



Bu bir MMO yayınıdır

ENDÜSTRİYEL BETON POMPASI HİDROLİK DEVRE TASARIMI ve SİMÜLASYONU

Cengiz Görkem DENGİZ¹

Mahmut Can ŞENEL¹

Erdem KOÇ¹

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi



ENDÜSTRİYEL BETON POMPASI HİDROLİK DEVRE TASARIMI ve SİMÜLASYONU

Cengiz Görkem DENGİZ¹, Mahmut Can ŞENEL², Erdem KOÇ³

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 55210, Samsun
e-posta: ²mahmutcan.senel@omu.edu.tr; ¹gorkem.dengiz@omu.edu.tr; ³erdemkoc@omu.edu.tr

ÖZET

Günümüz endüstriyel uygulamalarda hidrolik sistemler sıklıkla kullanılmakta olup yüksek güç temini, uzun ömürlü olmaları, hız ayarlarının kademesiz olması gibi birçok avantaja sahiptir. Bu çalışmada, hidrolik sistemlerden biri olan beton pompası incelenmiştir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Makina Mühendisliği Laboratuvarlarında, hem hidrolik hem de elektro-hidrolik devre elemanları kullanılarak iki adet birbirleri ile etkileşimli beton pompası hidrolik devresi oluşturulmuştur. Kurulan devrelerin FluidSIM hidrolik paket programıyla simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayla inşaat sektöründe sıklıkla kullanılan beton pompası analiz edilerek, tasarımcılara yardımcı olabilecek nitelikte hidrolik ve elektro-hidrolik ekipmanların kullanıldığı özgün bir beton pompası devresi tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik, hidrolik devre, beton pompası

ABSTRACT

Hydraulic systems are commonly used in today's industry because of their high power supply, long life, variable speed setting. In this study, concrete pump consisting of hydraulic systems, was investigated. Concrete pump is a hydraulic machine which is used to transfer liquid concrete with pressure at a certain flow rate to the desired location. In Mechanical Engineering Laboratory of Ondokuz Mayıs University, two hydraulic circuit were designed with using both hydraulic and electro-hydraulic circuit equipments. These circuits interacted with each other. Also these circuits were simulated with Fluid-SIM hydraulic package program. With this study, concrete pump were analyzed commonly used in the construction industry. Also a new concrete pump circuit was designed in order to help designers by using hydraulic and electro-hydraulic equipments.

Keywords: Hydraulic, hydraulic circuit, concrete pump

1. GİRİŞ

Hidrolik kelimesi eski Yunanca'da su anlamına gelen "hydro" ile boru anlamına gelen "aulis" kelimelerinin birleştirilmesinden türetilmiştir. İlk dönemlerde boru içindeki suyun davranışlarını belirlemek için kullanılmıştır [1].

Hidrolik sistemlerin uygulama alanı olarak taşıtların fren ve direksiyonları, yağlama istasyonları, hidrolik kaldıraçlar, damperli kamyonlar ve iş makineleri örnek gösterilebilir. Hidrolik sistemler pek çok endüstriyel tesiste yaygın olarak kullanılmaktadır. Krikolar, asansörler, vinçler, takım tezgâhları, vites kutuları, test cihazları, sanayi tipi robotlar gibi pek çok uygulama alanı vardır. Son dönemde elektronğin hızla gelişmesine paralel olarak uygulama alanları çok hızlı bir şekilde genişlemiştir ve buna bağlı olarak yeni makineler geliştirilmiştir [1].

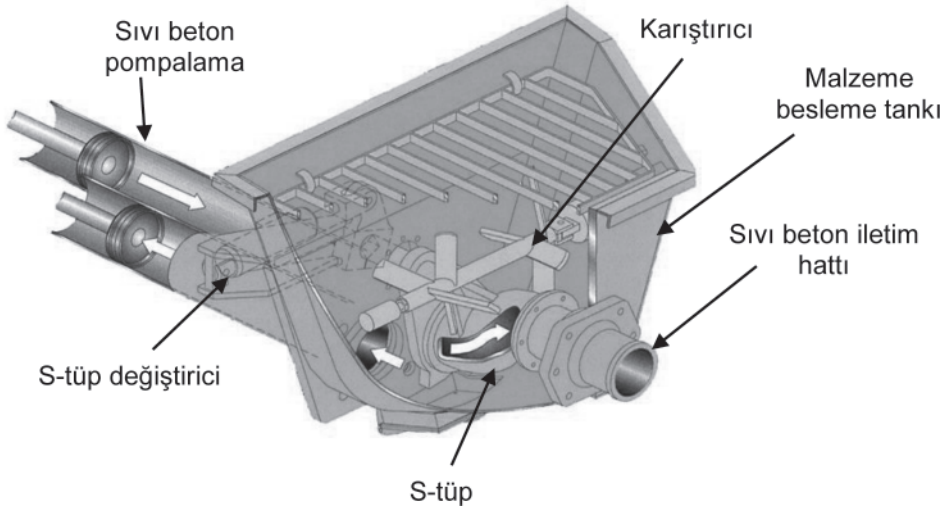
Günümüzde hidrolik sistemler hakkında literatürde pek çok çalışma mevcuttur. Özdemir ve ark. (2011), yüksek fırın prosesleri arasında bulunan ve sıvı ham demirin akacağı kanalı açan ve şarj işlemi sonrası kapatan çamur topu hidrolik sistemini incelemişler ve kullanılan ekipmanlar, oluşan arızalar, yapılan periyodik bakımlar ve yapılan iyileştirmeler hakkında bilgiler vermişlerdir [2]. Çelebi (2008), ergimiş çeliği döküldüğü kalıpları hareket ettiren hidrolik sistemdeki grupları ve bu grupların sisteme olan faydalarını incelemiştir [3]. Yaman ve ark. (2011), hidrolik fırlatma sistemi ile çalışan bir dağ treninin (Roller Coaster) hidrolik devre tasarımı yapmışlar ve bir prototip üzerinde test edilmişlerdir [4]. Yaptıkları tasarımda trenin frenlenmesi esnasında oluşan enerjiyi akümülatörlerde depolayarak sistemin enerji verimliliğini arttırmışlardır. Civan (2011), gemi ırgat sisteminin kontrolü için geliştirilen hidrolik blokların devre şemaları, çalışma sistemi ve sisteme ait teknik özellikler hakkında bilgi vermiştir [5]. Başaran ve Balkan (2008), bir hidrolik vinç test sisteminin tasarımını yapmışlardır. Sistemin ve hidrolik devre tasarımından sonra bir bilgisayar yazılımında sistemin benzetimi yapılmış, elde edilen hız ve yük sonuçlarını deneysel sonuçlar ile karşılaştırmışlardır [6]. Canlı (2008), hidros-tatik transmisyon sistemi içindeki parçaların genel tanımı, çalışma prensipleri ve seçim kriterlerini sayısal bir örnek ile incelemiştir [7]. Erdoğan (2011), giyotin makasın hantal mekanik sistemi yerine yüksek hızda çalışan bir hidrolik sistem tasarlayarak modifiye etmiştir [8]. Özdemir ve ark. (2011), kütük ve slab döküm tesislerinde bulunan potadan tandişe akan sıvı çeliği akışını kontrol eden pota sürgü sistemi, sistemde kullanılan ekipmanlar, oluşan arızalar, yapılan bakım ve iyileştirmeler hakkında bilgiler vermişlerdir [9]. İnce (2005), çalışmasında mekanik ve hidrolik zemin etüt sondaj makinasını tanıtarak çalışma prensipleri hakkında bilgi vermiş ve bu sistemleri birbirleri ile karşılaştırarak avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymuştur [10].

Dünya nüfusundaki hızlı artış; insanların barınma, alışveriş, eğitim gibi ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli artan bir yapılaşma içerisine girmesine sebep olmuştur. Bu hızla artan nüfusun yapı isteğini kısa sürelerde karşılamak için insanlar çözüm arayışları içerisine girmiştir. İnşaat firmalarının bu yapı taleplerini karşılayabilmek ve az zamanda çok iş kavramını gerçekleştirmek adına birçok atılımlarda bulunmuşlardır. Beton pompaları da talepleri karşılayabilmek adına gerçekleştirilmiş atılımlardan biridir. Beton pompası sıvı betonu basınçlandırarak belli bir debide istenilen yere transfer etmeye yarayan bir makinedir. Beton pompaları inşaat sektöründe yapıların yapım süresini büyük ölçüde kısaltmış ve yapım aşamasını kolaylaştırmıştır. Bu da insanların daha modern yapılarda yaşaması-

nın ve daha yüksek binalar yapmasının önünü açmıştır. Bu çalışmada, tasarlanan beton pompası hidrolik devresi temel olarak pilot uyarılı çek valfler, silindirler, 4/2 selenoid kontrollü yön kontrol valfi, acil durum butonu, basınç emniyet valfleri, manometreler, akümülatör, 4/3 selenoid kontrollü yay geri dönüşlü yön kontrol valfi, 3/2 selenoid kontrollü yay geri dönüşlü yön kontrol valfi, basınç sıralama valfi, yaylı çek valf gibi elemanlardan oluşmaktadır.

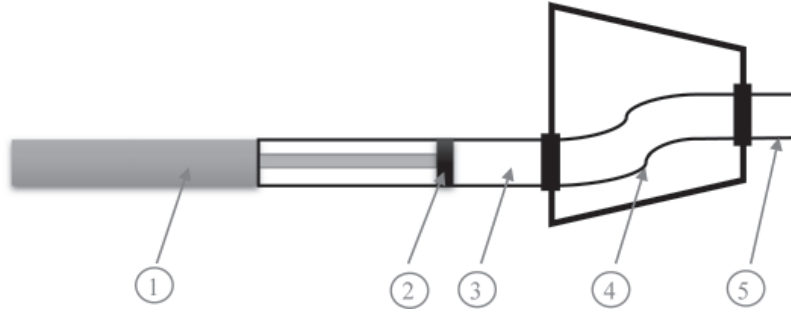
2. MATERYAL VE METOD

Beton pompası elektrik ve hidrolik sistemlerin bir arada çalışması ile oluşur. Beton pompaları sıvı betonu güvenli bir şekilde boru ve hortum sistemlerine iletmek üzere tasarlanmıştır. Beton pompa sistemi S-tüp dizaynlı vana sistemi bulundurmaktadır. Bu sistemde beton pompalayan silindirler ile hidrolik silindirler senkronize çalışmaktadır. Besleme tankına dolan beton bu kısımdan malzeme silindiri içerisine emilir. Tamamen dolan silindir son stroğuna gelince bir sinyal üreterek S-tüp vanayı harekete geçirir. S-tüp vana dolan silindirin ağızını kapatır. Bu anda vananın bir ucu malzeme ile dolu olan silindire diğer ucu ise boru hattına bağlıdır. Beton silindiri ileri doğru hareket ederek malzemeyi borulara doğru yönlendirir. Burada malzemenin sürekli akışı iki adet beton silindiri tarafından sağlanır. Silindirlere biri içerisine beton çekerken, bir önceki çevrimden dolu olan diğer silindir malzemeyi borulara pompalar (Şekil 1) [11].



Şekil 1. S-tüplü tipik bir beton pompası [11].

Hidrolik yağ akışı, hidrolik silindir pistonlarını hidrolik silindirler (1) içerisinde ileri ve geri hareket ettiren hidrolik pompa tarafından oluşturulur. Çünkü yağ silindirleri ile beton silindirleri (3) içerisindeki beton pistonları (2) ile birbirine bağlıdır ve pistonlar senkronize hareket eder [1]. Yağ silindirleri içeri çekildiğinde, beton besleme tankından beton silindiri içerisine emilir. Aynı anda diğer yağ silindiri ve beton pistonu besleme tankına doğru uzar. Beton pistonu betonu silindir içerisinde S-tüp (4) vasıtasıyla iletim hattına (5) pompalar. Bu anda pompa stroğunu tamamlar ve S-tüpün konumunun değişmesine sebep olur. Böylelikle S-tüp, içerisine beton emilerek dolmuş olan silindirin tarafına geçerek yeni çevrimi başlatır. Beton pompası çalışma prensibi Şekil 2'de şematik olarak verilmiştir [1].



Şekil 2. Beton pompası çalışma prensibi.

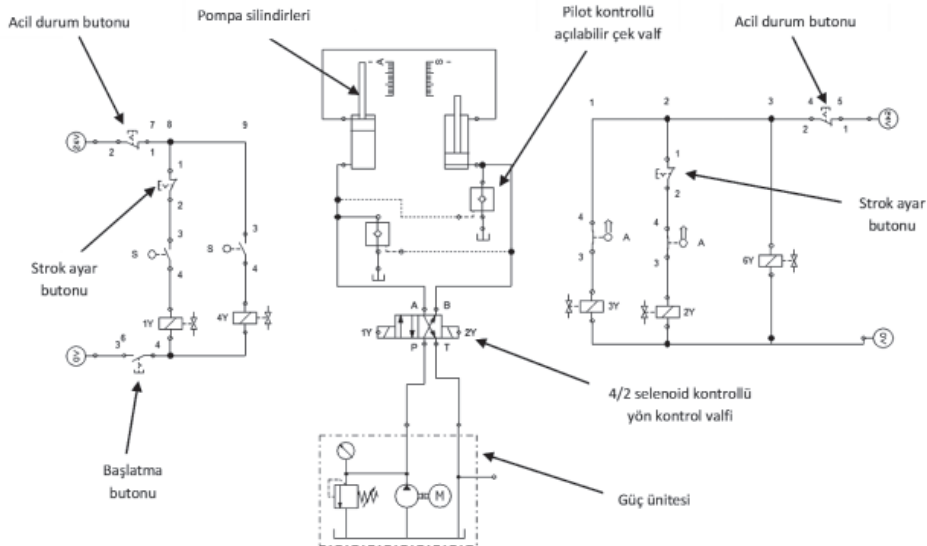
Sistemin gücü, aynı zamanda da hidrolik pompalara güç sağlayan, içten yanmalı bir motor tarafından sağlanır.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Beton Emme-Basma Silindirleri Hidrolik Devresi

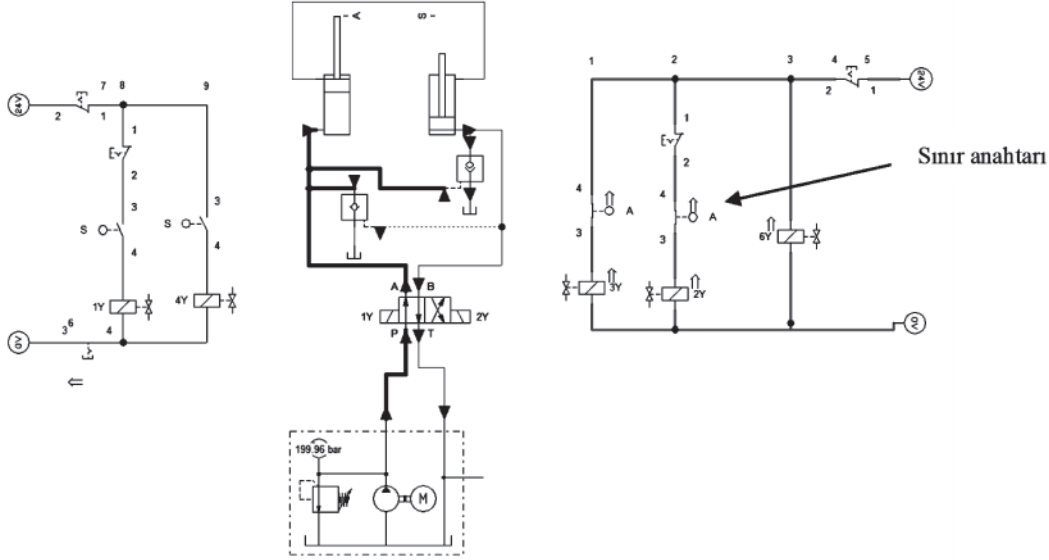
Beton pompası hidrolik sistemi yukarıda anlatılan çalışma prensibi esas alınarak FluidSIM hidrolik paket programında tasarlanmıştır. Sistemde pompa için gerekli olan 2 adet çift etkili silindir ve S-tüpü değiştirmek için gerekli olan 1 adet çift etkili silindir kullanılmıştır. Aynı zamanda sistem elektro-hidrolik olarak çalıştığından dolayı tüm valfler selenoid kontrollü seçilmiş ve elektrik devreleri kurulmuştur.

Şekil 3'de betonu pompalayacak silindirlerin çalışmasını sağlayan hidrolik devre kurulmuştur. Devrede emme ve basma yapması için 2 adet çift etkili silindir, 1 adet 4 yolu 2 konumlu selenoid kontrollü yön kontrol valfi, 2 adet pilot kontrollü çek valf ve yön kontrol valfinin kontrolünü sağlayan sınır anahtarları ile valf röleleri kullanılmıştır.



Şekil 3. Beton emme-basma silindirlerinin hidrolik devre şeması.

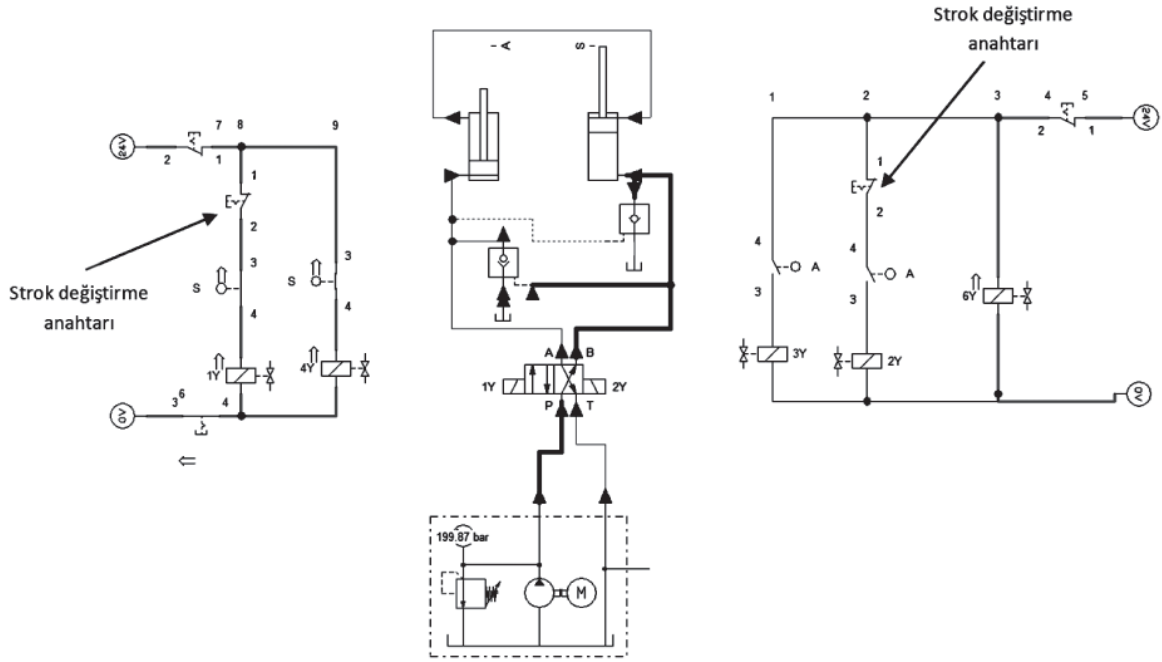
Sistemin çalışma şekli Şekil 4'te gösterilmektedir. Bu anda sol taraftaki piston son stroğuna gelmiştir. Piston ucundaki yakınlık sensörü (A) pistonu algılamış ve sağ taraftaki elektrik devresine sinyal üreterek sınır anahtarlarını kapatmıştır. Kapanan sınır anahtarı devreden akım geçirerek valf rölesini (2Y) devreye almıştır. Devreye giren valf rölesi yön kontrol valfinin 2Y ile gösterilen selenoid kısmını manyetik olarak iterek valfin 2. konuma geçmesini sağlamıştır.



Şekil 4. Sol piston basma, sağ piston emme durumunda devrenin çalışması.

2. konumda P-B bağlantılı akan akışkan, sağ taraftaki silindiri ileri doğru çıkararak strok sonuna ulaştırmıştır. Bu anda S sınır anahtarına değen piston kolu sol tarafta gördüğümüz elektronik devredeki sınır anahtarını devreye sokar. Bu anahtar 1Y ile adlandırılmış valf rölesinden akım geçirerek yön kontrol valfinin yine 1Y ile adlandırılmış kısmını manyetik olarak iter. Böylelikle tekrar başlangıçtaki duruma dönmüş olur. Bu da sistemin sürekli olarak aynı hareketi yapmasını sağlar (Şekil 5).

Sistemde ayrıca 2 adet pilot kontrollü çek valf kullanılmıştır. Sistem yüksek basınçta çalıştığından dolayı pistonlar sıvı betonu basmaya başladıklarında zorlanırlar. Bu zorlanma silindir içinde sızmalara sebep olur ve pistonların senkronize hareketini bozar. İşte bu senkronize hareket bozulduğunda tekrar aynı stroğu elde etmek için sisteme fazladan yağ pompalanır. Bu işlemi yapabilmek için elektrik devrelerine birer adet strok değiştirme anahtarı konulmuştur. Normalde kapalı konumda olan bu anahtarlar istendiği anda açılarak yön kontrol valfinin sürekli olarak aynı konumda kalmasını sağlamaktadır. Bu durumda pompa sürekli olarak aynı silindirin aynı tarafına yağ pompalayarak, iki silindir arasında eksilen yağın tekrar tamamlanmasını sağlamaktadır. Bu işlem sırasında sistemin diğer tarafındaki yağın, silindir hava almadan, tanka tahliyesi şarttır. Pilot kontrollü açılabilir çek valfler bu iş için idealdir. Çünkü bu çek valfler diğer silindirin ön kısmından hidrolik sinyal olarak ancak yeterli basınç oluştuğunda açılır.



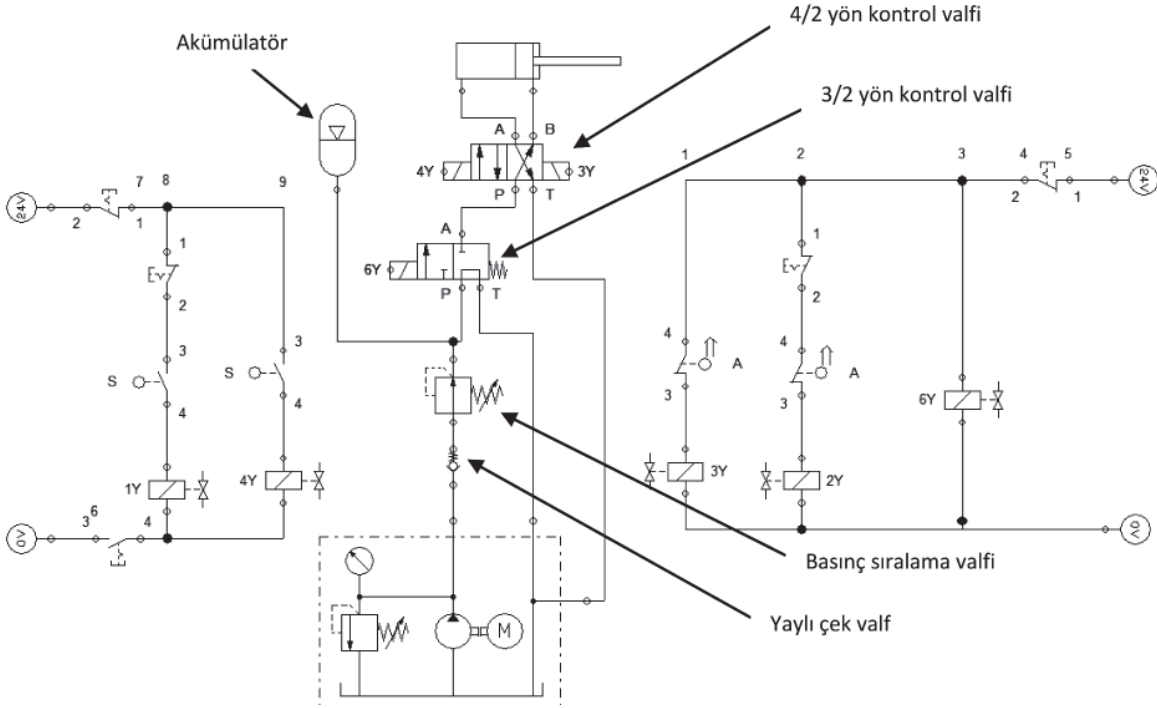
Şekil 5. Sağ piston basma, sol piston emme durumunda devrenin çalışması.

3.2. S-Tüp Konum Değiştirme Hidrolik Devresi

Sistemde betonun sürekli olarak pompalanabilmesi için silindri ile iletim hattı arasındaki bağlantıyı sağlayan S-tüp adlı bir eleman sisteme dahil edilmiştir. S-tüpün sürekli olarak basma yapan silindire bağlı olması gerekmektedir. Bunun için S-tüp, ona bağlı bir silindir ile sürekli olarak yer değiştirmektedir.

S-tüp değiştirme devresi için pompa devresi ile bağlantılı ayrı bir hidrolik devre kurulmuş, bu devrenin kontrolünü sağlamak için ise mevcut elektrik devresine ek röleler ve anahtarlar eklenmiştir. S-tüp değiştirme devresinde 1 adet çift etkili silindir, 1 adet 4 yollu 2 konumlu selenoid kontrollü yön kontrol valfi, 1 adet 3 yollu 2 konumlu, tek tarafı selenoid kontrollü, yay geri dönüşlü yön kontrol valfi, 1 adet akümülatör, 1 adet basınç sıralama valfi, 1 adet yaylı çek valf ve standart güç ünitesi kullanılmıştır (Şekil 6).

Devredeki yön kontrol valfleri elektrik kontrollü olup sinyalleri pompa devresine bağlı olarak almaktadır. Çünkü pistonların senkronize hareketi iki devrenin de birbiriyle bağlantılı çalışmasını gerektirmektedir. Devredeki 4/2 yön kontrol valfi aldığı sinyaller ile devreye girmekte ve pistonu S-tüpü istenilen pozisyona getirmektedir. Beton basma silindirleri bir stroğunu tamamlayınca kadar yani diğer selenoide yeni bir sinyal gelinceye kadar bulunduğu pozisyonu korumaktadır. Sistemdeki 3/2 valf selenoid kontrollü ve normalde kapalı bir yön kontrol valfidir. Bu valf devreye sadece güvenlik amaçlı konulmuştur. Sistemde elektrik varken valf açık olarak bekleyecek, sistem çalışmıyorken veya elektrik kesintisi gibi bir durumda bu valf kapanarak ve akümülatördeki basınçlı akışkanın tanka dönmesini sağlayacaktır. Bu valflerin dışında sistemde 1 adet basınç sıralama ve 1 adet yaylı çek valf kullanılmıştır. Basınç sıralama valfi akümülatörün şarj edilmesi istenen değere ayarlanır. Sis-

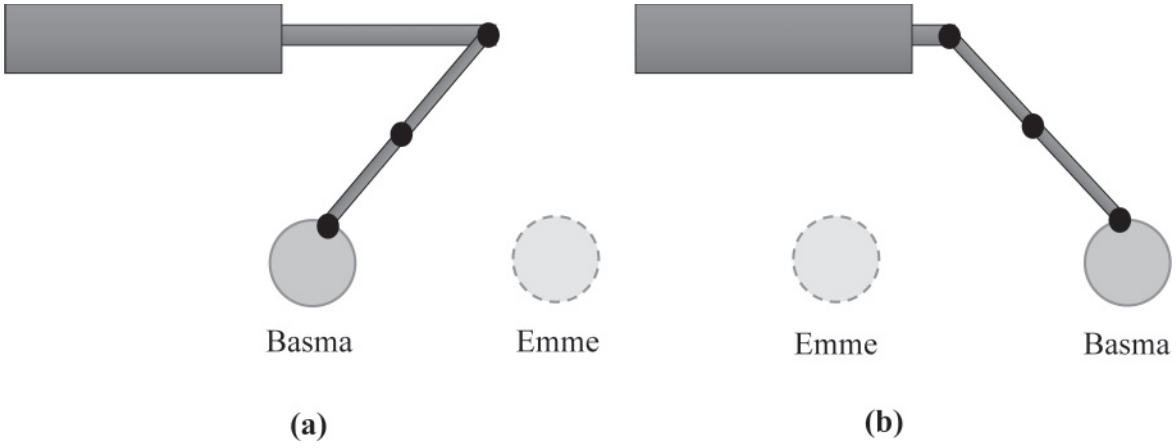


Şekil 6. S-tüp konum değiştirme hidrolik devresi.

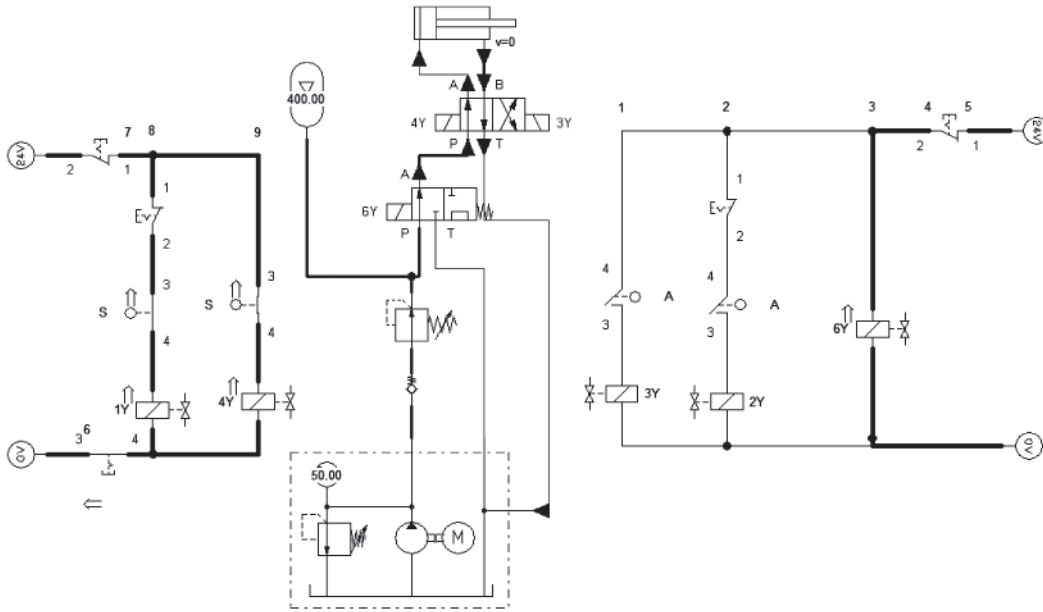
tem çalıştırıldığında akümülatör dolmaya başlar ve istenen basınca ulaştığında basınç sıralama valfi kapanarak akümülatöre yağ pompalanmasını keser. Böylelikle akümülatörün istenilen değere şarj edilmesi sağlanır. Sistemde akümülatör kullanılmasının sebebi ise S-tüp değiştirme işleminin anlık olarak yüksek basınç ve debiye ihtiyaç duymasıdır. İstenilen bu debi ve basınç pompa tarafından anlık olarak karşılanamaz. Bunun için pompa akümülatörü çevrim boyunca şarj eder. Akümülatör ise ihtiyaç anında akışkanı silindire göndererek S-tüpün hızlı bir şekilde yer değiştirmesini sağlar. Buradaki çek valfin görevi ise basınç ayar valfinde veya sistemde bir aksaklık olması halinde akışkanın pompa hattına geri dönerek sistemin genel veriminin düşmesini engellemektir.

Şekil 7’de S-tüp konum değiştirici pistonun, pompalama işlemi yapan pistonların durumuna göre konumları şematik olarak verilmiştir. Buna göre konum değiştirici piston ileri çıktığında manivelayı iterek S-tüpün basma yapan silindirin ağzına gelmesini sağlamaktadır (Şekil 7a). Konum değiştirici piston geri çekildiğinde ise manivelayı da çekerek S-tüpün diğer silindirin ağzına gelmesini sağlamaktadır (Şekil 7b).

Şekil 8, pompa devresinde sağ silindirin sıvı beton basma işlemini gerçekleştirdiği anda, S-tüp konum değiştirici devrenin durumunu göstermektedir. Şekil 8’de görüleceği üzere sağ piston sıvı beton basma işlemini gerçekleştirirken, S-tüpün bu silindirin ucuna bağlı olması gerekmektedir. Konum değiştirici silindir ilk konumda durarak sağ silindirin ucuna bağlı durmaktadır. Bu anda sağ silindir son stroğuna geldiği anda S sınır anahtarına basacak ve soldaki elektrik devresindeki valf rölelerinden akım geçmesine sebep olacaktır. Bu akım sol silindirin ileri hareketi için pompa devresindeki yön kontrol valfinin konumunu değiştirirken aynı zamanda S-tüp değiştiricideki 4/2 yön kontrol valfinin 4Y ile gösterilen selenoidini manyetik olarak iterek S-tüpün sol silindirin ucuna gelmesini sağlayacaktır.

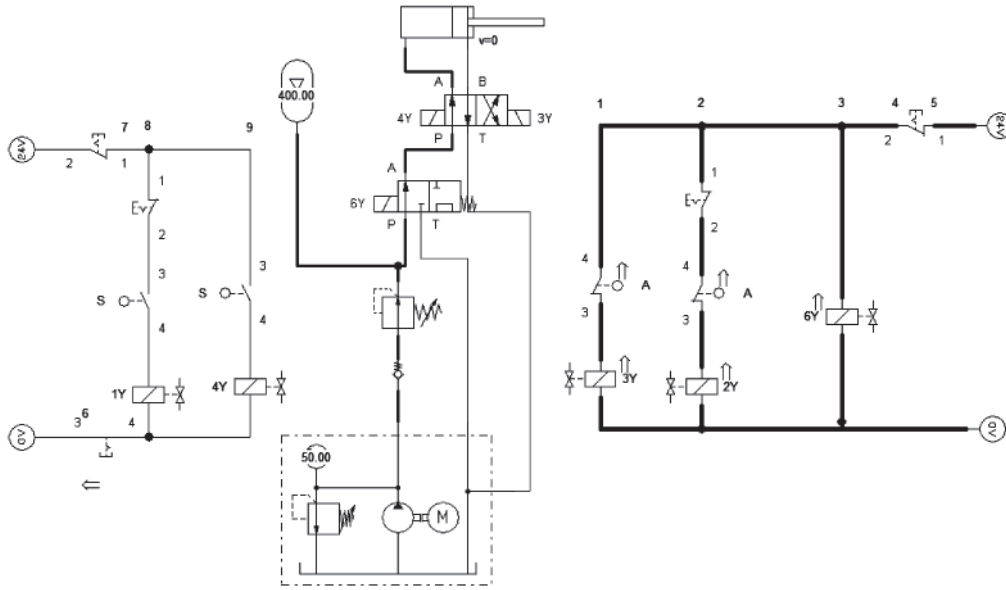


Şekil 7. Beton pompalayıcı silindirin durumuna göre S-tüp konum değiştirici silindirin durumu.



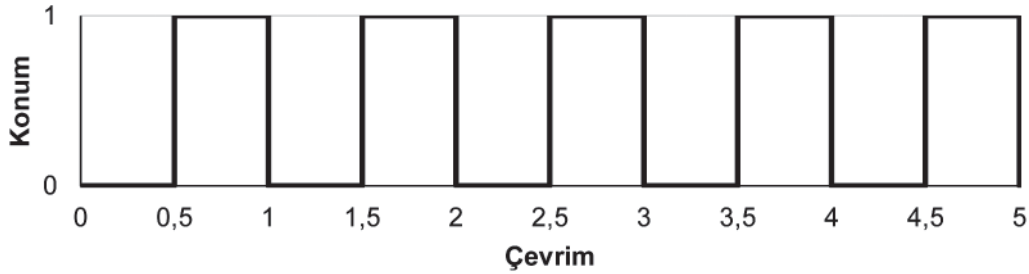
Şekil 8. Sağ silindir basma durumunda iken s-tüp konum değiştirici devrenin durumu.

Şekil 9, sol silindir basma durumunda iken S-tüp konum değiştirici devrenin durumunu göstermektedir. Bu anda sol silindirin basma yapabilmesi için S-tüpün bu silindirin ucunda olması gerekmektedir. Şekil 9'daki silindir ileri çıkararak, S-tüpün sol silindirin ucuna gelmesini sağlamıştır. Sol silindir ise bu anda stroğunun sonuna gelmiş ve A ile gösterilen sınır anahtarını kapatarak kendi yön kontrol valfinin konumunun değişmesini sağlamaktadır. Diğer taraftan ise aynı sınır anahtarına bağlı 3Y ile kodlanmış valf rölesinden akım geçmektedir. Bu da 4/2 yön kontrol valfindeki 3Y kodlu selenoidi iterek S-tüpün konumunun değişmesi sağlayacaktır. Böylelikle sistemde sürekli senkron hareketine devam edecektir.

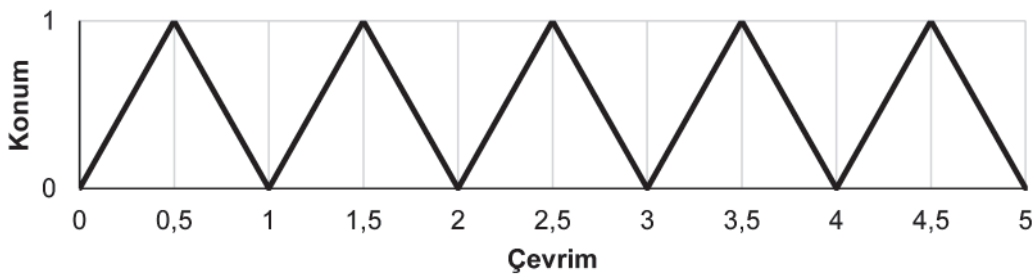


Şekil 9. Sol silindir basma durumunda iken s-tüp konum değiştirici devrenin durumu.

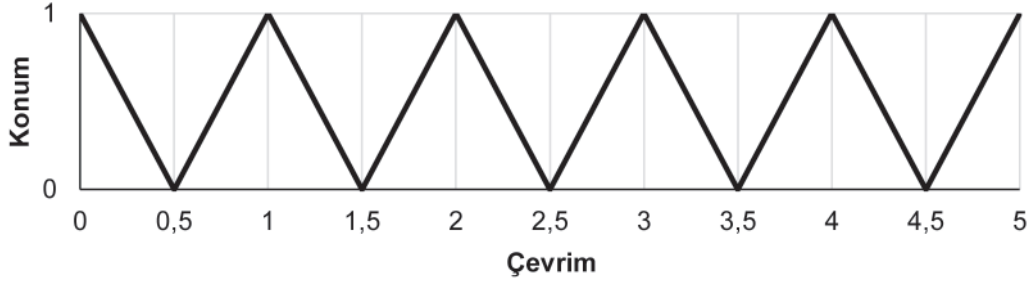
Tasarlanan devreler içerisinde bulunan silindirlerin uyumlu bir şekilde çalışması sistemin sürekliliği açısından oldukça önemlidir. Silindirlerin uyumlu bir şekilde çalıştığı FluidSIM programında silindirlere ait konum-çevrim grafikleri çizdirilerek takip edilmiştir. Şekil 10-11 ve 12'de üç silindire ait konum-çevrim grafikleri verilmiştir. Grafiklerde konum eksenini silindirlerin emme yaptığı (0) ve basma yaptığı (1) iki konuma ayrılmıştır. Ayrıca bir silindirin bir emme ve bir basma yapması 1 çevrim olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 10. S-tüp konum değiştirici silindirin konum-çevrim durumu



Şekil 11. Sağ beton basma silindirin konum-çevrim durumu



Şekil 12. Sol beton basma silindirin konum-çevrim durumu

4. SONUÇ

Bu çalışmada, endüstriyel beton pompasının hidrolik ve elektro-hidrolik devre tasarımı yapılmıştır. Tasarım sırasında karşılaşılan en büyük sorun S-tüp konum değiştirici pistonun konum değiştirme hızının ayarlanması olmuştur. Akümülatörsüz yapılan tasarımlarda hızlı bir şekilde konum değişikliğinin yapılamadığı görülmüştür. Devreye bir akümülatör eklenerek sistemin cevap süresi kısaltılmıştır. Ayrıca silindirlere ait konum-çevrim grafikleri çizilerek silindirlerin senkronizasyonu sürekli olarak takip edilmiştir. Bu tür devre tasarımlarında paket programların kullanılması tasarımcıya büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Bu amaçla kullanılan FluidSIM-Hidrolik paket programı çalışmada etkin rol oynamıştır.

KAYNAKLAR

- [1] ANONİM, "Hidrolik Sistemler", Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Makine Teknolojisi, 2 s. Ankara, 2005.
- [2] ÖZDEMİR G., CAN A. H., KARTAL V., "Çamur Topu Matkap Hidroliği (İsdemir 3. Yüksek Fırın Hidrolik Uygulamaları)", VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 127 s, 12-15 Ekim 2011/İzmir.
- [3] ÇELEBİ İ., "Çelikhane, Sürekli Döküm Makinası Kalıp Osilasyon (Titreşim) Sisteminin Hidrolik Uygulaması", V. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 127 s, 2008.
- [4] YAMAN U., KONUKSEVEN E. İ., AKOVA H. U., DEMİRER S., "Dağ Treni Hidrolik Fırlatma Sistemi Tasarımı", VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 3 s, 12-15 Ekim 2011/İzmir.
- [5] CİVAN H. F., "Gemi Irgat Sistemleri İçin Hidrolik Vinç Kontrol Blok Uygulaması", VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 15 s, 12-15 Ekim 2011/İzmir.
- [6] BAŞARAN S., BALKAN T., "Hidrolik Vinç Test Sistemi Tasarımı", V. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 257 s, 2008.
- [7] CANLI C., "Kapalı Devre Hidrostatik Transmisyonlar", V. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 73 s, 2008.
- [8] ERDOĞMUŞ U., "Mekanik olarak Çalışan Giyotin Makasını Yüksek Hızda Çalışan Hidrolik Giyotin Makasına Dönüştürülmesi", VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 567 s, 12-15 Ekim 2011/İzmir.
- [9] ÖZDEMİR G., KODAL Ç., GÜLDALI M., YURTSEVER E., KİMYECİ H., "Pota Sürgü Sistemi Hidroliği (İsdemir Sürekli Dökümler Hidrolik Uygulamaları)", VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 143 s, 12-15 Ekim 2011/İzmir.



- [10] İNCE M. O., “Zemin Etüt Sondaj Makinalarında Açık ve Kapalı (Hidrostatik) Devre Hidrolik Sistem Uygulaması”, IV. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 301 s, 2005.
- [11] REED, “How does a REED concrete pump work?”, An Independent Member of the Shea Family of Companies, 13822 Oaks Avenue, Chino, CA, 91710, 2012 USA <http://www.reedpumps.com/concretepumps.html>.

ÖZGEÇMİŞ

Erdem KOÇ

1954 yılı Yozgat doğumludur. 1977 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 1983 yılında Birmingham Üniversitesi Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans ve Doktora Eğitimini tamamlamıştır. 1984 yılında Yardımcı Doçent, 1986 yılında Doçent ve 1992 yılında Profesör ünvanını almıştır. Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde Dekanlık görevi yapmıştır. Şuan OMÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nde Konstrüksiyon-İmalat Anabilim Dalı Başkanı olarak görev yapmaktadır. 20 Yüksek Lisans ve 7 Doktora tezi yürütüp yayınladığı 55 yurtdışı, 180 yurtiçi makaleyle bilimsel çalışmalarını sürdürmektedir.

Mahmut Can ŞENEL

1986 yılı Samsun doğumludur. 2009 yılında Gazi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2012 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır. Aynı yıl aynı anabilim dalında Doktora programına kabul edilmiştir. 2010 yılından itibaren Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta olup makina elemanları, kompozit malzemeler ve rüzgar türbinleri konusunda çalışmalarını sürdürmektedir.

Cengiz Görkem DENGİZ

1989 yılı İzmir doğumludur. 2011 yılında Pamukkale Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2012 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Makina Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalına Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı kapsamında Araştırma Görevlisi olarak atanmıştır. Aynı yıl aynı anabilim dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır. Halen Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta olup talaşsız imalat yöntemleri, hidrolik pnömatik sistemler, CAD-CAM ve bilgisayar destekli sonlu elemanlar konularında çalışmalarını sürdürmektedir.