

HİDROLİK SİLİNDİRLERDE KULLANILAN SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI İÇİN ÖMÜR TEST CİHAZI

Bahadır ÖZTÜRK *

Sızdırmazlık elemanları dikkatli bir seçim, özenli montaj ve hassasiyet isteyen, bununla birlikte silindir yapısı içinde aktif çalışan son derece önemli parçalardır.

Sürekli gelişen teknoloji ve ağırlaşan şartlar; mekanik hareketliliğin temel elemanı hidrolik silindirlerde de yüksek verim ve dayanımı gerekli hale getirmiştir. Bu şartlar silindiri oluşturan tüm parçaların aynı oranda performans ve dayanıklılığını gerektirir.

Test cihazı, gerçek şartlara mümkün olduğunca yakın ortamı yaratmak amacı ile bir simülasyon aracı gibi düşünülmüştür.

Basınç, sıcaklık, debi temel değerlerinin yanı sıra yapay kavitasyon oluşturulabilmektedir.

Tüm test gerçek zamanlı grafiklerle izlenebilir ve her bir strok için bu grafiker geriye dönük olarak bilgisayar kontrolünde incelenebilir.

Bu kontrol sayesinde sızdırmazlık elemanlarının performansının görülmesi, geliştirilmesi ile birlikte farklı silindir dizaynları için karşılaştırmalar yapılabilmektedir.

Anahtar sözcükler : Sızdırmazlık elemanları, hidrolik silindir testi, bilgisayar kontrolü, tam kontrollü rapor, gerçek zamanlı grafik izleme kavitasyon

Seals equipments actively working in cylinder components need to carefully chosen, good assembly and precision.

Constantly being developed technology and hard conditions lead high profitable and resistance to be required in hydraulic cylinders which mechanic moving's basic equipment. Since the conditions, all items of cylinder component require the same rate of resistance and profitable.

The test appliance had been thought as simulation vehicles in order to create an area is nearly to real conditions.

After pressure, temperature, flow rate; synthetic cavitations can be formed.

Whole test can be watched by real timing graphics and the graphics for every stroke can be watched in computer feedback control system.

Refer to control; performance of seal equipments can be noticed, developed and contrasted to different designed cylinders as well.

Keywords : Seal equipments, test of hydraulic cylinder, computer control, perfect controlled report watching real timing graphic, cavitations.

* CAYAK Lastik & Plastik Tic. ve San. A.Ş.

GİRİŞ

Hidrolik silindirler içerisinde kullanılan sızdırmazlık elemanları, silindirin kullanıldığı koşullara ve süreye bağlı olarak çeşitli zorlanmalarla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu zorlanmalar kullanılan sızdırmazlık elemanının performansını ve ömrünü doğrudan etkilemektedir.

Silindirin boyutlarına ve özelliklerine bağlı olmakla birlikte, ortalama büyüklükte ve standart özellikteki bir hidrolik silindirde kullanılan sızdırmazlık elemanları, silindirin toplam maliyetinin %3'ü ile %10'u arasında bir değeri oluşturmaktadır.

Sızdırmazlık elemanlarının değerlerinin yüksek olmaması nedeniyle, yenisinin kullanılmasının maliyetinin çok yüksek olmayacağı düşünülebilir. Ancak, sızdırmazlık elemanlarını değiştirmek için harcanan zaman ve işçiliğin maliyeti de göz önüne alındığında, hiç de küçümsenmeyecek maliyetlerle karşılaşabilmektedir.

Bununla birlikte birbirine bağımlı sistemlerde yer alan veya bir iş makinası üzerinde kullanılan bir silindirde, sızdırmazlık elemanlarından birinin görevini yapmaması tüm sürecin durmasına neden olabilmektedir. Bunlar göz önüne alındığında, sızdırmazlık elemanının neden olabileceği maliyetin düzeyinin, kendi maliyetinden yola çıkarak hesaplanamayacak kadar yüksek olduğunu görebiliriz.

Oluşabilecek bu yüksek maliyetler nedeni ile hidrolik silindirler ile ilgili test standartları belirlenmiştir. Fakat bir çoğu silindirin performansı ile ilgilidir. Buna karşılık silindir üzerinde çalışmakta olan sızdırmazlık elemanının testine ilişkin yeterli standart yoktur.

Bu konuda üretici firmaların geliştirdiği ve 'İyi Uygulama Pratiği' olarak bilinen yöntemler vardır.

Bu proje kapsamında geliştirilen cihaz da bu tarz bir çalışma ile ortaya çıkmıştır.

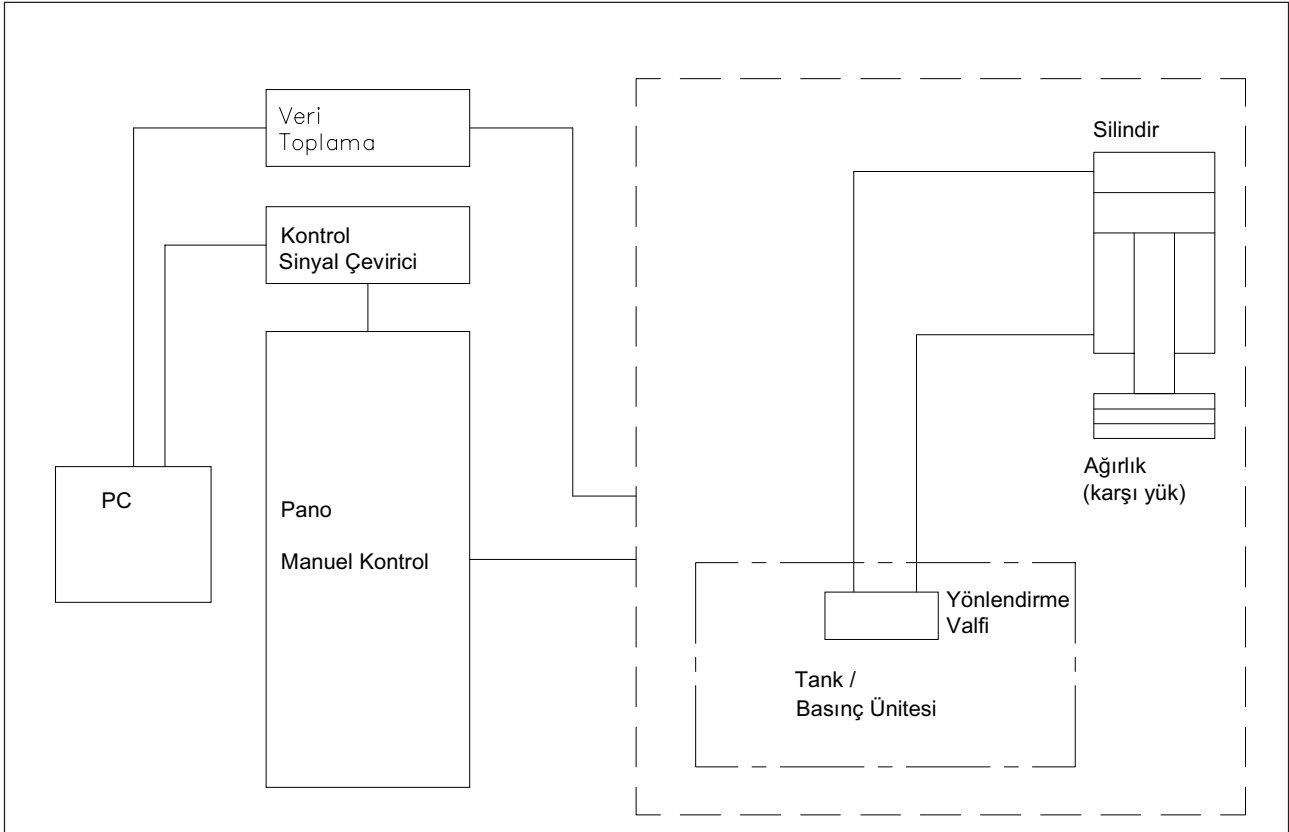
AMAÇ VE YÖNTEM

Amaç silindirlerin mukavemet ve çalışma şartlarına ilişkin belirlenen standartlarına uygun olarak (örneğin, TS 11552 - Çift etkili hidrolik silindirler), kullanılan sızdırmazlık elemanlarının da aynı şartlara veya daha üst seviyelere dayanımlarını belirlemektir.

Farklı ve zor koşullar altında çalışan silindirler tasarlanmış oldukları standartların ötesinde performans göstermeye zorlanabilmektedir. Bu zorlanmalar sırasında, silindir içerisine az miktarlarda da olsa hava sızabilmekte ve silindirdeki yağın içerisinde kabarcıklar olarak kalmaktadır. Yağın içerisinde bulunan bu kabarcıklar basınç altında 'dizel etki' olarak tanımlanan bir etki ile patlar ve silindire zarar verebileceği gibi üzerindeki sızdırmazlık elemanlarının performans ve ömürlerini olumsuz yönde etkiler.

Test Cihazı ile, teste tabi tutulacak silindirler, basınç, debi, sıcaklık ve süre gibi temel parametreler değiştirilerek çalıştırılacaktır. Bu çalışmalar sırasında, test silindiri içerisinde yapay kavitasyon oluşturulabilecek ve çalışma süresinin sonunda bu kavitasyonun sızdırmazlık elemanları üzerindeki fiziksel etkileri incelenebilecektir. Bununla birlikte bu parametre değişikliklerinin etkileri görülebilecektir.

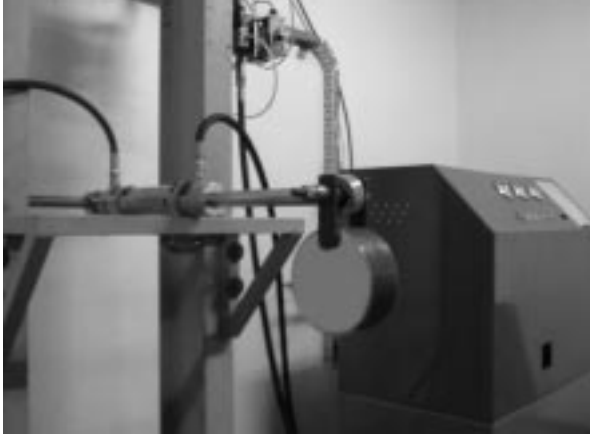
Ana şemada gösterildiği üzere temel parametreleri kontrol etmek amacı ile PC kontrollü hareket eden cihazlarla gerekli şartların oluşturulması amaçlanmıştır. Elde edilen veriler veri toplanması ve işlenmesi kısmında da detaylı olarak anlatılacağı gibi cihazların ürettiği sinyalleri değerlendirebilecek özel bir yazılım ile gerçek zamanlı izlenebilecek ve geriye dönük incelenebilecektir.



TEST CİHAZININ BAŞLICA ÜNİTELERİ ve ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Test Cihazı üç ana üniteden oluşmaktadır. Bu üniteler:

- Basınç Ünitesi
- Test Ünitesi
- Veri Toplama ve İşleme Ünitesi



Şekil 1. Test Cihazı Genel Görünümü

Basınç Ünitesi

Ünite test edilecek silindireler için kullanılacak basınçlı yağı sağlayan bölümdür. Test silindirine sevkedilen akışkanın basınç, debi ve sıcaklığını kontrol altında tutacak elemanlara sahiptir.

Test Cihazı Ağırlık Bağlama Düzeneği

Testler, hidrolik silindirlerin, dolayısıyla da silindir içerisindeki sızdırmazlık elemanlarının, gerçek çalışma koşullarının modellenmesine dayanılarak yapılmaktadır. Test düzeneğinde oluşturulan yük bağlama sistemi ile değişen yük miktarları kullanılabilir. Silindir bağlantı düzeneği çeşitli boyut ve çaplardaki silindirlerin bağlanmasına izin verecek niteliktedir. Test yükü (karşı yük) ise, silindirin roduna özel bir aparat ile bağlanmaktadır. Özdeş ağırlıklar kullanılmakta, test için ne kadar yük öngörülüyor ise, ağırlık miktarı, dolayısı ile sayısı buna göre belirlenmektedir.

Veri Toplama ve İşleme Ünitesi

Test cihazı kontrol ve veri işleme sistemi için PC tabanlı bir yapı kurulmuştur. Böylece sistemin gelişmesi ve elde edilen verilere göre yeni değerlerin çıkarılması ve yorumlanabilmesi; cihaz gelişiminden çok yazılım gelişimine bağlanmıştır.

Test cihazının tüm kontrolü; motorun çalıştırılması ve durdurulması, valf kontrolleri, debi ve basınç ayarları gibi değerler tamamen bilgisayar kontrolüne alınarak üst seviyede hassasiyet sağlanmıştır. Yazılım sayesinde ek donanımlara gerek duyulmaksızın istenilen değer, grafik ve yorumlar raporlara eklenebilmektedir. Testin başlangıcından itibaren elde edilen veriler, silindirin herhangi bir zamandaki stroku için geriye dönük görülebilmektedir.

Testlerde kullanılan değişkenler, her test öncesinde belirlenerek kaydedilmektedir. Test parametreleri olarak kabul edilen bu değişkenlerin bir bölümü test sistemine, diğer bölümü ise test edilecek silindire bağlıdır. Bu veriler şunlardır :

- Silindir adı / kodu / ölçüleri / yuva ölçüleri
- Kullanılan sızdırmazlık elemanları / kodları / ölçüleri (ilk ve son) / yorum
- Ağırlık miktarı (kuvveti) + hareketli aksam ağırlığı
- Strok uzunluğu / sayısı (kat ettiği yol) / Test süresi
- Yüzey pürüzlülüğü (mil / boru)
- Silindir verimi / performansı / gücü (kullanılan elemanların sızdırma sınırı / silindir patlama sınırı)
- Yağ sıcaklığı / viskozitesi / türü / adı
- Debi / motor gücü / basınç (maks. / ortalama)
- Tesiat ölçüleri (silindir giriş ve çıkış)

Test öncesinde belirlenen bu değerler oluşturulan veri tabanına girilmektedir. Test, belirlenen parametrelerle gerçekleştirildikten sonra, test silindiri demonte edilerek, sızdırmazlık elemanları boyutsal, fiziksel ve isteğe bağlı kimyasal olarak analiz edilmektedir. Sızdırmazlık

elemanında oluşan aşınma miktarı değerlendirilirken strok sayısı ve uzunluğu, yüzey pürüzlülükleri, sıcaklık ve yanal yük değerleri dikkate alınır. Genel fiziksel görünümün yorumlanması sırasında özellikle silindir dizaynlarından kaynaklanan problemler görülebilecektir.

Analiz sonuçlarının ve yorumların veritabanına işlenmesi ile raporlar oluşturulabilmekte ve yapılan testler karşılaştırılabilmektedir.

Test sonucunda toplanan ve hesaplanan verilerin başlıcaları :

- Sistem basıncı,
- Silindir içinde oluşan vakum (veya hava emme) süresi,
- Hidrolik akışkan sıcaklığı,
- Kavitasyon süresi,
- Strok adedi,
- Piston hızı,
- Terleme miktarı,
- İç sızıntı miktarıdır

Test sonucunda sızdırmazlık elemanında oluşan aşınma miktarı, belli basınç değerlerine dayanımı hakkında bilgilere ulaşılabilmektedir.

Terleme ve iç sızıntı miktarları yazılım harici ölçülerek veri girişi yapılır.

Terleme miktarı ölçme periyodu test başlangıcında belirlenir ise (periyodik olarak belli sayıda strok tamamlandığında) sistem kendini bu değerlerde durdurarak operatörü yapılması gerekenler konusunda uyarılmaktadır.

Bu sistem test verilerinin tam sağlıklı ve düzenli olması için düşünülmüştür.

İç sızıntı miktarı ise özellikle sisteme bağlanan ağırlıkların (karşı yük) tersi yönde yapılır. Bu şekilde sızdırmazlık elemanı üzerinde hem sistemin hem de karşı yükün oluşturduğu basınç uygulanarak; belli basınçlar altındaki iç sızıntı değerlerinin yanı sıra maksimum dayanım belirlenebilir.

Elde edilen tüm bu veriler değerlendirilerek test edilen silindirlerin sınıflandırması (iç kaçak miktarı, terleme miktarına...) yapılabilmektedir.

Türk standartlarıncı belirlenen mukavemet testlerinde

silindir yatay pozisyonda, mil ucundaki mafsallın merkezine, hesaplanan yanal yükün uygulanması ile yapılır. Bu sayede silindir içerisinde kullanılan ve hem sızdırmazlık elemanının hem de silindir elemanlarının ömrünü doğrudan belirleyen yataklama elemanlarındaki etkiler görülebilmektedir.

Yazılım

Fiziksel bir yapı olmayan yazılım, sistemin zeka bölümünü oluşturmaktadır. Diğer elektronik değerlendirme ve okuma cihazlarından tamamen farklı olarak uzun süreli geriye dönük yorumlar çıkartabilmek, ek donanım olmadan da gelişim sağlayabilmek mümkündür.

Yazılım, test sırasında topladığı verileri işleyerek test sonunda bir rapor oluşturur. Bu rapor, sızdırmazlık elemanı, silindirler ve yerleştirildiği yuvalar hakkında teknik bilgiler içerir. Test sırasında toplanan verilerden oluşturulan çeşitli grafikler de raporun içinde yer alır. Bunun dışında rapora yorum ve fotoğraflar eklenebilir. Oluşturulan rapor CD'ye kaydedilerek dağıtılabilir.

Yazılım, çevre ve sistem güvenliği konularına da özen gösterilerek tasarlanmıştır. Gerekli yerlerde, ekrana uyulması gereken güvenlik kuralları yansıtılır. Sistemdeki cihazların dayanabileceği fiziksel sınırlar yazılıma tanıtılarak herhangi bir nedenden dolayı bu sınırların aşılması durumunda, test sistemi derhal durdurularak olası kaza ve hasarların önüne geçilebilir.

Ayrıca yazılımda, tüm bunlara ek olarak şifre ile koruma sistemi vardır. Kritik noktalarda şifre sorularak, yetkisiz kişilerin işlem yapmaları engellenir.

Kapasite

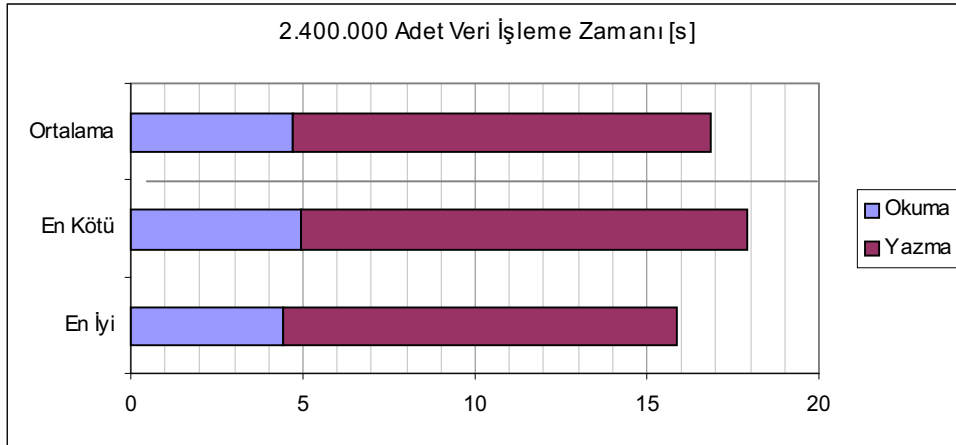
Yazılım, 2.400.000 adet veri kullanılarak test edilmiştir. Test için hızı oldukça düşük olan Pentium II 366 Celeron işlemcili ve 320 MB hafızalı bir bilgisayar seçilmiştir. Veri işleme, verilerin ölçüm cihazlarından okunarak (okuma bölümü) sabit diske yazılmasıdır (yazma bölümü).

Test sonuçları tablo ve grafiklerde belirtilmiştir.

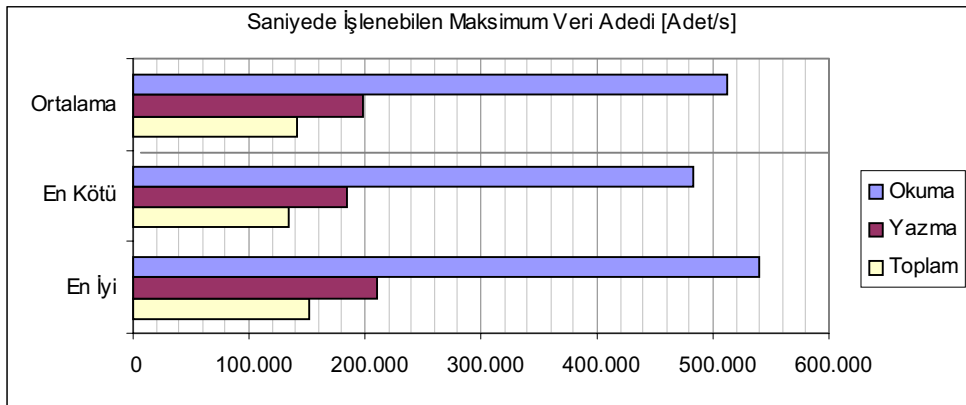
Tablo 1. Otomasyon Yazılımı Veri İşleme Benchmarkları

Test No	2.400.000 veri işleme süresi [s]			Saniyede işleyebildiği maksimum veri adedi [Adet/s]		
	Okuma	Yazma	Toplam	Okuma	Yazma	Toplam
1	4,597	12,518	17,115	522.080	191.724	140.228
2	4,666	12,158	16,824	514.359	197.401	142.653
3	4,707	11,486	16,193	509.879	208.950	148.212
4	4,967	11,967	16,934	483.189	200.552	141.727
5	4,737	11,857	16,594	506.650	202.412	144.631
6	4,586	11,907	16,493	523.332	201.562	145.516
7	4,447	11,406	15,853	539.690	210.416	151.391
8	4,617	12,147	16,764	519.818	197.580	143.164
9	4,696	12,949	17,645	511.073	185.342	136.016
10	4,617	11,907	16,524	519.818	201.562	145.243
En İyi	4,447	11,406	15,853	539.690	210.416	151.391
En Kötü	4,967	12,949	17,916	483.189	185.342	133.958
Ortalama	4,707	12,178	16,885	511.439	197.879	142.142

Grafik 1. Otomasyon Yazılımı 2.400.000 Adet Veri İşleme Zamanı



Grafik 2. Otomasyon Yazılımının Veri İşleme Kapasitesi



Görüldüğü gibi yazılım, saniyede 100 binden fazla veri işleyebilmektedir. Ancak Türk Standartları Enstitüsü 11552 (Şubat 1995) nolu standardına göre silindirler, 500 km strok kat edecek şekilde test edilmelidir. Bu da silindir hızı ve strok uzunluğuna bağlı olarak birkaç aylık bir test sürecine denk düşer.

Verilerin, yazılımın çalıştığı 120 GB'lık sabit diskte depolanabilmesi için saniyede işlenen verilerin oldukça yeterli bir sayı olan 300 adede düşürülmesi uygun olacaktır. Bu durumu bir örnekle daha net açıklayabiliriz;

Piston hızı 100 mm/s, strok uzunluğu 800 mm olursa 500 km strok için piston,

$500.000.000 \text{ mm} / 800 \text{ mm} = 625.000$ adet strok yapmalıdır. Bunun için gerekli süreç ise,

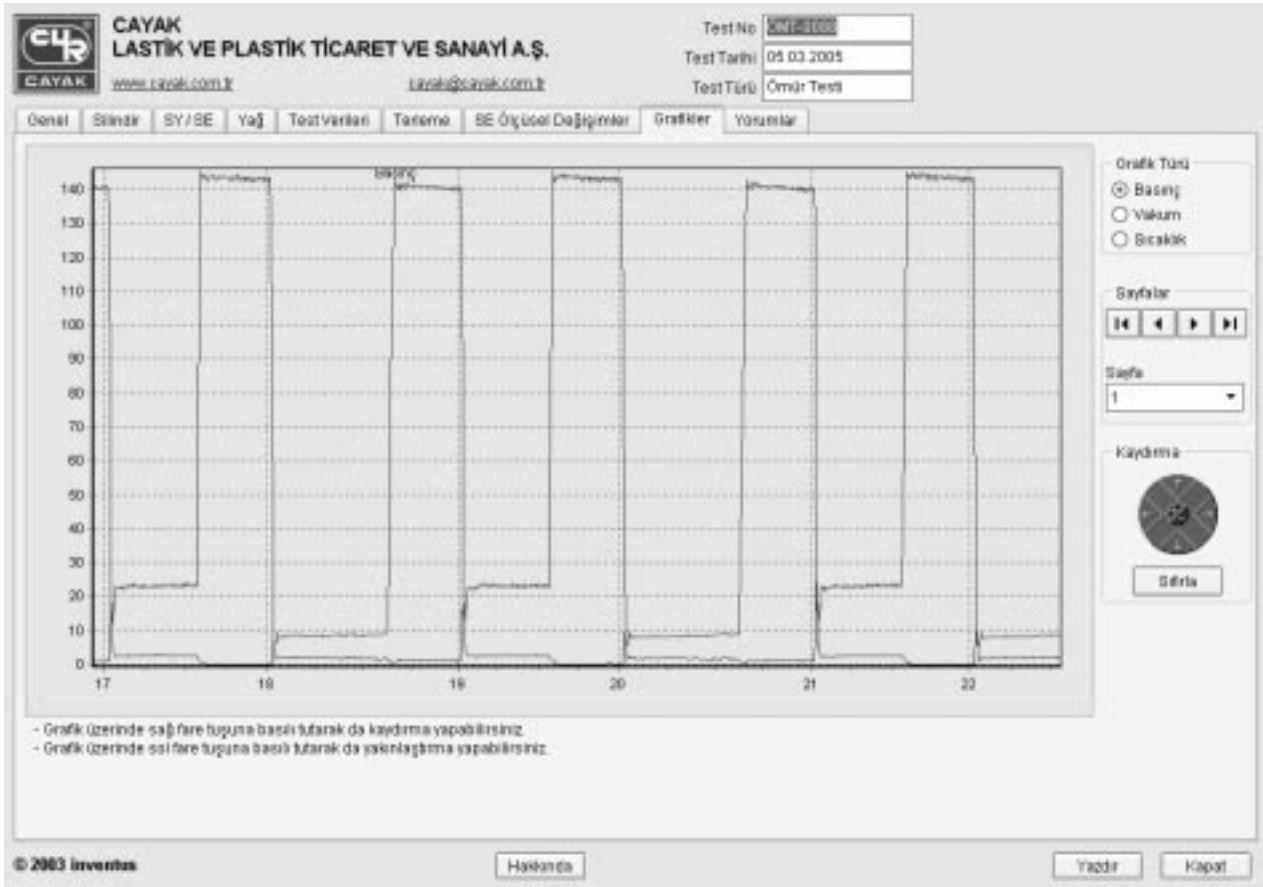
$500.000.000 \text{ mm} / 100 \text{ mm/s} = 5.000.000 \text{ s} \approx 58$ gündür. 5.000.000 saniyede toplanacak veri adedi,

$5.000.000 \text{ s} * 300 \text{ adet/s} = 1.500.000.000$ adet veri olacaktır. Bu da 30 GB'ın üzerinde alan işgal edecektir.

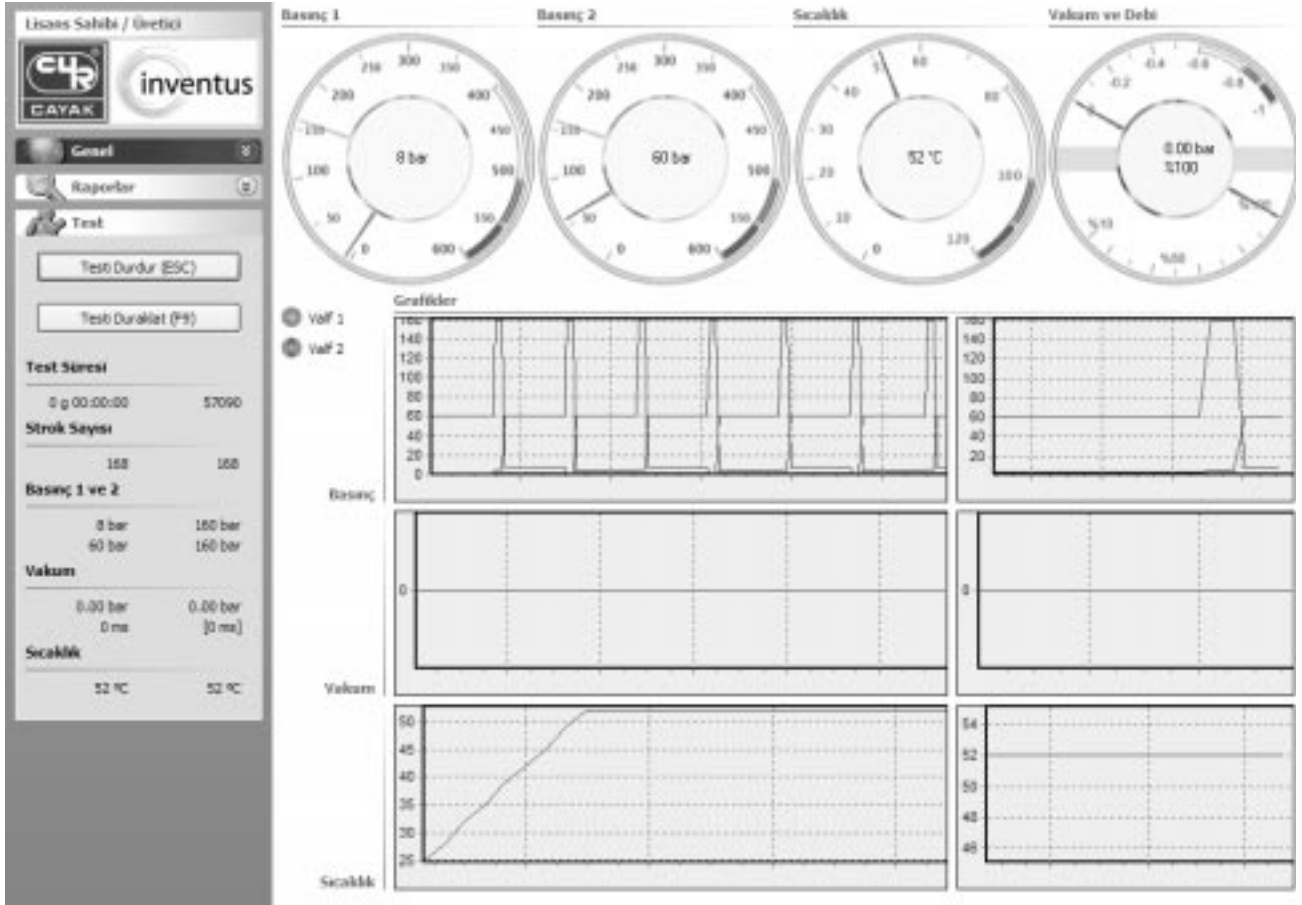
Standarta göre piston hızı 8 mm/s'ye kadar düşebilmektedir. Eğer bu piston 100 mm/s değilde 10 mm/s hızla hareket etseydi test süresi 20 aya, gerekli alan da 300 GB'a çıkacaktı.

Yazılımın çalıştığı bilgisayar sistemi;

- Pentium IV 2.4 GHz - HT,
- 2 GB hafıza,
- 2 adet 120 GB S-ATA sabit disk,
- Microsoft Windows XP işletim sistemidir.



Şekil 2. Rapor Gösterim Yazılımının Genel Görüntüsü



Şekil 3. Test Yazılımının Genel Görüntüsü

Sabit diskler RAID seviye 1 ile bağlanarak, olası bir donanım arızasına karşı tedbir alınmıştır. Bu şekilde test sırasında bilgilerin depolandığı donanımlarda oluşabilecek hasarlar test akışını engellemeyecektir.

Yazılım test cihazı için özel olarak üretilmiştir. Tüm hakları saklıdır.

SONUÇ

Test cihazı ile şartların hassas şekilde kontrol edilebilmesi, yapay kavitasyon oluşturulabilmesi, değerlerin gerçek zamanlı ve geriye dönük detaylı incelenebilmesi sızdırmazlık elemanlarının performansının belirlenmesi konusunda sağlıklı verilere ulaşmamızı sağlayacaktır. Yeni dizayn edilen parçaların

geliştirilmesi ve test edilmesinin yanında üretilen modellerin, farklı silindirler için uygulama değerlerine ulaşılacaktır.

KAYNAKÇA

1. TS 11552 / Şubat 1995 UDK 62.222:62-822 Hidrolik Silindirler - Çift Etkili