



KARŞI AĞIRLIKSIZ SERVİS VİNÇLERİNDE, SERVO PERFORMANSLI ORANSAL VALFLER İLE DENGE KUVVET KONTROLÜ

Bilal KOSİF

ÖZET

Bu çalışmada, 2016 yılı içerisinde, servo performanslı oransal valfler kullanarak tasarımını yaptığımız ve devreye aldığımız hidrolik sistem yardımıyla, yüzer havuzların servis vinçlerinde denge kuvvetlerinin, kule dönüş açısına bağlı olarak kontrolü ve sağladığı faydalar hakkında bilgi verilecektir.

Denizcilik endüstrisinde kullanılan servis vinçlerinde, kulenin dönüş açısı ve vincin kaldırdığı ağırlığa bağlı olarak oluşan devrilme momentini dengelemek için genelde karşı ağırlık dengeleme yöntemi kullanılmaktadır. Bu durum ise mekanik sistemi sürekli yormakta, yatırım maliyetlerini yükseltmekte, bakım zorlukları oluşturmaktadır.

Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için pasif mekanik yaylardan oluşan karşı denge mekanizması geliştirilmiştir. Ancak bu yaylar, sürekli sabit maksimum yük uygulamakta olup, yürüyüş raylarında, özellikle rayların kaynaklı birleşme bölgelerinde deformasyona sebep olmaktadır. Pasif mekanik yaylar ile yapılan bu sistemdeki olumsuzlukları gidermek için, denge kuvvetini, kulenin dönüş açısına bağlı olarak kontrol eden hidrolik bir sistem geliştirilerek, yatırım maliyeti düşürülmüş ve rayda oluşan deformasyonlar ortadan kaldırılarak servis ömrü uzatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Servo performanslı oransal valf, Hidrolik kuvvet kontrolü, Karşı ağırlıksız servis vinci,

ABSTRACT

In this study, a system which was designed in 2016 to counterbalance forces on a floating dock crane by using servo performance hydraulic valves will be introduced.

Service cranes on marine industry move on rails and their boom angle changes on every cycle. There is always a need to balance occurring moments which are basically supported by wheels and rails. For this purpose, either static counter weights or passive mechanical springs are used. Thus, the tilt over risk is eliminated. When passive mechanical springs are used to press wheels against rails, they create additional problems. Since the spring force must be adjusted to maximum load conditions and cannot be reduced during operation when boom angle changes or at different load conditions. As a result of continuously applied maximum load, fatigue and deformation occur on rails continuously.

In order to reduce those deformations and to extend service life of rails, the mechanical spring system was replaced with a hydraulic system which adjusts pressing force between rails and wheels according to actual load conditions and boom angle position instantaneously. At the end of the project, significant benefits such as more than two times longer service life, reduced drive force, smaller drive system size, elimination of additional hydraulic safety lock system, obtained.

Key Words: Servo-performance proportional valve, Hydraulic force control, Counter weightless floating dock crane

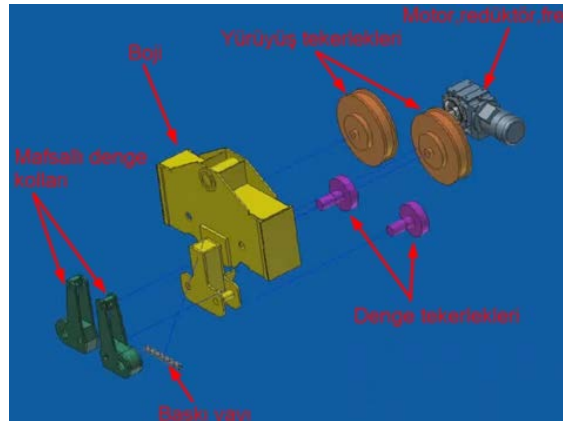
1. GİRİŞ

Denizcilik sektöründe kullanılan yüzer servis vinçlerinde, kaldırılan ağırlığın, vinci devirmesine engel olmak için, Şekil 1’de görüldüğü gibi, atıl karşı ağırlıklar kullanılmaktadır.



Şekil 1. Karşı ağırlıklı denge sistemi

Bu atıl ağırlığı ortadan kaldırmak için kullanılan diğer bir yöntem ise vinci T kesitli raylar üzerine alıp, rayın üst sacının alt yüzeyine, denge tekerleri sayesinde yük uygulamaktır. Sistemin Mekanik bileşenlerinin patlak resimi ve fotoğrafı Şekil 2’de gösterilmiştir. Bu sayede, devrilmeyi engelleyecek karşı kuvvet oluşturularak, karşı denge ağırlığı kullanma ihtiyacı ortadan kaldırılabilir. Denge tekerlerine ise pasif mekanik yaylar kullanılarak öngerilim verilmektedir. Yay gerilimi, vinçte oluşabilecek, maksimum yükteki devrilme momentlerini karşılayacak düzeyde olmak zorundadır.



Şekil 2. Karşı ağırlıksız pasif mekanik yaylı denge sistemi bileşenleri

Karşı ağırlık ortadan kaldırılabilmesine rağmen, gerektiğinde de, gerekmediğinde de uygulanan bu yük, rayda deformasyona sebep olmakta, ayrıca sürtünme kuvvetini artırarak, yürüyüş tahrik sistemini, sürekli maksimum yük altında çalışmak zorunda bırakmaktadır. Şekil 3’ te pasif mekanik yaylı tasarlanan ve üretilen vinci görseli bulunmaktadır.



Şekil 3. Karşı ağırlıksız pasif mekanik yaylı denge sistemi kullanılan vinç

Uygulamada karşılaşılan bu sorunları gidermek için, cevap süresi hızlı, kontrolü kolay ve esnek, servo hidrolik bir sistem ile, sadece ihtiyaç duyulduğunda ve gerektiği kadar kuvvet uygulayabilecek bir sistem geliştirilmesi düşünülmüştür. Böylece pasif mekanik yayların, sürekli yük uygulamasının sebep olduğu olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması, çalışma ömrünün uzatılması, servis ve işletme giderlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir.

2. SERVO PERFORMANSLI ORANSAL VALFLER İLE YAPILAN HİDROLİK SİSTEMİN TASARIMI

Hızla gelişen elektronik sektörü, hayatın her noktasına nüfus ettiği gibi hidrolik sistemler içerisinde de hızla yerini almaktadır. Servo performanslı oransal valflerin hidrolik sistemler içerisinde kullanımı standart valflere göre farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden, servo performanslı oransal valfleri seçerken farklı kriterleri göz önüne almak ve belli hususlara daha fazla özen göstermek gerekmektedir. Bu farklı kriterlerin arasında, hidrolik yağın temizlik sınıfı, servo performanslı oransal valflerin sahip olduğu iç kaçak miktarı, daha hassas kontrol için sürgü tipinin seçimi, kontrol edilmesi için gerekli elektronik donanımın tamamen farklı olması sayılabilir.

Sistemin sorunsuzca ve uzun ömürlü olarak kullanılabilmesi için yağın özellikleri ve temizliği hayati önem taşımaktadır. Kullanılan yağın ISO temizlik sınıfı 17/15/12 olmalıdır. Tavsiye edilen yağ viskozitesi ise 13 cSt ile 54 cSt arasındadır [1]. Bu sistemde, 46 cSt viskoziteye sahip hidrolik yağ, 3 Mikron basınç filtresi ve 16 Mikron dönüş filtresi kullanılmıştır. Ayrıca, hidrolik yağı aşırı ısınmalara karşı korumak amacı ile havalı tip soğutucu kullanılmıştır.

Servo performanslı oransal valfler, sistemde kullanılırken iç kaçak değerleri, kataloglarına bakılarak iyi analiz edilmeli ve gerekirse, hidrolik devre, iç kaçakların sistemi olumsuz etkilemeyeceği şekilde tasarlanmalıdır.

İstenilen hareket senaryosunun, en başarılı şekilde hayata geçirilmesi için, servo performanslı oransal valflerdeki en kritik konulardan biri sürgü seçimidir. İstenilen hareket hassasiyetini yakalamak için P-A-B-T hatlarındaki debi geçirgenliği göz önünde bulundurularak, sürgü tipi seçilmelidir. Hidrolik iş elemanında, A ve B iş hatlarındaki alan farkının, hassasiyete etki etmemesi için gerekirse, asimetrik tip sürgü tercih edilmelidir.

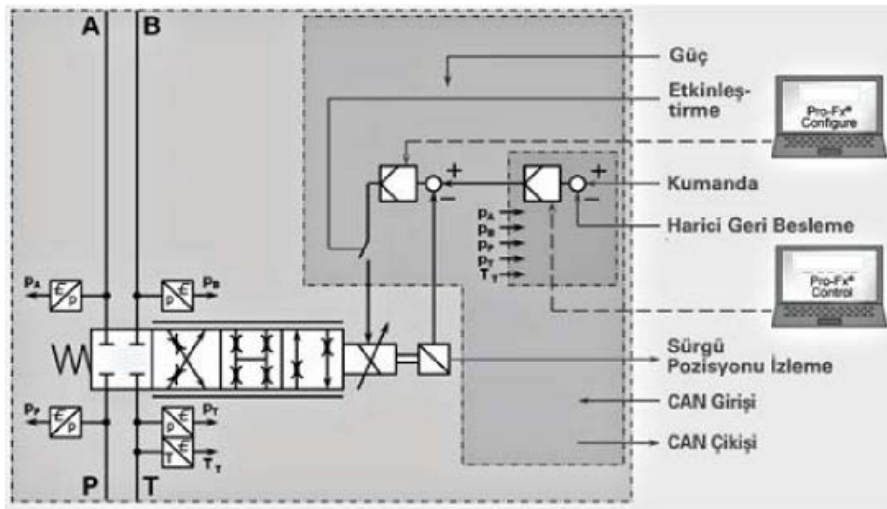
Tercih edilen servo performanslı oransal valfin geçirgenliği, hidrolik sistemdeki pompanın maksimum debisine çok yakın olmalıdır. Geleneksel hidrolik sistemlerde, maksimum pompa debisinden daha yüksek geçirgenlikte valf kullanmak, basınç kaybını düşüreceği için faydalı olarak düşünülebilir. Ancak, böyle bir seçim, servo performanslı oransal valfler için yapılırsa, ayar aralığının geniş olması, kontrolün hassasiyetini olumsuz etkileyecektir.

Servo performanslı oransal valfler, hidrolik sistemlerde çalışırken belirli bir basınç kaybı (ΔP) ile çalışırlar. Tercih edilen valfin kataloğunda, debi ve basınca bağlı olarak valfte oluşacak basınç kaybı tablo veya grafik olarak belirtilir. Hidrolik devre tasarım hesapları yapılırken bu grafikler dikkate alınmalıdır.

3. SERVO PERFORMANSLI ORANSAL VALFLERİN KABİLİYETLERİ

Servo performanslı oransal valfler, sürekli gelişim halinde olup, yenilikler ile kullanım kolaylığı sağlanmakta ve kontrol seçenekleri genişletilmektedir. Yapılan proje kapsamında, yeni geliştirilmiş olan, üzerine yazılım yüklenilerek işlevi değiştirilebilen ve CAN Bus haberleşme protokolüne sahip, yeni nesil servo performanslı oransal valfler kullanılmıştır.

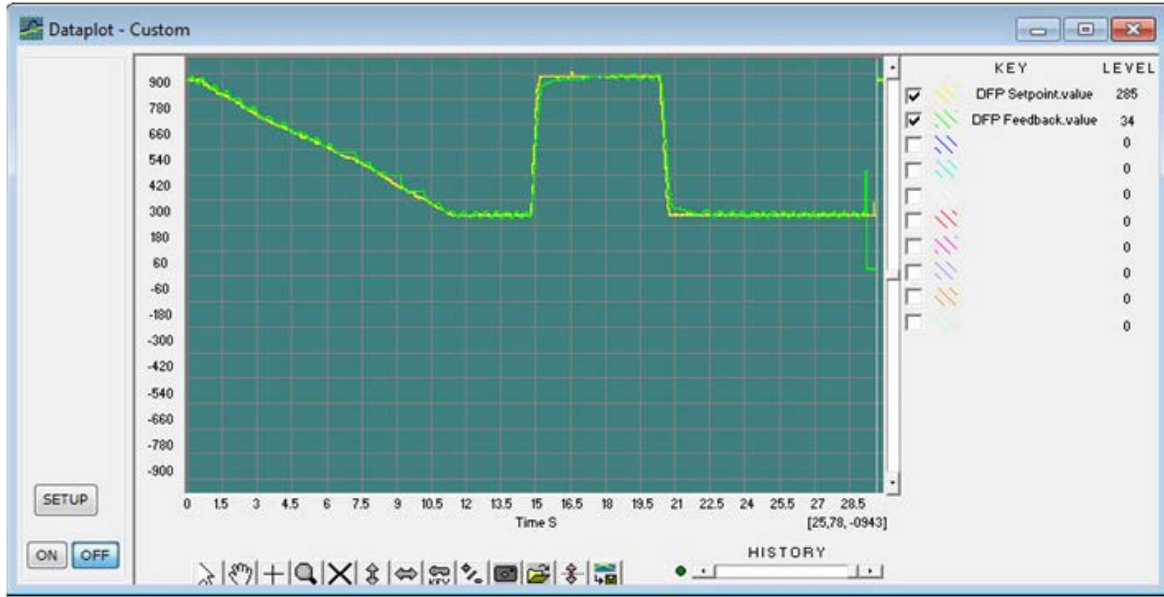
Valfin kendi üzerinde A, B, P, T hatlarında basınç sensörleri bulunmaktadır. T hattında da sıcaklık sensörü mevcuttur. Ayrıca elektronik kontrol kartı da valfin üzerindedir. Aşağıda Şekil 4' te servo performanslı oransal valfe ait hidrolik şema ve elektronik kabiliyetlerini gösterimi mevcuttur.



Şekil 4. Kullanılan servo performanslı valfin şeması

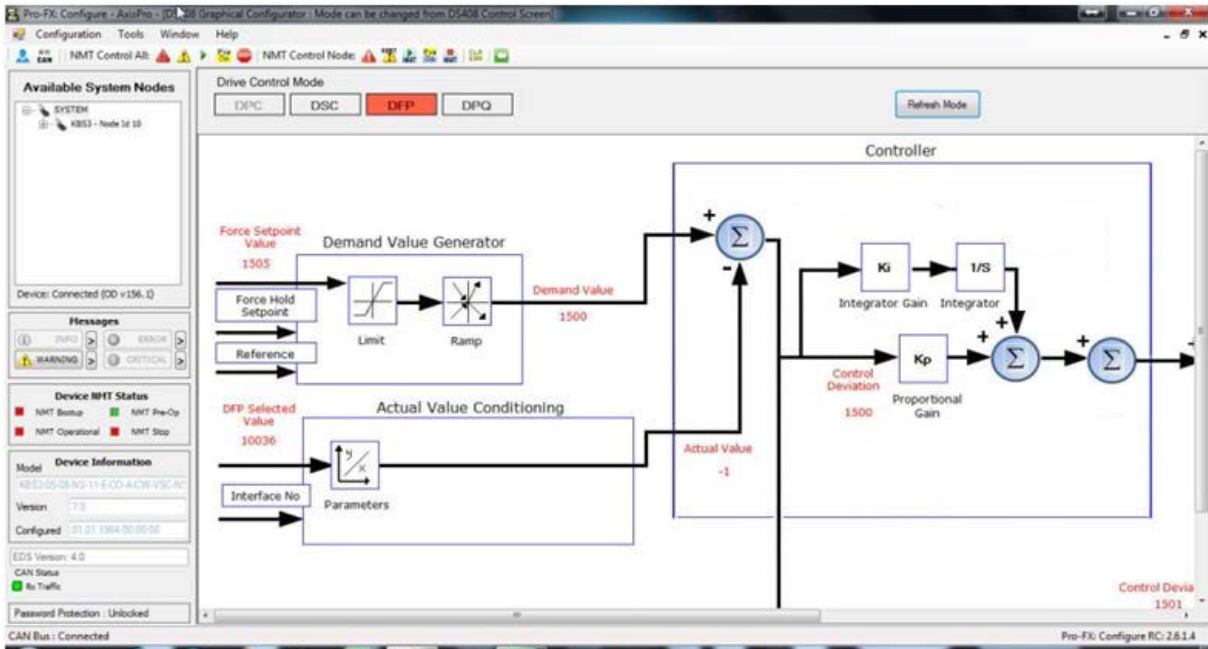
Valf, kullanılacağı sistem üzerindeki sensörlerden aldığı bilgilere göre, programlanan ve/veya ayarlanan senaryolarda harekete izin verir. Bu projede, boomun dönüş açısını algılayan enkoderden gelen açı bilgisine göre, valf, baskı tekerlerinin, raya uyguladığı baskı kuvvetlerinin anlık olarak en uygun değerlerde olmasını sağlamaktadır.

Vincin, devamlı değişen yükler etkisi ile devrilmemesi için, encorderdan gelen açı bilgisinin algılanması, bu bilginin değerlendirilip valfe sinyal gönderilmesi ve valfin de çok hızlı olarak cevap vermesi gerekmektedir. Servo performanslı oransal valfler, aynı zamanda hızlı cevap süresi özelliğine sahip valflerdir. Denemeler sırasında, elde edilen sistemin cevap eğrisi Şekil 5'te görülmektedir. Bu grafikteki sarı çizgi, elle hareket ettirilen enkoderden gelen giriş sinyali, yeşil çizgi ise valfin üzerindeki basınç sensörlerinden alınan çıkış değeridir. Y ekseninin birimi desibar, X ekseninin birimi saniyedir.



Şekil 5. Denemelerde elde edilen, servo performanslı oransal valfin cevap grafiği

Ayrıca valfin üzerindeki, sürgü konumu geri besleme özelliği, sistemin sürekli olarak yaptığı işi doğrulamasına imkân tanır. Elektronik ekipmanlar ile valfe bağlanıp valfin içine yazılım gömmek mümkün olmakla birlikte, üretici firmanın geliştirdiği kullanıcı dostu yazılım ile ölü bölge, kazanç, rampalı hareket parametreleri kolaylık ile ayarlanabilmektedir. Üretici firma arayüzüne ait kolaylıkla ayar yapılabilen arayüz aşağıda Şekil 6'da gösterilmiştir.



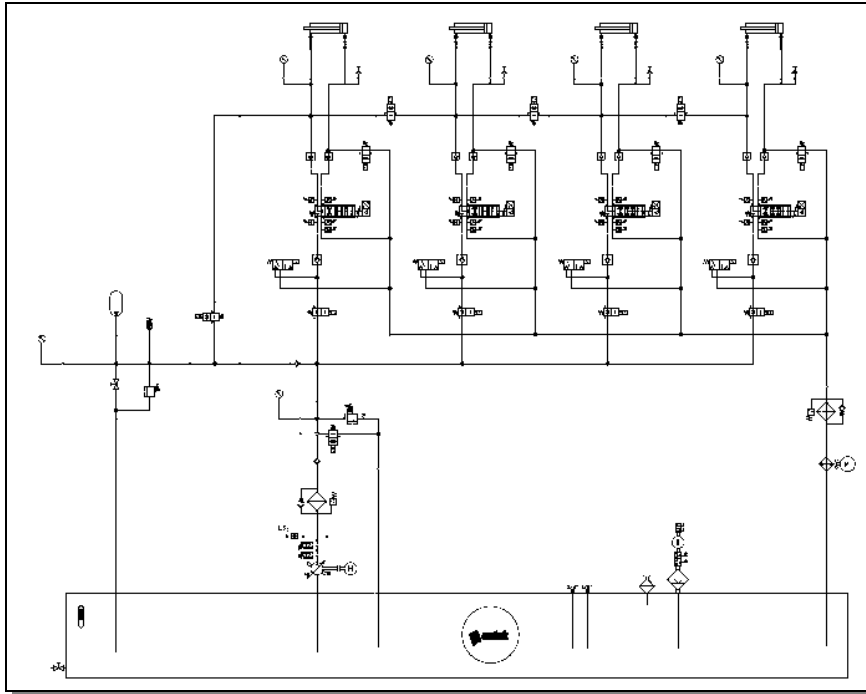
Şekil 6. Servo performanslı oransal valfin ölü bölge, kazanç, rampalı hareket parametrelerinin kontrol edildiği ve ayarlandığı program arayüzü

Kullanılan yeni nesil valfi, arayüzü ile aşağıdaki kontrol işlemlerini yapabilecek şekilde ayarlamak mümkündür.

1. Valf sürgüsü pozisyon kontrolü,
2. Pozisyon Kontrolü,
3. Hız Kontrolü,
4. Kuvvet/Basınç Kontrolü,
5. Basınç/Debi Kontrolü.

4. YÜZER HAVUZLARIN SERVİS VİNÇLERİNDE SERVO ORANSAL YÜK KONTROLÜ

Maksimum gerekli olan baskı kuvvetini sağlamak için yük hesabı yapılarak hidrolik silindir boyutları belirlenmiştir. Sistemin çalışma hızına ve gerekli maksimum kuvvete göre debi ve basınç hesabı yapılarak, hidrolik proje tasarlanmış ve imal edilmiştir. Tasarlanan projenin devre şeması Şekil 7'de verilmiştir.



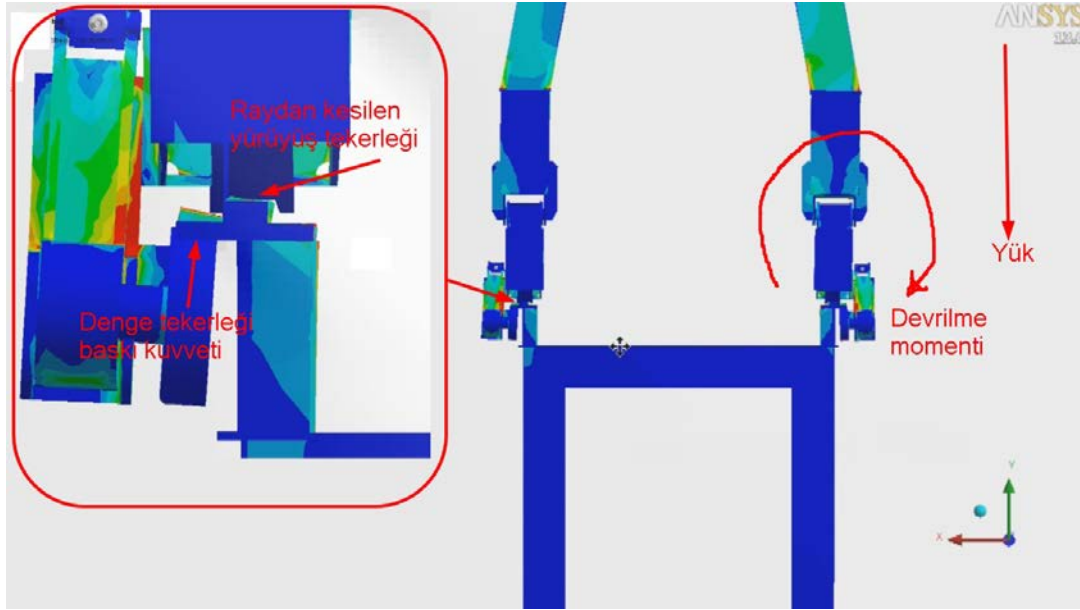
Şekil 7. Servo performanslı oransal valfler ile kuvvet kontrolü yapan hidrolik sistem şeması

Sistem için hazırlanan yazılıma boomun dönüş açısını algılayan bir enkoder açı bilgisi göndermektedir. Servo performanslı oransal valf, kontrol sisteminden aldığı bilgi ile hidrolik silindirlerin, gereken zamanda, gerektiği kadar baskı kuvveti uygulamasını sağlamaktadır.

Pasif mekanik yaylar veya karşı ağırlık dengelemeli sistemlerin kullanılması durumunda, acil durumlar (aşırı rüzgâr, enerji kesilmesi vb.) için vinçte hidrolik kenetleme sistemi bulunması da gerekmektedir. Yapılan proje kapsamında harici bir sisteme ihtiyaç duymadan, sisteme eklenen bir hidrolik akü ve akü kontrol grubu ile acil durumlarda hidrolik silindirler maksimum basınca çıkarılarak, vincin bulunduğu noktada kilitlemesi de sağlanmıştır. Bu emniyet sistemi, ancak enerji beslemesi geldikten sonra, gerekli güvenlik yönetmeliklerinde belirtildiği şekilde devreden çıkarılabilmektedir.

Vincin yürüyüş raylarında, mesafeye bağlı olarak paralellik hatalarından kaynaklanan dalgalanmalar mevcuttur. Bu dalgalanmalar, pasif mekanik yayların kullanıldığı sistemlerde deformasyona ve kaynak

noktalarında aşırı yükten oluşan çatlaklara sebep olurken, servo performanslı oransal valflerin kullanıldığı sistem ile bu olumsuz durumlar da ortadan kaldırılmıştır. Ray deformasyon simülasyonu Şekil 8’ de gösterilmiştir.



Şekil 8. Ray deformasyonun devrilmeye etkisi

SONUÇ

Servo performanslı oransal hidrolik valfler ile silindirlerde kuvvet kontrolü yapılarak servis vinçlerindeki pasif mekanik yaylarla yapılan tasarımdan daha kontrol edilebilir, daha hassas, daha uzun ömürlü ve daha düşük maliyetli bir çözüm elde edilmiştir. Yapılan uygulamaya ait görsel Şekil 9’ da gösterilmiştir.



Şekil 9. Servis vinçlerinde servo performanslı oransal valf ile kuvvet kontrolü uygulaması



Amacına ulaşmış olan projenin sağladığı faydalar aşağıda sıralanmıştır:

1. Bakımı ve tamiri oldukça masraflı olan ve uzun süren ray deformasyonu %52 azaltılmıştır.
2. Sistem sürekli yükte kalmayacağı ve daha az yürüyüş tahrik kuvveti gereksinimi olduğu için, yürüyüş grubu motor, fren, redüktör ve sürücü boyutları küçültülmüştür.
3. Daha küçük boyutlu yürüyüş grubu sayesinde vincin toplam kurulu gücü ve toplam enerji sarfiyatı düşürülmüştür.
4. Maliyete ciddi oranda etki eden ve sıklıkla değiştirilmesi gereken denge tekerleri ve rulmanlarının ömrü iki katından fazla oranda artırılmıştır.
5. Harici bir hidrolik sistem ile acil durumda devreye girmesi gereken kenetleme sistemi gereksinimi ortadan kaldırılmıştır. Bu sistemin gerektirdiği ek bakım, test gibi giderler de ortadan kaldırılmıştır.
6. Vincin en kritik konularından biri olan, karşı ağırlık denge kontrolü, ayarlanamayan sabit mekanik sistemden çıkarılarak, elektronik olarak hassas şekilde kumanda edilebilir hale getirilmiştir.
7. Kullanıcı firma tarafından, çok daha üstün performanslı bir sistem kurulmasına rağmen, ilk yatırım maliyetinin, hidrolik proje bedelinin yaklaşık beş katı kadar azaldığı bildirilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] EATON AxisPro™, Proportional Directional Valves with Feedback KBS*-03 E-VLPO-MC002-E4, August 2015

ÖZGEÇMİŞ

Bilal KOSİF

1988 yılı İstanbul doğumludur. 2011 yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik fakültesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliğinden mezun olmuştur. 2011 yılında askerlik görevini tamamlamış, 2012-2015 yılları arasında makine imalatı yapan bir firmada, yurt içindeki ve yurt dışındaki projelerde çalışmıştır. 2015 yılından bu yana Entek Otomasyon Ürünleri San. Tic. A.Ş. de Hidrolik Departmanında Proje ve Satış Takım Liderliği görevine devam etmektedir.