

HİDROLİK SİLİNDİR İLE SÜRÜLEN ASILI YÜKLERİN SALINIM KONTROLÜ

Ali KILIÇ
Sadettin KAPUCU

ÖZET

Birçok endüstriyel sektörde ağır yüklerin bir noktadan diğer bir noktaya taşınması önemli bir gereksinimdir. Bu işlem gerçekleştirilirken de yükün istenilen konuma geldiğinde artık salınımın yok edilmesi ya da en aza indirilmesi, işlem zamanının azaltılması ve yükün zarar görmemesi için önem arz etmektedir. Köprülü vinçler, katlanır bomlu teleskopik vinçler ya da bir robot kolu ucuna asılı yüklerin kontrolü için son yıllarda birçok araştırmacı çeşitli çalışmalar yapmış ve çeşitli metotlar geliştirmiştir. Bu çalışmada Elektro-hidrolik servovalf ile sürülen hidrolik silindire asılı sarkacın konum kontrolü ve artık titreşiminin azaltılmasından bahsedilecektir. Artık titreşimin azaltılması ya da yok edilmesine yönelik olarak önerilen kontrol; sistemin enerjisinin, edilgenliğinin ve Lyapunov denge teorisinin kullanılması ile sağlanmaktadır. Önerilen yöntemin sonuçları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Araba ve sarkaç, Enerji tabanlı kontrol, Edilgenlik, Lyapunov.

ABSTRACT

In many industrial sectors, transport of heavy loads from one point to another point is an important requirement. When performing this operation, removing residual oscillation of the load at the desired position is crucial in order to avoid damage to the load and minimizing of processing time. Controlling of bridge cranes, telescopic boom cranes or suspended load on the tip of a robot arm have been very attractive area of research in recent years. Hence, many researchers have made various studies due to the industrial need and have developed various methods. In this study, reduction of residual vibration of supported compound pendulum, which is suspended on electro-hydraulic servo driven hydraulic cylinder, will be discussed. In order to achieve desired control, proposed control approach for reduction of residual vibration, has combined the energy of the system, passivity of system and Lyapunov stability theory. The results of the proposed method are presented

Keywords: Cart Pendulum, Energy Based Control, Passivity, Lyapunov.

1. GİRİŞ

Birçok endüstriyel işlerde ağır yüklerin bir noktadan diğer bir noktaya taşınması gerekmektedir. Bu işlem gerçekleştirilirken de yükün istenilen konuma geldiğinde artık salınımının yok edilmesi ya da en aza indirilmesi; işlem zamanının azaltılması ve yükün zarar görmemesi için büyük önem arz etmektedir. Köprülü vinçlerde ya da bir robot kolu ucuna asılı yüklerin kontrolü araştırmacıların ilgisini çekmiş ve üzerinde çalıştığı bir konu olmuştur [1-6]. Çünkü bahsedilen sistemler az eyleyicili sistemler olarak adlandırılmakta olup; nedeni köprülü vinçlerde araba, robotlarda ise uç noktasını kontrol etmek için eyleyici var iken asılı yükü kontrol edebilecek bir eyleyicinin olmamasıdır [7].

Birçok araştırmacı, sistem serbestlik derecesinden daha az eyleyiciye sahip sarkaç tipi sistemlerin salınım denetimi ile ilgili çalışmalar yapmışlardır [1, 8-13]. Son zamanlarda az eyleyicili sistemlerin örneğin; çift sarkaç, ters sarkaç gibi, edilgen ya da enerji tabanlı kontrolleri üzerine oldukça önemli gelişmeler olmaktadır. Spong [7] az eyleyicili sistemlerden iki ve üç uzuvlu sarkaç ve ters sarkacın doğrusallaştırılmış kısmi geri beslemeli enerji tabanlı kontrolü ile ilgili çalışmalarını ispatsız olarak vermiştir. Bu çalışmasında dış geri besleme kontrol döngüsü için doygunluk fonksiyonu tanımlamıştır. Ayrıca kontrol edilen sistem, istenilen konuma belirli bir sınırlar içerisinde gelmiş ise anahtarlama ile başka bir kontrolcü örneğin Doğrusal Kuadratik Düzenleyici ya da Kontrolcü devreye girmektedir. Benzeri bir çalışmada Iwashiro ve diğerleri [10] tarafından dönel sarkaç üzerinde yapılmıştır. Ters sarkaçlar için Lyapunov tabanlı kontrolcü tasarımı Ibanez ve diğerleri tarafından tartışılmış ve benzetim sonuçları verilmiş olup kontrolcünün yakınsaklığının yavaş olduğunu belirtmişlerdir. Enerji ve Lyapunov tabanlı kontrolü; çift sarkaç için Xin ve diğerleri [8], 2D TORA için Gao ve diğerleri [9], araba-sarkaç ve yine çift sarkaç için Dong ve diğerleri [11], Collado ve diğerleri araba sarkaç için [1] ve bir diğer çalışma olan Fang ve diğerleri [14] köprülü vinçler için LaSalle teoremi kullanımı ile basit bir PD kontrol önermiş ve benzetim sonuçlarını vermişlerdir.

Bu çalışmada hidrolik silindir ile hareketlendirilen sarkacın konum kontrolü ve artık titreşiminin azaltılmasından bahsedilecektir. Artık titreşimin azaltılması ya da yok edilmesine yönelik olarak önerilen kontrol yöntemi; sistemin enerjisinin, edilgenliğinin ve Lyapunov kontrol teorisinin kullanılması ile sağlanmaktadır. Ancak bu çalışmada eyleyicinin denklemleri de dikkate alınarak önerilen yöntemin benzetim sonuçları sunulmuştur.

2. ARABA VE SARKAÇ MODELİ

Kayan uzuv ve bu uzva bağlı sarkaç Şekil 1 de verilmiştir. Hareket denklemleri için Lagrange metodunu kullanarak aşağıdaki gibi ifade mümkündür:

$$M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) = B\tau \quad (1)$$

Burada;

$$q = \begin{bmatrix} x_p \\ \theta \end{bmatrix} \quad \text{genelleştirilmiş koordinatları,}$$

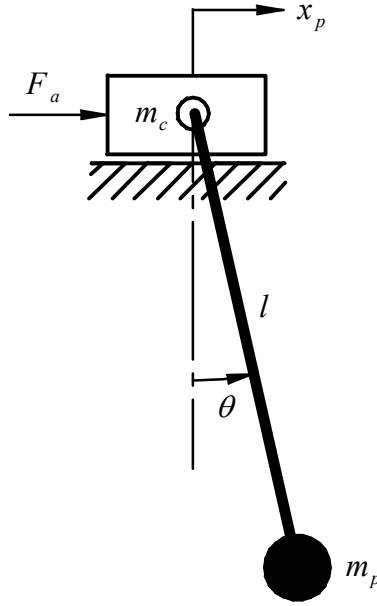
$$M(q) = \begin{bmatrix} m_c + m_p & m_p l \cos \theta \\ m_p l \cos \theta & m_p l^2 \end{bmatrix} \quad \text{kütle matrisi,}$$

$$C(q, \dot{q}) = \begin{bmatrix} 0 & m_p l \dot{\theta} \sin \theta \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{merkezcil ve koriolis ivme matrisi,}$$

$$G(q) = \begin{bmatrix} 0 \\ m_p g l \sin \theta \end{bmatrix} \quad \text{yerçekimi kuvvet bileşeni,}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{genelleştirilmiş kuvvet katsayısı ve}$$

$$\tau = [F_a] \quad \text{ise genelleştirilmiş kuvveti göstermektedir.}$$



Şekil 1. Araba ve Sarkaç Modeli

3. EDİLGENLİK ENERJİ TABANLI KONTROL

Sistemin edilgenlik özelliği kontrolcü tasarımında toplam enerjisinin kullanılması önerilmektedir [15]. O halde uzuv ve sarkacın toplam enerjisi

$$E = \frac{1}{2} \dot{q}^T M(q) \dot{q} + m_p g l (1 - \cos \theta) \quad (2)$$

olacaktır. Denklem (2) kullanarak enerji denkleminin türevi alınacak olursa;

$$\begin{aligned} \dot{E} &= \dot{q}^T M(q) \ddot{q} + \frac{1}{2} \dot{q}^T \dot{M}(q) \dot{q} + \dot{q}^T G(q) = \dot{q}^T \left(-C\dot{q} - G + \tau + \frac{1}{2} \dot{q}^T \dot{M}(q) \dot{q} \right) + \dot{q}^T G(q) \\ &= \dot{q}^T \tau = \dot{x}_p F_a \end{aligned} \quad (3)$$

bulunacaktır. Eğer bu denklemin sıfırdan t anına kadar entegralini alacak olursak:

$$\int_0^t \dot{x}_p F_a dt = E(t) - E(0) \geq -E(0) \quad (4)$$

elde edilecektir [1, 8-11]. Buradan da anlaşılacağı üzere eğer F_a 'yı girdi ve $\dot{x}_p$ 'i çıktı olarak düşünülürse, o zaman sistem edilgen olacaktır. Sistemin girdisinin $F_a = 0$ olduğu durumu inceleyecek olursak sarkacın $\theta = 0$ ve $\theta = \pi$ 'de olmak üzere iki denge konumu olduğunu görülür. Enerjinin en az olduğu konum sarkacın alt konumu $\theta = 0$ oluşmaktadır ve bu konumda enerji sıfırdır. Dolayısıyla da sistem en az titreşim ile istenilen konumda asimptotik olarak istikrarlı olacaktır [1, 11].

3.1. Kontrolcü Tasarımı

Edilgenlik özelliğinin bu avantajını kullanmak üzere Lyapunov aday fonksiyonunu aşağıdaki gibi seçilebilir [1, 9]:

$$V(q, \dot{q}) = k_E E(q, \dot{q}) + \frac{1}{2} k_p (x_p - y_c)^2 \quad (5)$$

Burada $k_E > 0$ ve $k_p > 0$ kontrolcü kazançları, y_c ise arabanın istenilen son konumudur. Lyapunov fonksiyonun zamana göre türevi alınır:

$$\dot{V}(q, \dot{q}) = k_E \dot{E}(q, \dot{q}) + k_p (x_p - y_c) \dot{x}_p \quad (6)$$

olur. Asimptotik istikrar için Lyapunov fonksiyonunun türevini aşağıdaki gibi kabullenelim:

$$\dot{V}(q, \dot{q}) = -k_d \dot{x}_p^2 \leq 0 \quad (7)$$

Burada $k_d > 0$. Denklem 3,6 ve 7' yi kullanarak F_a için çözersek:

$$F_a = -\Gamma(k_d \dot{x}_p + k_p (x_p - y_c)) \quad (8)$$

elde edilir. Burada $\Gamma = 1/(k_e)$. Böylelikle kapalı devre sisteminin Lyapunov kararlılık ölçütü sağlanmış olacaktır. Optimum kontrolcü kazançlarının seçimi için öncelikle k_e rastgele bir değere k_d ise sıfıra eşitlenmiştir. Arabanın herhangi bir yer değiştirme değerinde simetrik hareket etmesini sağlayacak k_p değeri bulunmuştur. Daha sonra ise arabanın istenilen yer değiştirmenin üzerine çıkmayacak şekilde k_d değeri düzenlenmiştir. Belirlenen değerler Tablo 1 de verilmiştir.

4. HİDROLİK SİLİNDİR VE VALF MODELİ

Hidrolik silindir ve servo valf kontrol sistemi Şekil 2 de verilmiştir. Hidrolik piston üzerinde oluşturulan kuvvet elektro-hidrolik servo valf ile kontrol edilmektedir. Kontrol değişkenlerinden olan servovalfin masurasının konumu denklem (8) benzer şekilde tanımlanabilir:

$$F_a = x_v = -\Gamma(k_d \dot{x}_p + k_p (x_p - y_c)) \quad (9)$$

Burada x_v servovalf masurasının yer değişimini, x_p ise silindirin yer değiştirmesini göstermektedir. Hidrolik silindir üzerinde oluşan kuvvet ise:

$$F_a = P_1 A_1 - P_2 A_2 \quad (10)$$

olacaktır. Burada A_1 hidrolik silindirin piston alanı, A_2 hidrolik silindirin piston kolu tarafının alanını, P_1 hidrolik silindirin piston alanına etki eden basıncı ve P_2 hidrolik silindirin piston kolu tarafının alanına etki eden basıncı göstermektedir. Bu basınçlar ve yağ akışları yükleme durumuna göre değişecektir. Bu değişkenler arasındaki ilişki ikinci dereceden polinomlar ile şu şekilde ifade edilmektedir [16-18]:

Eğer $x_v > 0$ ve $\dot{x}_p \geq -K_{lf}P_s / A_1$ ise

$$P_1^2(P_s K_{lf}^2) + P_1(2A_1\dot{x}_p K_{lf}P_s + 2K_{fg}^2 x_v) + (P_s A_1^2 \dot{x}_p^2 - 2K_{fg}^2 x^2 P_s) = 0 \quad (11)$$

Eğer $x_v > 0$ ve $\dot{x}_p \leq -K_{lf}P_s / A_1$ ise

$$P_1^2(P_s K_{lf}^2) + P_1(2A_1\dot{x}_p K_{lf}P_s - 2K_{fg}^2 x_v) + (P_s A_1^2 \dot{x}_p^2 + 2K_{fg}^2 x^2 P_s) = 0 \quad (12)$$

Eğer $x_v > 0$ ise

$$P_2^2(P_s K_{lf}^2) - P_2(2A_2\dot{x}_p K_{lf}P_s + \text{sign}(\dot{x}_p)(2K_{fg}^2 x_v)) + (P_s A_2^2 \dot{x}_p^2) = 0 \quad (13)$$

Eğer $x_v < 0$ ise

$$P_1^2(P_s K_{lf}^2) + P_1(2A_1\dot{x}_p K_{lf}P_s + \text{sign}(\dot{x}_p)(2K_{fg}^2 x_v)) + (P_s A_1^2 \dot{x}_p^2) = 0 \quad (14)$$

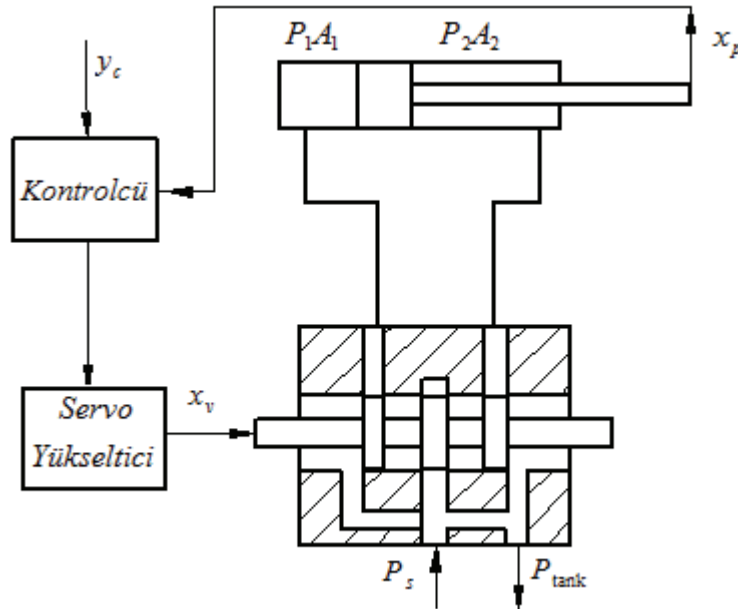
Eğer $x_v < 0$ ve $\dot{x}_p \leq -K_{lf}P_s / A_2$ ise

$$P_2^2(P_s K_{lf}^2) + P_2(-2A_2\dot{x}_p K_{lf}P_s + 2K_{fg}^2 x_v) + (P_s A_1^2 \dot{x}_p^2 - 2K_{fg}^2 x^2 P_s) = 0 \quad (15)$$

Eğer $x_v < 0$ ve $\dot{x}_p \geq -K_{lf}P_s / A_2$ ise

$$P_2^2(P_s K_{lf}^2) - P_2(2A_2\dot{x}_p K_{lf}P_s + 2K_{fg}^2 x_v) + (P_s A_2^2 \dot{x}_p^2 + 2K_{fg}^2 x^2 P_s) = 0 \quad (16)$$

Burada P_s güç ünitesi basıncı, K_{lf} (masura ile gömleği arasındaki) kaçak akış katsayısı, $K_{fg} = C_d w \sqrt{\rho P_s}$ masura akış kazancı, C_d boşaltım katsayısı, w masura yüzey alanı uzunluğu, ρ yağın öz kütlesidir.



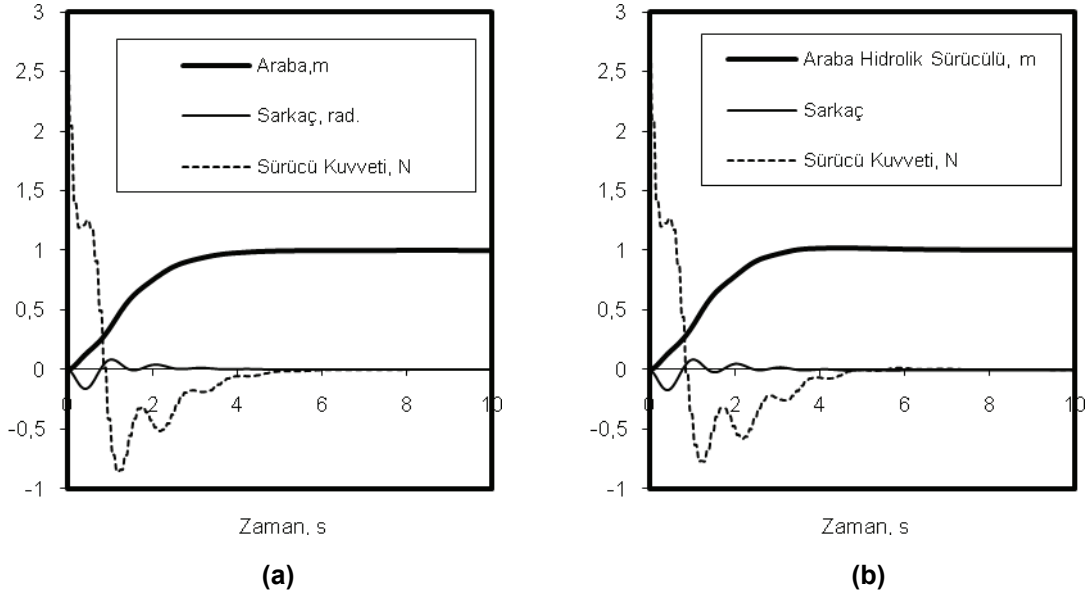
Şekil 2. Servo Valf ve Hidrolik Silindir Sistemi

5. BENZETİM

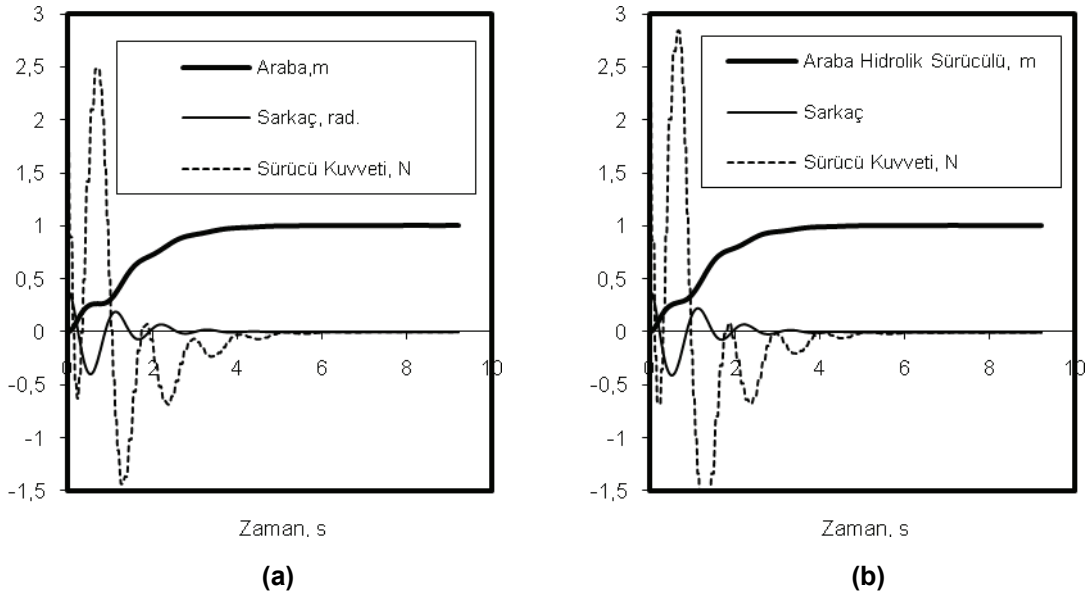
Araba ve sarkaç şeklindeki yüklerin taşıma tamamlandıktan sonra artık titreşimlerinin yok edilmesi ya da azaltılması için önerilen yöntemin benzetimi için kullanılan parametreler Tablo 1 de verilmiştir. Şekil 3 de $y_c = 1$ m ve $\theta_i = 0$ yer değiştirme için ideal sürücülü araba-sarkaç ile hidrolik sürücülü araba sarkaç modelinin davranışı verilmiştir. Şekil 3 ve 4 de verilen a) grafikleri Şekil 1 de verilen herhangi bir özel sürücüsü olmayan araba-sarkaç sisteminin enerji tabanlı kontrol için önerilen denklem 8 deki kontrolcü ile elde edilen davranışı göstermektedir. Şekil 3 ve 4 de verilen b) grafikleri ise Şekil 1 de verilen araba-sarkaç modeline sürücü olarak Şekil 2 deki hidrolik sürücünün dinamik davranışının da dâhil edilmesiyle oluşan sistemin yine aynı kontrolcü kullanılarak elde edilen davranışı göstermektedir. Bu şekillerden de anlaşılacağı üzere önerilen kontrolcünün, hidrolik sistemin doğrusal olmayan doğası gereği olası bozucu davranışların yok edildiği ve performansının oldukça iyi olduğu görülmektedir. Şekil 3 den de görüldüğü üzere servovalf için kabullenilen kontrolcünün performansı gözükmemektedir. Önerilen yöntemin diğer artık titreşim yöntemlerine göre kapalı devre kontrol nedeniyle belirgin bir avantajı söz konusudur. Şekil 4 de ise $y_c = 1$ m ve $\theta_i = 0.3$ radyan ilk açısal yer değiştirme için matematik model ve hidrolik sistem modelinin davranışı verilmiştir. Şekil 4 den de anlaşıldığı üzere servovalf için kabullenilen kontrolcünün performansı ilk yer değiştirme değerine sahip sarkacın da kontrolünün yapılabildiğini göstermektedir. Önerilen yöntemin diğer artık titreşim yöntemlerine göre bir diğer avantajı da budur.

Tablo 1. Benzetim ve Deney Düzeneği Parametreleri

Parametre	Değeri	Birimi
k_p	3.35	N/m
k_v	4.89	$N.s/m$
k_E	1	$1/N^2.m$
m_c	1	Kg
m_p	1	Kg
P_s	3.45	MPa
K_{lf}	18×10^{-5}	m^5/l
C_d	0.6	
w	18×10^{-4}	M
ρ	860	kg/m^3
A_1	1.963×10^{-3}	m^2
A_2	1.348×10^{-3}	m^2
m_c	1	Kg



Şekil 3. a) Şekil 1 de Verilen Araba ve Sarkaç Sisteminin Hidrolik Servovalf ve Silindir Olmaksızın İdeal Sürücü Kabulü Sonunda Sistemin Davranışı, B) Servovalf ve Hidrolik Silindir Sistemi ile Sürülen Araba ve Sarkacın Davranışı. Her İki Sistemde de Sarkaç Denge Konumunda İken Hareket Başlamış ve Araba 1 m Ötelenmiştir.



Şekil 4. a) Şekil 1 de Verilen Araba ve Sarkaç Sisteminin Hidrolik Servovalf ve Silindir Olmaksızın İdeal Sürücü Kabulü Sonunda Sistemin Davranışı, b) Servovalf ve Hidrolik Silindir Sistemi ile Sürülen Araba ve Sarkacın Davranışı. Her İki Sistemde de Sarkaç $\pi/8$ Radyan Konumunda İken Hareket Başlamış ve Araba 1 m Ötelenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, araba ve sarkaç ile yüklerin bir noktadan başka bir noktaya taşınırken oluşan, artık titreşimin azaltılması ya da yok edilmesine yönelik olarak önerilen sistemin enerjisinin, edilgenliğinin ve Lyapunov teorisinin kullanılması tasarlanan kontrolcü ve onun performansı benzetim sonuçlarıyla verilmiştir. Yüksek dereceli ve doğrusal olmayan hidrolik servovalf ve silindir sürücülü sistem ile ideal sürücülü olarak kabul edilen araba ve sarkaç sisteminin davranışları incelenmiştir. Önerilen kontrol yaklaşımının hidrolik sürücülü sistem içinde en az ideal sürücülü sistem davranışına benzer bir durum sergilediği görülmüştür. Önerilen kontrolcü ile oldukça iyi bir performans elde edinilebildiği görülmektedir. Gerçek bir sistem üzerinde önerilen kontrol yönteminin performansına yönelik çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] COLLADO, LOZANO, J., R., and FANTONI, I., "Control of convey-crane based on passivity," in American Control Conference, 2000. Proceedings of the 2000, 2000, pp. 1260-1264 vol.2.
- [2] ALICI, G., KAPUCU, S., and BAYSEÇ, S., "Swing-free transportation of suspended objects with robot manipulators," *Robotica*, vol. 17, pp. 513-521, 1999.
- [3] ALICI, G., KAPUCU, S., ve BAYSEÇ, S., "On preshaped reference inputs to reduce swing of suspended objects transported with robot manipulators," *Mechatronics*, vol. 10, pp. 609-626, 2000.
- [4] ASPINWALL, D. M., "Acceleration Profiles for Minimizing Residual Response," *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, vol. 102, pp. 3-6, 1980.
- [5] GÜRLEYÜK, S. S., BAHADIR, Ö., TÜRKKAN, Y., ve ÜSENTİ, H., "Improved three-step input shaping control of crane system," *WTOS, WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS* vol. 7, pp. 652-661, 2008.
- [6] GARRIDO, S., ABDERRAHİM, M., GIMENEZ, A., DIEZ, R., ve BALAGUER, C., "Anti-Swinging Input Shaping Control of an Automatic Construction Crane," *Automation Science and Engineering, IEEE Transactions on*, vol. 5, pp. 549-557, 2008.
- [7] SPONG, M. W., "Energy based control of a class of underactuated mechanical system," in *Proc. 13th IFAC World Congress, San Francisco, CA, 1996*, pp. 431-435.
- [8] XIN, X., TANAKA, S., JIN-HUA, S., ve YAMASAKI, T., "Revisiting energy-based swing-up control for the Pendubot," in *Control Applications (CCA), 2010 IEEE International Conference on*, 2010, pp. 1576-1581.
- [9] BINGTUAN, G., XIAOHUA Z., HONGJUN, C., ve JIANGUO, Z., "Energy-based control design of an underactuated 2-dimensional TORA system," in *Intelligent Robots and Systems, 2009. IROS 2009. IEEE/RSJ International Conference on*, 2009, pp. 1296-1301.
- [10] IWASHIRO, M., FURUTA, K., ve ASTROM, K. J., "Energy based control of pendulum," in *Control Applications, 1996., Proceedings of the 1996 IEEE International Conference on*, 1996, pp. 715-720.
- [11] DONG, Y., WANG Z., FENG Z., WANG, D., ve FANG, H., "Energy-Based Control for a Class of Under-Actuated Mechanical Systems," in *Image and Signal Processing, 2008. CISP '08. Congress on*, 2008, pp. 139-143.
- [12] FANTONI, I., LOZANO, R., ve SPONG, M. W., "Energy based control of the Pendubot," *Automatic Control, IEEE Transactions on*, vol. 45, pp. 725-729, 2000.
- [13] KOLESNICHENKO, O., ve SHIRIAEV, A. S., "Partial stabilization of underactuated Euler-Lagrange systems via a class of feedback transformations," *Systems & Control Letters*, vol. 45, pp. 121-132, 2002.
- [14] FANG, Y., ZERGEROGLU, E., DIXON, W. E., ve DAWSON, D. M., "Nonlinear coupling control laws for an overhead crane system," in *Control Applications, 2001. (CCA '01). Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on*, 2001, pp. 639-644.
- [15] SCHAFT, A. V. D., *Gain and Passivity Techniques in Nonlinear Control*. New York: Springer, 2000.
- [16] BAYSEÇ, S., ve JONES, J. R., "An improved model of an electrohydraulic servo-valve," in *Proceedings of the Seventh IFToMM Congress, Sevilla, Spain, 1987*, pp. 1489-1494.

- [17]TOPALBEKİROĞLU, M., DÜLGER, L. C., ve KİREÇCİ, A., "An Electro-Hydraulic Spherical Manipulator Dynamic Modelling and Simulation: A Case Study," in Proceedings of the International Symposium of Mechanism and Machine Science, AzCIFTtoMM, Izmir Institute of Technology, Izmir, TURKEY 2010, pp. 162-171.
- [18]MERRITT H. E., Hydraulic Control Systems. New York: Wiley, 1967.

ÖZGEÇMİŞ

Ali KILIÇ

1983 yılı Gaziantep doğumludur. 2005 yılında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2 yıl endüstride çalıştıktan sonra 2007 yılında Gaziantep Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak işe başlamış ve 2009 yılında Yüksek Lisansını tamamlamıştır. 2010 yılında doktora başlamış ve halen Gaziantep Üniversitesinde Doktora Öğrencisi ve Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Araştırma Konuları hidrolik güç kontrolü, mobil robotlar, görüntü işleme ve mekanik titreşim kontrolüdür.

Sadettin KAPUCU

1963 yılında Eskişehir'in Sivrihisar ilçesinde doğmuştur. 1981 yılında Sivrihisar Endüstri Meslek Lisesi, Tesviye Bölümünden mezun oldu. 1987 yılında lisans, 1990 yılında yüksek lisansını Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gaziantep Yerleşkesinde Makina Mühendisliği bölümünde tamamladı. Doktora çalışmasını 1994 yılında Gaziantep Üniversitesinde yaptı.1987-1990 yılları arasında Gaziantep Üniversitesinde Araştırma görevlisi olarak çalıştı. 1991 den 1995 yılına kadar Öğretim görevlisi olarak ve 1995 yılından beri de aynı üniversitede Öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. 1992-1996 yılları arasında Makine Mühendisleri Odası Gaziantep Şubesinde yönetim kurullarında görev almıştır. Araştırma konuları hidrolik güç kontrolü, robotik, robot görüntü analizi, mekanik sistemlerin tanımlanması, mekanik titreşim kontrolü ve yaratıcı yenilikçi problem çözmedir.