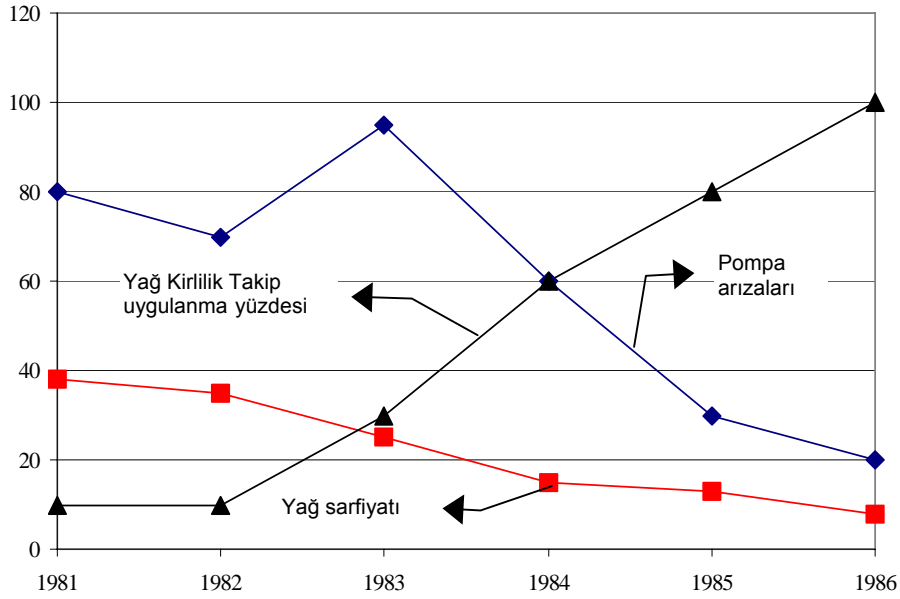
Maden Aracı	Kullanımda olduğu zaman (%)			Kullanım maliyeti (\$/saat)		
	1987	1988	1989	1987	1988	1989
130-ton taşıyıcı	71	70	73	130	107	98
80-ton taşıyıcı	77	78	85	50	68	50
Kazıyıcı	73	83	86	52	42	41

### **General Motors - ABD**

Bu büyük motor üreticisinin yaptığı bir araştırmada, dizel motorlarında silindirlere aşınmanın 40 mm filtre yerine 30 mm filtre kullandığında %50; 15 mm filtre kullanıldığında ise %70 azaldığı görülmüştür.

### **Nippon Steel Demir Çelik - Japonya**

Bu dünyanın en büyük demir çelik işletmelerinden biri olan bu işletmede yapılan 5 yıllık bir çalışmada, 170 adet hidrolik pompada kirlilik ölçümü ve takibi yapıldı. Bu çalışmalarla yağ kirliliği sadece %25 azaltıldı. Sonuç: pompaların ömrü 6 kat uzadı, pompa yenileme %90 azaldı, yağ sarfiyatı 1/4'e düştü.

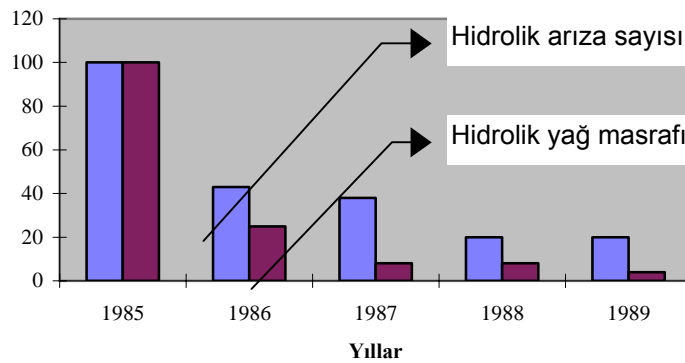


### **Kawasaki Steel Demir Çelik - Japonya**

Komple filtre sistemi ve yağ kirlilik izlenmesi ile hidrolik yağ kullanımında %80, hidrolik komponent arızasında %97 ve bakım giderlerinde büyük tasarruf sağlandı.

Kawasaki Steel Demir Çelik işletmesinde yağ kirliliğinin önlenmesi uygulaması sonuçları

#### **Kawasaki Demir-Çelik Arıza ve Masraf Grafiği**



Bu grafikte, Önleyici Bakım uygulamasına başlanılan yılda arıza sayısı ve yağ tüketiminin 100 birim olduğu varsayılarak, diğer yıllar buna göre değerlendirilmiştir.

### **Manitowoc CNC Tezgahları - ABD**

Uygulanan yağ kirliliğini azaltma programı sayesinde, 24 hidrolik pompanın birim ömrü 10.000 saatten 95.000 saate çıkarıldı. Yağ kullanımında yılda \$27,000 tasarruf sağlandı.

### **SONUÇ**

Hidrolik ve yağlama yağlarının temizliği makinaların sağlıklı ve arızasız çalışabilmesi, ömürlerinin uzun olması ve kullanılan miktar açısından çok önemlidir. Bu açıdan yağların temiz olmalarının sağlanması ve temizliğinin kısa periyodlarla ve sürekli denetlenmesi gerekir.

Sanayi uygulamalarında, bu yönde yapılan çalışmalar çok iyi sonuç vermiş ve işletmelerin bakım masrafları ve duruş saatleri azalmış, verimlilik artmıştır.

### **ÖZGEÇMİŞ**

#### **İbrahim H. ÇAĞLAYAN**

1953 Trabzon doğumlu. TED Ankara Koleji Lisesinden 1971'de mezun olduktan sonra ODTÜ Makina Mühendisliği bölümünden 1975'de mezun oldu. Yine makina mühendisliğinde, ABD'de New Hampshire Üniversitesi'nden 1977'de Master ve 1983'de Washington Üniversitesi'nden Doktora derecesi aldı. Doktora çalışmasını gemi titreşimleri üzerine yaptı. Daha sonra, Santa Barbara ve Houston'da gemi ve platform titreşimleri üzerine çalıştı. Seattle kentinde Uyarıcı Bakım konusunda hizmet veren bir şirkette beş yıl çalıştıktan sonra 1990'da Türkiye'ye dönerek VibraTek Ltd Şti'yi kurdu. Bugüne kadar, birçok araştırma makalesi yurt içi ve yurt dışı yayınlarda yayınlanmıştır. Kendisi MMO yanısıra, ABD *Titreşim Mühendisleri* ile *Yağlama ve Triboloji Mühendisleri* odalarının üyesidir. İki çocuk babasıdır.

#### **Remzi KURT**

1952 İstanbul doğumlu. İlk ve orta tahsilini İstanbul'da, makina mühendisliği eğitimini Ankara Devlet Müh. Mim. Akademisinde tamamladı. Birleşmiş Milletlerin F.A.O. teşkilatında, Milli Eğitim Bakanlığı'nda ve son 21 yıldır da Borusan Holding'in şirketlerinde hizmet vermektedir. Son 6 yıldır ise, Borçelik'te Hadde Atölyeleri Mekanik Bakım ve Yardımcı Tesisler Müdürü olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

#### **Yusuf ÖZKÜRKÇÜ**

1966 Adana doğumludur. İlk ve orta öğrenimini Adana'da tamamladı. Gazi Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden 1990 yılında mezun oldu. ABD'de Alabama Language Institute'da dil eğitimi aldıktan sonra, İstanbul Motor Piston AŞ'de Üretim, Farba AŞ'de Proje Mühendisi olarak çalıştı. Mannesman Rexroth AŞ Bursa şubesinde proje mühendisi olarak 2 yıl çalıştı. Son 4 yıldır Borçelik AŞ'de Bakım Mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.































