



Bu bir MMO yayınıdır

# KAZICI-YÜKLEYİCİLER İÇİN AÇIK MERKEZLİ MOBİL YÖN KONTROL VALFLERİNİN TASARIM ESASLARI VE BU VALFLERE UYGULANAN TESTLER

Murat BAHTİYAR<sup>1</sup>

Taner DOĞRAMACI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HEMA Endüstri A.Ş.



# KAZICI-YÜKLEYİCİLER İÇİN AÇIK MERKEZLİ MOBİL YÖN KONTROL VALFLERİNİN TASARIM ESASLARI VE BU VALFLERE UYGULANAN TESTLER

Murat BAHTİYAR<sup>1</sup>, Taner DOĞRAMACI<sup>2</sup>

HEMA Endüstri A.Ş. Organize sanayi bölgesi 59501 Çerkezköy/Tekirdağ/Türkiye

<sup>2</sup>tanerdogramaci@hattat.com.tr <sup>1</sup>muratbahtiyar@hattat.com.tr

## ÖZET

Kazıcı-yükleyici, ön tarafında yükleyici, arka tarafında ise kazı işini yapmaya yarayan beko (ters) kepçe bulunan çok işlevli tekerlekli bir makinadır. Kazıcı-yükleyicinin verimini etkileyen ve pazarda tercih edilmesini sağlayan faktörlerin en önemlilerinden biri kazma ve yükleme fonksiyonlarını yerine getiren mobil kontrol valfleridir. Kazıcı-yükleyicinin mobil yön kontrol valfleri ne kadar performanslı çalışırsa makinede o derece performanslı çalışır. Bununla beraber bu valflerin düşük basınç kaybına sahip olmaları da yakıt tasarrufu açısından makina üreticilerinin tercih sebebidir. Bom ve stik hareketlerinin eş zamanlı ve kontrollü olması kullanılan mobil valfin iyi bir şekilde tasarlanmasına bağlıdır. Bu şartlar göz önüne alınarak bu bildiride, kazıcı yükleyicilerde kullanılan açık merkezli mobil yön kontrol valflerinin tasarım esasları ve bu valflere uygulanan testler anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Kazıcı yükleyici, bekoloder, mobil yön kontrol valfi, valf tasarımı, simülasyon, hidrolik sistem

## ABSTRACT

Backhoe-loader is a multi functional wheel machine that has a loader in the front and a backhoe in the back. The one of the most important factor to being preferred in the market and affecting its efficiency is the mobile directional control valves for controlling backhoe and loader. The better performance in these valves, the better performance on the backhoe-loader. Having said that, these valves having lower pressure drop is also one of the reason for preference in terms of fuel consumption for the machine manufacturers. Having better simultaneously and controlled movement of boom and stick is depending on good design of mobile valves. In this article, design fundamentals of open center mobile directional control valves and the applied verification tests to these valves are stated in detailed.

**Key Words:** Backhoe-loader, mobile directional control valve, valve design, simulation, hydraulic system

## 1. GİRİŞ

Kazıcı-yükleyici (Bekoloder) çok amaçlı bir inşaat makinasıdır. Ön tarafında yükleyici, arka tarafında ise kazı işini yapmaya yarayan ters kepçe bulunan çok işlevli tekerlekli bir makinadır (Şekil-1). Makinayı yürütme ve yükleme ataşmanını kullanma kumandaları ön taraftadır. Operatör koltuğunun döndürülmesiyle arka taraftaki beko ataşmanına ait levyeler ile beko kepçesi kumanda edilir [1]. Kazıcı-yükleyiciler küçük inşaat projelerinde, şehirlerde alt ve üst yapı çalışmalarında büyük kolaylık ve verimlilik sağlarlar. Bazı modeller yengeç yürüyüşüne sahip olduklarından bunların daha dar alanlardaki manevra kabiliyeti yüksektir.

Yükleyici kısmı, bir çok farklı iş yapabilir. Operatör makineyi sürerken yükleyiciyi fonksiyonel olarak kullanır. Bir çok uygulamada yükleyici kepçesi büyük güçlü faraş gibi kullanılmaktadır. Yükleyici ile kazma işlemi genelde yapılmaz. Çoğunlukla gevşek yığın malzemelerini bir yerden alıp başka yere taşımak için kullanılır. Ayrıca toprak vs gevşek malzemeyi düzlemede kullanılır. Kazıcı(Beko) kısmı, makinanın en önemli aracıdır. Hendek ve kanal kazma işlemlerinde, ağır yükleri kaldırmada kullanılır. Teleskobik boma sahip olanlar ile daha derin kazma işlemleri yapılabilir. Tomruk ataşmanı, burgu kompleksi, kırıcı ataşmanı, forklift çatalı gibi ataşmanlar ile bir çok farklı işler de yapılabilir. Bu makinalar 100 HP (74.5 kW) gücünde içten yanmalı dizel motor ile tahrik edilmektedir.

Gelişen kentleşme ile birlikte kazıcı-yükleyicilere olan talep her geçen gün artmaktadır. Türkiye'deki iş makinesi pazarı için dünyadaki belli başlı üreticiler ile birlikte birçok yerli üretici de kazıcı-yükleyici üretmektedirler. Kazıcı-yükleyicinin verimini etkileyen ve pazarda tercih edilmesini sağlayan faktörlerin en önemlilerinden biri kazma ve yükleme fonksiyonlarını yerine getiren mobil valflerdir. Kazıcı-yükleyicinin mobil yön kontrol valfleri ne kadar performanslı çalışırsa makinede o derece performanslı çalışır. Bununla beraber bu valflerin düşük basınç kaybına sahip olmaları da yakıt tasarrufu açısından makina üreticilerinin tercih sebebidir. Bom ve stik hareketlerinin eş zamanlı ve kontrollü olması kullanılan mobil valfin iyi bir şekilde tasarlanmasına bağlıdır. Bu şartlar göz önüne alınarak bu bildiride, kazıcı yükleyicilerde kullanılan mekanik uyarılı açık merkezli mobil yön kontrol valflerinin tasarım esasları ve bu valflere uygulanan testler anlatılacaktır.

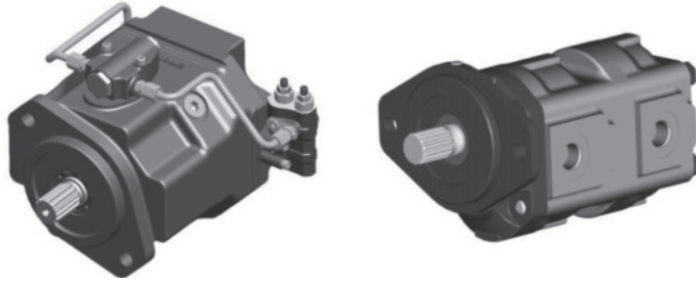


Şekil 1. Kazıcı-yükleyici

## 2. HİDROLİK SİSTEM

Bir kazıcı-yükleyici çalışırken seyredildiğinde makinanın ne kadar güçlü bir alet olduğu görülür. Tecrübeli bir operatör 1.5 metre derinliğinde 3 metre uzunluğundaki bir hendeği 15 dakikadan daha az bir sürede kazabilir. Bu işlem hidrolik sayesinde yani pistonları hareket ettirmek için hidrolik yağın pompalanması ile yapılır. Makinanın bütün hidrolik sistemi, gerekli hidrolik basıncı pompadan elde eder. Genelde değişken deplasmanlı pompa ve tandem dişli pompa olmak üzere iki tip pompa kullanılmaktadır.

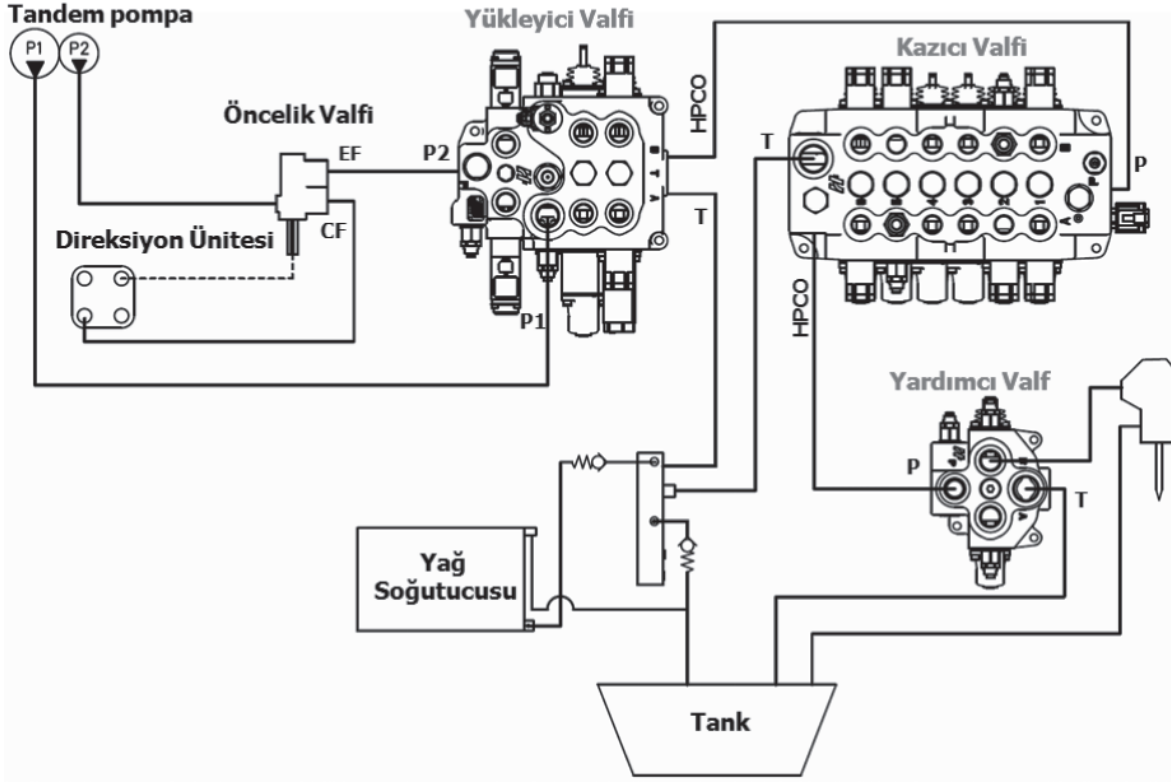
Değişken deplasmanlı pompalı hidrolik sistemler daha verimlidir (Şekil-2). Çünkü hidrolik sistemin ne kadar yağ ihtiyacı varsa pompa o kadar yağ basar. Silindirler çalıştırılmadığı zaman pompa yağ basmayı durdurur. Bu da yakıt tüketimini azaltır. Dişli pompalı kazıcı yükleyicilerde ise debi belirli bir motor hızında sabittir. Bu pompalar tandem (ikili) pompadır. Toplam iletim hacmi 70 cc/dev'dir. 2200 devirde 154 l/dk'lık debi sağlar. Debi ve basıncın çarpımı gücü verdiği için ve motor gücü geçilemeyeceğinden sistem her zaman maksimum basınç için gerekli olan debi kadar yağ basar. Belirli miktar yağ iş için kullanılır, fazlası tanka geri döner. Yükleyici valfinde bulunan boşaltma valfi (unloader) ile yüksek basınçlarda pompanın biri tanka boşaltılması ile sabit güç eğrisine göre daha yüksek basınçlarda motor stop etmeden çalışması sağlanır. Değişken deplasmanlı pompalar ve bu pompalar ile çalışacak mobil yön kontrol valfleri pahalı ve bakım maliyetleri daha yüksek olduğundan, kirliliğe karşı daha hassas olup daha çabuk arıza verebildiklerinden dişli pompalı sistemler ve açık merkezli mobil valfer daha çok kullanılmaktadır.



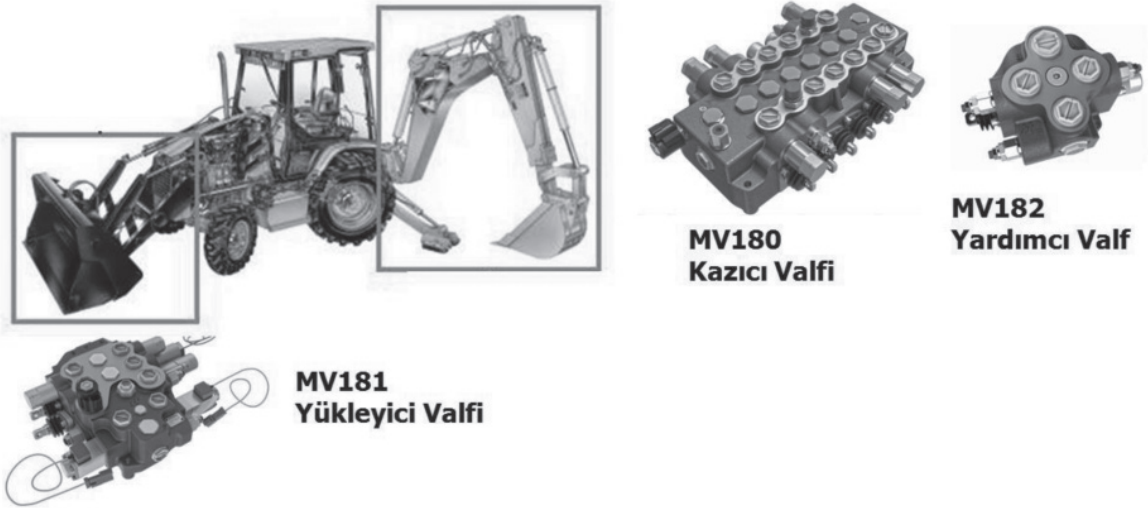
Şekil 2. Değişken deplasmanlı pompa ve tandem dişli pompa

## 3. DİŞLİ POMPA VE AÇIK MERKEZLİ VALFLERE SAHİP HİDROLİK SİSTEM

Dişli pompalı standart bir kazıcı-yükleyicide hidrolik sistemi motora bağlı tandem(ikili) pompa besler (Şekil-3). P2 pompasından gelen hidrolik yağ öncelik valfinden geçerek direksiyon hattına ve sonra yükleyici valfine gider. P1 pompasından gelen hidrolik yağ ise doğrudan yükleyici valfine girer. Yükleyici valfine giren bu iki hat valf içindeki birleşerek yükleyici valfinin HPCO hattından kazıcı valfinin giriş hattına bağlanır. Kazıcı valfinden sonrada filtre ve tanka dönüş sağlanır. Opsiyonel olarak sunulan kırıcı veya teleskopik bomu kontrol etmede kullanılan 1 sürgülü yardımcı valf, hidrolik sistemde üreticinin uygun gördüğü yere bağlanır.



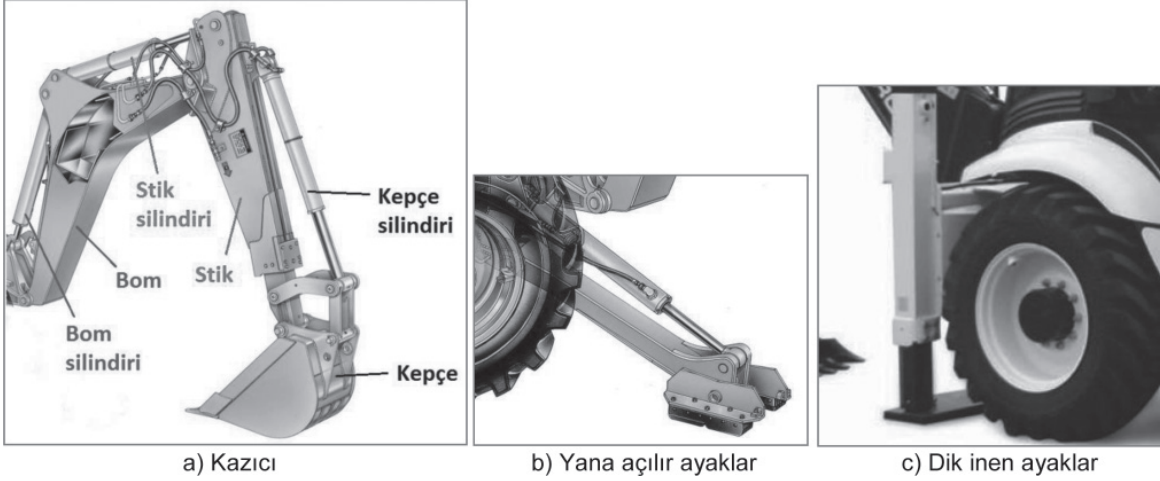
Şekil 3. Standart bir kazıcı-yükleyicinin hidrolik sistemi



Şekil-4: Kazıcı-yükleyici valfleri

#### 4. KAZICI VALFİ

Kazıcı valfi, makinanın arkasındaki kazıcıyı(beko) ve destek ayaklarını kontrol etmek için kullanılır. Kazıcı, insan kolunun büyük ve çok güçlü bir versiyonudur. Üç kısımdan oluşur. Bom, stik ve kepçe (kova). Kazıcı kısmı, her türlü çukur, hendek ve kanal kazma işlemlerinde, ağır yükleri kaldırmada kullanılır (Şekil-5a). Destek ayakları da makina çalışma konumuna getirildikten sonra yükü lastikler üzerinden almak için kullanılan ark aksın hemen arkasında sağ ve solda bulunan sabitleştiricilerdir (Şekil-5b ve Şekil-5c). Kazma işlemi sırasında tekerlekleri yere doğru bastırmaya çalışan kuvvetlerden dolayı makinanın zıplamasına bu ayaklar engel olur. Bunun için ön kepçenin de tamamen aşağı indirilip ön tekerlerin havaya kaldırılması gerekir.

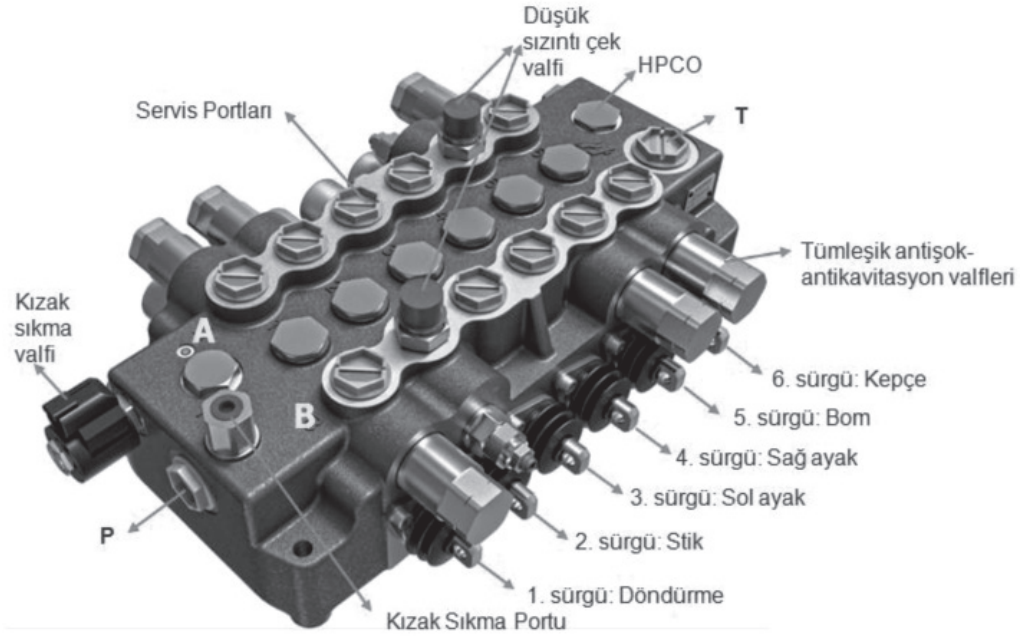


Şekil 5. Kazıcı ve destek ayakları

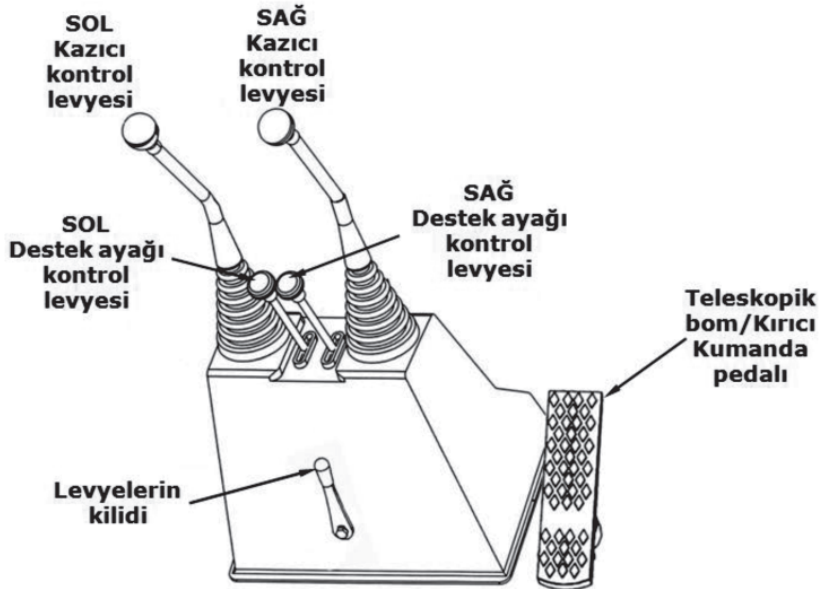
Kazıcı valfleri, içine monte edilmiş çek valf, antişok ve anti-kavitasyon valfleri, düşük sızıntılı çek valfler, selenoidli kızak valfi gibi diğer yardımcı valfleri içeren genelde altı yollu ve 6 sürgülü valflerdir (Şekil-6). Valflerin yapıları, tek bir gövdeden monoblok şeklinde olabileceği gibi dilimli olarak civatalanarak sandviç şeklinde de olabilir. Dişli pompalı kazıcı yükleyicilerde bu valfler paralel devreli ve açık merkezlidir. Yani sürgüler nötr konumda iken pompa debisi tanka tahliye edilir. Herhangi bir sürgünün tam strok ilerletilmesi ile pompa debisinin tamamı silindire gönderileceği gibi kısmen ilerletilmesi ile debi ayarı yapılarak(metering) hidrolik silindirin düşük hızlarda hareket ettirilmesi sağlanır ve geri kalan kısım tanka gönderilir. Sürgülerin aynı anda hareket ettirilmesi ile de debiler yüke göre ve sürgü ilerleme miktarına göre silindirlere paylaştırılır.

6 sürgünün 1., 2., 5. ve 6. sürgüleri bom silindiri, stik silindiri, kepçe silindiri ve dönüş silindirlerini hareket ettirmek için kullanılırken, 3. ve 4. sürgü sol ve sağ sabitleme ayalarını açma ve kapamada kullanılır (Şekil-6 ve Şekil-7). Sol ve sağ levye ile kazıcının hangi uzvunun hareket edeceği ile ilgili ISO ve SAE standartları mevcuttur (Şekil-8). ISO'da sol levye ile bom hareket ettirilirken, SAE'de sol levye ile stik hareket ettirilir. Hidrolik servo uyarılı valfler kullanıldığında bir düğme vasıtasıyla kabin içersinden her iki kol düzeni arasında geçiş yapılabilir. Şekil-8'den farklı olarak bazı üreticilerin makinaları levyelerin çapraz hareketi ile kumanda edilir.

Operatör sol ve sağ levyeyi kendine doğru çektiğinde valfin 2. ve 5. sürgüsü dışarı çıkar ve P'den gelen hidrolik, yük tutucu çek valfin açılması ile A servis portuna gider. Böylece bom silindiri kısılır, stik silindiri uzar (Şekil-9). Bu durumda kazıcı toplanmış olur. Operatör sol ve sağ levyeyi ileri doğru ittiğinde aynı sürgüler içeri girer ve P'den gelen hidrolik, yük tutucu çek valfin açılması ile B servis portuna gider. Böylece bom silindiri uzar, stik silindiri kısılır. Bu durumda kazıcı açılmış olur.

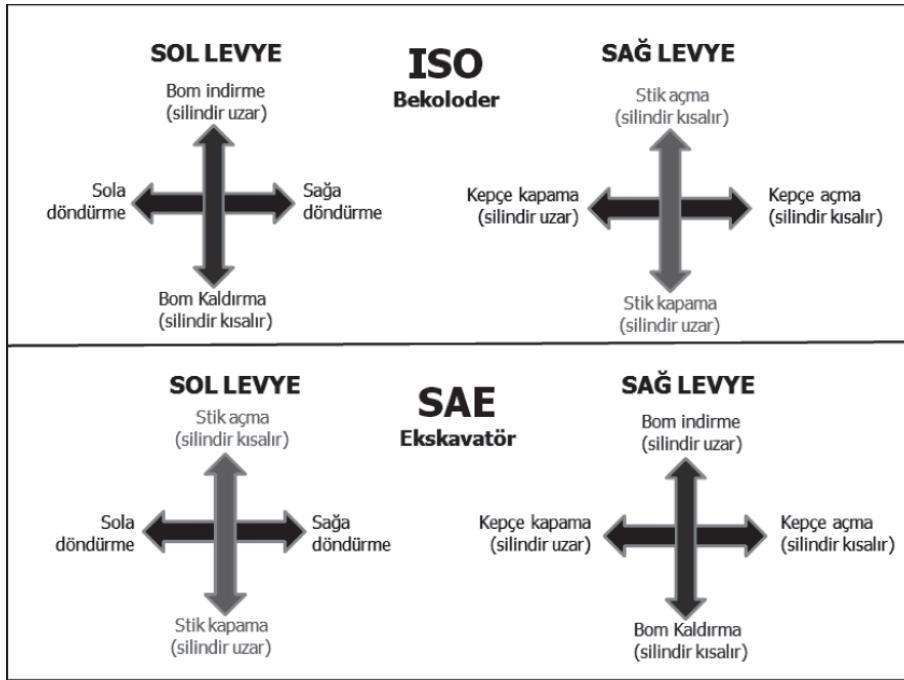


Şekil 6. Kazıcı Valfi (SAE kol düzenine göre)

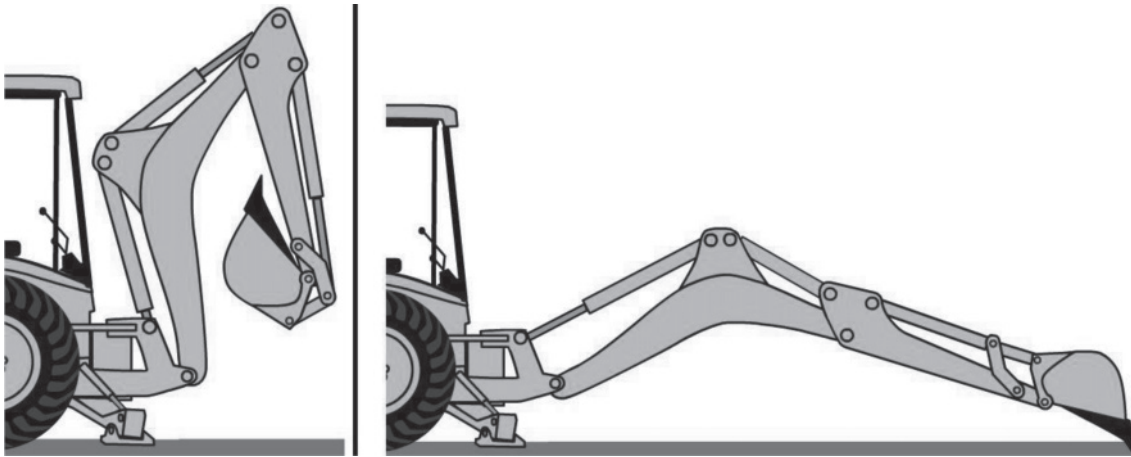


Şekil 7. Kazıcı valfinin kabinden kontrol edilmesi





Şekil 8. Kazıcı valfi kumanda kolları için kol düzenleri



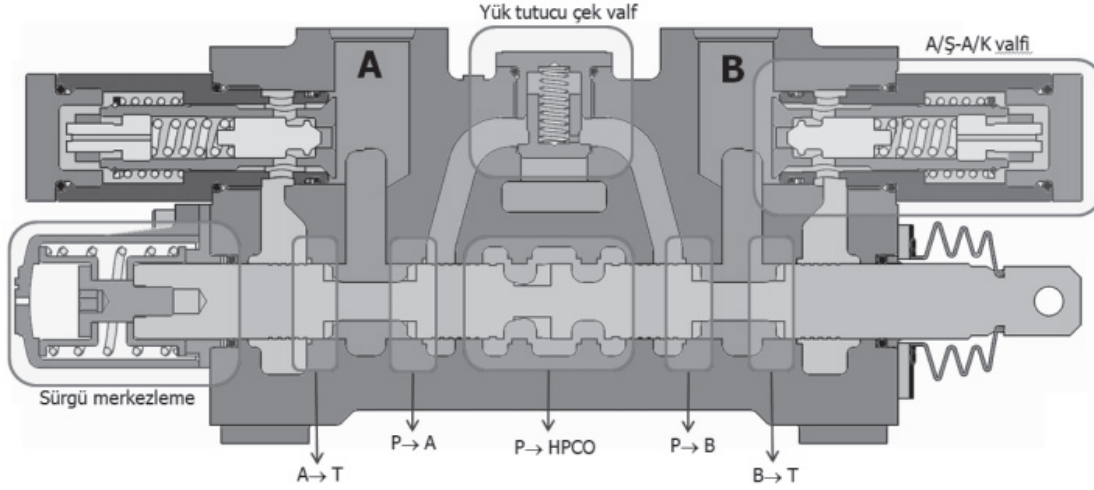
Şekil 9. Betonun kapalı ve açık hali

#### 4.1 Kazıcı Valfi Debi Ayar Eğrilerinin Elde Edilmesi

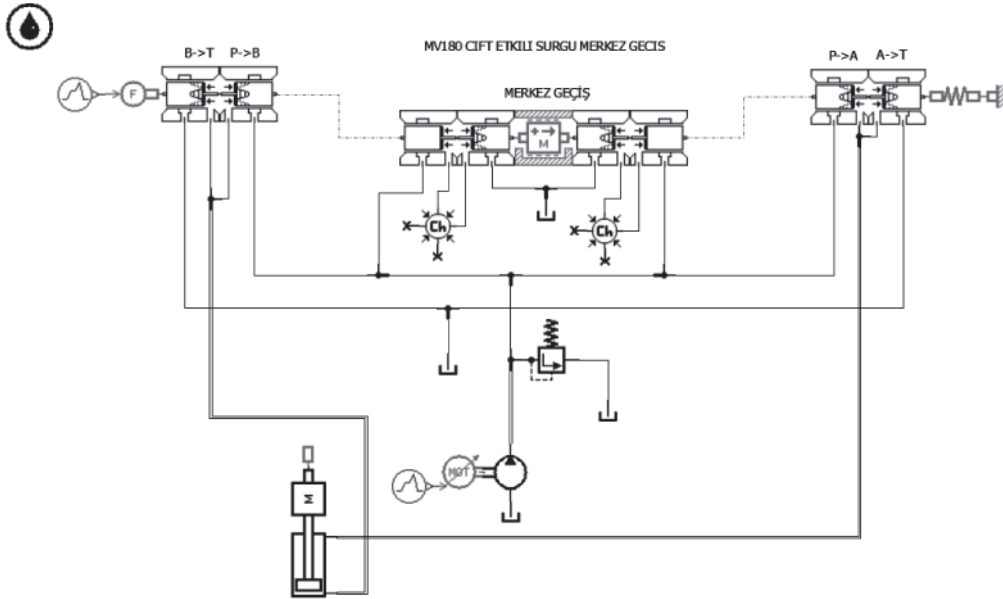
Valf kumanda kollarının yani sürgülerin hareket ettirilmesi sırasında, sürgü ilerleme miktarı ile servis portlarına sağlanan debi miktarı arasındaki ilişki (metering) mobil yön kontrol valfi uygulamalarında önemlidir. Sürgü ilerlemesiyle yağın geçeceği akış alanı; çentik çapı, çentik derinliği, çentik boyu, sürgü boyun çapı gibi parametrelerle değişkenlik gösterir ve bu alanın hesaplanması gerekir. Bu alanın hesaplanmasında ve valfin sürgülerinin aynı anda hareketiyle debi paylaşımlarının hesaplanmasında 1 boyutlu hidrolik sistem yazılımı kullanmak büyük kolaylık sağlanabilmektedir.



Şekil 10'da bir kazıcı valfinin bir sürgü segmentinin kesiti gösterilmiştir. Valfin her sürgü segmenti için bir hidrolik model oluşturulur. Daha sonra bu modeller birleştirilerek valfin tamamının modeli oluşturulur. Şekil-11'de bir sürgü segmentinin yazılımının kütüphanesinde bulunan fonksiyonel model simgeleri ile modellenmesi gösterilmiştir.



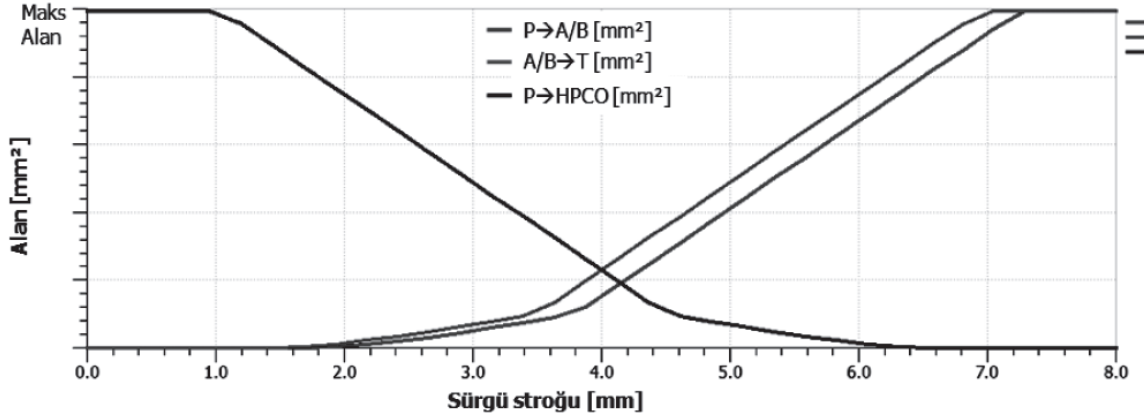
Şekil 10. Kazıcı valfi kesiti



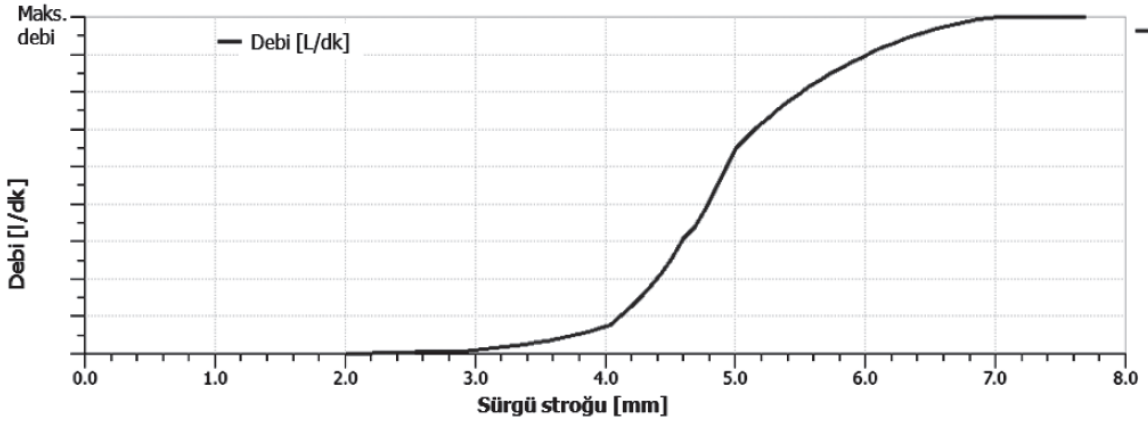
Şekil 11. P'den A'ya, B'den T'ye akış için sistemin modellenmesi

Oluşturulan modeldeki simgelere, çentik çapı, çentik sayısı, çentik derinliği, bindirme mesafesi, sürgü çapı ve sürgü boyun çapı, eşleşme boşluğu, pompa iletim hacmi, motor devri, silindirlerin piston çapı ve rod çapı, sürgü merkezkeme yay kuvvetleri gibi bir çok parametre girilir. Sürgünün 3 sn içinde nötr konumdan tam ilerletilmiş konuma getirilmesi ile silindirdeki bir yükün kaldırılması simule edilir. Simülasyon sonucunda valf sürgüsünün pompadan servis portuna olan P'den A portuna olan akış

alanı, P'den HPCO'ya(merkez geçiş) olan akış alanı ve silindirden dönen yağ için B'den T'ye olan akış alanı bulunur (Şekil-12). Ayrıca sürgünün ilerleme miktarına (strok) karşı silindire gönderilen debi miktarı grafiği de elde edilir (Şekil-13). Elde edilen grafikler incelenip yukarıda bahsedilen çentik çapı, çentik sayısı, çentik derinliği, bindirme mesafesi gibi parametrelerin değiştirilmesi ile sürgü stroğunun %20 ile %40 arasında mesafede porta yağ göndermesi ve eğrinin daha düzgün bir şekilde olması sağlanır.



Şekil 12. Sürgü stroğuna karşı akış alanları grafiği



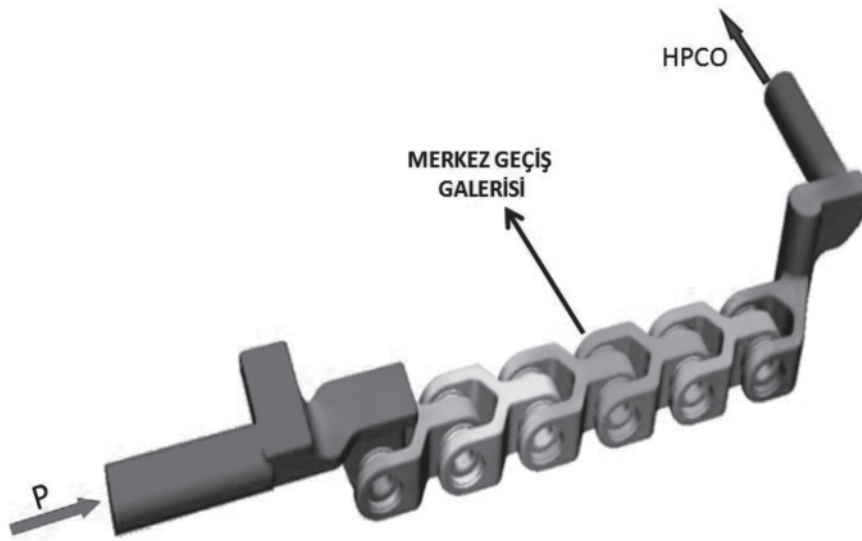
Şekil 13. Sürgü stroğu-debi" grafiği

#### 4.2 Kazıcı Valfi Nötr Basınç Kayıplarının Hesaplanması

Yön kontrol valflerinin tasarımında en önemli konuların başında valfin giriş ve çıkış (HPCO) portları arasındaki basınç kaybı ( $\Delta P$ ) gelmektedir. Araç çalışırken durağan yada yürür vaziyette iken valf kullanılmadığında sürgüler nötr konumda iken basınç kaybı ne kadar az ise enerji sarfiyatı dolayısıyla yakıt sarfiyatı da o kadar azdır. Bu yüzden tasarım sırasında valfteki basınç kayıplarının çok iyi analiz edilmesi ve üretim yapılmadan önce bu kayıpların azaltılma çalışmaları yapılması gerekir. Bu çalışmalar karmaşık şekilli geometriler nedeniyle Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) yazılımları ile yapılır. Yön kontrol valflerinin tasarımı, CFD'nin temel uzmanlık konularından biridir. CFD yazı-

lımı kullanarak galeri genişliği, galeri yüksekliği, merkez geçiş açıklığı (pozitif bindirme miktarı) gibi parametrelerin etkilerini bir çok simülasyon yaparak görmek ve en uygun basınç kaybına sahip valf tasarlamak mümkündür. Fakat  $\Delta P$ 'nin düşük olması için merkez geçiş çok fazla büyütülememektedir. Çünkü servis portlarına yağ gönderiminin sürgü stroğunun %20 ile %40'ı arasında başlaması gerekir. Ayrıca merkez geçiş açıklığı belirli sürgü ilerlemesinde kapanması gerekir. Bu iki neden merkez geçişin büyütülme miktarını kısıtlar.

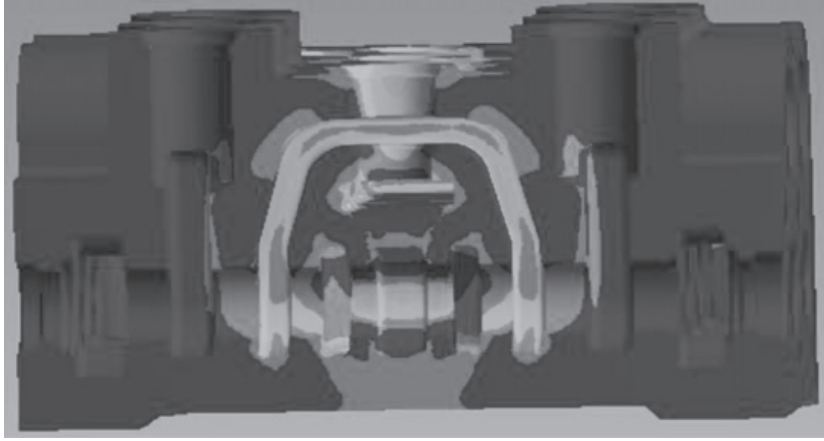
1D hidrolik sistem simülasyon yazılımından elde edilen akış alanına göre belirlenen merkez geçiş açıklığı dikkate alınarak ilk önce 3D modelleme yazılımında valfin ıslak yüzeyli akış hacmi çıkarılır. Bu 3D modelde giriş ve çıkışlar için sınır şartlar oluşturulup (boundary conditions) hassas meş (mesh) atılır (Şekil-14). Yazılım koşturularak sonucun yakınsaması sağlanır. CFD yazılımı ile yine valfin P'den A/B'ye ve A/B'den T'ye olan basınç kayıpları hesaplanır. Sonuçlara göre gerekli iyileştirmeler yapılır.



Şekil 14. Kazıcı valfinde bütün sürgüler nötrde iken P->HPCO'ya(merkez geçiş) basınç kaybı analizi

### 4.3 Valfin Dayanımı

Valfin çalışma ömrü boyunca valf gövdesinin çatlamadan ve kırılmadan çalışması istenir. Yine aynı şekilde valf ile ilgili kuvvete ve basınca maruz kalan diğer tüm parçalarının dayanımının tasarım sırasında kontrol edilmesi gerekir. Bu sebeple yapısal analiz yazılımları ile simülasyonlar yapıp tasarım aşamasında gerekli ölçüsel ve malzeme değişiklikleri yapılarak valfin güvenli bir şekilde çalışacağı garanti altına alınır (Şekil-15).

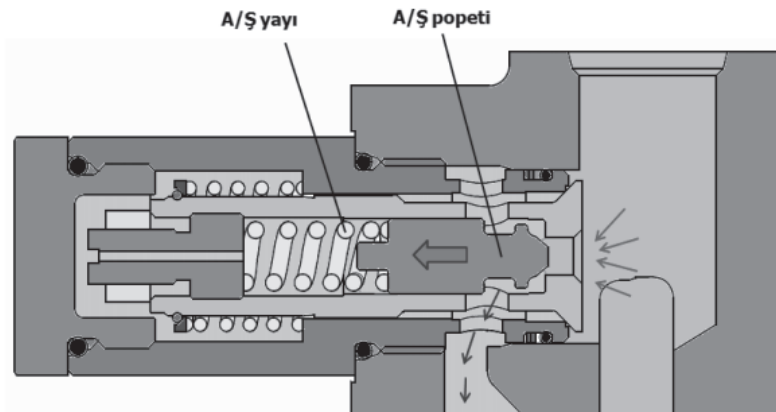


Şekil 15. Yapısal sümulasyon

#### 4.4 Antişok / Antikavitasyon Valfleri

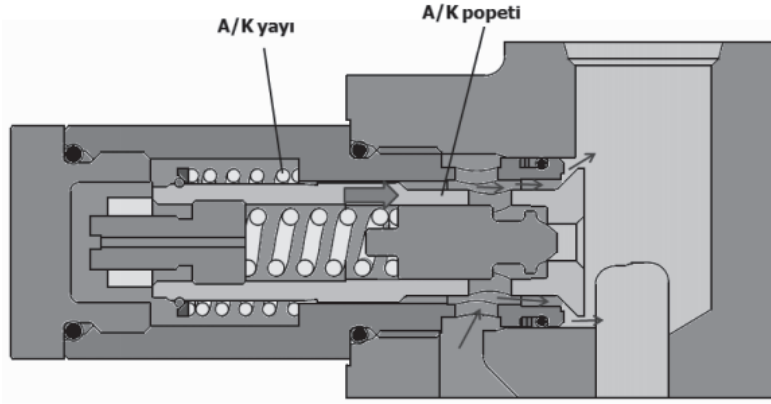
Silindir hattında oluşabilecek ani şok basınçlarını tahliye etmek için anti-şok emniyet valfleri, silindirlerde oluşabilecek kavitasyonu önlemek için de anti-kavitasyon çek valfleri kazıcı valfi üzerine bulunmalıdır. Genellikle bu iki valf tümleşiktir ve katriç tipindedir. Bu valflerin tasarımında dikkat edilmesi gereken en önemli konuların başında debi basınç eğrisinin yataya yakın olması, titreşimsiz çalışması, ani tepki verebilmesi ve kaçak miktarının az olması gelir. Debi basınç eğrilerinin uygunluğu ve valfin titreşimsiz çalışması, valf ile ilgili temel parametrelerin ve eşleşme boşluğunun 1D hidrolik sistem simülasyon yazılımı ile modellenip simülasyonlar yapılması ile kontrol edilir. Antişok popeti ve oturma yüzeyi ile anti-kavitasyon popeti ve oturma yüzeyi arasındaki geometrik toleranslandırmanın doğru bir şekilde uygulanması da sürgülerin nötr konumdaki kaçak miktarına etki eden önemli konulardandır.

Anti-şok/Anti-kavitasyon valflerinin çalışması şu şekildedir. Servis portlarında ani basınç oluştuğunda, bu basınç belirli değere göre ayarlanmış anti-şok yay(sert yay) kuvvetinden fazla olduğunda popete etki edip sola doğru hareket ettirerek valfi açar ve yağ tanka tahliye edilir. Basınç, ayar basıncının altına düştüğünde popet tekrar yerine oturur ve yağ akışı kesilir (Şekil-16a).



a) Anti-şok valfinin çalışması

Servis portlarındaki basınç, tank hattı basıncının altına düştüğünde tank hattı basıncı, büyük popet olan A/K popetine etki edip A/K yay (hafif yay) kuvvetini yener. Böylece popet sağa doğru hareket ederek valfi açar ve yağ tank hattından servis portuna akar. Bu şekilde servis portlarında kaviteasyon önlenmiş olur (Şekil-16b).



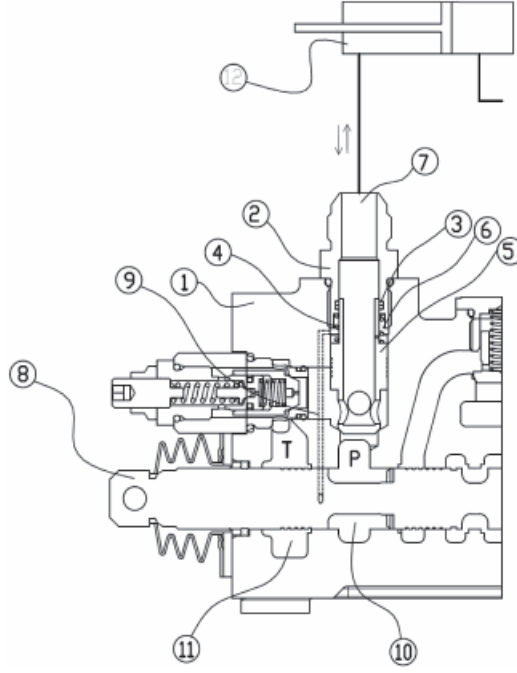
b) Anti-kaviteasyon valfinin çalışması

Şekil 16. Tümüleşik Antişok/Anti kaviteasyon valfi

#### 4.5 Düşük Sızıntı Çek valfi

Sürgüler gövde üzerine sıkışmadan hareket edebilecek bir eşleşme boşluğuyla ve belirli bir bindirme miktarı ile takılırlar. Bu eşleşme boşluğu ve bindirme boyundan dolayı basınç altındaki servis portlarından tanka doğru sürgüler nötr konumda iken yağ kaçaqları (sızıntılar) oluşur. Antişok-antikaviteasyon valflerinin iki popeti ile bu popetleri oturduğu karşı yüzeylerdeki bozukluklar bu kaçaqların daha da artmasına sebep olur. Sürgülerin nötr konumdaki iç kaçaqlarının yüksek olması da bekoloderlerde bom ve stik salması diye tabir edilen probleme neden olur. Bu problemi en aza indirmek için bom ve stik silindirlerinin rod tarafına bağlanan valf servis portlarına düşük sızıntılı çek valfler takılır (Şekil-17). Böylece sürgüler nötr konumda iken servis portundaki basıncı eşleşme boşluğu değil de çek valfin popeti tutar.

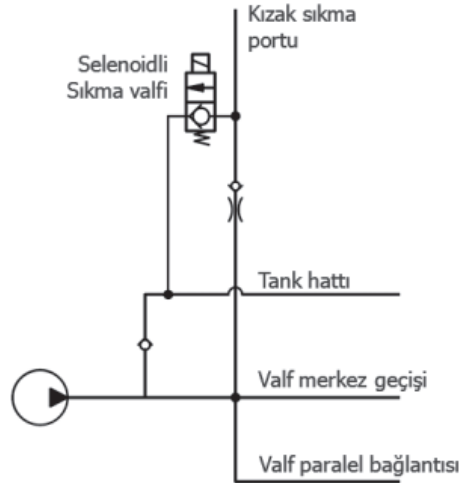
Bomun kaldırılması için ve/veya stiğin açılması için ilgili silindirlerin rod tarafına yağ gönderilirken popet açılır ve düşük basınç kaybı ile yağ silindirlere gönderilir. Bomun indirilmesi için ve/veya stiğin kapanması için ilgili silindirlerin piston tarafına yağ gönderilmek istendiğinde ise rod tarafındaki basınç popetteki halka alana etki ederek çek valf popetini yukarı kaldırarak rod tarafındaki yağın tanka akmasını sağlar. Sürgüler nötr konumda iken çek valf popeti kapalıdır ve eşleşme boşluğundan çok daha az bir sızıntı oluşur. Bu düşük sızıntılı çek valf tasarımı, ana valf gövdesine açılmış pilot deliklerini de içerir. Tasarımın patent başvurusu yapılmıştır.



Şekil 17. Düşük sızıntılı çek valf

#### 4.6 Kızak Sıkma Valfi

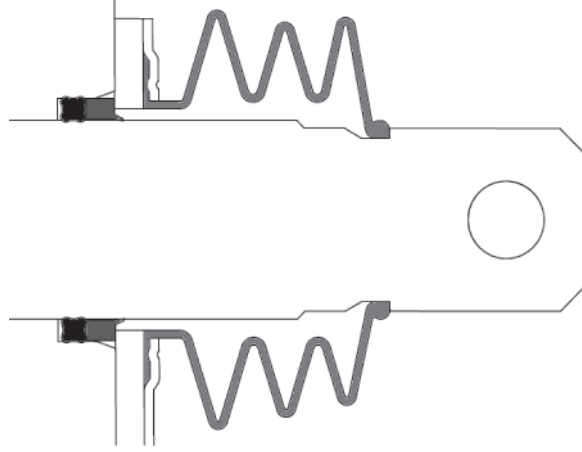
Kazıcı-yükleyicinin kazıcı kısmı kullanılırken kazıcıyı dönüş tablasını sabitleyebilmek için kızak frenlerinin sürekli olarak sıkılı konumda olması gerekir. Şekil-18'de görüldüğü gibi kızak sıkma valfinin selenoidi enerjilendirilmediği sürece kazıcı valfinin girişindeki basınç kızak frenlerine etki eder. Eğer kızak frenlerinin boşaltılması istenirse sıkma valfi selenoidi enerjilendirilerek iki yönlü iki konumlu valfin açılması sağlanarak fren pistonlarındaki yağın tanka boşalması sağlanır. Böylece operatör kazıcı uzuvlarından faydalanarak kazıcıyı kızaklar üzerinde kaydırarak istenen konuma getirebilir.



Şekil 18. Kızak sıkma valfi

#### 4.7 Kazıcı Valfinin Dış Sızdırmazlığı

Sürgülerin merkezleme tarafında ve kol tarafında dış sızdırmazlık için X-ring kullanılmıştır. Seçilen sıkıştırma miktarı tank basıncı karşısında dış kaçağa izin vermeyen ve sürgüye fazla sürtünme kuvveti uygulamayan bir değerdedir. Kol tarafında her türlü çevresel kirliliğe karşı körük kullanılmış ve yırtılma ihtimaline karşı da düşük sürtünmeli sıyrıcı kullanılmıştır (Şekil-19).



Şekil 19. Kol tarafı dış sızdırmazlığı

#### 5. YARDIMCI VALF

Yardımcı valf, kazıcı-yükleyicinin arka tarafında bulunur ve teleskobik bom ve kırıcı ataşmanlarını kontrol etmek için kullanılır (Şekil-20). Çift etkili sürgüye sahiptir ve kontrolü bir pedal ile yapılır. Teleskobik bom ile daha fazla ulaşma ve boşaltma mesafesi kazanılırken makineye takılan kırıcı aparatı ile kazılamayan sert zeminlerin, kayaların kırılması ve yumuşatılması sağlanır.



Şekil- 20. Yardımcı Valf



## 5. YÜKLEYİCİ VALFİ

Bekoloder'in yükleyici kısmı, bir çok farklı iş yapabilir. Bir çok uygulamada yükleyici kepçesi büyük güçlü faraş gibi kullanılmaktadır. Yükleyici ile kazma işlemi genelde yapılmaz. Çoğunlukla kum, çakıl, toprak gibi gevşek yığın malzemelerini bir yerden alıp başka yere taşımak için kullanılır. Ayrıca toprak vs. gevşek malzemeyi düzlemede de kullanılmaktadır. Örnek olarak kazıcı kısmı ile açılan çukurundan çıkan yığınlar yükleyici ile başka yere taşınmak için kamyonlara yüklenebileceği gibi yine yükleyici kısmı ile tekrar çukura doldurulup düzleme işlemi yapılabilir.



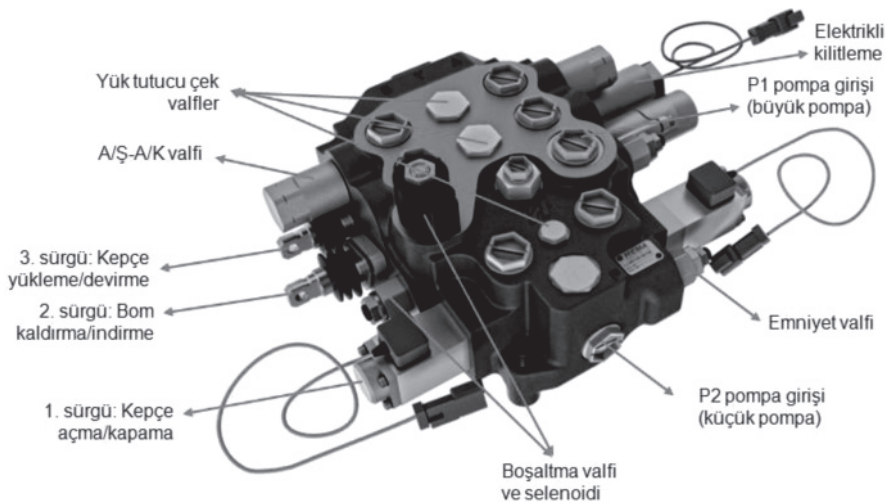
Şekil 21. Yükleyici

Temel olarak;

- Bom indirme/kaldırma
- Kepçe yükleme/devirme
- Kepçe/açma kapama

işlemlerini gerçekleştiren silindirlere sahiptir. Yükleyici valfi 3 sürgülü olup bu silindirleri kumanda eder.

Açık merkezli paralel devreli yükleyici valflerinde 2 pompa girişi mevcuttur (Şekil-3). Valf üzerinde küçük debili pompayı boşaltan boşaltma valfi (unloader), çek valfler, emniyet valfleri, antişok antika-vitasyon valfleri gibi yardımcı valfler bulunmaktadır. (Şekil-22)



Şekil 22. Yükleyici Valfi

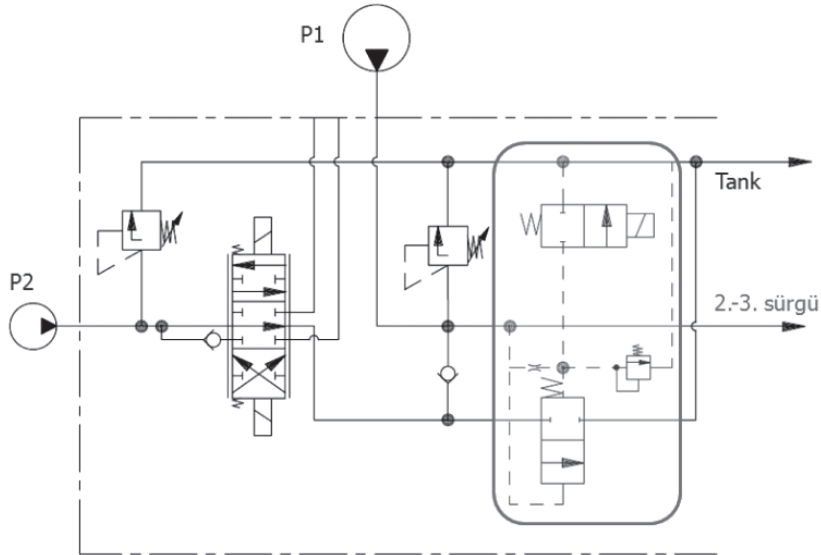
Valfteki sürgülerin tipleri şöyledir:

1. Sürgü: Kepçe ağız açma/kapama fonksiyonu için kullanılır. Çift etkili sürgüdür. Merkezlemesi mekanik, hidrolik veya selenoid kontrollü olabilir. Selenoid kontrolünde ise kontrol on/off veya oransal olarak yapılabilmektedir.
2. Sürgü: Bom indirme/kaldırma fonksiyonu için kullanılır. Genellikle bu sürgüde yüzdürme fonksiyonunun olması istenir. 4. konum olan yüzdürme pozisyonunda mekanik kilitleme yapılarak kolun yüzdürme pozisyonunda kilitle kalması sağlanır. Bu konumda silindirlerin her iki tarafı da tanka açıktır. Sürgü merkezlemesi mekanik veya hidrolik olabilir.
3. Sürgü: Kepçe yükleme/devirme fonksiyonu için kullanılır. Çift etkili sürgüdür. Sürgü merkezlemesi kepçe seviye otomatığı için sürgü içeri konumunda elektrikle kilitlemelidir.

Kazıcı valfi tasarımında olduğu gibi bu valf içinde 1D hidrolik sistem simülasyon yazılımı kullanarak çeşitli yük basınçlarında valfin debi-strok eğrileri çıkarılır. Yine CFD yazılımı ile P->HPCO, P->A/B, A/B->T'ye olan basınç kayıpları hesaplanır ve sonuçlara göre tasarımda iyileştirmeler yapılır. Yapısal analiz yazılımı ile basınç ve kuvvet altında çalışan kritik parçaların analizleri yapılarak valfin kullanım ömrü boyunca yapısal problem çıkarmayacağı garanti altına alınır.

### 5.1 Boşaltma Valfi (Unloader)

Dişli pompalı sistemlerde kazı esnasında kazıcı koparma yaparken motorun aşırı yüklenmesini ve bayılmasını önlemek için sistem basıncı 210 bar olduğunda boşaltma valfi devreye girer. Bu durumda P2 pompa debisi yüksüz olarak tanka gönderilir ve motor gücünün tümünün P1 için harcanmasını sağlanır. Boşaltma valfi selenoidli olduğunda istenildiğinde de elle düğmesine basılıp P2 pompa debisinin tanka gönderilmesini sağlanabilir. Böylece daha düşük hızlar elde edilip kazıcı bomu ile hassas işler yapılabilir. Yakıt tasarrufu içinde yolda giderken de boşaltma valfi otomatik olarak devreye girmektedir (Şekil-23).

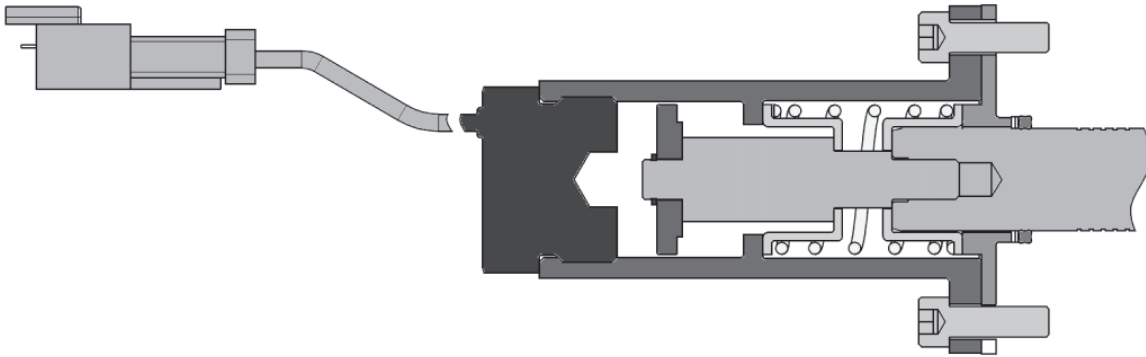


Şekil 23. Boşaltma valfi devre şeması

## 5.2 Kepçe Seviye Otomatığı/Elektrikli kilitleme Mekanizması (Return to dig)

Yükleyici valfinin 3. sürgüsü yani kepçe yükleme/devirme sürgüsü elektrikli kilitleme mekanizmasına sahiptir (Şekil-24). Bu mekanizma ile kepçenin boşaltma yaptıktan sonra kolay bir kol hareketiyle geri yükleme konumuna gelmesi sağlanır (Return to dig). Bu sayede yükleyici her zaman zemin seviyesinde olduğu için bir sonraki yüklemeye hazır olur. Yükleme çevrim süreleri kısalmır.

Kepçe yükleme/devirme sürgüsü valften dışarı doğru hareket ettirildiğinde kepçe devirme işlemi gerçekleşir. Yükleme işlemi yapmak için kol sola doğru çekildiğinde yani sürgü içeri pozisyona itildiğinde bobin enerjilendirilmiş vaziyette ise mıknatıslanma ile armatür bobine yapışır ve sürgü o pozisyonda kalır. Bobinin enerjilendirilmesi yükleyici valfini kontrol eden joystick üzerindeki düğme ile olur. Kepçe uzuvları üzerindeki kepçe seviye sensöründen gelen sinyal ile bobinin enerjisi kesilir ve sürgü nötr konuma gelerek kepçe silindirin hareketi durdurulur. Böylece kepçe zemine paralel olur ve yüklemeye hazır hale gelir.



Şekil 24. Boşaltma valfi kesit görünüşü

## 6. VALFLERE UYGULANAN TESTLER

### 6.1 Sürgüler Nötr Konumda iken Valfin Basınç Kaybının Ölçülmesi Testi (P->HPCO)

Bu test, kazıcı valfinin tüm sürgüleri nötr konumda iken 50 l/dk'dan 180 lt/dk'ye kadar çeşitli debilerde valfin giriş ve çıkış(HPCO) portları arasındaki basınç kayıplarının ölçülmesi içerir. Aynı test yükleyici valfi içinde yapılır. P1 ve P2 pompa debileri belirtilen portlara uygulanarak ölçüm yapılır. Bu ölçümler sonucunda tasarlanan valfin basınç kayıplarının toplamı mevcut valflere göre maksimum debide 8 bar daha düşük olduğu görülmüştür.

### 6.2 Giriş portu ile Servis Portları Arasındaki Basınç Kaybının Ölçülmesi Testi (P->A/B)

Bu test, valfin giriş ve servis portları (A/B) arasındaki basınç kayıplarının ölçülmesini içerir. Her sürgünün A ve B portları için yapılır. Yani Kazıcı valfi 6 sürgülü olduğu için 12 ölçüm yapılır.

### 6.3 Servis Portları ile Tank portu Arasındaki Basınç Kaybının Ölçülmesi Testi (A/B->T)

Bu test, valfin servis portları (A/B) ve tank portu arasındaki basınç kayıplarının ölçülmesini içerir. Her sürgünün A ve B portları için yapılır. Yani Kazıcı valfi 6 sürgülü olduğu için 12 ölçüm yapılır.

### 6.4 Sürgünün Nötr Konumdaki Sızıntı Miktarının Ölçülmesi Testi

Silindirlerdeki yükler sürgü nötr konumda iken servis portlarına basınç uyguladığından iç kaçaklardan dolayı silindirler belirli miktar hareket ederler. Bu durumu kontrol etmek için valfin her sürgü segmentindeki servis portlarından valf basınçlandırılır ve hassas debi metre ile kaçak miktarı ölçülür. Bu test ile müşterinin istediği maksimum sızıntı miktarının geçilmediği ve sürgünün sıkışmadan hareket edebileceği bir eşleşme boşluğuna sahip olduğu sağlanır.

### 6.4 Yük Tutucu Çek valfin Sızıntı Testi

Valfteki sürgüler aynı anda hareket ettirildiğinde silindirdeki yükler aynı olmadığından daha ağır yüklü silindirin hafif yüklü silindirden dolayı geri kaçmasını engellemek için bütün sürgü segmentlerine yük tutma çek valfleri yerleştirilmiştir. Sürgüler ilerletilmiş konumda iken servis portlarından valf basınçlandırılır ve hassas debi metre ile kaçak miktarı ölçülür.

### 6.5 Sürgü Kuvvetlerinin Ölçülmesi Testi

Sürgülerin merkezleme yaylarının ve sürtünme kuvvetlerinin ölçülmesi için sürgü servo motor ile içeri itirilip geri çekilerek valfin “akış yok, basınç yok” durumundaki kuvvetleri kuvvet transduyteri yardımıyla ölçülür ve grafik haline getirilir.

### 6.6 Debi Strok Eğrilerinin(Metering curves) Elde edilmesi Testi

Bu testte, valflere maksimum pompa debisi uygulanır. Sürgü servo motor ile yavaş yavaş itirilip P'den A/B'ye olan debilerin sürgü stroğuna karşı grafiklerinin elde edilmesi sağlanır. Benzer test A/B'den T'ye olacak şekilde de uygulanır. Bu grafikler elde edilirken servis portlarına basınç ta uygulanmaktadır.

### 6.7. Diğer Doğrulama Testleri

Ayrıca valflerin doğrulanması için belirli saykıl değerlerinde;

- Yorulma testleri
- Dayanıklılık testleri
- Dış sızdırmazlık testleri
- Soğuk ortam testleri
- Emniyet valfi ömür testleri



- Antişok-anti kavitasyon ömür testleri
- Boşaltma valfi ömür testleri

gibi birçok testler yapılarak valflerin kullanım ömürü boyunca arıza vermeden çalışacağı garanti altına alınmaya çalışılır. Ayrıca test tezgahlarında yapılan testlerin haricinde saha testlerin uygulanması ile ürünün geçerli kılınması sağlanır

## SONUÇ

Kazıcı-yükleyiciler için mobil valf tasarlamadan önce makinenin hidrolik sistemini iyi anlamak ve makinenin kullanım şeklini iyi bilmek gerekir. CAE yazılımları kullanarak ürün üretilmeden belli başlı simülasyonlarla iyileştirme ve geliştirmeler yapmak tasarım süresini uzatsa da isterlerin sağlandığı doğru ürünü elde etme sürecini kısaltan en önemli süreçlerdendir. Valfler üretildikten sonra doğrulama testlerinin uygulanması ve test sonuçlarına göre iyileştirmelerin yapılması ürünün kullanım ömrü boyunca arıza yapma ihtimalini azaltan önemli bir süreçtir.

## KAYNAKLAR

- [1] MMOB Yayınları, İş Makinaları El Kitabı-3/ Kazma ve yükleme Makinaları, 2003
- [2] <http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/backhoe-loader.htm>
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/SAE\\_controls](http://en.wikipedia.org/wiki/SAE_controls)
- [4] Hema Endüstri Valf Tasarım Klavuzu
- [5] Hidromek Operatör Eğitim Sunumu

## ÖZGEÇMİŞ

### Murat BAHTİYAR

1980 yılında Mersin’de doğdu. Lise öğrenimini Trabzon Fatih Süper Lisesinde yaptı.(1995-1999). 2003 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2004 yılında askerlik görevini yaptı. 2005 yılında Çorlu’da Dilmenler Makine Sanayi AŞ.’de proje mühendisi olarak görev yaptı. 2008 yılında Çerkezköy’de bulunan Hema Endüstri A.Ş.’de uzman tasarım mühendisi olarak işe başladı. Halen Hema Endüstri’de uzman valf tasarım mühendisi olarak çalışmaktadır.

### Taner DOĞRAMACI

1978 yılında Çerkezköy/Tekirdağ’da doğdu. Lise öğrenimini Çerkezköy Anadolu Teknik Lisesi Makine bölümünde yaptı(1991–1996). 2001 yılında bölüm birincisi olarak Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2002 yılında Çerkezköy’de Hema Endüstri A.Ş.’de Ürün Geliştirme Mühendisi olarak işe başladı. 2 sene çalıştıktan sonra Nisan-Eylül 2004’te kısa dönem askerlik görevi yapıp tekrar aynı firmada Ar-Ge Mühendisi olarak işe başladı. 2005 Şubat ayında “CNC İşleme Merkezi Seçimi için Bir Uzman Sistemin Geliştirilmesi” tezi ile Makina Yüksek Mühendisi unvanını aldı. Halen aynı firmada “Valf-Pompa Proje Yöneticisi” olarak çalışmaktadır.