



HİDROLİK VİNÇ TEST SİSTEMİ TASARIMI

Serhat BAŞARAN
Tuna BALKAN

ÖZET

Bu çalışmada, bir hidrolik vinç test sisteminin tasarımı, bilgisayar destekli hidrolik sistemi benzetimi ve ortaya çıkan ürünün doğrulama testlerinden alınan verilerin benzetim sonuçları ile karşılaştırılması anlatılmıştır. Amaç; hidrolik vinçlerinin, üreticileri tarafından belirlenen, 0-400 daN arası yüklerde ve 0-1 m/s arası hızlarda statik ve dinamik olarak test edilebilmesini sağlayacak test sisteminin tasarlanıp üretilmesidir. Test sistemi tasarımı vinçlerin bakım kılavuzlarında yer alan test prosedürlerinden hareketle tersine mühendislik ile hazırlanmıştır. Ön tasarım ve hidrolik devrenin gerçekleştirilmesinin ardından üretim öncesinde Matlab® yazılımı kullanılarak benzetim yapılmıştır. Matlab® yazılımı ile yapılan benzetimden elde edilen hız ve yük sonuçları deneysel sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Ürünün doğrulama testleri için kullanılan hidrolik vincin üzerinde bir servo valf olmasına rağmen, oransal valflerle kontrol edilen test sisteminin hız yanıtı hem benzetimde hem de deneysel sonuçlarda oldukça başarılıdır. Sistemin yük denetim performansını kontrol etmek amacıyla, hem benzetimde, hem de testlerde hidrolik motor üzerindeki basınç düşüşünden ve yük hücrelerinden elde edilen veriler karşılıklı incelenmiştir. Geçiş rejimi esnasındaki yanıtlar arasında farklar olmasına rağmen, durağan rejimdeki farklılıklar belirlenmiş sınırlar içerisinde olup sonuçlar oldukça başarılıdır.

ABSTRACT

In this study, design and construction of a hydraulic hoist test bench, computer aided hydraulic simulation and the comparison of the data taken during the verification of the product with the simulation results is examined. The objective was to design and construct a hoist test bench of testing hoists under loads and speeds specified by the hoist manufacturers both statically and dynamically. Tests are done by winding the unwound hoist cable over the drum located on the test bench under the load and speed conditions specified by the user. System design was prepared by using reverse engineering, starting from the test procedures given in "component maintenance manuals" of hoists. Preliminary model and hydraulic circuit are developed and system simulation is performed by using Matlab® before the construction stage. Matlab® simulation results are compared with the experimental test results in terms of speed and load. Although there is a servo valve on the hoist that is used for the verification period, speed and load response of the proportionally controlled test bench was pretty good both in simulation and experiments. To check the load response of the system, loads obtained from the hydraulic motor pressure drop and load cell data for both simulation and tests are investigated together. It is seen that, even though transient responses are slightly different, steady state load responses were satisfactory and within the predetermined limits.

1. GİRİŞ

Hidrolik vinç test sistemleri ile ilgili literatürde çok kısıtlı bilgiler ve çalışmalar bulunmaktadır. Firmalar, ticari gizli olan tasarımlarını saklı tutmakta ve bilgi aktarımına sıcak bakmamaktadırlar. Bu tür sistemlerin benzerlerinin ABD ve Avrupa'da büyük ölçekli firmalarda ve vinç üreticilerinde bulunduğu bilinmektedir.

Çalışmaya konu hidrolik vinç test sistemi, halat uzunluğu 100 m'den az olan hidrolik tahrikli vinçlerin; maksimum 400 daN yük ve 1 m/s hız değerlerinde, statik ve dinamik olarak testine olanak sağlayan, mobil bir şasi üzerine kurulmuş, yük geri beslemeli, oransal kontrollü bir test sistemidir [1]. Yapılan teorik ön tasarım çalışmaları sonrasında, Matlab® Simulink® modülünde yer alan SimHydraulics® modülü kullanılarak sistemin benzetimi gerçekleştirilmiştir. Alınan olumlu sonuçların akabinde test sisteminin üretimine geçilmiş ve son aşamada test sonuçları ile benzetim sonuçları karşılaştırılmıştır.

Bir hidrolik sisteminin tasarımından devreye alınmasına kadar 6 temel aşamadan geçilmektedir. Bu aşamalar sistemin yapacağı işin tanımlanması, devre şemasının çizimi, sistemin benzetiminin yapılması, nihai devre elemanlarının seçimi, ayrıntılı hesap ve kontroller ve son olarak sistemin devreye alınışıdır [2]. Test sisteminin tasarımında öncelikle çalışma prensibi oluşturulmuş ve ön tasarım yapılmıştır. Daha sonra benzetim çalışmaları gerçekleştirilerek sistemin performansı incelenmiştir. İstenilen performansın sağlandığının görülmesi üzerine sistemin hidrolik ve mekanik birimlerinin tasarımına geçilmiştir. Test sisteminden vinç üzerinde yükün oluşturulması için elektrik motoru ile de tahrik mümkün olmakla beraber önceden belirlenmiş şartname doğrultusunda hidrolik motor ile tahrik edilen bir hidrolik sistem tercih edilmiştir. Sistemin imalatını takiben test çalışmalarına başlanmış ve benzetim sonuçları ile test sonuçları karşılaştırılmıştır.

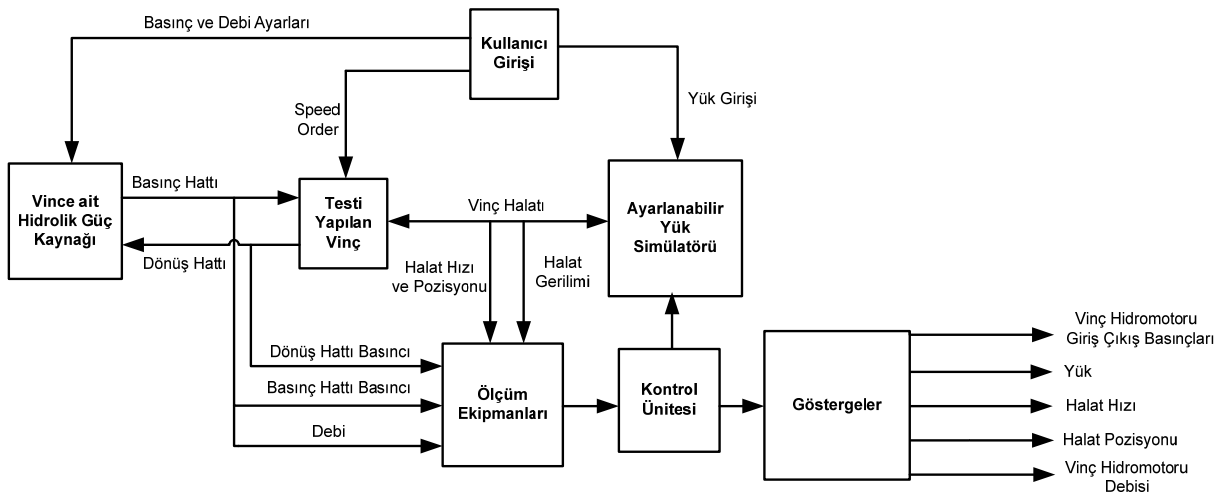
2. SİSTEMİN ÇALIŞMA PRENSİBİ VE ÖN TASARIMI

Vinç test sistemi hidrolik vinç üreticilerinin test için belirlediği yük değerlerinde halata, testin tipine göre statik veya dinamik olarak gerilim uygulamak ve bu esnada basınç, debi, hız, pozisyon ve yük gibi çeşitli parametreleri gerçek zamanlı olarak ölçmek ve göstermek için tasarlanmıştır.

Hidrolik vinçleri test etmek için oluşturulan bu test sistemi tasarımı aşağıdaki ana başlıklar üzerinde oluşturulmuştur:

- Ayarlanabilir yük oluşturulması
- Statik ve dinamik test kabiliyeti
- Basınç, yük, debi, halat konumu ve halat hızını gerçek zamanlı ölçebilmek ve gösterebilmek
- Halatın hız değişimlerinde boşa çıkmasını engelleyecek minimum gergiyi korumak

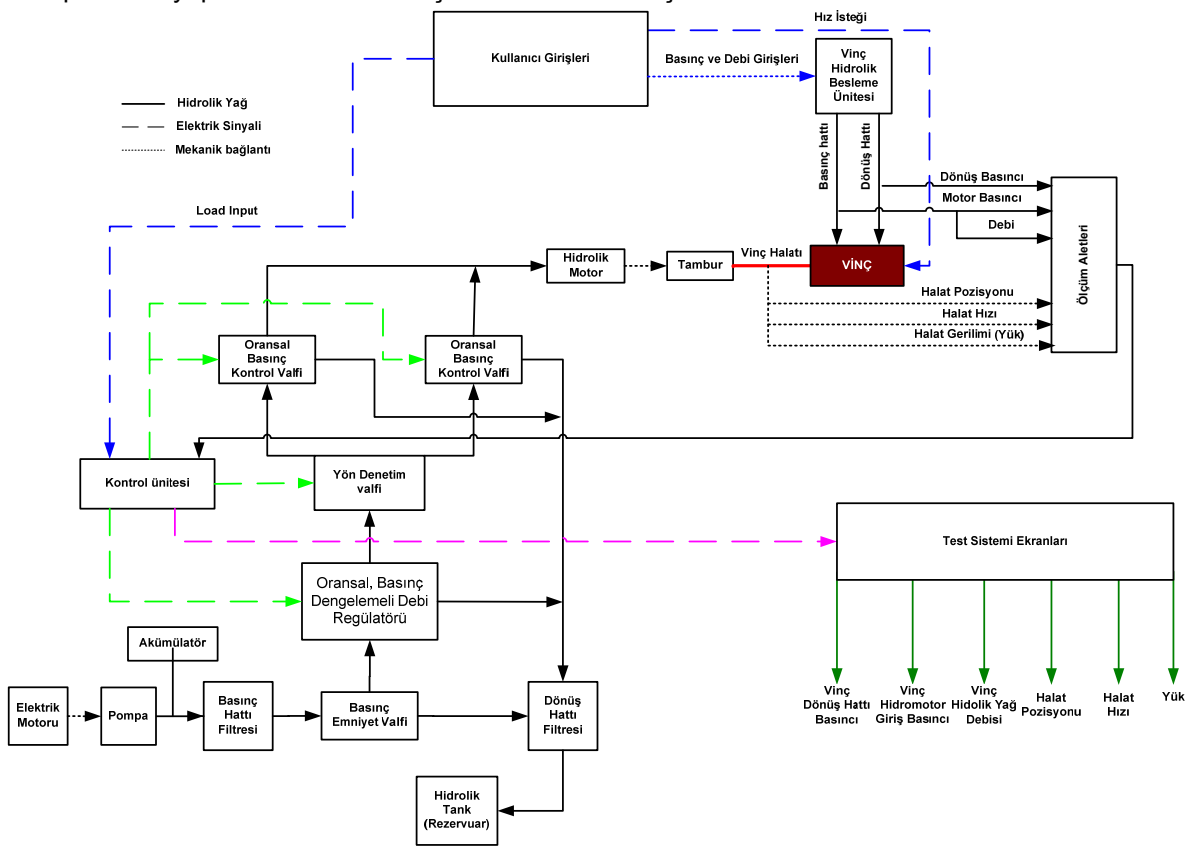
Bu tasarım kriterleri uyarınca sistem tasarımına Şekil 1'de verilen blok şema üzerinden başlanmıştır.



Şekil 1. Test Sistemi Genel Blok Şeması

Kullanıcı tarafından girilen halat yükünün olası farklı hız profillerinde sabit tutulması ise geri beslemeli yük denetim sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Giriş ve çıkış portlarındaki basınç değerleri oransal valfler ile kontrol edilen hidrolik motor, test sistemi tamburuna merkezden bağlıdır. Yük hücresinden gelen halat gerilimi bilgisi, PLC tabanlı kontrol ünitesine geri besleme olarak verilir ve üretilen kontrol sinyali oransal basınç kontrol valflerine iletilir. Kullanıcı girişi olarak vince verilen halat hızı değerine göre oransal, basınç dengelemeli debi regülatörü; test sistemindeki hidrolik motora giden debiyi belirler. Bu sayede vinç halatı boşa çıkmadan istenen yükte test yapılabilir. Vince aşağı hareket komutu verildiğinde halat tambur üzerine sıralı bir şekilde sarılarak vincin aşağı yönde çalıştırılması; kullanıcı tarafından yukarı hareket komutu verildiğinde de tambur üzerine sarılı olan halatın hidrolik motorun diğer yönde döndürülmesi suretiyle yukarı hareketi sağlar.

Buraya kadar işlevleri anlatılan alt sistemler ve ekipmanlar, tek bir blok şema üzerinde toplanarak Şekil 3'te gösterilmiştir. Bu aşamadan sonra hidrolik ekipmanların belirlenmesi amacıyla gerekli hesaplamalar yapılarak malzeme seçimleri tamamlanmıştır.

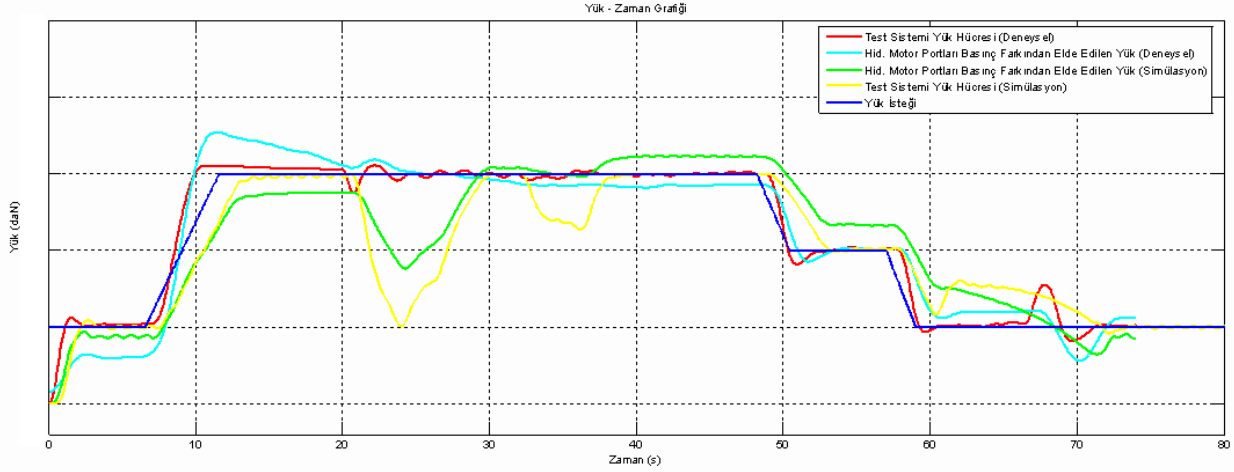


Şekil 3. Vinç Test Sistemi Genel Blok Şeması

3. SİSTEMİN SİMÜLASYONU

Test sisteminin yapacağı işin nasıl ve ne tip ekipmanlarla yapılacağını tanımlanmasının ardından Matlab® Simulink® altında yer alan SimHydraulics® modülü kullanılarak hem test sisteminin, hem de testi yapılacak hidrolik vincin modelleri oluşturulmuştur [3]. Test edilmek üzere seçilen vincin üzerinde bir servovalfin yer alması, dolayısıyla kullanıcı hız isteklerine çok hızlı cevap vermesi, oransal kontrollü olan test sistemi performansını değerlendirmede nitelikli ve zorlu bir deneme testi karakteristiği oluşturmuştur. Bir önceki bölümde verilen sistem mimarisi Simulink® blokları kullanılarak oluşturulmuştur. Test sistemi ve vinç arasındaki bağlantıyı oluşturan vinç halatı bir yay olarak tanımlanmıştır. Yay sabiti, vinç halatı ile yapılan bir çekme testinden elde edilmiştir.

Hıza benzer şekilde, test sisteminin yük isteğine yanıtı da detaylı olarak araştırılmıştır. Kullanıcı tarafından girilen yük isteği, benzetim sırasında yük hücresinden elde edilen değer, deneysel olarak yük hücresinden alınan değerler ile aynı grafikte gösterilmiştir. Bunlara ek olarak, hem benzetim modelinde hem de test sistemi üzerinde yer alan hidrolik motorun giriş çıkış hatlarından basınç değerlerinin kaydedilmesi suretiyle, bu basınç değerlerinden halat üzerinde oluşturulan yük hesaplanmış ve aynı grafikte gösterilmiştir.



Şekil 7. Yük İsteğine, Benzetim ve Test Sisteminden Deneysel Olarak Elde Edilen Yük Yanıtları

Şekil 7'de verilen grafik, değişik büyüklüklerde uygulanmış bir yük profili isteğine karşılık alınmış benzetim ve deneysel sonuçları göstermektedir. Bu yükleme profili uygulanırken, test altındaki vince aynı zamanda Şekil 6'da tanımlanmış hız profili de uygulanmıştır. Buna göre, hem test sisteminin, hem de benzetimin yük ve hız isteklerinde, sabit rejimlerdeki yanıtlarının oldukça başarılı olduğu, geçiş rejimlerinde de özellikle hızlanma ve yavaşlama ivmelerinin yük kararlılığını önceden tahmin edildiği gibi etkilediği, ancak sonuçların tatminkar olduğu sonucuna varılmıştır.

SONUÇ

Bu çalışma, bir hidrolik vinç test sisteminde hem vinç, hem de test sisteminin matematiksel modellerinin hazırlanarak test benzetiminin oluşturulması ve özellikle dinamik testler sırasında kullanıcı tarafından girilecek olan farklı hız ve yük isteklerine test sisteminin verdiği yanıtların detaylı araştırılması açısından çok önemli bir yer teşkil etmiştir. Özellikle bu tip karmaşık hidrolik test sistemlerinin üretimine geçilmeden önce bilgisayar ortamında benzetimlerin yapılması, olası problemlerin önceden fark edilerek önlemlerin alınmasına olanak sağlamaktadır. Bu amaçla kullanılan Matlab® Simulink® yazılımı içindeki SimHydraulics® araç kutusu çalışmada etkin yer edinmiştir.

Testler sırasında kullanılan vincin servo kontrollü olması, doğrulama sürecinde test sistemine zor bir görev yüklemiştir. Bu bağlamda, servo kontrollü eyleyicilerin, oransal kontrollü sistemler ile test edilebilirliği araştırılmış ve belirli ivme sınırları dahilinde oransal kontrollü sistemlerin yanıtlarının yeterli olabileceği hem deneysel sonuçlar ile hem de bilgisayar ortamında yapılan benzetimler ile gösterilmiştir.



KAYNAKLAR

- [1] BAŞARAN, S., Design and Construction of a Hydraulic Hoist Test Bench, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- [2] ERŞAHİN, M. A ve ÜNLÜSOY, Y. S., “Hidrolik Güç Sistemlerinin Bilgisayar Yardımı ile Tasarım ve Simülasyonu”, I. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, Bildiri Kitabı, İzmir, 1999.
- [3] MATLAB® /SIMULINK® SimHydraulics User’s Guide, Version 1.2, The Mathworks Inc., 2007.
- [4] Hydraulic Rescue Hoist Manual Intermediate Level with Illustrated Parts List, Goodrich Actuation Systems, Jan. 31, 2004.

ÖZGEÇMİŞLER

Serhat BAŞARAN

1982 yılında Çanakkale’ de doğdu. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümünden 2003 yılında “Lisans”, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden 2007 yılında “Yüksek Lisans” derecelerini aldı. 2008 yılında ODTÜ Makina Mühendisliğinde “Doktora” eğitimine başladı. 2003-2007 yılları arasında GATE Elektronik San. Tic. A.Ş. de çalışmış olup, Haziran 2008’den bu yana da FNSS Savunma Sistemleri A.Ş. Ar-Ge bölümünde görev almaktadır. 2003 yılından bu yana savunma sanayinde elektromekanik ve hidrolik sistem tasarımı konularında çalışmaktadır.

Tuna BALKAN

1957 yılında Manisa’da doğdu. Halen çalışmakta olduğu Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü’nden 1979 yılında “Lisans”, 1983 yılında “Yüksek Lisans”, 1988 yılında da “Doktora” derecelerini aldı. 1985 yılında “Öğretim Görevlisi”, 1988 yılında “Yardımcı Doçent”, 1990 yılında “Doçent” ve 2000 yılında da “Profesör” unvanını aldı. 1998 yılından beri ODTÜ Bilgisayar Destekli Tasarım İmalat ve Robotik Merkezi Başkan Yardımcılığı, 2005 yılından beri de ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü Bölüm Başkan Yardımcılığı görevlerini yürütmekte ve ASELSAN A.Ş. Mekanik Tasarım Müdürlüğü’nde danışman olarak çalışmalar yapmaktadır. Çalışmaları sistem dinamiği, kontrol, sistem modellemesi, benzetimi ve tanınması, akışkan gücü kontrolü, robotik ve uygulamaları ve platform stabilizasyonu alanlarında yoğunlaşmıştır. 2001 yılından beri HPKON yürütme kurulu üyesi, 2005 yılından beri de yürütme kurulu başkanı olarak görev yapmaktadır.