



# HİDROLİK YAĞLARA HAVA VE SU KARISMASI SONUCU KARSILASILAN PROBLEMLER VE OLASI ÇÖZÜMLERİ

Ahmet K. GÜVEN

## ÖZET

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte hidrolik sistem dizaynları da değişime uğramaktadır. Bu sebeple daha önce bazı kontaminasyonları tolere edebilen sistemler giderek daha hassas hale gelmişlerdir. Sistem içerisinde kullanılan yağın performansı sistemin çalışma şartlarını ve ömrünü de doğrudan etkilemektedir. Hidrolik yağların performansına etki eden pek çok etken bulunmakla birlikte aşağıda hava ve su karışması sonucu karşılaşılan problemler ve olası çözümleri üzerine çeşitli görüşler belirtilmektedir.

## GİRİŞ

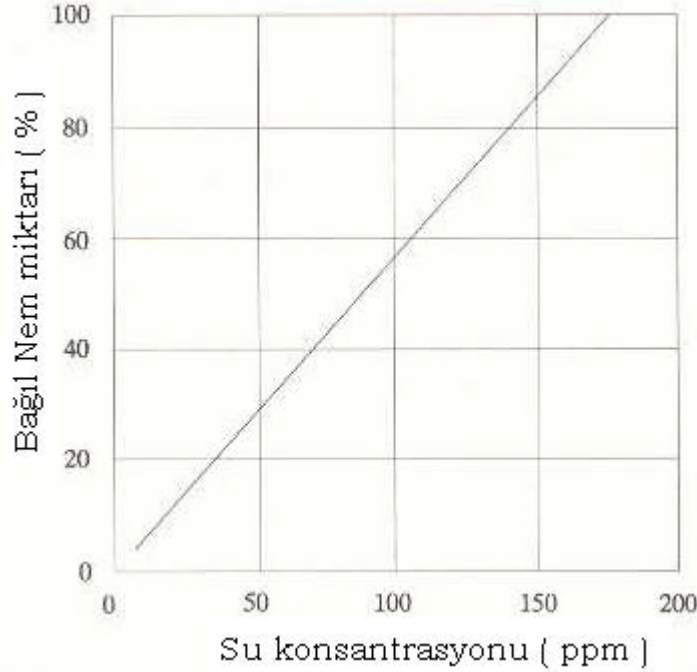
### Hidrolik Yağlar ve Su Karışması

Bazı özel uygulamalarda içerisinde su içeren yağlar hidrolik amaçlı kullanılmakla birlikte normal şartlar altında hidrolik sistemlerde su mevcudiyeti istenmeyen bir olaydır. Özellikle endüstriyel uygulamalarda sıklıkla görülen açık havalandırma sistemleri düşünüldüğünde bu işlem pratikte çok kolay olmamaktadır. Hidrolik bir yağ içerisindeki suyun kaynağını belirlemek bazı durumlarda zor olmakla birlikte olası sebepler arasında:

1. Nemli havanın havalandırma kanalları yoluyla sisteme girerek yoğunlaşması
2. Yağ soğutma sistemlerindeki kaçaklar
3. Doğru biçimde stoklanmamış ambalajlar içerisinde su ve nem girişi.

Yoğunlaşmanın söz konusu olduğu durumlarda genellikle tankin üst yüzeyinin havalandırma fanlarından gelen soğuk havaya maruz kaldığı ya da tank içerisinde mevcut soğutma kangallarının üst kısımlarının yağ seviyesinin üzerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Tipik bir hidrolik yağın absorbe edebileceği nem miktarı Şekil 1'de belirtilmiştir.

Yağ içerisindeki nem mevcudiyetinin birçok olası sonuçları olabilir. Olasılıklar arasında mekanik problemler ve paslanma ilk akla gelenlerdir. Paslanma yüzeyde ciddi asinmaları beraberinde getirdiği gibi oksidasyona sebep olarak (sludge) çamurumsu yapı meydana getirerek servo valflerin, pompaların, motorların ve diğer kritik ekipmanların arızalanmasına sebebiyet verebilir. Yağ içerisinde mevcut pas partikülleri sirkülasyon sırasında; özellikle yüksek hızların ve yön değişimlerinin söz konusu olduğu valflerde, boru dirseklerinde ve diğer noktalarda zımpara etkisi göstererek asindirici etki gösterirler. Pas partikülleri özellikle sızdırmazlık elemanlarına da etki ederek sistemdeki yağ kaçağı artışına sebep olurlar. Ayrıca yağ içerisinde mevcut su, sirkülasyon esnasında mekanik kirliliklerin taşınmasını kolaylaştırarak katiklarla hidroliz reaksiyonuna sebebiyet verirler. Bu sebeple zayıf sudan ayrılma özelliği indirekt yoldan filtrelerin tıkanmasına sebebiyet verebilir.



**Sekil 1.** ISO VG 32 sınıfı bir yağın su konsantrasyonuna bağlı bağlı nem miktarı

Yağ içerisindeki serbest ve bağlı olarak mevcut olan suyun metal yorgunluğuna olan etkisi yapılan testlerle belirlenmiştir. 100 ppm lik bir su mevcudiyeti bile yorgunluğa bağlı ömrü %32 ile %48 arasında azaltmaktadır. Endüstriyel sistemlerdeki mevcut hidrolik uygulamalarının büyük çoğunluğunda su mevcudiyeti yukarıda belirtilenden çok daha yüksektir. Sistemler büyük oranda serbest su da ihtiva etmektedir. Yağ içerisinde çözünmüş su ise genellikle doyma noktasındadır. Bu da özellikle yatakların yüksek strese maruz kaldığı hidrolik pompa ve motorlarda büyük problemlere sebebiyet vermektedir.

Su mevcudiyetinin sebep olduğu problemleri önlemek amacı ile mümkün olan tüm metodlar ciddi şekilde uygulanmalıdır. Tank dibinde mevcut drain vanası özellikle yağ içerisindeki çözünmemiş suyun (bu suyun büyük kısmı sistem kapatıldıktan sonraki sıcaklık düşüşüne bağlı olarak dibe çöker), çamurumsu atıkların ve sisteme dışarıdan giren kirliliklerin uzaklaştırılmasında büyük öneme sahiptir. Dizayn hataları sebebi ile bazı durumlarda tank drain vanasının bulunduğu yöne eğimli olmamaktadır. Bazı küçük deformasyonlar, montaj sırasında seviyenin yanlış ayarlanması ve tank içerisinde mevcut katı bazı engel plakalar bosaltma vanası yardımıyla su ve kirlilik uzaklaştırma işlemi oldukça güç hale getirmektedir.

Su karışmasının kaza sonucu ve nadiren meydana geldiği sistemlerde yağ dinlenmeye bırakıldığında suyun kolay şekilde sistemden ayrılması beklenir. Yağ ile su uzun süre birlikte çalışmamış ise yağın sudan ayrılma özelliği etkilenmemiş durumda olabilir. Özellikle yüksek rafinasyondan geçmiş mineral yağların ve bazı sentetik ürünlerin sudan ayrılma özelliklerinin çok iyi olması beklenir. Yağ içerisinde bulunan katıkların büyük çoğunluğu sudan ayrılma özelliğini negatif yönde etkiler. Özellikle paslanmayı önleyici katıklar polar yapıya sahip olduklarından sudan ayrılma özelliğini negatif yönde etkilerler. Bu sebeple hem pas karşı iyi bir koruma sağlanması hem de sudan ayrılma özelliğinin iyi seviyede olmasını dengelemek oldukça güç bir iştir. Başlangıçta hidrolik yağların sudan ayrılma özellikleri iyi olsa bile zaman içerisinde kullanıma bağlı polar oksidasyon ürünlerinin artış göstermesi bu özelliği olumsuz yönde etkiler.

Sudan ayrılma özelliğini olumsuz etkileyen bir diğer önemli faktör de yağ içerisindeki karışan kirliliklerdir. Bunlar suda çözünen emülsiyon yapıcılar veya partiküller olabilir. Emülsiyon yapıcıların hem hidrolik seviye hem de suya olan eğilimleri fazladır. Molekül yapılarının bir ucunda polar olmayan bir hidrokarbon kısmı, diğer kısmında da hidrofilic grup (carboxyl, -amine, or -hydroxyl) mevcudiyeti söz



konusudur. Hem suya hem de hidrokarbon siviya karsi egilimleri yüksek oldugundan emülsiyon olusturma kabiliyetleri de iki faz arasindaki yüzey gerilimini düşürme özellikleri ile dogru orantilidir. Su zerrecikleri etrafındaki emülsiyon yapicilar daha kuvvetli baglar olusturdugunda olusan yag-su emülsiyonunun kararlıligi da artacaktır. Çözünmüş haldeki emülsiyon yapicilardan kaynaklanan problemlerin çözümü oldukça güçtür. Emülsiyon kirici bazı katiklar bu konuda yardımcı olmakla birlikte uygun dozajı ayarlamak ve uzun süreli performans elde etmek oldukça güçtür.

Yasanan deneyimler göstermektedir ki sudan ayrılma özelliğinin bozunmasının önemli sebeplerinde biri de metal sabunlarının oluşumudur (özellikle kalsiyum ve çinko bileşikler). Çinko, hidrolik yağlarda asınma önleyici ve oksidasyon önleyici katiklarda bulunmaktadır. Bu sebeple bir yağ üzerine asidik pas önleyici katik ihtiva eden farklı bir ürün eklendiğinde, özellikle nem de mevcut ise çinko sabunu oluşumu gerçekleşir. Bu da sudan ayrılma özelliğini negatif yönde etkiler. Bu sebeple farklı yağlar, tedarikçilerin onayı olmadan asla birbirleri ile karıştırılmamalıdır. Organik asitlerle reaksiyona girebileceğinden galvaniz borular, tanklar ve bağlantı elemanları tercih edilmemelidir. Hidrolik bir sisteme dispersan özelliği fazla olan bir motor yağı ilavesi de emülsiyon oluşumuna sebebiyet verir.

Yine az miktarda kirlilik (toz , tebesir tozu vs) mevcudiyeti bile sudan ayrılmayı büyük ölçüde etkiler. Bunun en güzel örneği plastik fabrikalarıdır. Plastik kalıp tozlarının olusturduğu mikroskobik partiküller havalandırma kanalı vasıtası ile yağ içerisine girer. Partikül kaynaklı problemlerde filtrasyon, oldukça işe yarayan bir yöntemdir.

Bazı sistemlerde işe su karışması yapılan proses gereği önlenememektedir. Asiri nemli iklim şartları, kağıt üretimi ve sürekli olarak soğutma suyunun karıştığı uygulamalar söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlarda deterjan katik bulandıran yağlar genellikle tercih edilmektedir. Bu gibi yağlar Alman DIN normuna göre HLP-D olarak sınıflandırılmaktadır. Deterjan özelliği sebebi ile su kaynaklı zararlı birikimlerin oluşmasını önler. Ayrıca yine yağ içerisinde mevcut suyun çökmesini kolaylaştırarak düzenli aralıklarla boşaltılmasına olanak sağlar.

Önde gelen bazı filtre üreticileri belirli miktarda suyu absorbe edebilecek özel bazı filtreler geliştirmişlerdir. Polypropilen bir gözenekli zar içeren bu sistemlerde polimer serbest su ile kimyasal bir yapı oluşturur. Bunu yaparken de yumuşamaması beklenmektedir. Su tutucu filtreler yoğunlaşma kaynaklı su oluşumunun söz konusu olduğu sistemlerde çözüm getirmekle birlikte, su karışmasının sürekli meydana geldiği sistemlerde ekonomik bir yöntem değildir.

### **Anti Korozyon Katikların Seçimi ve Sudan Ayrılmaya Etkisi**

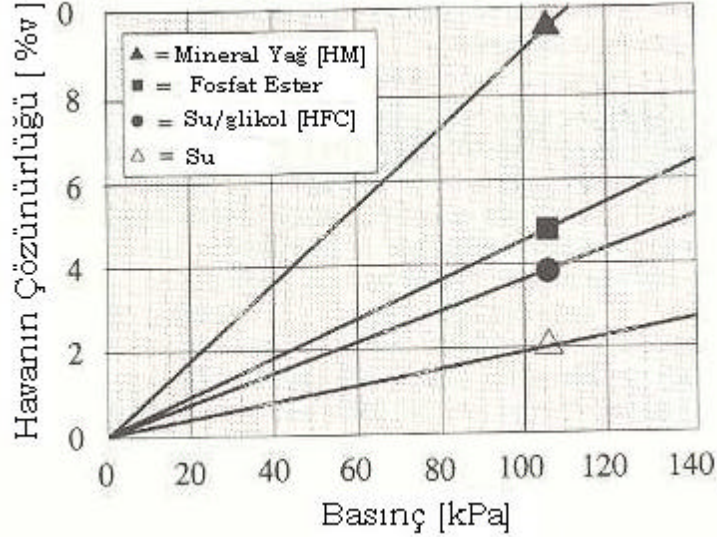
Günümüzde mevcut hidrolik sistemler bundan 50 yıl öncesine göre çok büyük farklılıklar içermektedir. Hidrolik elemanlar korozyona ve korozyon kaynaklı partiküllere karşı çok daha hassas bir dizayna sahiptir. Korozyon kaynaklı sistem arızalarına çok daha uygun bir ortam yaratılmaktadır. Bu sebeple yaga eklenen korozyon önleyici katiklar çok büyük önem taşımaktadır. Mineral yağlarda bu katiklar genellikle polar bileşiklerdir (örneğin uzun zincirli dicarboxylic asitler ve onların tuzları). Uygun bir konsantrasyonda moleküllerin boyutları ve polarlığı korozyon maddelere ve nemle karşı koruyucu bir bariyer oluşturur. Birçok polar korozyon önleyici katigin sudan ayrılmaya negatif yönde etki ettiği ve galvanizli malzemelerin kullanıldığı sistemlerde çinko sabunu olusturduğu bilinmektedir. Bu sebeple korozyon önleyici katigin seçimi son derece önemlidir.

### **Yağlarda Hava Kaynaklı Problemler**

Havanın sıvıdaki çözünürlüğü sıvı üzerindeki buhar basıncı ile doğru orantılı olup, sıcaklık yükseldikçe çözünürlük de azalır. Çözünürlük "Bunsen katsayısı" ( $\alpha$ ) ile gösterilmekte olup,  $0^{\circ}\text{C}$  ve normal atmosferik basınçta 760 mm Hg birim hacimde çözünen hava miktarını belirtir.

Şekil 2'de gösterildiği gibi mineral yağlarda havanın çözünme özelliği diğer hidrolik sıvılara oranla çok daha yüksektir. Yüksek çözünürlüğüne rağmen, hidrolik sıvı içerisinde belirgin değildir. (Bunsen katsayısı mineral yağlar için 0,08-0,09 kadar olmakla birlikte su için sadece 0,02 dir). Bununla birlikte

sistemdeki basınç değişimleri serbest hava kabarcıkları oluşumuna sebebiyet verirler. Bu da düşük çalışma basınçlarda sivinin sıkıştırılabilirlik özelliğinde dramatik artışları beraberinde getirir. 30 bar lik bir basınçta %1 hava içeren mineral bir yağın bulk modülü %80 oranında azalacaktır. Aeration sıkıştırılabilirlik üzerindeki etkisi çalışma basınçları yükseldikçe azalır. Bu mevcut havanın birim hacimdeki miktarının azalmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma basıncı 230 bar seviyelerine çıktığında mineral yağın bulk modülü hava mevcut olmayan orijinal değerinin % 60'ına düşecektir.



**Sekil 2.** Havanın değişik ortamlardaki çözünürlüğü

Hidrolik sıvı içerisinde çözünmemiş olan hava sivinin yoğunluğunu da azaltacaktır. Hidrolik bir sıvıdaki fazla miktarda aeration sonuçları yüksek seste çalışma, operasyonel bozukluklar, pompalarda ve diğer ekipmanlarda meydana getirebileceği olası hasarlar ile kötü şekilde hissedilir.

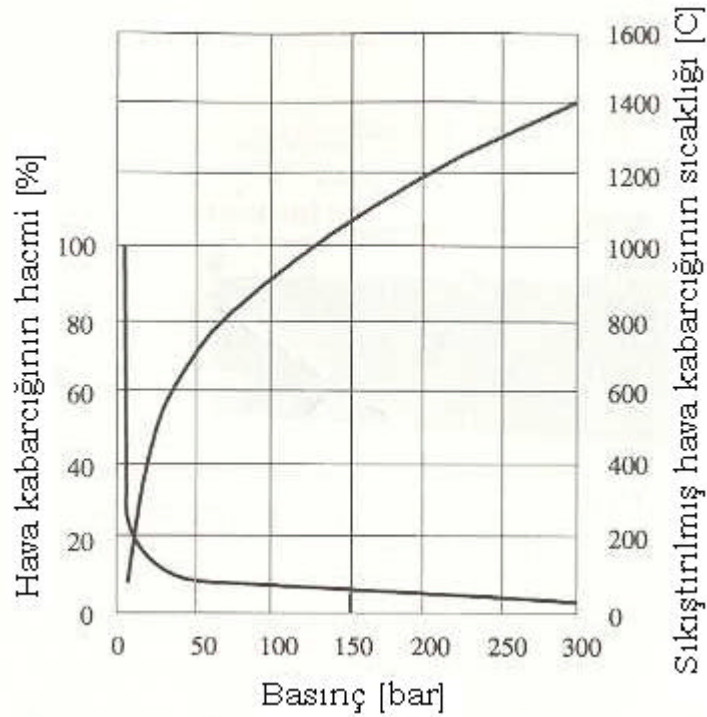
Çözünmemiş olan hava pompanın emis tarafında kavitasyona sebep olur. Basınç tarafındaki hava kabarcıkları da kavitasyon erozyonunu andıran asintılara sebebiyet verebilir. Bu, daha çok hidrolik sıvı ile yağlanan kontrol valfleri ve yataklarda ortaya çıkar. Çözünmemiş olan hava ayrıca laminar olması beklenen akışın türbülanslı oluşuna da sebebiyet verir.

Serbest hava kabarcıkları hidrolik pompadan geçerken adiabatik şartlarda ani basınçlara maruz kalırlar. Bu da basınç altındaki kabarcıkların sıcaklığının birkaç yüz derece artışına (Sekil 3) sebebiyet verir. Bu hava kabarcığını çevreleyen sivinin film sıcaklığı da çok yüksek seviyelerde olduğundan bozunmaya ve oksidasyona uğrar. Bazı çok ciddi durumlarda hidrokarbon yapıları sıvılarda renk değişimi, viskozitede ciddi düşüş ve yanık kokusu söz konusu olmaktadır. Mikroskop altında yapılan incelemede de thermal cracking gözlemlenmektedir.

Köpüğün ve sirkülasyon sistemlerindeki çözünmemiş havanın olası sebepleri arasında:

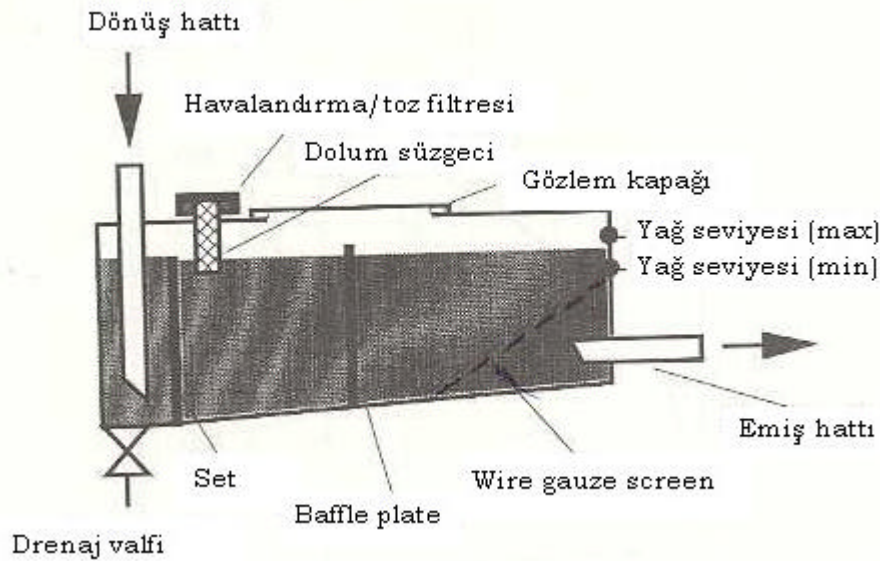
1. Emis hattındaki ve boru bağlantılarındaki kaçaklar
2. Tankta dönen sivinin (çoğu zaman serbest hava içermektedir) yukarıdan düşmesi
3. Dönen sivinin direkt olarak pompa emisine gitmesinin engellenmemesi
4. Tank hacminin düşük olması, buna bağlı sivinin dinlenememesi
5. Sıvı içerisinde çözünmüş olan kirlilik

Farklı yağların karıştırılmasının çözünmemiş havayı def etmede negatif bir etkisi vardır. Deterjan katık içeren bir motor yağının hidrolik yağ üzerine eklenmesi sudan ayrılmayı olduğu kadar havayı def etme özelliğine de negatif yönde etki eder.



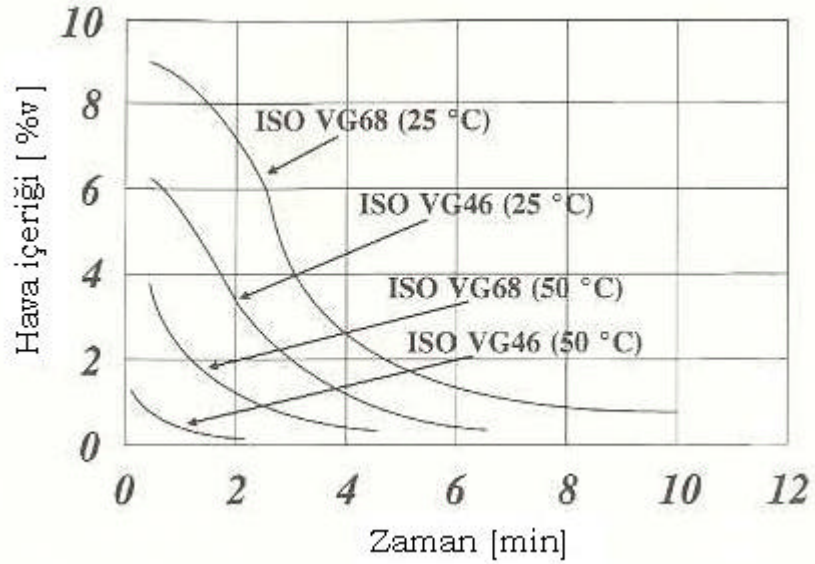
**Sekil 3.** Adyabatik bir sıkısmaya maruz kalan hava kabarcığının sıcaklık değisimi

Yukarıda belirtilen nedenler önemli olmakla birlikte sistem dizaynına da gereken dikkat gösterilmelidir. Sekil 4 tank dizaynında dikkat edilmesi gereken hususları göstermektedir. Düşük basınçlı tanka dönüş hattı sivi seviyesinin altında bulunmalıdır. Bu sayede çalkalanma etkisi ortadan kaldırılacaktır. Ayrıca tank dizaynı, gelen siviya mevcut havayı uzaklaştırmak için yeterli süreyi tanıyacak hacimde bulunmalıdır. Bu, günümüzün modern kompakt sistemlerinde oldukça güç olmakla birlikte baffle plate ler ile siviya pompa emisine gelmeden yeterli zamanı bulması sağlanır. Dönüş ve emis hatları arasında <30 olacak şekilde bir wire gauze screen (paslanmaz çelik, yaklaşık 20 mesh/cm) yerleştirilmesi mevcut havayı uzaklaştırır. Bu levhanın tamamen sivi içerisinde bulunması gerekmektedir, çünkü en düzgün yüzeylerde bile köpüğün hareketi söz konusudur.



**Sekil 4.** Tipik bir yağ tank sistemi

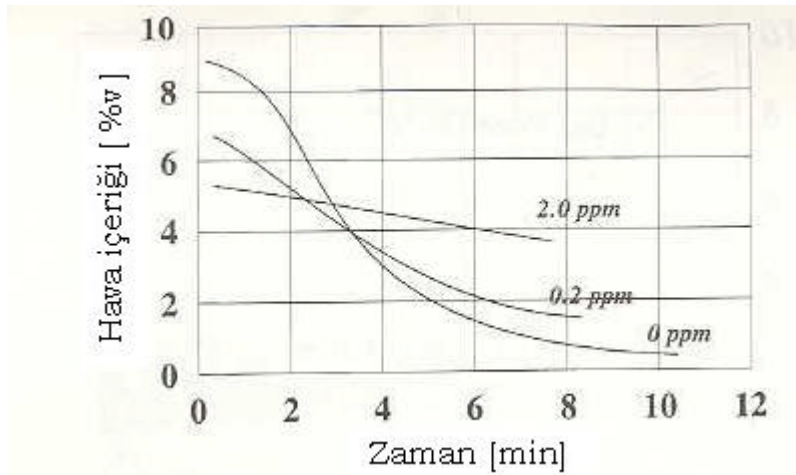
Şekil 5'te görüldüğü gibi düşük viskoziteli sıvılar mevcut havayı yüksek viskoziteli sıvılara göre daha kolay uzaklaştırırlar. Yüksek moleküler ağırlıklı polysiloxan lar eklenmesi (silikon yağ) tank yüzeyinde köpük oluşumunu engeller. Sistem içerisinde hala hava mevcudiyeti söz konusudur ve eklenen köpük kesici sadece mevcut havanın çıkışını yavaşlatacaktır (Şekil 6).



**Şekil 5.** Viskozite ve sıcaklığın havayı def etme özelliğine olan etkisi

Bu tip silikon malzemelerin kaynağı sızdırmazlık pastaları veya kalıp ayırıcı yağlar olmaktadır.

#### Hava Kaynaklı Problemler ve Çözüm Yöntemleri



**Şekil 6.** Silikonların 25°C de havayı def etme özelliğine olan etkisi

Öncelikle sebebin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu hem zaman hem de para tasarrufu sağlayacaktır. Sistem öncelikle mekanik aksaklıklara karşı kontrolden geçirilmeli, yağ seviyesi kontrol edilmelidir. Eğer herhangi bir aksaklık söz konusu değil ise sıvıdan numune alınarak :

- IP 313 e göre havayı def etme
- ASTM D892 ye göre köpürme özellikleri belirlenmelidir.

**Tablo 1.** Hava kaynakli problemlerin olasi sebepleri

Havayı def etme (IP 313)	Köpürme (ASTM D 892)	Olası sebepler
Hızlı	Düşük	Mekanik aksaklık
Yavaş	Düşük	Silikon kirliliği
Yavaş	Yüksek	Motor yağı, deterjan vs. gibi temel materyallerin sisteme karışması

Test sonuçlarının karşılaştırılması mevcut operasyonel problemin tespiti konusunda yardımcı olacaktır. Ne yazık ki katik eklenmesi ya da filtrasyon mevcut kirlilik kaynaklı havayı uzaklaştırma probleminin düzelmesi konusunda yardımcı olamamaktadır. Fakat yine de bu gibi durumlarda yağın 5 –10 mikronluk bir filtreden geçirilmesi problemi hafifletecektir.

## SONUÇ

Hidrolik yağların performansının sistem üzerindeki etkisi yukarıda belirtildiği üzere son derece yüksektir. Esas olan sistem dizaynı yapılırken çalışma şartlarına uygun ürün seçimi yapılması ve daha sonrasında da sistemdeki yağın performansını aynı seviyede sürdürebilmesi amacı ile bakım operasyonuna son derece dikkat edilmesidir.

## KAYNAKLAR

- [1] HODGES, P., "Hydraulic Fluids", John Wiley & Sons, 1996
- [2] HATTON, D.R., Some Practical Aspects of Hydraulic Fluids, Technical Paper, Shell International, London, 1989
- [3] Hydraulic-Pneumatic Symposium Proceedings, Oslo. HP-Foreningen, Oslo, 1991

## ÖZGEÇMİŞ

### Ahmet K. GÜVEN

Ahmet K. Güven 1953 Konya doğumludur. 1978 senesinde İstanbul Üniversitesi'nden Kimya Yüksek Mühendisi olarak mezun olmuştur. Sirasi ile Petkim, Brisa, Procter & Gamble firmalarında teknik görevlerde bulunmuştur. 1992 yılından itibaren de Shell Teknik Subede görev yapmaktadır. Son 5 senedir de Shell Teknik Sube müdürlüğü görevini yürütmektedir. Kendisi ayrıca SEOP (Shell Europe Oil Products) Grease Implementing Engineers takımında bulunmaktadır.