



# HIDROLİK SILINDIRLERDE KULLANILAN SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI İÇİN ÖMÜR TEST CİHAZI

**Bahadır ÖZTÜRK**

## ÖZET

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 ağırlasan şartlar her konuda olduğu gibi önemli bir ürün olan hidrolik silindirlere de yüksek verim ve dayanımı gerekli hale getirmiştir.

Elbette bu şartlar silindiri oluşturan tüm parçaların aynı oranda performans ve dayanıklılığını gerektirir.

Test cihazı, sızdırmazlık elemanlarının bu gelişime uygun düzeyde kalite ve dayanıklılıklarını, çalistikleri gerçek şartlara mümkün olduğunca yakın seviyelerde test etmek amacı ile düşünülmüştür.

Basınç, sıcaklık, debi, uygulanan kuvvet değerleri ayarlanarak gerçek zamanlı grafiklerle izlenen bir süreç sonunda sızdırmazlık elemanındaki değişim ve etkiler izlenebilecektir.

Bu düzenle aslında sızdırmazlık elemanı ile birlikte silindir dizaynlarının elemanlar üzerindeki etkileri de görülmektedir.

## GİRİS

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 karşılaşılabilmektedir.

Bununla birlikte birbirine bağımlı sistemlerde yer alan veya bir iş makinesi 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.

Olusabilecek 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.

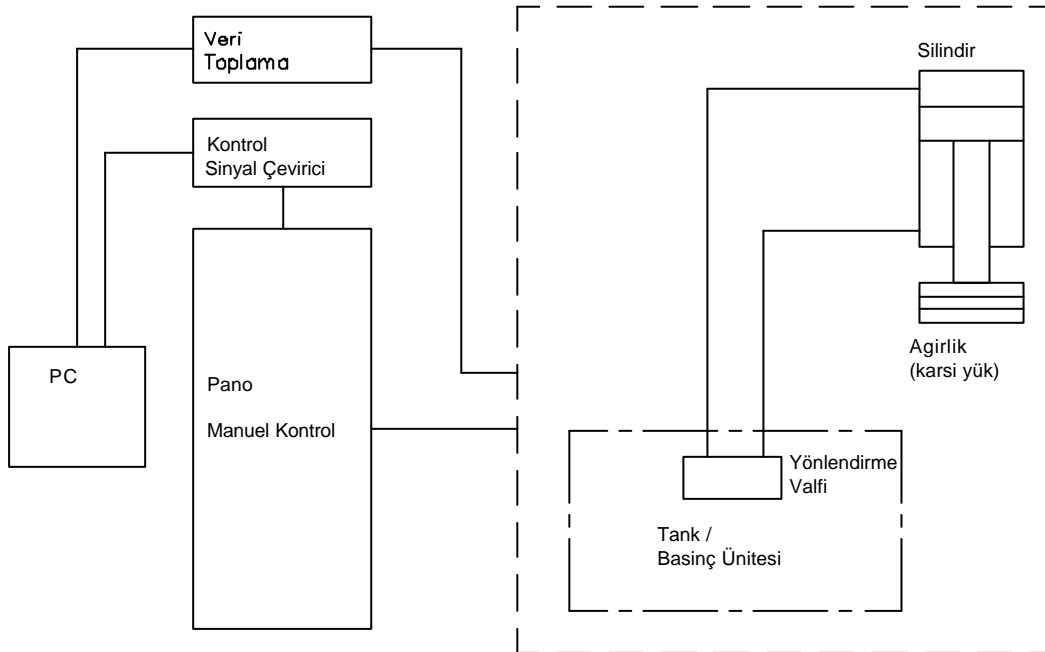
## 1. AMAÇ VE YÖNTEM

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.

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

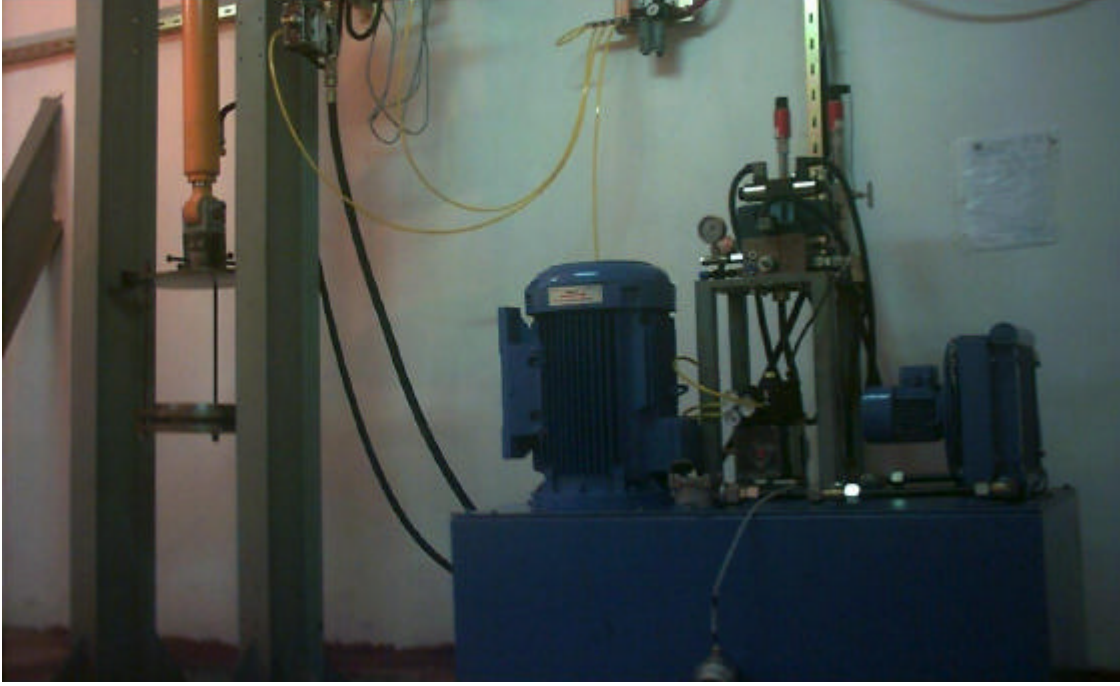


Şekil 1.

## 2. TEST CİHAZININ BASLICA ÜNİTELERİ ve ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Test Cihazı üç ana üniteden oluşmaktadır. Bu üniteler:

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



**Resim 1.** Test Cihazı Genel görünümü

### 2.1. Basınç Ünitesi

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

### 2.2. Test Cihazı Ağırlık Bağlama Düzenegi

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

### 2.3. 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 degiskenler, her test öncesinde belirlenerek kaydedilmektedir. Test parametreleri olarak kabul edilen bu degiskenlerin bir bölümü test sistemine, diğer bölümü ise test edilecek silindire bağlıdır. Bu veriler şunlardır :

- Silindir adi / 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)
- Tesisat ölçüleri (silindir giriş ve çıkışı)

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 yanıl yük değerleri dikkate alınır. Genel fiziksel görünümün yorumlanması sırasında özellikle silindir dizaynlarından kaynaklanan problemler görülebilmektedir.

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

Test sonucunda toplanan ve hesaplar verilerin başlıcaları :

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

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

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 (karsi yük) tersi yönde yapılır. Bu şekilde sızdırmazlık elemanı üzerinde hem sistemin hem de karsi yükün oluşturduğu basınç uygulanarak; belli basınçlar altındaki iç sızıntı değerlerinin yani sıra maksimum dayanım belirlenebilir.

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



### 2.3.1. Yazılım

Fiziksel bir yapı olmayan yazılım, sistemin zeka bölümünü oluşturmaktadır. Diğer elektronik değerlendirme ve okuma cihazlarından 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 CDye 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.

#### 2.3.1.1. Kapasite

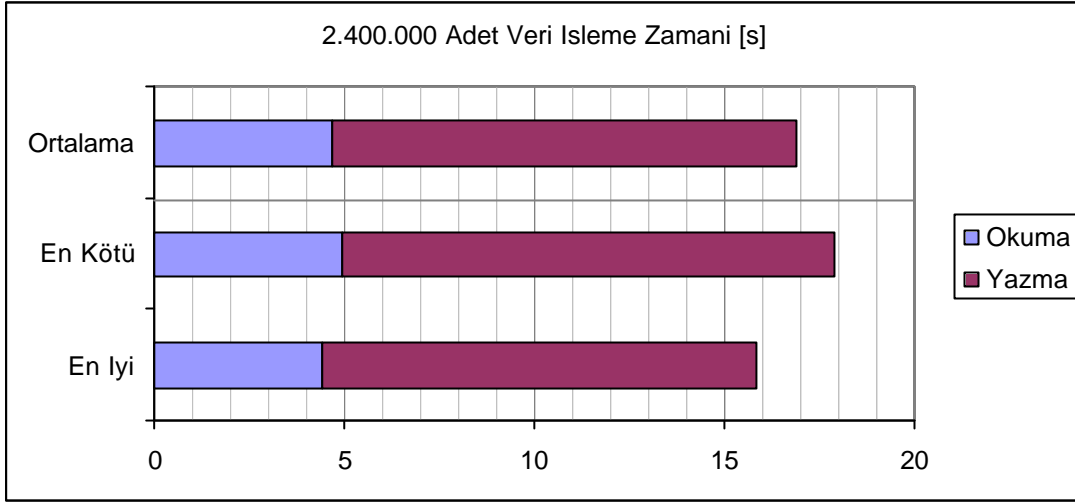
Yazılım, 2.400.000 adet veri kullanılarak test edilmiştir. Test için hızı oldukça düşük olan Pentium II 366 Celeron işlemcili ve 320 MB hafızalı bir bilgisayar seçilmiştir. Veri işleme, verilerin ölçüm cihazlarından okunarak (okuma bölümü) sabit diske yazılmasıdır (yazma bölümü).

Test sonuçları tablo ve grafiklerde belirtilmiştir.

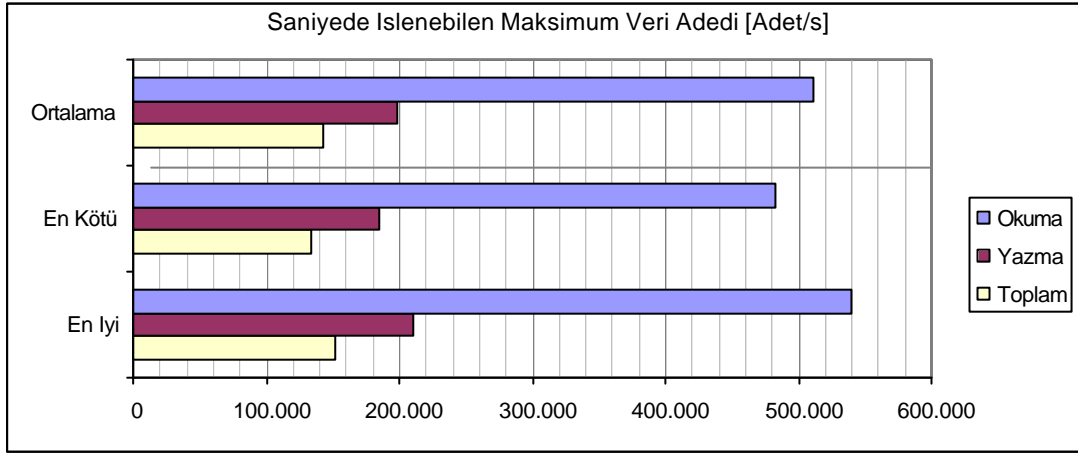
Görüldüğü gibi yazılım, saniyede 100 binden fazla veri işleyebilmektedir. Ancak Türk Standartları Enstitüsü 11552 (Subat 1995) nolu standardına göre silindirler, 500 km strok kat edecek şekilde test edilmelidir. Bu da silindir hızı ve strok uzunluğuna bağlı olarak birkaç aylık bir test sürecine denk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

**Tablo 1.** Otomasyon yazılımı veri işleme 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
<b>En İyi</b>	4,447	11,406	15,853	539.690	210.416	151.391
<b>En Kötü</b>	4,967	12,949	17,916	483.189	185.342	133.958
<b>Ortalama</b>	4,707	12,178	16,885	511.439	197.879	142.142



**Grafik 1.** Otomasyon yazılımı 2.400.000 adet veri işleme zamanı



**Grafik 2.** Otomasyon yazılımının veri işleme kapasitesi

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 mm strok için piston,  $500.000.000 \text{ mm} / 800 \text{ mm} = 625.000 \text{ adet}$  strok yapmalıdır. Bunun için gerekli süreç ise,  $500.000.000 \text{ mm} / 100 \text{ mm/s} = 5.000.000 \text{ s} \sim 58 \text{ gündür}$ . 5.000.000 saniyede toplanacak veri adedi,  $5.000.000 \text{ s} * 300 \text{ adet/s} = 1.500.000.000 \text{ adet}$  veri olacaktır. Bu da 30 GB'in üzerinde alan isgal edecektir.

Standarda göre piston hızı 8 mm/s'ye kadar düşebilmektedir. Eğer bu piston 100 mm/s değil de 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.



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

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

Test No	ÖT-0001
Test Tarihi	19.10.2003
Test Türü	Ömür Testi

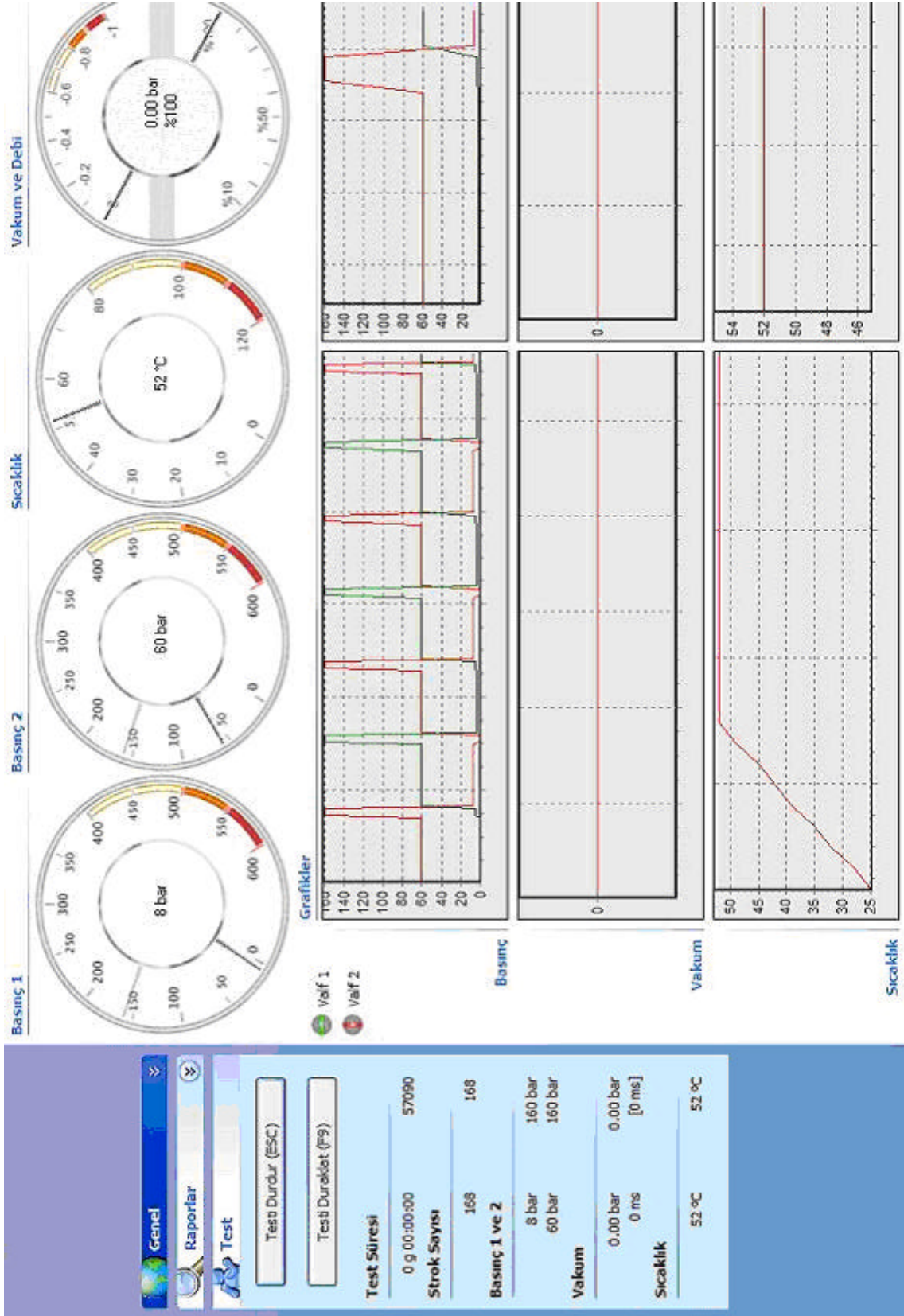
Genel	Silindir	SY / SE	Yağ	Test Verileri	Terleme	SE Ölçüsel Değişimler	Grafikler	Yorumlar
-------	----------	---------	-----	---------------	---------	-----------------------	-----------	----------

Silindir Adı ve Kodu	Silindir Adı	Silindir Kodu		
Silindirin Kullanıldığı Yer / Araç	Silindirin Kullanıldığı Yer			
Silindir Ölçüleri	Mil Çapı	24 mm	Piston Akma Boşluğu	0.01 mm
	Boru Çapı	20 mm	Rod Akma Boşluğu	0.05 mm
	Strok Uzunluğu	80 mm	Ön Tesisat Bağlantı Ölçüsü	0.75 mm
			Arka Tesisat Bağlantı Ölçüsü	0.75 mm
Mil Pürüzlülüğü	0.001 mm	Boru Pürüzlülüğü	0.001 mm	

Hakkında Yazdır Kapat

Resim 2. Rapor gösterim yazılımının genel görüntüsü





Resim 3. Test yazılımının genel görüntüsü





## 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 silindire için uygulama değerlerine ulaşılacaktır.

## ÖZGEÇMİŞ

### Bahadır ÖZTÜRK

1975 yılında İstanbul'da doğan Bahadır ÖZTÜRK 1998 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Askerliğini 1. Ordu Makine Mühendisi Teknik Kontrol sorumlusu olarak yaptı. 2001 yılından bu yana CAYAK A.S. de Teknik Koordinatörlük görevini sürdürmektedir.