

HİDROLİK YAĞLARIN ANA FONKSİYONLARI VE HİDROLİK YAĞ SEÇİMİ

Ahmet K. GÜVEN

ÖZET

Hidrolik yağlar günümüzde endüstrinin birçok alanında güç iletim sistemlerinde geniş kullanım alanı bulmuştur. Bu nedenden dolayı kullanılan sisteme göre uygun yağın seçilebilmesi için hidrolik yağların ana fonksiyonlarının bilinmesi ve buna bağlı olarak da sıkıştırılabilirlik ve güç iletimi, havayı uzaklaştırma, köpüklenme, viskozite, akma noktası gibi özelliklerin ele alınması gerekmektedir. Çalışma koşullarına uygun yağın seçilebilmesi için hidrolik yağlarda bulunan aşınma önleyici, korozyon önleyici, suyu uzaklaştırıcı katıkların nasıl çalıştıkları bilinmelidir. Ayrıca seçim sırasında ISO viskozite sınıfları, ekipmana göre viskozite seçimi, viskozite seçim tablosunun kullanılması ile çevre ve işgüvenliğine uygun hidrolik yağların sahip olması gereken özellikler de büyük önem taşımaktadır.

1. GİRİŞ

1.1. Hidrolik Nedir?

Hidrolik, enerji iletimi için sıvıların kullanılmasıdır. Bazen “akışkan gücü” olarak da adlandırılır. Hidrolik sistemler temelde iki şekilde çalışır;

- Hidrokinetik sistemlerde, enerji sıvının hareketi sayesinde aktarılır.
- Hidrostatik sistemlerde, enerji az çok durgun kalan bir sıvının içerisinden basınç aktarımı ile transfer edilir.

Birçok endüstriyel hidrolik sistemlerde hidrolik sıvının da bir miktar hareketi vardır, kesin konuşmak gerekirse, bu sistemler hidrodinamik olarak adlandırılır.

Bununla birlikte sıvının hareket hızı genelde düşük olduğundan endüstriyel akışkanlı güç iletim sistemleri genellikle hidrostatik olarak tanımlanırlar.

Bu sunuşta hidrolik sistem olarak düşünülecek sistemler bir sıvıya basıncın uygulandığı ve sıvı tarafından aktarılarak mekanik işe dönüştürüldüğü sistemlerdir.

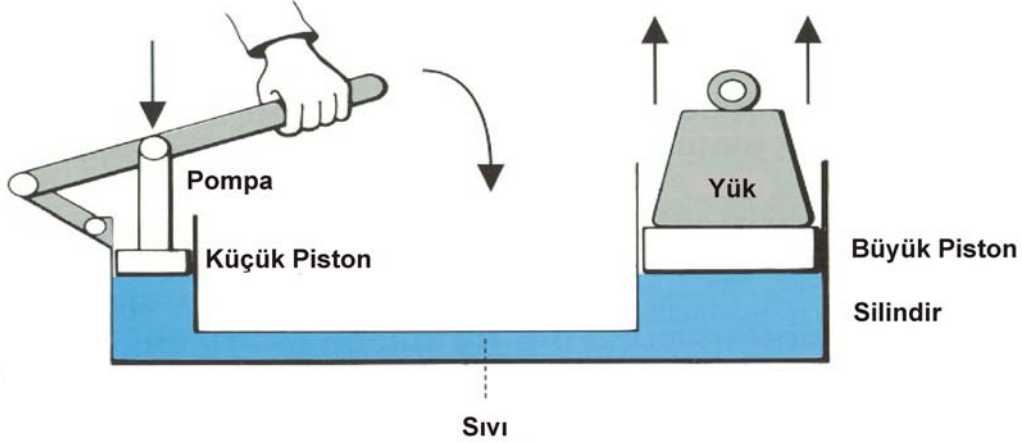
Şekil 1’de basit bir krikon sistemi görülmektedir ve bu tür sistemlerin temel prensiplerini göstermek amacıyla kullanılmıştır. Hidrolik krikoda küçük bir piston sıvıya basınç uygulamak için kullanılmaktadır. Basınç sistem boyunca daha geniş pistonun yükü taşıdığı silindire aktarılır. Küçük piston üzerindeki kuvvet arttırıldıkça diğer tarafta basınç taşınan yükü kaldırıncaya kadar yükselir. Basit krikonun önemli noktası diğer pek çok karmaşık hidrolik sistemde olduğu gibi; küçük bir kuvvet tarafından uzun bir strok ile elde edilen basınç, kısa stroklu daha büyük bir kuvvetin elde edilmesinde de kullanılabilir.

Basit krikon gibi hidrolik sistemler, sıvılar sıkıştırılmaz kabul edildiklerinden dolayı çalışırlar, kapalı bir sistem içerisinde çalıştıklarında basıncı azalmaksızın tüm doğrultularda iletirler ve tüm eşit alanlarda eşit kuvvetler üretirler (Pascal Kanunu). A yüzey alanına sahip kapalı bir sıvıya bir F kuvveti uygulandığında sıvıda oluşan basınç P:

$$P = F/A \text{ 'dır.}$$

(1)

Pascal Kanununa göre bu basınç tüm yönlerde eşit etki eder; kabın boyutu ve şekli önemli değildir. Bu demektir ki, küçük bir alan üzerine küçük bir kuvvet büyük bir alan üzerindeki büyük bir yükü karşılayabilir. Örneğin 1 cm² lik bir alana uygulanan 10 Newtonluk bir kuvvet 10N/cm² lik ya da 1 barlık bir basınç yaratır. Bu basınç 100 cm² lik bir alana uygulandığında 100 kg.lık bir yükü kaldırır.



Şekil 1. Basit bir hidrolik kriko

Basit bir hidrolik kriko kolaylıkla modifiye edilerek iletilen kuvvetin yönü ve hareketin hızı üzerine daha fazla kontrol sağlayabildiğimiz bir sistem oluşturulabilir. Pratikte kullanılabilir bir sistem aşağıdakiler eklenerek kolayca elde edilebilir;

- bir hidrolik sıvı rezervuarı;
- sıvının akış yönünü denetleyen "Yön Valfleri";
- sıvının basıncını denetleyen "Basınç Denetim Valfleri";

Bu sistemde, bir kez sistemde yeterli basınç oluştuğunda pompa daha hızlı çalıştırıldıkça yük daha hızlı arttırılacaktır. Yükün hareket hızı silindire beslenen sıvının hacmine bağlıdır. Daha ileride göreceğimiz şekilde birçok hidrolik sistemde daha büyük geliştirmeler bulunmaktadır.

1.2. Hidroliğin Kısa Geçmişi

- Pascal 17. yüzyılda hidroliğin temellerini atan prensipleri oluşturmuştur.
- 19. yüzyılda sıvılar vasıtasıyla enerjinin aktarımı prensibi endüstriyel preslerin, kaldırma mekanizmalarının, kreynlerin, vinçlerin ve diğer ağır tipte ekipmanların çalıştırılmasında kullanılmaktaydı.
- İlk sistemlerde genelde kullanılan sıvı su idi, fakat ciddi kısıtlamalarla karşılaşıyordu, örneğin zayıf yağlama özellikleri, çalışma sıcaklıklarının sınırlı olması ve korozyon oluşturmaya meyilli olması gibi.
- 20. yüzyılın başında mineral yağlar kullanıma hazır hale geldiler. Bu yağlar 1920'ler ve 1930'larda geniş anlamda hidrolik uygulamalarda kullanılmak üzere adapte edildiler.
- Hidroliklerin ana uygulamaları gemilerde, uçaklarda ve uzun yol taşımacılığında oldu, çünkü buradaki ekipmanlarda mümkün olduğunca küçük fakat güçlü bir yapı gerekiyordu, belirgin avantajlar oluşturuyordu.
- Hidrolik uygulamalarında belirgin temel taşları aşağıdadır:
 - savaş gemilerinde bulunan ağır silah taretleri ve silahların hassas hareketlerinin kontrolünde;
 - uçakların iniş takımlarında;
 - uçakların kontrol yüzeylerinin ayarlarında;
 - taşıtlarda frenleme sistemlerinde kullanım (kablolar yerine)

- traktörlerde tarımsal kullanımda;
 - inşaat mühendisliğinde elektriksel ve mekanik tahrik ünitelerine alternatif olarak;
 - karmaşık parçaların hassas üretimi için kullanılan makinelerde
- Günümüzde birçok modern güçlü makina ya kısmen ya da tamamen hidrolik mekanizmalarla kontrol edilmektedir.
 - Hidrolik yağ olarak ilkin kullanılan yağlar düz mineral yağlardı.
 - Bu yağların kullanımı 1930'larda mineral yağlarla uyumlu olan contaların geliştirilmesi ile çok ciddi şekilde artmıştır.
 - 1940'larda endüstride hidroliğin kullanımının artması daha iyi performans ihtiyacını beraberinde getirdi. Pas ve oksidasyona karşı katıklar eklenmeye başlandı.
 - Hidroliklerde ve yağlayıcıların teknolojisindeki gelişmeler yeni katıkların kullanılarak, köpüklenmenin azaltılması, yük taşıma kapasitesinin artırılması, aşınma önleyici özelliklerin geliştirilmesi, akma noktasının düşürülmesi ve viskozite endeksinin geliştirilmesine olanak tanıdı.
 - Yangın riskinin olduğu yerler için, örneğin çelik endüstrisi ve kömür madenciliğinde kullanılmak üzere ateşe-dayanıklı hidrolik yağlar geliştirildi.
 - Yakın zamanda gerçekleştirilmiş bir diğer geliştirme de çevresel olarak hassas alanlarda kullanılan hidrolik makineler için doğada parçalanabilen yağların üretimidir.

2. HİDROLİK SİSTEMLERİN AVANTAJLARI NELERDİR?

Hidrolik sistemler diğer enerjinin aktarımı metodlarına göre bazı avantajlara sahiptirler:

Kol gücü ile yapılan işlerde;

Hidrolik sistemler:

- Ağır yüklerle uğraşırken çok hassas kontrol imkanı sağlarlar;
- Hız ve kuvveti çok yumuşak şekilde ve kolayca kontrol edebilirler;
- Tam yükleri durma pozisyonundan kaldırabilirler;

Esneklik açısından;

Hidrolik sistemler:

- Büyük ve küçük kuvvetlerin yüksek hassasiyette kontrolünü sağlar;
- Tekrarlayan operasyonları hassasiyetle kontrol eder;
- Yavaş, hızlı ve değişken hız ayarlamalarını ayarlar;
- Dönel hareketi doğrusal harekete çevirir ya da tersini yapar.

Güvenilirlik açısından;

Hidrolik ekipmanlar:

- Sağlam yapıdır ve dizayn olarak relatif şekilde daha basitlerdir.
- Aşırı yüklerden bir basınç denetim valfi ile kolayca korunabilirler.

Ekonomi açısından;

Hidrolik ekipmanlar:

- Küçük yapıdadırlar;
- Basittirler;
- Aynı sonucun alındığı elektriksel, mekanik ya da elektronik sistemlere nazaran üretimleri genelde daha ucuzdur.

3. HİDROLİK SİSTEMLER NEREDE KULLANILIRLAR?

Hidrolik sistemler, avantajları sebebiyle geniş bir kullanım alanı bulurlar. Önemli uygulamalar şunlardır:

İmalat:

- Örneğin: presler, ağır makineler, robotlar, plastik enjeksiyon makineleri.

Hammadde Endüstrileri:

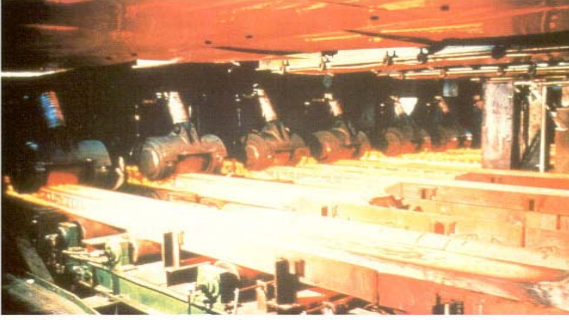
- Örneğin: madencilik endüstrisi, köprü kumanda mekanizmaları, barajlar.

Hareketli Ekipmanlar:

- Örneğin: ekskavatörler ve kreyinler, konstrüksiyon ekipmanı, uzun yol taşımacılığı araçları, tarımsal makineler, uçaklar, gemiler.

Özel Uygulamalar:

- Örneğin: uydu ekipmanları, radyo antenleri, proses kontrolü, mekanik kaldırma, uçuş simülatörleri, test ekipmanları.



İmalat – Çelik Endüstrisi



Hareketli Ekipmanlar – Açık Madencilik

Şekil 2. Hidrolik sistemlerin kullanıldığı bazı sektörler

4. HİDROLİK SIVILARIN ÖNEMLİ FONKSİYONLARI

Hidrolik sıvılar aşağıdaki şu üç önemli fonksiyonu yerine getirirler:

- Gücü aktarırlar;
- Hidrolik sistemi korurlar;
- Operasyon koşulları ile başederler.

Bu fonksiyonları etkin olarak yerine getirmek için hidrolik sıvılar hangi özelliklere sahip olmalıdırlar? Aşağıda sırası ile bu sorulara verilen cevapları bulacaksınız.

4.1. Hidrolik Sıvılar ve Güç Aktarımı:

Bir hidrolik sistemde gücün etkin bir şekilde iletimi aşağıdaki özelliklere sahip bir sıvı ile gerçekleşir.

1. Düşük Sıkıştırılabilirlik; böylece basınç ve diğer anlamda güç derhal ve verimli olarak iletilebilir;
2. İyi, Havayı Uzaklaştırma Özellikleri; böylece sıvı içerisinde kalan hava kabarcıkları nedeniyle sıkıştırılabilirlik artmayacaktır;
3. İyi, Köpüklenmeyi Önleyici Özellikler; böylece köpük hidrolik sisteme girmez;
4. Uygun Viskozite; böylece sistemde rahatça dolaşırken aynı zamanda gerekli yağlamayı yapacak şekilde viskoz olacaktır.

4.2. Sıkıştırılabilirlik Nedir?

Sıkıştırılabilirlik bir sıvının üzerine basınç uygulandığında hacminde oluşan küçülmenin ölçütüdür. Bir hidrolik sıvı mümkün olduğunca düşük sıkıştırılabilirlik oranına sahip olmalıdır ki; bu şekilde basıncı ve enerjiyi verimli şekilde iletebilir. Bir hidrolik sistemde sıkıştırılabilir bir sıvı varsa bu sistemin "süngerimsi" bir yapısı olacaktır, çünkü bu sıvı içerisinde pompanın basınç oluşturması zaman ve enerji alacaktır. Aynı şekilde bu basıncın mekanik enerjiye dönüştürülmesi de zaman alacaktır. Bu durum hareketin ve kontrol derecelerinin hassasiyetini etkileyecektir. Bu nedenden ötürü sıkıştırılmayan hidrolik sistemlerin yüksek basınçlı ve ağır hizmet sistemlerinde ;örnek: özel makina aksamalarında, kullanılmaları özellikle önem taşır. Saf mineral yağlar tipik hidrolik sistemlerde üretilen basınçlarda pratikte sıkıştırılmaz kabul edilirler.

4.2.1. Sıkıştırılabilirliğin Ölçüleri:

Bir sıvının basınç altındaki davranışı genellikle *Bulk Modülü* ile ifade edilir. (Şekil 3.) Bu, hacmin değiştirilmesi için uygulanan basıncın oranıdır.

İyi bir hidrolik sıvıda yüksek bir bulk modülü dolayısıyla da düşük sıkıştırılabilirlik özelliği vardır. Tipik olarak 280 bar'lık bir basınç artışı uygulandığında hacimdeki değişim %2 olacaktır. (1000 psi basınç artışı sıvının hacminde yaklaşık olarak % 0.5 azalmaya karşılık gelir) Bulk modülü bir sıvıda küçük basınç farklılıkları olması durumunda yaklaşık olarak sabittir, fakat basınçta ve sıcaklıkta yüksek değişikliklerle yükselme eğilimi gösterir. Basınç karşısında hacmi gösteren grafik bu yüzden bir eğridir, çünkü sıcaklık ve basınç arttıkça sıvıyı sıkıştırmak daha zor hale gelir.

Bulk modülü birkaç değişik şekilde ifade edilebilir. Bir sıvının bulk modülü verilirken ölçüm koşulları belirtilmelidir.

4.3. Sıvı İçerisinde Kalan Hava ve Sıkıştırılabilirlik

Tipik bir mineral yağ normal sıcaklıklarda havayla temas ettiğinde %8-9 oranında çözünmüş hava barındırır. Normal çalışma şartlarında bu çözünmüş havanın sıkıştırılabilirlik üzerinde ölçülebilir bir etkisi yoktur. Bununla birlikte, örneğin; pompanın emme kısmında bir sızıntı varsa hava hidrolik sıvıda kabarcıklar şeklinde belirebilir. Bu şekilde sıvı içerisinde hapsolmuş kabarcıklara sıvı içerisinde kalan hava denir. Çok küçük bir miktarda hapsolmuş hava bile hidrolik sıvıyı çok daha sıkıştırılabilir hale getirir ve hidrolik sistemin özelliklerini belirgin şekilde etkiler. Düzensiz ve sarsıntılı çalışma yaratır ve hava kabarcıklarının sıkıştırılmalarına bağlı olarak aşırı ısınma yaratır.

Havayı uzaklaştırma özelliklerinin incelendiği standart test IP 313/ASTM D 3427 dir. Bu testte 25, 50 ve 75 °C lere ısıtılan test yağının içine sıkıştırılmış hava üflenir. 7 dakika sonunda hava akışı durdurulur ve yağın içerisindeki havanın hacimsel olarak %0.2 ye düşmesi için geçen zaman kaydedilir.



Şekil 3. Bulk modülü diagramı

4.4. Köpüklenme

İçerisinde hapsolmuş hava bulunan hidrolik sıvı sistem rezervuarına döndüğünde, hava kabarcıkları yüzeyle ilerledikçe köpüklenme eğilimi görülür. Eğer köpük hidrolik devre içerisine girerse devrenin verimliliği ciddi şekilde düşer çünkü köpük hidrolik sıvı olarak etkisizdir. Buna ek olarak sistem parçaları da hasarlanabilir çünkü köpük sürekli bir yağ filmine oranla çok daha az etkili bir yağlayıcıdır. Aşırı miktarda köpüklenme ayrıca rezervuardan hidrolik sıvı kaybına da neden olur. Bu nedenle bir hidrolik sıvıda iyi köpük-önleyici özellikler olması istenir. Eğer gerekirse köpük oluşumunu önlemek amacıyla köpük-önleyici katıklar katılabilir. Köpük-önleyici katıklar havanın uzaklaştırma hızını düşürebilirler bu nedenle doğru tipte ve miktarda katık seçmek çok önemlidir.

Köpüklenme özelliklerinin incelendiği standart test IP 146 / ASTM D 892 dir. [3] Bu testte 24 °C deki bir yağ numunesine 5 dakika boyunca sabit hızda hava üflenir. Ölçülen köpük miktarı *Köpürmeye Yatkınlık* olarak raporlanır. Köpük 10 dakika boyunca yok olması için bekletilir ve daha sonra hacmi ölçülür ve *Köpüğün Kalıcılığı* adını alır. Test ikinci bir numuneye 93.5 °C de tekrarlanır ve köpük daha sonra 24 °C de yok olması için bekletilir.

5. HİDROLİK SIVILAR ve SİSTEMİN KORUNMASI

Güç aktarımı yeteneklerinin yanısıra mineral yağlar aşağıdaki nedenlerden ötürü hidrolik sistemler için ideal sıvılardır:

YAĞLAMA: Devre içerisindeki hareketli parçaları yağlarlar: pompalar, motorlar, valfler; bu işe uygun akış karakteristiklerine ve aşınma önleyici özelliklere sahip bir yağ gerektirir.

SOĞUTMA: Sistemde oluşan ısıyı dağıtır; burada viskozite önemli bir kriterdir;

KORUMA: Sistemi korozyondan korur , pompalar, motorlar ve valfler gibi hareketli parçaları aşınmadan korur.

5.1. Viskosite

Sistemin yağlanması gözönünde bulundurulduğunda bir hidrolik yağın en önemli özelliği onun viskozitesidir. Yağın viskozitesi aşağıdakileri karşılayacak kadar yüksek olmalıdır: [2]

1. Sistem parçalarını, özellikle pompayı yağlayacak verimde olmalıdır,
2. Pompaların, motorların ve valflerin çalışma toleransları arasından sızıntıyı engelleyecek şekilde etkili sızdırmazlık elemanı olmalıdır.

Yağın viskozitesi :

1. Hidrolik devre içerisinde serbestçe akacak kadar
2. Etkili bir soğutma sağlayacak kadar düşük olmalıdır.

Pratikte sistem pompasını yeterince yağlayabilecek kadar düşük viskozitede bir yağın seçimi, uygun bir emniyet aralığı bırakılarak yapılır.

5.1.1. Viskosite ve Sıcaklık

Viskozitenin sıcaklık ve basınçla değişmesi nedeniyle bir hidrolik sıvının viskozitesi ile ilgili gereksinimler karmaşılaşır. Sıcaklıkla bir yağın viskozitesindeki değişim, yağın *Viskozite İndeksine* bağlıdır. Yüksek viskozite indeksli bir yağ sıcaklığın yükselmesi ile daha düşük viskozite indeksli bir sıvıya göre viskozitesinde daha az bir değişim gösterir. (Şekil 4.)

Bir sıvının viskozite indeksi sıvının kullanıldığı hidrolik sistemin çalışma sıcaklığı aralığı gözönünde bulundurularak yeterince yüksek seçilmelidir. Sıvı en yüksek çalışma sıcaklıklarında dahi yağlama özelliğini yerine getirirken, en düşük çalışma sıcaklıklarında da rahatça akabilmeli ve soğukta özellikle ilk çalışmalarda zorluk çıkarmamalıdır.

Birçok sıvı 100 civarında viskozite indeksine sahiptir, fakat çok büyük çalışma sıcaklığı değişimlerinin yaşandığı havacılık gibi alanlarda 150 ve daha üzerinde viskozite indekslerine ihtiyaç duyulur.

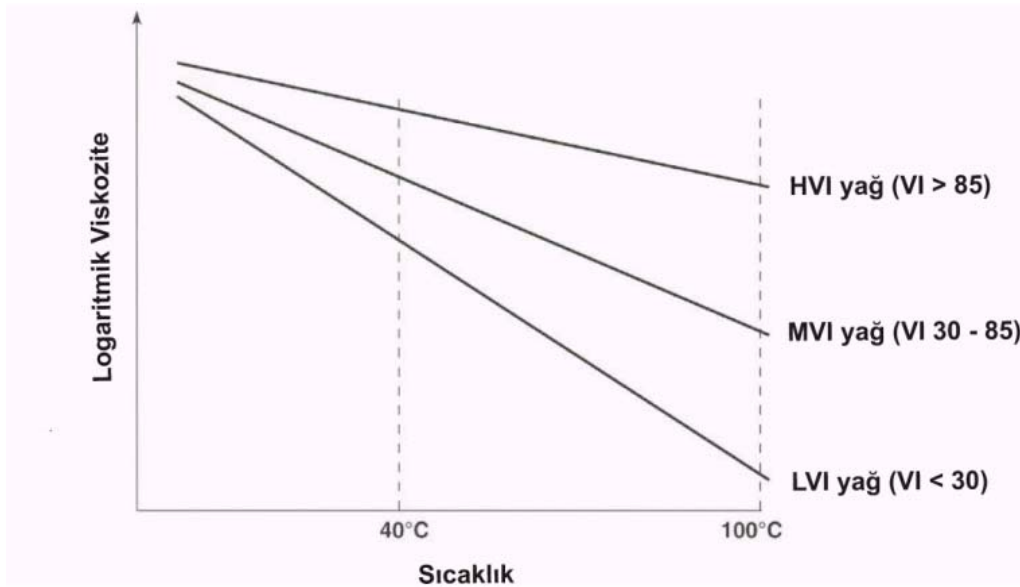
Hidrolik yağlarda viskozite indeksi artırıcılar katık olarak kullanılabilir. Bunlar dikkatlice seçilmelidir, çünkü yağın fiziksel kararlılığını etkileyebilirler.

5.2. Akma Noktası

Akma noktası bir mineral yağın aktığı en düşük sıcaklıktır. Çoğu mineral yağda bir miktar çözülmüş wax bulunur. Yağ soğutulurken wax katı kristal bir yapı oluşturarak kalan sıvının akmasını önler. Bir hidrolik sıvının çalışması beklenen sıcaklıktan en az 10 °C daha düşük bir akma noktası olmalıdır. Mineral yağlara akma noktası düşürücü katıklar ilave edilebilir.

5.3. Viskozite ve Basınç

Basınçta bir artış viskozitede bir artışa yol açar. Tipik bir mineral yağın viskozitesi basıncı atmosferik basınçtan 350 bar'a çıkarıldığında iki kat artar. Birçok endüstriyel sistemin çalıştığı bağıl olarak daha düşük basınçlarda viskozite üzerinde basıncın etkisi belirgin değildir. Bununla birlikte, özel hidrolik ekipmanlar; Örnek: ekstrüzyon ekipmanları gibi, o kadar yüksek basınçlar üretirler ki bu makinalarda mineral yağlar kullanılamaz. Bunun yerine özel sentetik yağlar kullanılabilir.



Şekil 4. Sıcaklığın viskozite üzerindeki etkisi

5.4. Aşınmayı Önleyici Özellikler

Yük taşıma kapasitelerini arttırmak üzere birçok mineral yağın formülasyonlarında aşınma önleyici katıklar bulunmaktadır.

Çinko tipi katıklar yüksek sıcaklıklarda metal yüzeylerin birbirine sürtünmesini koruyucu bir film tabakası oluşturarak engellerler. (Şekil 5.)

EP (Aşırı basınç) katıkları yüksek sıcaklıklarda metal yüzeylerle kimyasal reaksiyona girerek kolayca parçalan ve yağlayıcı görevi gören bir film oluştururlar.

Aşınma önleyici ve EP katıkları özellikle kanatlı pompalarda kanat uçlarının yüksek hızlarda ve ağır yüklerde pompa gövdesine ters yönde hareket ettikleri durumda aşınmanın azaltılmasında büyük önem taşırlar. Bu katıklar aynı zamanda dişli ve pistonlu pompaların çalışma ömürlerini uzatmak ve aşınmayı azaltmak için de faydalıdır.

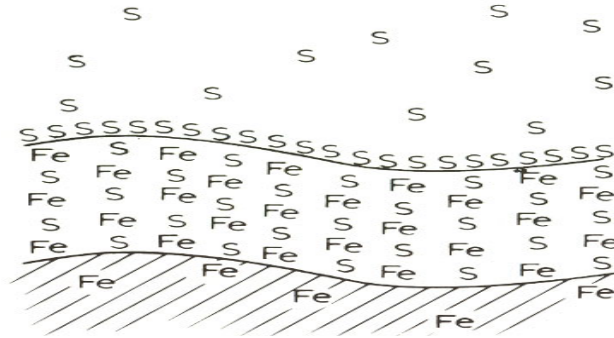
Bir hidrolik yağın aşınmayı önleyici özellikleri Vickers V104C Kanatlı Pompa Testi (IP 218) ile belirlenir. [3] Bu testte sıvının performansı pompanın belirli koşullarda çalıştırılması ve daha sonra segmanı ve kanatlarında meydana gelen ağırlık kaybının ölçülmesi ile değerlendirilir.

Standart testte pompa 140 bar'da ve 70 °C sıcaklıkta 250 saat çalıştırılır. İyi bir hidrolik yağda toplam ağırlık kaybı 20 mg.dan fazla olmaz.

Düşük Yük Testinde pompa 70 °C sıcaklıkta 35 bar'da 250 saat boyunca çalıştırılır. Bu test düşük yüklerde ne oranda aşınma önleyici performansına ihtiyaç duyulduğunu hesaba katar.

Sıcak Deney Tesisatı (Hot Rig) Testinde pompa 1000 saat 140 bar'da ve 105 °C de çalıştırılır. Bu çok zorlu bir testtir ve pompayı çalışma esnasında görülen şartların dahi ötesinde test eder.

Aşınma Önleyici Katıklar Nasıl Çalışırlar?



Şekil 5. Basınç altında katığın metal yüzey ile reaksiyonu sonucunda yüzeyde oluşan demir sülfid

Hidrolik yağların diğer pompalarda diğer şartlar altında performanslarını test etmek üzere bir dizi test daha geliştirilmiştir;

Vickers 35VQ25 Pompa Testi; Bu zorlu test aday yağın seygar uygulamalarda uygulamanın pompanın belirtilen kapasitesinin % 80'ini aştığı durumlarda yeterli koruma yapıp yapmadığını kontrol etmeye yarar. [3]

Commercial Incorporated PM500 Axial Piston Pump Test; Sarı metaller bulunan pompalarda hidrolik yağın performansını gözlemler. Pompada Müller pirincinde ağır yüklü çeliğin çalışması esnasında aşınma korumasını değerlendirir.

Amsler Deney Tesisatı Testi; yeni hidrolik sıvıların geliştirilmesinde kullanılır ve hidrolik pompalarda bulunan birçok sayıda metalin kontakt kombinasyonlarına göre aşınmayı değerlendirir.

FZG Four Square Dişli Yağı Testi de ayrıca hidrolik sıvıların aşınmayı önleyici özelliklerini değerlendirmek üzere kullanılır.

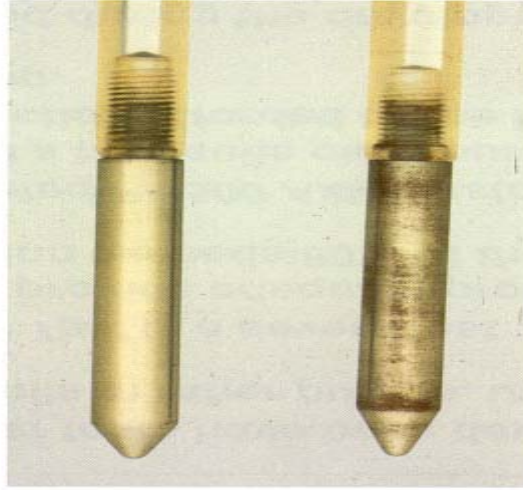
5.5. Korozyon Önleyici Özellikler

Temiz düz mineral yağlar korozyona karşı koruma özelliğine sahiptir. Buna karşın, içlerine su karıştığında ya da yağın bozulan partikülleri ile karşılaştıklarında korozyona yolaçarlar. Bu nedenle yüksek performanslı hidrolik yağlar korozyon inhibitörleri içererek korozyona engel olurlar.

Bir hidrolik yağın demir içeren metallere korozyona yolaçabilirliği IP 135 / ASTM D 665 standart testi ile değerlendirilir. Bu testte bir çelik numune 300 ml.lik bir test yağı ve 30 ml.lik saf su ya da deniz suyuna batırılır ve 60 °C de 24 saat bekletilir. Bu süre sonunda numunenin üzerinde pas izleri aranır ya da oluşan pasın derecesi ölçülür.

Demir içermeyen metallere karşı bir yağın korozif özelliğini ölçen test *Bakır Korozyon Testidir* (IP 154 / ASTM D 130). Bu testte parlatılmış bir bakır şerit test yağına batırılır ve belli bir sıcaklıkta tutulur. Belirli süre sonunda şerit çıkartılır ve standart korozyona uğratılmış şeritlerle karşılaştırılır.

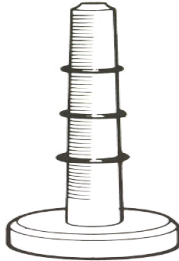
Korozyona Yatkınlığın Değerlendirilmesi



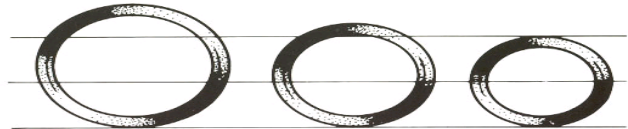
Şekil 6. Çelik Numuneler Üzerinde Değişik Paslanma Dereceleri

5.6. Sızdırmazlık ve Conta Uyumluluğu

Conta Uyumluluğunun Değerlendirilmesi



Lastik halka contaların iç çaplarının ölçümünde kullanılan ölçüm cihazı



Değişik sıvılara batırıldıktan sonra, orijinalde aynı olan O-ringler değişik çaplara sahip olmuşlardır.

Şekil 7. Contalarda Hidrolik Yağlarla Uyumluluğun Kontrolü

Bir hidrolik sıvı pompalarda, valflerde ve motorlarda iyi bir sızdırmazlık sağlayacak kadar viskoz olmalıdır. Bu şekilde sızıntıyı minimize edecektir ve bu parçaların verimli şekilde çalışmalarını sağlayacaktır. Aynı zamanda hidrolik sıvı sistemde kullanılan malzemelerle özellikle de contalarla da uyumlu olmalıdır. Contalarla *uyumluluk* yağın içerisine bir nitril lastik halkanın batırılması ve 100 °C de 24 saat bekletilmesiyle belirlenebilir. Contanın iç çapı testten önce ve sonra ölçülür ve *Conta Uyumluluk İndeksi* olarak belirtilir. (Şekil 7.)

5.7. Çalışma Esnasında Hidrolik Sıvılar

Hidrolik sıvılar çalışma esnasında istenilenleri karşılamak için aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdırlar:

1. Termal olarak kararlı olmalıdırlar aksi takdirde yüksek sıcaklıklarda özelliklerini kaybederler;
2. Oksidasyona karşı dayanıklı olmalıdırlar; bir hidrolik yağın çalışma ömrü yağın oksidasyona karşı dayanım gösterip bozulmamasına bağlıdır.
3. İyi, sudan ayrılma özelliklerine sahip olmalıdır; böylelikle suyla karışması engellenir;
4. İyi, filtre edilebilir olmalıdır; bu şekilde küçük parçacıklar kolaylıkla temizlenebilir.

5.8. Termal Kararlılık

Birçok hidrolik sistem yüksek sıcaklıklarda çalışmaya göre dizayn edilmişlerdir. Bu şekilde yüksek sıcaklıklarda çalışan sistemlerdeki sıvılar sıcaklık ile bozulmaya karşı dirençli olmalıdırlar. Bir yağ termal olarak bozulduğunda uygun şekilde yağlama özelliği ortadan kaybolur ve yağın bozulması ile ortaya çıkan parçacıklar çamur oluşumunu hızlandırır ve metal olan ve olmayan tüm parçaların paslanmasına yolaçar.

Bir yağın termal kararlılığı 135 °C de içinde çelik ve bakır çubuklar tutarak anlaşılır. 7 gün sonunda metal çubuklardaki ağırlık değişiklikleri not edilir ve yağ numunesindeki çamur kaydedilir.

5.9. Oksidasyona Dayanıklılık

Mineral yağların okside olması çamur oluşumuna yolaçar; bu da valfler ve filtrelerde tıkanmaya sebep olur, korozyona ve lak oluşumuna yolaçar. Birçok hidrolik sistemde bulunan yüksek sıcaklıklar ve basınç oksidasyona sebep olur.

Hidrolik yağlarda kirleticilerin; Örnek: su ve metal parçaların bulunması oksidasyonu körükler, çünkü bunlar mineral yağların özelliklerinin bozulmalarına yolaçan reaksiyonları tetiklerler.

Hidrolik yağlar oksidasyona karşı dirençli olmalıdırlar, bu nedenle normalde oksidasyonu engellemek ve çalışma ömrünü uzatmak için içlerinde oksidasyon önleyici katıklar bulunur.

Oksidasyona dayanıklılık Türbin Yağı Kararlılık Testi (TOST) ile ölçülür. Bu testte normal hidrolik sistemlerden daha ağır koşullar bulunur. Bununla birlikte testte bir hidrolik yağı en fazla bozan faktörler gözönünde bulundurulur. Testte 300 ml.lik yağ numunesi ve 60 ml.lik su bir tüpe bakır ve çelik sarımlarla (katalizör görevi görürler) birlikte konur. Tüp 95 °C ye ısıtılır ve oksijen kontrollü bir hızda sıvının içerisine kabarcık halinde verilir. Çözeltinin asiditesi sürekli olarak gözetlenir. Yağın 2 mg. KOH/gr nötralizasyon numarasına ulaşması için geçen zaman TOST ömrü olarak belirlenir. Buna ek olarak numune 1000 saat sonrasında çökelti oluşumu açısından veya yağda, suda, bakır ve çelikte görünümdeki değişiklikler açısından kontrol edilir.

5.10. Sudan Ayrılma

Hidrolik yağlar genellikle su ile kirlenirler, bunun nedeni suyun, sistem rezervuarında yağ boşalır ve dolarken yoğunlaşmasıdır. Suyun bu varlığı istenmez çünkü pompalar, valfler ve yataklarda korozyona neden olur. Aynı zamanda yağın yağlama özelliklerini belirgin şekilde etkiler. Bir çok hidrolik sistemin çalıştığı bağıl olarak düşük sıcaklıklarda (< 60°C) su yağdan buharlaşmaz. Bu nedenle hidrolik yağ suyu hızlı şekilde uzaklaştırma yeteneğine yani iyi sudan ayrılma özelliklerine sahip olmalıdır. Kirlenmemiş yağ daha sonra yeniden sirküle ettirilebilir.

Saf mineral yağlar suyu hızlı şekilde uzaklaştırırlar fakat bu mükemmel suyu uzaklaştırma özelliği pas, kir ve yağın bozulma ürünleri ile ters olarak etkilenir. Belli katıklar örneğin dispersanlar ve deterjanlar sudan ayrılmayı zorlaştırabilir. Bir yağın sudan ayrılma karakteristiklerinin değerlendirildiği standart test ASTM D 1401'dir. Bu testte 40 ml.lik bir yağ numunesi 40 ml. saf su ile 5 dk 50°C'deki bir silindir içerisinde karıştırılır. Bu emülsiyonun ayrışması için geçen zaman kaydedilir. Eğer tam ayrışma 1 saat sonunda gerçekleşmezse yağ, su ve kalan emülsiyon hacimleri kaydedilir.

5.11. Filtre Edilebilirlik

Hidrolik sistemlerde çıkan problemlerin önemli bir sebebi hidrolik sıvının kirlenmesidir. Bu nedenle bir çok hidrolik sistemde katı kirleticileri uzaklaştırmak için filtreler kullanılır. Bir hidrolik sıvı, filtreleri tıkamadan onlar içerisinden serbestçe geçmelidir. Bu sırada bünyesinde bulunan katı partiküllerin de tutulmasına olanak vermelidir.

Shell filtrelenebilme için bir test geliştirmiştir. Bu testte 300 ml.lik bir hidrolik yağ numunesi 1,2µm.lik bir membranlı filtreden bir vakumlu şişenin içerisine geçme zamanı ölçülür. Üç değişik numune ile ölçüm yapılır: Düz hidrolik yağ, hidrolik yağ ve % 0,1 su karışımı ve hidrolik yağ ile 30 ppm.(parts per million) kalsiyum içeren % 0,1 su karışımı. Test öncesinde herbir numune karıştırılır, 70 ° C ye ısıtılır ve 4 gün boyunca herhangi bir reaksiyonun oluşması için bekletilir. Daha sonra numuneler 2 gün boyunca soğutulmuş herhangi bir artık oluşumuna filtreleme yapılmadan önce izin verilir.

6. HİDROLİK SİSTEMLERİN SEÇİMİ

6.1. Seçimi Etkileyen Faktörler

1. Ekipman,
2. Çevre,
3. Sağlık ve Güvenlik.

6.1.1. Ana Kavramlar

Bir hidrolik sıvının seçimini etkileyen ana faktörler:

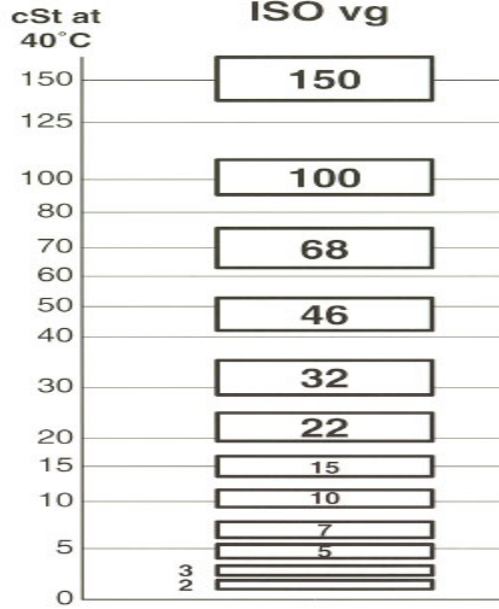
1. Kullanılacak ekipmanın karakteri ,
2. Ekipmanın kullanılacağı çevre,
3. Sağlık ve güvenlik kavramlarıdır.

6.1.1.1. Ekipman ve Viskosite Seçimi

Hidrolik ekipman üreticileri normalde kendi ekipmanlarında kullanmak için belirli bir viskozitede yağ tavsiye ederler.Üreticilerin tavsiyeleri genellikle çok dar toleranslarda üretilmiş sistem pompaları ve valflerinin gereksinimleri ile kısıtlanmıştır.Diğer sistem parçaları yağ seçiminde çok daha az etkiye sahiptir.Çok ince bir yağ sızıntıya ve yetersiz yağlamaya yol açabilir;kalın olanı ise çok yüksek sıvı sürtünmesi yaratır ve pompaya zarar verir.

Normal sıcaklıklarda çalışan birçok endüstriyel sistemde pompalar ISO VG 5-100 aralığında viskoziteye sahip yağa ihtiyaç duyar. [1] Pistonlu pompalar kanatlı pompalara oranla daha viskoz yağa, yüksek çalışma sıcaklıklarında çalışan dişli pompalar daha da kalın yağa ihtiyaç duyarlar. En çok kullanılan viskozite dereceleri ISO VG 32 ve 46 dır.

Şekil 8'de ISO Viskozite Dereceleri verilmektedir.



Şekil 8. ISO viskozite dereceleri

6.1.1.2. Ekipman ve Diğer Faktörler

Daha önce bahsedildiği üzere, doğru viskozitedeki düz mineral yağlar bir hidrolik sıvıdan beklenen tüm görevleri yeterince gerçekleştiremezler. Uygun yağı seçerken, kullanıcı performans artırıcı katıklar içeren yağın maliyetini ve avantajlarını gözönüne almalıdır.

Modern hidrolik sistemlerde kullanılan çoğu yağ, oksidasyon ve korozyon inhibitörleri ve aşınma önleyici katıklar içerirler. Mineral hidrolik yağlara ilave edilebilecek diğer katıklar viskozite indeksi artırıcılar, akma noktası depresantları, deterjanlar, dispersanlar ve sürtünme düzenleyicilerdir.

Aşınma önleyici katıklar içeren bir yağın seçimi sistem pompasının konstrüksiyonu tarafından etkilenebilir. Gümüş kaplamalı ve belirli diğer demir içermeyen metal parçalara sahip pompalarda çinko içeren aşınma önleyici katıkların kullanılması uygun değildir.

6.1.1.3. Çevresel Faktörler

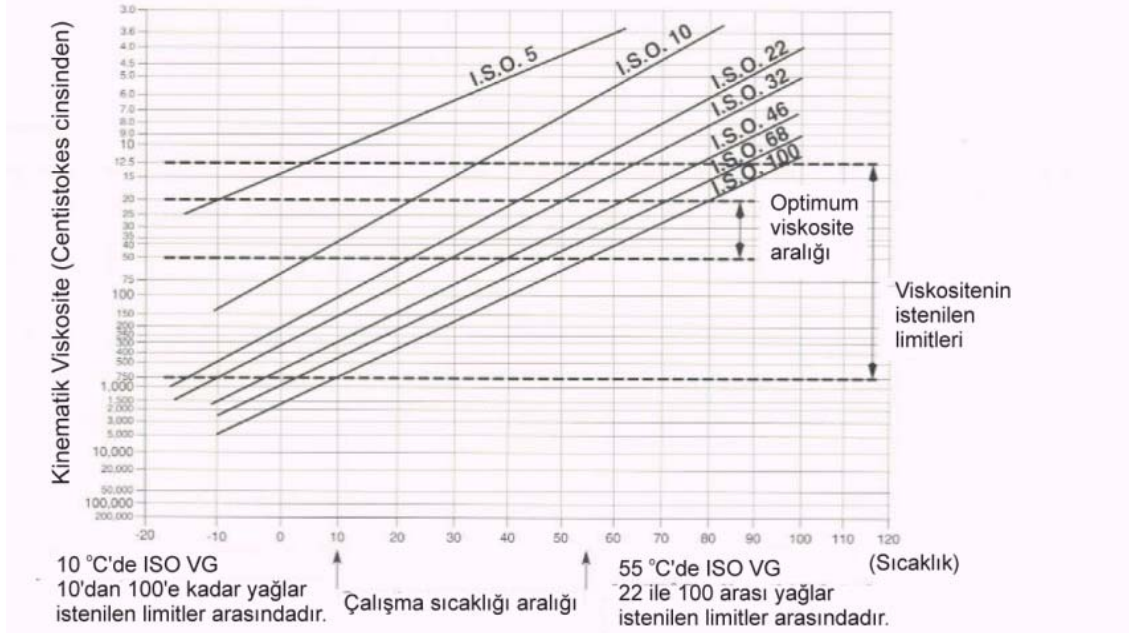
Geniş bir sıcaklık aralığında çalışması beklenen hidrolik ekipmanlar yüksek viskozite indeksli bir sıvıya ihtiyaç duyarlar.

Eğer ekipman çok soğuk bir çevrede çalışacaksa, örneğin bir buzhanede çalışan forklift uygulamasında, hidrolik sıvı aynı zamanda düşük bir akma noktasına sahip olmalıdır.

Hidrolik ekipman çevresel olarak hassas bir alanda çalışıyorsa örneğin göl ve nehir kenarı ya da ormanda, sıvının sızıntı yapmaması için büyük dikkat gösterilir. Mümkünse doğada parçalanabilen hidrolik yağlar kullanılmalıdır.

7. VİSKOZİTE SEÇİM TABLOSUNUN KULLANIMI

Bir sonraki sayfada verilen tablo viskozite ve çalışma sıcaklığının dikkate alınarak doğru derecedeki hidrolik yağın seçiminin yapılabilmesi için bir kılavuzdur. Tablo (Tablo 1) istenen viskozite limitleri ile birlikte uygulama için optimum viskozite aralığını tarif eder. Tabloyu kullanırken sistemin çalışma sıcaklık aralığı ilkin belirlenmiştir. Bu maksimum ve minimum viskozitelerin belirlenmesini sağlar. Daha sonra en uygun ISO VG yağı optimum viskoziteye en yakın ve istenen çalışma sıcaklık aralığı viskozite limitleri dahilinde olacak şekilde seçilir.



ISO VG 32 yağ pek çok çalışma sıcaklığı aralıklarında optimum viskozite limitleri içerisinde kalır ve en uygun yağ olarak gözükür.

Tablo 1. ISO viskozite sınıfı yağ seçimi tablosu

8. ISO SINIFLANDIRMA SİSTEMİ

Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) mineral hidrolik yağların sınıflandırılması için geniş kategoriler belirlemiştir. Bunlar biraz sonra göreceğimiz tabloda (Tablo 2.) gösterilmektedir. ISO kategorilerinin sadece tanımlamalar olduğuna ve belirli bir ürünün kalitesi hakkında hiçbir gösterge sağlamadığına dikkat etmek önemlidir.

8. EMNİYET KAVRAMLARI

Mineral yağlar çelik tesisleri ve kömür madenleri gibi yangın tehlikesi olan yerlerde kullanılmaya uygun değildir. Bu durumlarda ateşe dayanıklı hidrolik yağlar kullanılır. Bu yağlar yangının başlamasına direnç gösterirler ve yayılmalarını baskı altına alırlar fakat yangını söndürmeleri şart değildir.[3] Yangına dirençli hidrolik yağlar ya su içerirler ya da yanmaz sentetik yağlardan yapılmışlardır. Yüksek sıcaklıklarda çok su içeren yangına dayanıklı yağlar uygun değildir. Genellikle mineral yağlara oranla daha zayıf yağlayıcıdır. Ateşe dayanıklı bir yağın hidrolik ekipmanda kullanımını düşünürken ekipman üreticisinin tavsiyelerini izlemek büyük önem taşır.

Tablo 2. Hidrolik yağların ISO viskozite sınıfları

MİNERAL YAĞLARIN		SINIFLANDIRILMASI
ISO Sınıfları		
<i>Kategori</i>	<i>Açıklama</i>	<i>Özellikler</i>
HH	Düz mineral yağlar - katık içermezler	Düşük maliyetli ürünlerdir. Kritik olmayan sistemlerde kullanımları uygundur.
HL	R&O tipi mineral yağlar - anti oksidant ve pas önleyiciler içerirler	HH yağlara göre kullanım ömürleri daha uzundur. Aşınmaya karşı performansın istenmediği sistemler için uygundur.
HM	HL tipi yağlar gibidir - aynı zamanda aşınma önleyici katıklar içerirler	Daha uzun kullanım ömrü ve aşınmaya karşı korumanın gerekli olduğu yerlerde kullanılırlar. Çoğunlukla hareketli ve endüstriyel sistemlerde kullanılırlar.
HV	Yüksek viskozite indeksli yağlar	Çok aşırı sıcaklıklarla karşılaşılan veya sıcaklıkla birlikte viskozitede sadece küçük değişikliklere izin verilen yerlerde kullanılırlar.

KAYNAKLAR

- [1] BANNISTER, K.E., "Lubrication for Industry", Industrial Press Inc., 1996
- [2] Canada National Research Council , "A Strategy for Tribology in Canada – Enhancing Reliability and efficiency Through the Reduction of Wear & Friction", NRC Ottawa, 1986
- [3] Shell Product Sector Support Manual , 1994

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet K. GÜVEN

1953'de Konya'da doğdu. 1973 yılında girdiği İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği Fakültesi'nden 1978 yılında Kimya Yüksek Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. Daha sonra sırasıyla Petkim, Brisa ve Procter and Gamble'da teknik adam olarak görev aldı. 1992'de Shell ailesine katıldı. 1997 yılından buyana Shell Teknik Şube Müdürlüğü görevini yürütmektedir. Shell Teknik Şubesi'ndeki çalışmaları arasında sanayi firmalarının yağlar, gresler ve akaryakıtlar konusunda bilgilendirilmelerini sağlamak üzere ekibi ile birlikte katalog ve teknik yayınlar hazırlanması bulunmaktadır.