



Bu bir MMO yayınıdır

KESTİRİMCİ BAKIM VE ARIZA TESPİTLERİNDE AKIŞKAN ANALİZİNİN ETKİN KULLANIMI

Nazan HİÇBEZMEZ¹

¹ Parker Hareket ve Kontrol Sistemleri Ticaret Ltd. Şti.



KESTİRİMCİ BAKIM VE ARIZA TESPİTLERİNDE AKIŞKAN ANALİZİNİN ETKİN KULLANIMI

Nazan HİÇBEZMEZ

Parker Hareket ve Kontrol Sistemleri Ticaret Ltd. Şti.
Tatlısu Mah. Aracı Sok. No:6 Yukarı Dudullu 34774, Umraniye, İstanbul, Turkey
Tel :+90 216 499 70 81 Cell:+90 533 583 74 15 Fax:+90 216 499 70 77 www.parker.com

ÖZET

Günümüz endüstrisinde, makina/teçizatın verimli, uzun süreli, hassasiyetini koruyarak çalışması için, bakım ve koruma anlayışında büyük değişimler olmuştur. Yağ analizleri, tüm bu anlayışı destekleyen ve sistemin korunmasına yardımcı olan önemli unsurlardan biri haline gelmiştir.

Koruyucu ve Önleyici Bakım Sistemlerini uygulayan işletmeler, hedef kirlilik seviyesine göre sistemlerinin durumunu periyodik olarak Yağ Kirlilik seviyelerini ölçerek kontrol etmeyi sağlarlar.

Sistemlerde en büyük tahribiyata yol açan sistem arızalarının %85'i **Kirlilik** kaynaklıdır.

Yayınlanan Raporlardan örnekler verirsek;

- **Elemanların %50'si aşınma nedeniyle değiştirilme ihtiyacı duyar.**
(Dr Rabinowicz, Massachusetts Inst.of Tech)
- **Rapor edilen problemlerin %55 nedeni kirdir.**
(DTI Survey of Hydraulic Equipment)

Akışkan analizlerin etkin kullanılması sayesinde;

Ani duruşların önüne geçilmesi,
Komponentlerin ömrünü uzatma,
Sıklıkla Komponent değişimin önüne geçme,bakım maaliyetlerini azaltma,
Makinalarda arıza oluşmadan önce müdahale ve önlem alınması,
İşletim hatalarını izleme ve ortaya çıkarma,
Zamanında yağ değişimi/ilavesi
Gereksiz yağ kullanımınız azalacağından atık yağ oranında azalma



Atık yağlarınızın oluşturduğu çevre sorunlarının azaltılmasına, Isı,enerji kayıplarında azalmaya katkıda bulunur.

Toplam Akışkan Yönetmeliği: Kestirimci Bakım faaliyetlerinde yağlama ve akışkan kalitesini değerlendirmek için ölçüm ve Kontrol cihazlarıyla kullanarak aktif ve problem çözümlerine müdahalesinin önemini göstermektedir.

Abstract:

Nowadays in industry, while maintaining the machinery / equipment to work efficient, long-term and saving sensitivity, there have been major changes in the concept of maintenance and protection. With the oil analysis, all this understanding that helps to support and protect the system has become one of the most important issues.

Apply Protective and Preventive Maintenance System on site, the target system according to the level of pollution Oil Pollution levels periodically measuring the status of the control they provide.

In systems that lead to the biggest failures are as because of **85%** due to dirt.

If we give examples of published reports;

- **50% of components need replacing through wear.**
(Rabinowitz, Massachuesetts Inst. of Tech., 1981)
- **55% of problems due to dirt.**
(DTI Survey of Hydraulic equipment, 1983)

Use the effective of oil analysis goals are;

To avoid unscheduled downtime,
Extend the life of components,
Avoid the component changes and reduce maintenance expense
Determine mechanical intervals and measures before a failure occurs in,
Operating errors by monitoring and detection,
Timely oil change / addition,
Decrease the unnecessary oil change will reduce the waste oil amount,
The reduction of the environmental problems due to waste oil,
Reduce heat and energy loses contribute.

Total Cleanliness Management: Predictive maintenance activities to assess the quality of lubrication and fluid measurement and control devices and to solve problems with the active monitor shows the importance of intervention.



1. GİRİŞ

Kestirimci Bakım Faaliyetleri arasında arıza tespitlerinde periyodik olarak kontrol edilmesi gereken Yağ analizlerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- 1- Partikül Sayım Analizi
- 2- Yağda Su Analizi
- 3- Viskozite
- 4- TAN/TBN
- 5- Aşındırıcı Metallerin Tayini
- 6- Akustik Emilsiyon
- 7- Kül testi

2- Yağ Analizleri

2.1- Partikül Sayım Analizi olarak günümüzde en yaygın bir şekilde ISO 4406, NAS 1638 ve AS standartlarını temsil eden ISO 11500 Işık Ekstinksiyon Prensibi kullanılarak Otomatik Partikül Kontaminasyon Tayini gerçekleştiren ve ISO 11171 MTD tozlarıyla kalibre edilen Lazer Partikül sayacı kullanılmaktadır.

Geçmişte ISO 4407 Optik Mikroskop altında Sayım yapılarak Partikül Kontaminasyonunun tayini yapılmaktaydı. Günümüzde ise otomatik partikül Sayım cihazları yerini aldı.

Partikül Kirliliğinin kontrolü; Hat üzerinde sürekli olarak partikül dedektörleri kullanarak, laboratuvar ortamında periyodik olarak ve taşınabilir cihazlar kullanılarak ihtiyaç halinde gerçekleştirilebilir.

Otomatik Partikül Sayım cihazında en fazla kullanılan izleme tekniği, ışık karartma ya da ışık blokajıdır. Burada, tek odaklı ışık kaynağı hareket eden bir yağ sütunu (içinde ölçülmekte olan kirlenmeler bulunur) üzerinden yansıtılarak kirli maddenin görüntüsü bir foto diyot üzerine yansıtılır (ışık yoğunluğunun elektriğe değişimi).

Fotodiyot elektrik çıkışı, yağ sütununda bulunan partiküllerin boyutuyla orantılı olarak değişir; partikül ne kadar büyükse, foto diyot elektrik çıkışındaki değişim o kadar büyük olur.

On line Partikül sayım dedektörü, test edilen yağ örneği makinede bulunan yağın Kirlilik seviyesinin göstergesidir. Bu yüzden, on line Otomatik Partikül dedektör hat üzerinde sürekli olarak Kirliliği test edebileceği bir teknoloji olarak geliştirdi.

Böylelikle gelişen endüstride Hidrolik Akışkanlarda Kirlilik oldukça önem teşkil edip standartlar geliştirilmiştir. Hidrolik Akışkan Kirliliğinin tespiti tüm kontaminasyon kontrol ölçümünün temelini teşkil eder. Akışkan Kirlilik ölçüm kodlaması olarak ağırlıklı olarak NAS 1638 ve ISO 4406:1999 standartları kullanılmaktadır.

PARTİKÜL KİRLİLİĞİ KODLAMASI:

ISO 4406.2 (International Standards Organisation) 1999 Hidrolik ve Yağlama Sistemleri için Sıvı Kirlilik Kodu olarak bilinir. Günümüzde en yaygın kullanılmaya başlanmış Sıvı Kirlilik standartlarından biridir. Skala No'ları 1 ml'deki Yağ içerisindeki Partikül Sayısına karşılık gelen değeri ifade eder.

Aşağıdaki Partikül Boyutlarının Kümülatif Sayısının karşılığındaki ISO 4406:1999 değerini verir.

≥4µm(c)

≥6µm(c)

≥14µm(c)

ISO 4406:1999		
ISO Skalası	1ml'deki Partikül Sayısı Aralığı	
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

ISO 4406 kodlamasında kontaminasyon Standardının Değişimi

ISO 4406 standardı kullanımında 1987 yılında 2 basamaklı olarak ifade edilip farklı test tozu olarak ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust) kullanılmaktaydı. 5 ve 15 mikrometre üstündeki partiküllerin değeri verilirdi. 1987 yılında üçüncü bir basamak daha ilave edilip 2 mikrometre üstündeki partiküllerin sayımında ilave edildi. 1999 yılında ise standart tamamen revize oldu. NIST (National Institute of Standards and Technology) tarafından geliştirilen lisanslı bir toz olan ISO MTD (Medium Test Dust) uygulamalarda kullanılmaya başlandı. Böylelikle ACFTD tozunun boyutları olan 2,5 ve 15 mikrometreye karşılık gelen lisanslı MTD tozunun boyutları olan 4,6 ve 14 mikrometre aldı.

Chart 1 - ISO Comparison
Former two-digit ISO 4406:1987 5µm / 15µm 14 / 11
Former three-digit ISO 4406:1987 2µm / 5µm / 15µm 17 / 14 / 11
New three-digit ISO 4406:1999 4µm (c) / 6µm (c) / 14µm (c) 18 / 14 / 11

ACFTD eski 2 basamak

ACFTD eski 3 basamak

ISO MTD lisanslı 3 basamak

Bu tozların çok önemli bir rolü vardır. Hidrolik akışkan ve sistemler için temel teşkil etmektedir. Otomatik Partikül Sayaçlarının Kalibrasyonunda ve Filtre Elemanının performans Değerlendirilmesi & Geliştirilmesinde (Kir tutma kapasitesinin tayini) kullanılmaktadır.

NAS 1638 (National Aerospace Standarts) 1964

Hidrolik ve Yağlama Sistemleri için Kirlilik Seviyesinin Sınıflandırılması olarak tanımlanır. Orijinalinde Aerospace uygulamalarında kullanılan sistemlerin değil de, sadece sıvı komponentlerinin (parçalar, hatlar ve bağlantı elemanları gibi) kirlilik seviyesinin sınıflandırılması için geliştirilmiştir. Başka kirlilik sınıflandırması o zamanlarda mevcut olmadığı için NAS 1638 sıvı sistemleri için kullanıldı. NAS standardı ağır endüstrilerde en yaygın kullanılanıdır.

	NAS Sınıfı	5-15 µm	15-25 µm	25-50 µm	50-100 µm	>100 µm
Belirtilen aralıktaki (µm) Maks. Partikül adedi/100mL	00	125	22	4	1	0
	0	250	44	8	2	0
	1	500	89	16	3	1
	2	1 000	178	32	6	1
	3	2 000	356	63	11	2
	4	4 000	712	126	22	4
	5	8 000	1 425	253	45	8
	6	16 000	2 850	506	90	16
	7	32 000	5 700	1 012	180	32
	8	64 000	11 400	2 025	360	64
	9	128 000	22 800	4 050	720	128
	10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
	11	512 000	91 000	16 200	2 880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024	

Uluslararası Kirlilik Standartları

Kirliliği konu alan diğer bazı önemli ISO standartlarını şu şekilde sıralayabiliriz.

- **ISO 3722:** Sıvı Numune Kapları –Temizlik Metodunun Kontrolü ve Niteliği
- **ISO 4021:** Partiküllerle Kirlenme Analizi-Çalışmakta Olan Sistemden Akışkan Numunesi Alma Metodu
- **ISO 4407:** Optik Mikroskop altında Sayım yapılarak Partikül Kontaminasyonunun tayini
- **ISO 11500:** Işık Ekstinksiyon Prensibi kullanılarak Otomatik Partikül Sayacı ile Partikül Kontaminasyon Tayini
- **ISO 11171:** Hidrolik Akışkan Gücü- ISO MTD tozu kullanılarak Otomatik Partikül Cihazının Kalibrasyonu
- **ISO 4405:** Hidrolik akışkan gücü - Akışkan kirliliği - Parçacıkla kirlenmenin gravimetrik metotla tayini
- **ISO 4572:** Multi Pass Test metodu
- **ISO 11889:** Hidrolik Akışkan Gücü-Akışkanlar- ISO MTD kullanılarak Multipass Performans testi
- **ISO 11943:** Hidrolik Akışkan Gücü-on line sıvı otomatik partikül sayım sistemi-kalibrasyon ve validasyon 1999
- **ISO 6296:** Titrasyon Metodu ile Su tayini

2.2- Yağda Su Analizi

Yağda su, Partikül kirliliğinden sonra gelen önemli kirleticilerden biridir. Yağda su iki şekilde bulunabilir. Serbest ve Çözünmüş halde. Zira suyun içindeki oksijen, karbon ve hidrojen ile birleşerek asit yapabildiği gibi, serbest suyun bu özelliği ile temas ettiği yüzeylerde korozyona neden olmaktadır. Çözünmüş haldeki su ise yağın özelliklerini kaybetmesine neden olur. Su analizinde “ppm” (parts per million - milyonda bir) birimi kullanılır.

Laboratuvarda Yağda Su ölçümleri dört farklı metotla yapılabilir.

- 1- Karl Fischer Titrasyon Metodu
- 2- FTIR(Fourier Kızıl Ötesi Işın Metodu)
- 3- Kalsiyum Hidrid Testi
- 4- Crackle testi(Isıtma yöntemi ile Çatırtı testi)

On line hat üzerinde;

- 1- Nem Sensörü
- 2- Kızıl ötesi Sensör

Bünyesinde en yaygın, pratik ve saha uygulamalarında uygulayabileceğimiz **Kalsiyum Hidrid** testi ile çok kısa sürede Toplam Su ölçümünü gerçekleştirebiliriz. Bu yöntem, yağ örneği ve bir kimyasal madde (kalsiyum hidrür) ihtiva eden hücrede bir basınçlı değerini kullanır. Yağ içinde su, kalsiyum hidrid ile reaksiyona girer ve hidrojen gazı oluşturur. Hücre reaksiyonu hızlandırmak için kuvvetli bir şekilde çalkalanır. Bağlı olarak hidrojen gazı birikmesi basınçta bir değişme bir basınç sensörü tarafından tespit edilir ve bu da% milyonda ya da kısmen, toplam su içeriğine dönüştürülür.

Bu yöntemin avantajları çok hızlı dönüş (test başına en az 4 dakika) ve numune başına düşük maliyet vardır. Bu yöntemle $\pm 0.1\%$ doğruluk ile, 25.000 ppm 100 ppm arasında su içeriği tespit edilebiliyor.

2.3- Viskozite

Viskozite yağın en önemli özelliği olup ve minimal sürtünme kayıpları optimum film mukavemetini sağlayan metal-metal temasını önleyerek, sürtünmeye, mikro kaynağı ve yük altında çalışan komponentlerde yağlama özelliğini esas alır. Yağlarda, oksidasyon ve termal bozunmaya neden olduğu yaşlanma sonucu kalınlaşma ve viskozitede artışa yol açabilir.

Genellikle tanımlamada kinematik viskozite birimi olan cSt (centiStoke) kullanılır. Hidrolik ve dişli yağlarında viskozite açısından kullanım aralığı $-%10$ ilâ $+%20$ 'dir. Kalınlaşmış (viskozite si artmış) yağda aşırı derecede kirlilik ve/veya reçineleşme olduğunu gösterir. İncelmiş (viskozitesi azalmış) yağın viskozitesinin düşüklüğünün nedeni, su karışması, yanlılıkla ince yağ karıştırılması veya yağın yorulmasından kaynaklanan moleküler zincirlerin kopması söz konusu olabilir.

En pratik ve sahada kullanılabilen kinematik viskozite ölçümü ASTM (American Society for Testing



and Materials - Amerikan Test ve Malzeme Derneği) yöntemlerinden ASTM D445 uyumlu yuvarlama top tekniğiyle otomatik ölçümdür.

Bu yöntemde yağ numunesinin belli derece sıcaklığa getirilerek (Bu değer tipik olarak 40 ve 100 °C'de yapılır). küresel top yuvarlama yöntemi ile yerçekimi etkisi altında akması sağlanır. Tüp içinde küresel topun akış süresine bağlı olarak yağın kinematik viskozitesi sabit iki nokta arasındaki akma süresinden, yağın cSt (mm²/sn) cinsinden bulunur.

2.4- TAN/TBN

Yağlar, kullanılmaları süreci boyunca dış etkilere ve kirliliğe maruz kalır. Bu etkilerin yağdaki en önemli sonucu, yağların su ve hava ile oksitlenerek, karbon (C) ve hidrojen (H) atomlarından oluşan moleküllere oksijen (O) girişini sağlayarak, yağın asite (COOH) dönüşmesidir. Oluşan asitler yağın çalıştığı yüzeylerde aşındırıcı ve korozif etki yaratırlar. O nedenle, yağ imalatçıları yağda asitleşmeyi dengelemek için, yağın içine alkali katkı maddeleri katarlar. Bunlar genellikle Sodyum (Na), Silika (Si), Boron (b), Baryum (Ba), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Çinko (Zn) ve Fosfor (P) bileşikleridir. Yağın oksitlenmesi, dolayısıyla asit oluşumu, yağın içindeki alkali maddelerin düzeyini ölçerek değerlendirilebilir. TAN (Total Acid Number - Toplam Asit Sayısı) değeri, yağın bir mililitresindeki asidi nötralize edecek alkali madde potasyum hidroksit (KOH) titratörler kullanılarak miktarının gram olarak ifadesidir.

TBN değeri, rezerve alkali gösterdiği için yağın kullanımında sürekli düşer. Sahada veya laboratuvar ortamında çok kısa sürede bu analiz otomatik bir cihazla ilk olarak kullanılmamış yağ ile ölçüm yapıp referans kabul edilir daha sonrasında kullanılmış yağ içerisindeki asidik reaksiyon izlenip referans ile karşılaştırılarak tükenen alkali miktarı otomatik olarak cihazla tespit edilir.

2.5- Aşındırıcı Metallerin Tespiti

Çalışır sistemlerde aşınmalar söz konusudur. Çalışma esnasında sistemler, oluşan aşınmalardan yoğun oranda mikron boyutlarda metal parçacıklar üretir.

En pratik ve laboratuvar ölçekli kısa sürede bir yağ numunesindeki demir aşınma partikülleri ölçmek için tasarlanmış, son derece hassas ama sağlam manyetometreler, Demir aşınma metal partikülleri bunların içerisinde alüminyum, bakır ve nikelide tespit edebilir.

Laboratuvar ölçekli ve on line hat üzerinde anında PQ Index veya ppm birimlerinde demir aşınma parçacık konsantrasyonunu dedektörlerle izlenebilir veya sahada yada laboratuvar ortamında tespit edilebilir.

2.6- Akustik Emisyon Cihazları;

Titreşim izleme üç kategoride sınıflandırılabilir, Geniş bant vibrasyon (ISO 10816), frekans alanında Vibrasyon (VA) ve Akustik Emisyon Titreşim analizi (AE - ISO 22096)

AE - Akustik Emisyon (ISO 22096) – duyu etkisi ve stresi izleme

Akustik Emisyon geleneksel vibrasyon teknikleri altında yer alıp çok daha yüksek frekanslarda titreşim yönü yanı sıra , ses üstünde frekanslar ölçülür. Ses rulman tarafından oluşturulur ve bu makinenin yapısı vasıtasıyla yayılır.Sinyalini almak için bir sensör kullanarak, bu gürültüyü algılayabilir ve sinyal işleme yöntemleri kullanılarak, yatağın durumunu belirlemek Çatlak ya da daha doğrusu titreşim tekrarlayan senkron hareketi daha etkisinden yüksek frekanslı sinyaller aranır. Bu, ultrason iletilen ve nesnelere ile tespit edildiği ultrasonik muayene farklı tamamen pasif bir tekniktir.

Akustik emisyon ile ölçüm , makine hızı ya da yuvarlanma elemanı yapılandırmasından bağımsızdır. Bu özelliklerin bir sonucu olarak, önceden herhangi bir karmaşık veya uzun tanı girişim için başlangıç makine hasar teşhis etmek mümkündür. Potansiyel sıkıntı veya arıza durumunun uyarı sağlamak için tasarlanmıştır. Hasarın geri döndürülemez hale önce sık sık bu varlığın ömrünü m Rulman kontrol cihazı 35 rpm ve altında ölçülebilir.

2.7- Kül Testi (Çözümeyenler):

Sistemde kullanılan yağda zamanla oksitlenme ve yanması sonucu oluşan katıklar (yanma ürünleri).

Piston halkaları ve silindir gömleği aşınma ve taşıyan yüzeylerin yapışmasını, sıcak yüzeylere vernik oluşumuna neden olur.Yağın viskozitesinde artış söz konusu olur.

Kül Testi, karbon, kısmen oksitlenmiş yakıt, yağ oksidasyon ürünleri ve harcanan yağ katkı maddesi olarak yanma ürünlerini bize gösterir.

Basit ve test uygulaması kısa sürelidir.Anında görsel olarak test kağıdı üzerine birkaç damla yağ damlatıldıktan sonra kompartörde kıyaslaması yapılır.

Dizel motor ve rulmanları izleyebiliriz.

SONUÇ

Kirlilik ölçüm, anormal aşınmaların erken teşhisini, yağın servisini ve uygun koşullarda olduğu tespit etmeyi, ünitenin güvenilirliğini ve verimini arttırmayı ve en önemlisi toplam bakım maliyetlerini düşürmeyi hedefler.



KAYNAKLAR

- [1] Parker Hannifin Hydraulic Filter Division Europe FDHB289UK –Handbook of Filtration Brochure
- [2] Fitch, J (2001, March-April) Vacuum Distillation for the Removal of water and other Volatile Contaminants, Practicing Oil Analysis Magazine
- [3] Fluid Technologies Inc. National Fluid Power Association,
- [4] Contamination Control, Practicing Oil Analysis, May 2000-Dr. Leonard Bensch
- [5] ISO 4406.2 'Hydraulic Fluid Power-Fluids- Code for defining the level of contamination of solid particles,'1999
- [6] NAS 1638, 'Cleanliness Requirements of Parts Used in Hydraulics Systems', 1992
- [7] ISO 12103, 'Road Vehicles-Test dust for filter evaluation-Part 1:arizona test dust, 1997
- [8] Jack Poley Water Contamination in Oil Article, Dec 2012– Technical Director, Kittiwake Americas.
- [9] Parker Kittiwake Introductory Products Guideline, Andrew Western – Product Manager, 21 / 02 / 2013
- [10] <http://www.kittiwake.com/holyrold/>
- [11] <http://www.ppmoiltesting/QnA.htm>

ÖZGEÇMİŞ

Nazan HİÇBEZMEZ

1977 yılında İstanbul'da doğdu. 2001 yılında Marmara Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünden mezun oldu.

2001-2003 yılları arasında Tekay Kimya Ltd. Şti Kalite Kontrol Laboratuvar Sorumlusu olarak çalıştı. 2003-2004 yılında dil eğitimi için Kanada da bulundu. 2004-2005 yılında Tetra Kimya Ltd. Şti Müşteri & Teknik Destek Sorumlusu olarak çalıştı. 2005-2011 yılları arasında Pall organizasyonunun Hidrolik Akışkanlar ve Gıda&İçecek bölümünün Teknik Servisi Uzmanı / Laboratuvar Sorumlusu olarak görev yaptı. 2011 Nisan ayından beri Parker Türkiye organizasyonunda Endüstriyel Proses ve Hidrolik filtrasyon bölümlerinin Teknik Destek Uzmanı /Laboratuvar Sorumlusu olarak çalışmaktadır.