



MOBİL HİDROLİK ORANSAL YÖN KONTROL VALFLERİNDE SÜRGÜNÜN KONUM KONTROLÜ VE 1B SİMÜLASYONDA PID OPTİMİZASYONU

SPOOL POSITION CONTROL IN MOBILE HYDRAULIC PROPORTIONAL DIRECTIONAL CONTROL VALVES AND PID OPTIMIZATION IN 1D SIMULATION

Burak Alkan
Aytaç Gören
Uğur Yalçınkaya

ÖZET

Mobil hidrolik valflerin kontrol edilmesi söz konusu olduğunda, geleneksel yöntem olan manuel kontrol yöntemi teknolojinin de gelişmesiyle birlikte yerini elektronik komponentler ve bunları kontrol eden yazılımlara bırakmıştır. Bu sayede üreticilerin kontrol kabiliyetini ve verimliliği arttırmakta olup güvenlik açısından da önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmaya konu olan kapalı sistem elektronik kontrolcülerden herhangi biri tercih edilirken, uygulanacağı sistemin niteliğine göre karar verilmelidir. Yapılan literatür araştırmaları ışığında kapalı sistem mobil hidrolik yön kontrol valfi amesim 1B simülasyon programında modellenerek PID parametreleri amesim optimizasyon modülü ile optimize edilmiştir ve simülasyon sonucu test sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mobil hidrolik, Hidrolik valf, Kontrolcü, 1B simülasyon

ABSTRACT

When it comes to controlling mobile hydraulic valves, the traditional method of manual control has left its place to electronic components and the software that controls them with the development of technology. In this way, it increases the control capability and efficiency of the manufacturers and has an important place in terms of safety. While choosing any of the closed system electronic controllers that are the subject of this study, it should be decided according to the nature of the system to be applied. In the light of the literature research, the closed system mobile hydraulic directional control valves were modeled in the amesim 1D simulation program and optimized with the amesim optimization module and the simulation result was compared with the test results.

Key Words: Mobile Hydraulic, Hydraulic valve, Controller, 1D simulation

1. GİRİŞ

Günümüzde birçok alanda kullanılmakta olan hidrolik valfler araçüstü ekipmanlarda da birbirinden farklı sistemlere ve konstrüksiyonlara aktüatörler vasıtasıyla tahrik sağlar. Hidrolik valf, hidrolik sistemin temel kontrol bileşenidir ve sıvıların akışını ve basıncını kontrol etmek için çok sayıda mühendislik uygulamasında yaygın olarak kullanılır. [1]

İyi bir güç/ağırlık oranı, sağlamlık ve nispeten iyi kontrol edilebilirlik sunarlar. Ancak, son yıllarda bu tür makinelerin enerji verimliliğine artan bir ilgi vardır. Yüke duyarlı oransal valf kontrolü, çok aktüatörlü sistemler için tipik bir çözümdür. [2]

Dünyada iş kazalarını önlemek amacıyla makina güvenliğiyle ilgili standartlar oluşturulmaktadır. EN13849 standardı da bunlardan biridir. Makina üzerinde bulunan mobil yön kontrol valfleri de bu kapsamda standarda uygun olarak geliştirilmektedir. Valflerde makina güvenliğini tehdit edebilecek en önemli etken milin istenilen konuma istenilen sürede gidememesidir. Bu çalışmada da kapalı sistem elektrohidrolik aktüatör geliştirilerek hataların önüne geçilmeye çalışılmaktadır.

2.SÜRGÜ KONTROL TÜRLERİ

Valfin en önemli bileşenlerinden birisi millerdir. Genellikle silindir olan hidrolik aktüatör, hidrolik sisteme bağlı yükün hareketini sağlar. Kontrol valfi, valf gövdesi içinde mil hareket ederken akışkanı aktüatöre iletir. Hidrolik sistemlerin performansı, büyük ölçüde kontrol valfi ve mil geometrisine ve bunların üretim toleranslarına bağlıdır.[3]

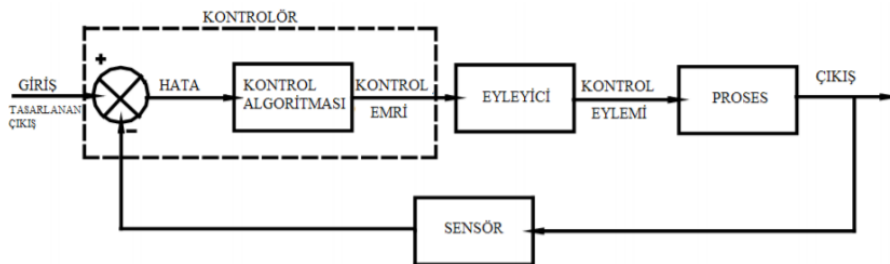
Miller elle kontrol edilebildiği gibi elektrohidrolik, hidrolik ve pnömatik gibi farklı şekillerde de kontrol edilebilir. Malzemelerin, imalatın, elektronik teknolojisinin gelişmesi ve yeni talepler elektrohidrolik kontrol valflerine daha fazla güç verdi.[4]

Bu alanda birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan biri diferansiyel kontrol yöntemidir. İki oransal solenoid tarafından kontrol edilen oransal yön valfi için normal kontrol yönteminde bir seferde yalnızca bir solenoide enerji verilir. Valfin performansı, ölü bölgeden büyük ölçüde etkilenir ve bu etki, basit bir ölü bölge akım kompanzasyonu ile ortadan kaldırılamaz. Bu dezavantajdan kaçınmak için, diferansiyel kontrol yöntemi (DKY) önerilmektedir. Kontrolör çıkış diferansiyel sinyalleri olan DKY'ni kullanarak oransal valfin her iki solenoidine aynı anda enerji verilir. İki solenoidin kuvvet çıkışı analiz edilerek çalışma noktası bulunur.[5]

3. KAPALI VE AÇIK ÇEVİRİM KONTROL CÜLER

Tek yönlü kontrol sistemleri açık çevrim veya kapalı çevrim olarak sınıflandırılır. Açık çevrim sistemlerde sisteme bir komut verilir ve bu komutun sistemi düzgün bir şekilde çalıştırdığı varsayılır. Kapalı çevrim sistemler sistemin çıkışını veya sonucunu, tasarlanan çıkışa göre karşılaştırır ve uygun düzeltici eylemleri gerçekleştirir. Kapalı çevrim sistemleri genellikle, daha doğru bir performans sergileyen ancak daha pahalı ve daha kararsız olma eğilimi olan sistemlerdir. Kontrol teorisinin uygulandığı çoğu sistem kapalı çevrimdir.

Şekil 2.4 kapalı çevrim sisteminin bir örneğini göstermektedir. Tasarlanan çıkışı gösteren giriş, algılanan çıkış ile karşılaştırılır ve bunların arasındaki hata, kontrolör tarafından bir komut üretmek için kullanılır. Daha sonra eyleyici (aktüatör), prosesin (kontrol edilen sistemin veya makinenin) tasarlanan şekilde çalışması için bir kontrol eylemi üretir. Açık çevrim sistemi, çıkıştan geri besleme almaya yarayan sensörlere sahip değildir. Açık çevrim sistemleri çıkıştaki sonuç değişikliklerini algılamadığı için bozucu etkilere ve sistemin parametre değişimlerine karşı daha duyarlıdır [6].

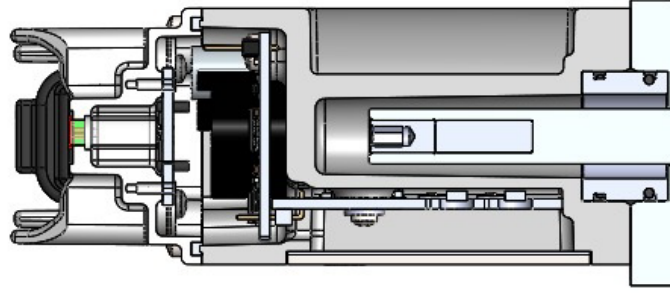


Şekil 1. Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi [6].

3.1.Kapalı Çevrim Elektrohidrolik Aktüatörler

Son kırk yılda çok çeşitli kontrol stratejilerinin geliştirilmesine rağmen, oransal, integral ve türev (PID) kontrolör endüstride açık ara en yaygın kullanılanı olmaya devam etmektedir.[7]

Kapalı çevrim aktüatörler içerisine yerleştirilen kontrolcü kartı ile üzerindeki basınç düşürücü solenoidleri dengeli ve hassas bir şekilde kontrol edebilen bir aktüatördür. Devre üzerindeki hall effect sensörlerden geri besleme alarak milin istenilen konumda olup olmadığı sürekli olarak doğrulanır. Bu sayede güvenli ve hassas kontrol sağlanır.

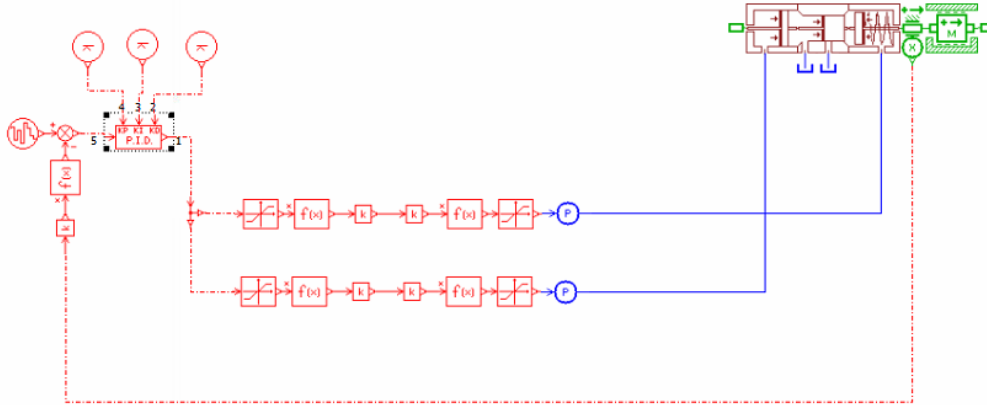


Şekil 2. Kapalı Çevrim Elektrohidrolik Aktüatör Katı Model Kesit Görünüşü

4. SİMÜLASYON MODELİNİN OLUŞTURULMASI

4.1. Kapalı Çevrim Elektrohidrolik Aktüatör Modelinin Oluşturulması

Aktüatörün oransal, integral ve türevsel parametrelerini belirlemek amacıyla girdiler ve çıktılara göre şekil.2 deki model oluşturulmuştur.



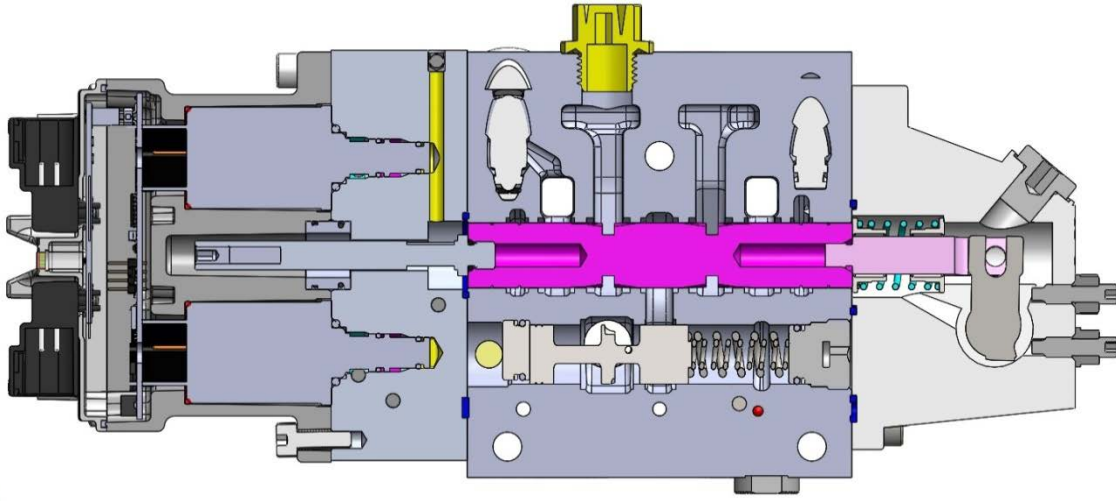
Şekil 3. Kapalı Çevrim Elektrohidrolik Aktüatör Amesim Modeli

Amesim, mühendislik sistemlerinin gelişmiş modelleme ve simülasyonu için hizmet veren grafiksel arayüze dayalı bir yazılım türüdür. Özellikle mekanik, elektronik ve hidrolik için çok disiplinli simülasyonda uzmanlaşmıştır. Sistemin her bir bileşeni, bir veya daha fazla uygun simge ile temsil edilir ve uygun alt modellerle ilişkilendirilir.[8]

Amesim'in sinyal kütüphanesi kullanılarak mikrokontrolcüdeki pid hesaplamaları yapıldı. Adım girdi sinyalden milin konum bilgisi çıkarılarak hata bulundu. Çıkan hata PID modülünde hesaplanarak pid çıktısı elde edildi. Çıktı belirli katsayılarla çarpılarak ve sınır değerleri koyularak bobin modeline aktarıldı.

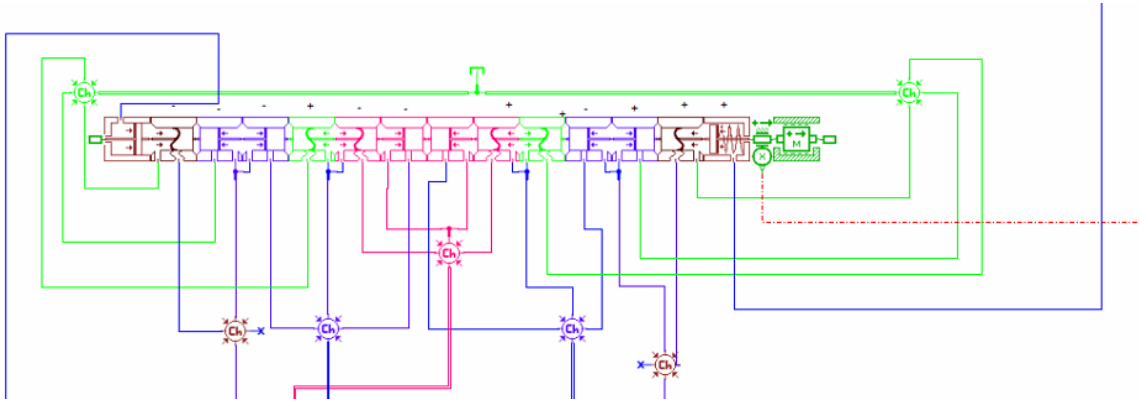
Bobin modeli ise akımı pilot basıncına çeviren katsayılardan oluşmaktadır. Pilot basıncı, oluşturulan valf modeline aktarılmıştır.

4.2. Oransal Yön Kontrol Valf Modelinin Oluşturulması



Şekil 4. Oransal Yön Kontrol Valfi Kesit Görünümü

Valf katı modelinden alınan kesit görünümüne göre aşağıdaki ana mil amesim modeli oluşturulmuştur.

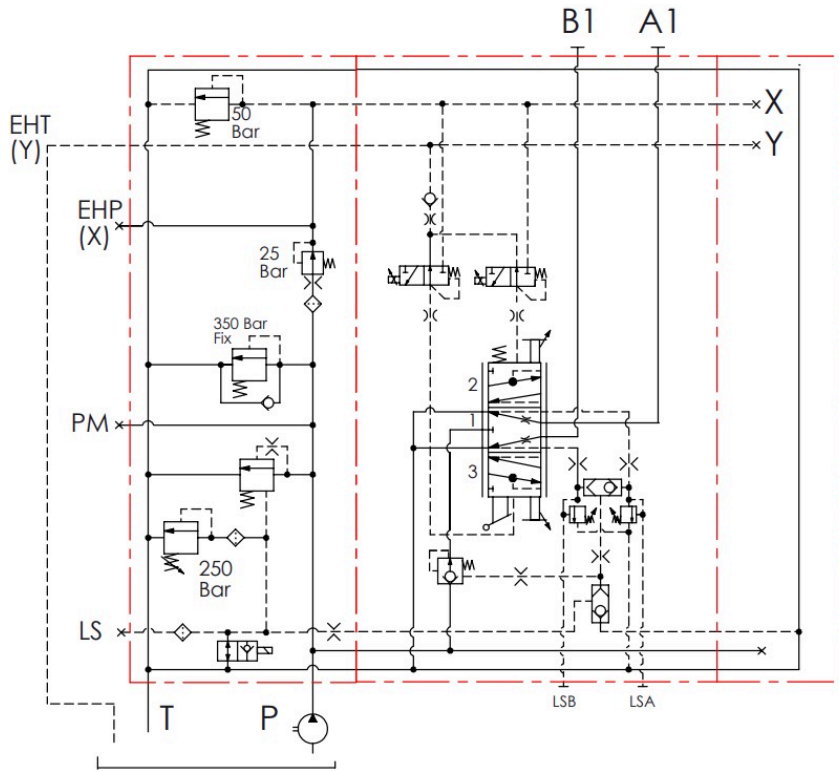


Şekil 5. Oransal Yön Kontrol Valfi Mili Amesim Modeli

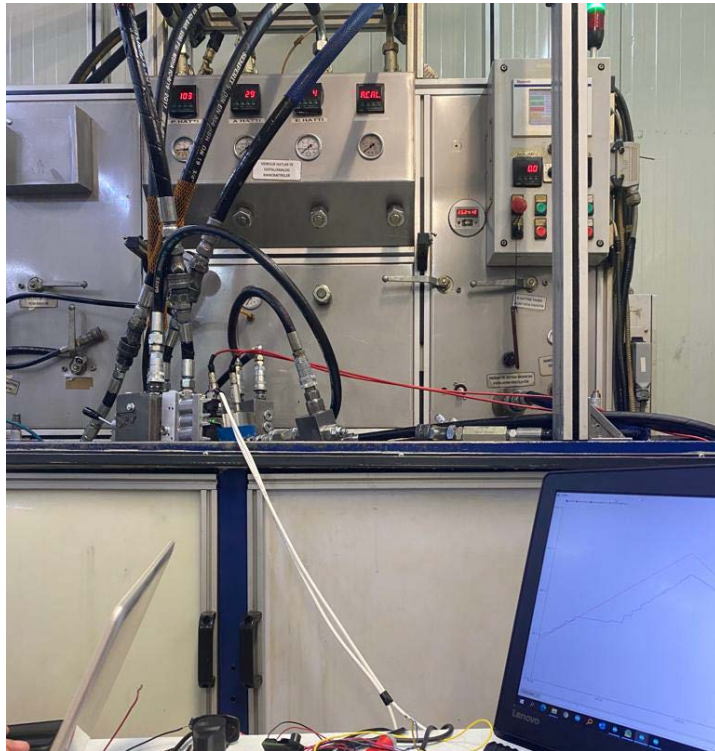
5. TEST

Simülasyon sonuçları yapılacak testler ile doğrulanmıştır. Testler Akon Hidrolik firması test laboratuvarındaki kapalı döngü sistem bağlantısı yapılmış yüke duyarlı valf ile yapılmıştır. Standartlara uygun olan test cihazları ile fonksiyon testi, basınç testi, konum ölçümü gibi testleri gerçekleştirebilmekte ve farklı parametreleri ölçülebilmektedir.

5 saniye aralıklarla step girdiler gönderilip milin konumundaki değişiklik kaydedilmiştir.



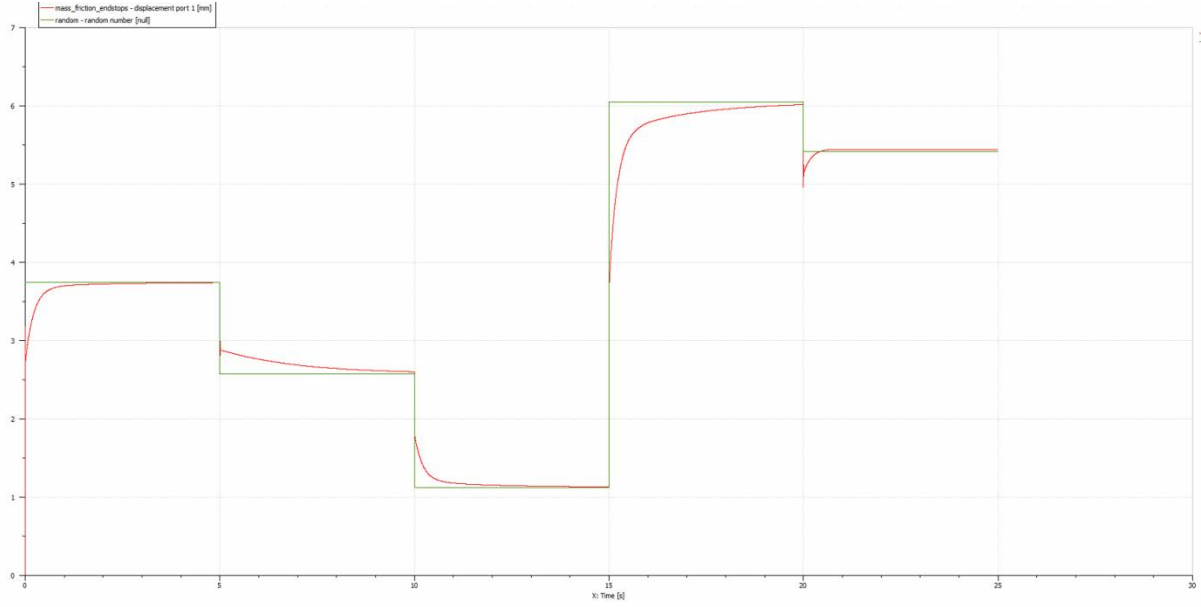
Şekil 6. Test Edilen SPV121 Valfinin Devre Şeması



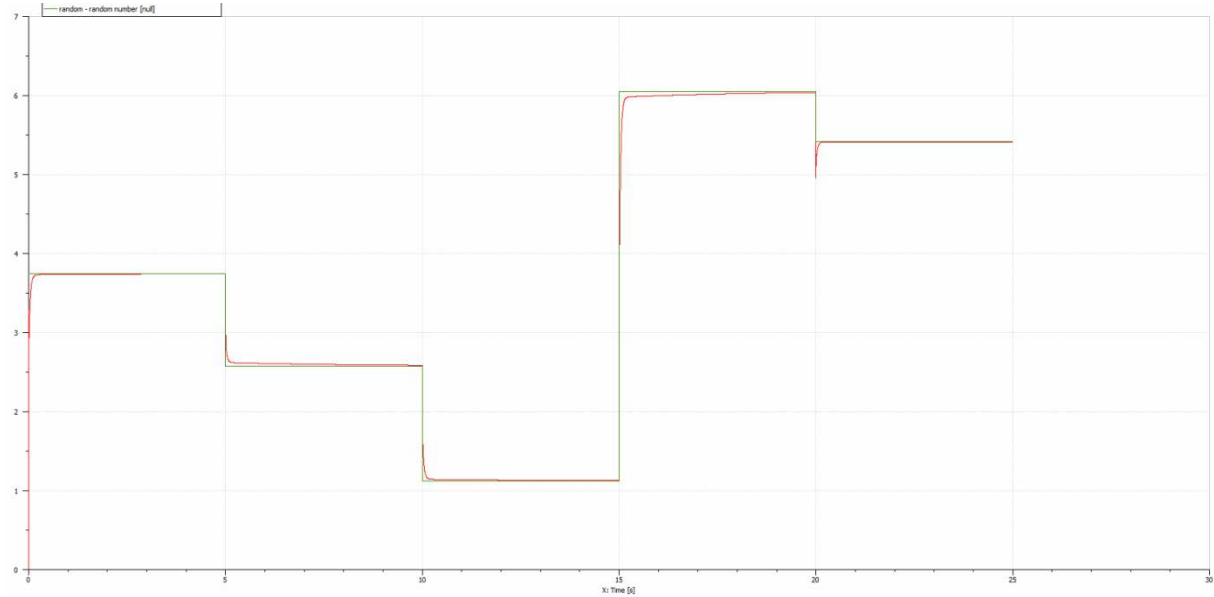
Şekil 7. Hidrolik Test Ünitesi

6.SONUÇ

Amesim modeli çalıştırıldığında Şekil 8'deki eğri elde edilmiştir. Yeşil çizgi 5 saniye aralıklarla gönderdiğimiz adım girdidir. Kırmızı çizgi valf mili üzerinden ölçülen konum bilgisidir. Amesim optimizasyon modülünde belirlenen P,I ve D katsayıları kullanılmıştır. Şekil 9'daki gibi bir eğri elde edilmiştir.

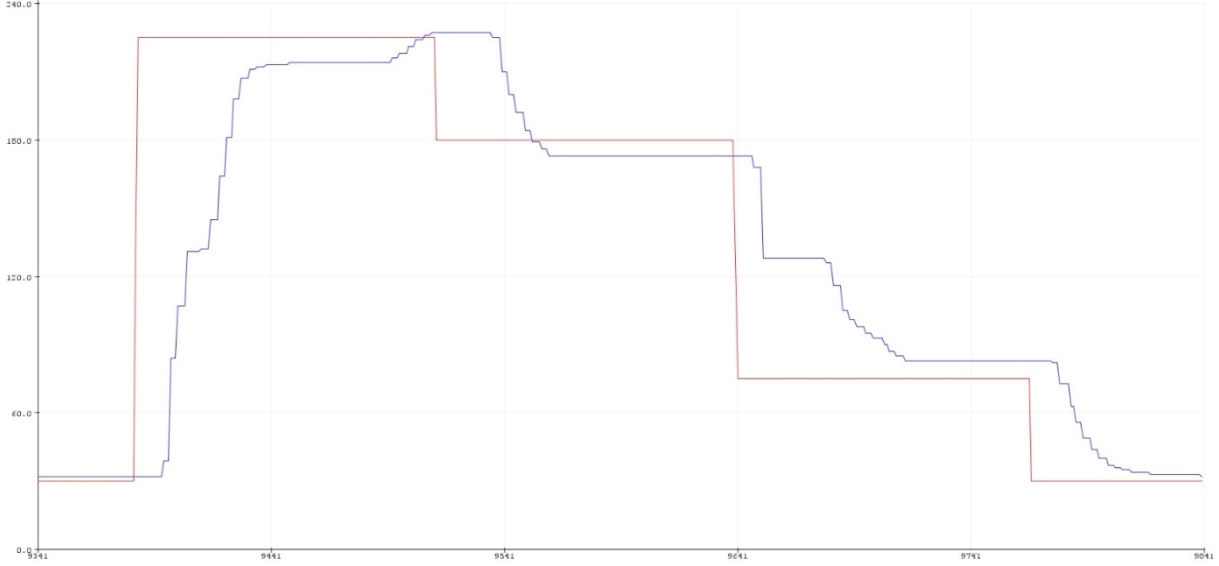


Şekil 8. PID Optimizasyonu Yapılmamış Amesim Simülasyon Eğrisi



Şekil 9. PID Optimizasyonu Yapılmış Amesim Simülasyon Eğrisi

Katsayılar gömülü yazılıma girilerek aktüatör test ünitesine bağlanmıştır. Testlerde de 5 saniye aralıklarla adım girdi gönderilmiştir. Şekil 10'daki test eğrisi üzerinde kırmızı çizgi aktüatöre canbus hattı üzerinden gönderdiğimiz adım girdilerdir. Mavi çizgi ise aktüatörden gelen konum bilgisidir.

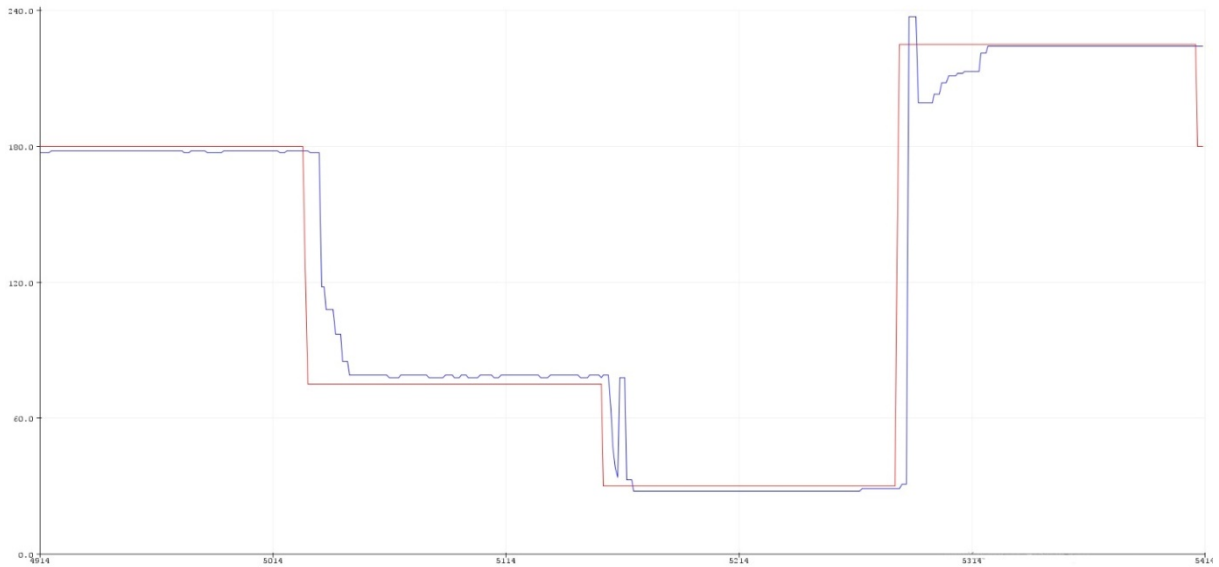


Şekil 10. PID Optimizasyonu Yapılmamış Test Eğrisi

Optimizasyon sonuçlarına göre aktüatör PID katsayıları güncellenip test tekrarlanmıştır.

Şekil 11 test sonuçlarında sistemin daha kararlı hale geldiği gözlemlenmiştir. Milin istenen değere ulaşma süresi 2 saniyeden 0,25 saniyeye kadar düşürülmüştür. Böylece mobil hidrolik yön kontrol valfinin mil konum kontrolü daha hassas ve güvenli hale getirilmiştir.

Bu çalışma ile elektrohidrolik valflerin tasarımı ve üretimi ile valf kontrolcülerini konusunda firma içerisinde bilgi birikimi sağlanmıştır.



Şekil 11. PID Optimizasyonu Yapılmış Test Eğrisi



TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tübitak TEYDEB 3191611 kodlu proje kapsamında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Bölümü ile birlikte geliştirilmiştir. Sağladığı destekler için Tübitak ve Dokuz Eylül Üniversitesine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Lei, Y., Jiang, W., Jiang, A., Zhu, Y., Niu, H., & Zhang, S, Fault diagnosis method for hydraulic directional valves integrating PCA and XGBoost. Processes, 7(9), 589, 2019.
- [2] Huova, M., Linjama, M., & Huhtala, K., Energy efficiency of digital hydraulic valve control systems (No. 2013-01-2347). SAE Technical Paper, 2013.
- [3] Eryilmaz, B., & Wilson, B. H. Unified modeling and analysis of a proportional valve. Journal of the Franklin Institute, 343(1), 48-68., 2006.
- [4] Xu, B., Shen, J., Liu, S., Su, Q., & Zhang, J., Research and development of electro-hydraulic control valves oriented to industry 4.0: a review. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 33(1), 1-20, 2020.
- [5] Jin, B., Zhu, Y. G., Li, W., Zhang, D. S., Zhang, L. L., & Chen, F. F., A differential control method for the proportional directional valve. Journal of Zhejiang University SCIENCE C, 15(10), 892-902, 2014.
- [6] Schueller, John K., Section 4.1 Automation and Control, 185-195, 2006.
- [7] Liu, G. P., & Daley, S., Optimal-tuning nonlinear PID control of hydraulic systems. Control Engineering Practice, 8(9), 1045-1053, 2000.
- [8] Ye, Y., Yin, C. B., Gong, Y., & Zhou, J. J., Position control of nonlinear hydraulic system using an improved PSO based PID controller. Mechanical Systems and Signal Processing, 83, 241-259., 2017.

ÖZGEÇMİŞ

Burak Alkan

1995 yılı İzmir doğumludur. 2018 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2019 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Mekatronik Mühendisliği alanında Yüksek Lisans programına katılmıştır. Çalışma hayatına Akon Hidrolik Valf firmasında arge mühendisi olarak 2017 yılında başlamıştır. 2021 yılından itibaren arge şefi olarak çalışmalarına devam etmektedir. Mobil hidrolik valf ve kontrolcülerini alanında çalışmaktadır.

Aytaç Gören

1999 Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü mezunudur. Lisansüstü öğrenimini gezgin robotlar ve yapay sinir ağları ile kontrolü üzerine tamamlamıştır. Yüksek lisans ve doktora çalışmaları esnasında, davetli araştırmacı olarak Avusturya'da Viyana Teknik Üniversitesi Nanometroloji Laboratuvarı ve Almanya'da Rosenheim Uygulamalı Mühendislik Okulu Kontrol ve Güneş Enerjisi Laboratuvarları'nda bulunmuştur. 2019 yılı ile 2021 yılı arasında çeşitli dönemlerde Fransa'da Picardie Jules Verne Üniversitesi Yenilikçi Teknolojiler Laboratuvarı'nda davetli öğretim üyesi olarak görev yapmıştır. AB, Bilim ve Sanayi Bakanlığı ya da Tübitak destekli birçok projede, yürütücü, araştırmacı ya da danışman olarak görev almıştır. 2003 yılından günümüze mühendislik öğreniminde uygulama olanağını güncel teknolojiler ile genişletmeyi hedef alan Solaris Güneş Arabaları Projeleri'nin yürütücülüğünü yapmaktadır. IFAC-DECOM-TT 2007 Düzenleme Kurulu Üyesi, TOK 11 Kongre Sekreterliği ve WELMO '17 Konferans Başkanlığı'nı yapmıştır. DEÜ – Makina Mühendisliği Bölümü Otomatik Kontrol ve Robotik Laboratuvarları yönetim görevine devam etmektedir.

Uğur Yalçınkaya

1984 yılı Kocaeli doğumludur. 2007 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Çalışma hayatına Akon Hidrolik Valf firmasında Arge Mühendisi olarak 2009 yılında başlamıştır. 2019 yılından itibaren Ürün ve İş Geliştirme Müdürü olarak çalışmalarına devam etmektedir.