

AKÜ FEMÜBİD 17 (2017) 015903 (280-291)  
DOI: 10.5578/fmbd.53962

AKU J. Sci. Eng. 17 (2017) 015903 (280-291)

Araştırma Makalesi / Research Article

## Hidrolik Preslerde Çift El Kumanda Sistemleriyle Güvenliğin İyileştirilmesi

H. Sevil Ergür<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Eskişehir.  
e-posta: hsergur@ogu.edu.tr

Geliş Tarihi: 16.11.2016 ; Kabul Tarihi:31.03.2017

### Özet

Makine endüstrisindeki gelişme ve tezgâh çeşitliliğindeki artış, işçi sağlığı ve iş güvenliği (İSİG) açısından da birtakım sorunlara neden olmaktadır. Bu sorunlar, hatalı kullanımlar ya da tezgâhlardaki yetersiz koruyuculardan kaynaklanan iş kazalarına sebep olmaktadır. Çift el kumandalı sistemlerde, tek valfin devre dışı bırakılarak sadece diğer valfin kullanılması, değişik kazalara sebep olmaktadır. Bu sorunu çözmek için sistemdeki hidrolik pompa yardımıyla hidrolik pres veya giyotin makastaki çift etkili silindir devreden çıkartılarak sistemin durmasını sağlayan yöntemler geliştirilmiştir. Birinci yöntemde, valfle senkronize çalışan zaman röleleri kullanılarak her bir valfin uzun süre basılı tutulması engellenmiştir. İkinci yöntemde ise OR (VEYA-MEKİK) valf yardımıyla sürekli basılı tutulan tek valfin devre dışı bırakılması sağlanarak silindir durdurulmaktadır. Bu çalışmada, düşük maliyetli ek düzenlemelerle yapılan geliştirmeler ile işçi sağlığının korunması ve makine başında iş güvenliği sağlanmıştır ve operatörün kaza riski azaltılmıştır.

### Anahtar kelimeler

Çift El Kumanda;  
Hidrolik Pres; Mekik  
(OR) Valf; Zaman  
Rölesi; İşçi Sağlığı ve İş  
Güvenliği.

## Improving the Safety of Hydraulic Presses with Double Hand Control Systems

### Abstract

Developments in machine industry and increases in tool types cause so many problems on occupational health and safety. These problems may lead to industrial accident due to misuse or insufficient safeguards. In double-hand systems by-passing one of the valves and using the other one will result in various accidents. In order to solve such problem by newly developed methods, the double acting cylinder of a hydraulic press or upcut shear must be taken out of order to stop the operation. In the first method, time relays synchronized with a valve prevents the valve held down long period. In the second method, with the aid of OR (or shuttle valve) valve the cylinder is retained by a consistent held down valve. The aim of this study is prevent the occupational health and safety by low-cost subsidiary arrangement.

### Keywords

Double Hand Control;  
Hydraulic Press; Shuttle  
(OR) Valve; Time Relay;  
Workplace Safety.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

Endüstriyel gelişim alanında, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye açısından da en önemli ilerleme sanayileşmedeki aşamaların başarıyla gerçekleştirilmesidir. Endüstriyel gelişim aşamalarında dikkat edilmesi gereken en önemli faktör, çalışan insan sağlığı ve güvenliği olmalıdır. Makine endüstrisindeki üretimlerde işçi sağlığı ve iş güvenliğinin sağlanması ana amaçlardan birisidir. Mevcut iş yasalarına göre çalışanları iş kazalarından korumak ve tesis verimliliğini artıran önlemler

almak işverenin ana görevleri arasındadır. İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğüne uygun olacak şekilde işyerinde çalışanların korunması, meslek hastalıkları ve iş kazalarının sebep olduğu iş gücü ve aktif çalışma günlerinin azalarak, üretimdeki veriminin artması özellikle ekonomik açıdan çok önemlidir MEGEP (2005). Gelişen sanayileşme ile birlikte üretime katkı sağlayan işçilerin sağlık ve güvenlikleriyle ilgili karşılaşılan ancak dikkate alınmayan sorunlar, işyerindeki şartları ve dolayısıyla çalışma verimini etkilemiştir. Bunun

üzerine yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği" tanımı çok daha fazla önem kazanmıştır MEGEP (2006) ve Öktem (1994).

Günümüzde, imalat sanayi ve sosyal yaşantımızda farklı düşünce ve yaklaşımlar oluşmasına rağmen endüstriyel gelişimin sürdürülmesi, ülkemiz açısından da karşılanması gereken bir ihtiyaçtır. Endüstriyel verimi yüksek bir seviyeye çıkarmak için çalışanların sağlık ve güvenliğinin sağlanması işletme üretimini de artıracaktır Öktem (1994).

Belirtilen nitelikte işçi seçiminde, dikkat edilmesi gereken noktalar, uygulanabilir işçi sağlığı, iş güvenliği programı ve meslek hastalıklarına olan duyarlılığın belirlenmesidir. Bu duyarlılık, konunun ciddiyetini kavrayan işveren ve işçi ile sağlanmalıdır. Meslek hastalıklarına karşı alınması gereken tedbirlerin sağlanması ve sağlıklı ortamın korunması aşamasında, sektör çalışanlarının üzerine düşen sorumluluğu almaları çok önemlidir. Burada, insan unsuru ile birlikte ulusal ekonomiyi olumsuz yönde etkileyecek diğer zararların ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Çalışmada, çift el kumanda sistemiyle eller meşgul edilerek ve hidrolik devre elemanlarının kontrolü sağlanarak kaza riskinin azaltılması amaçlanmıştır. Böylece, presin çalışmasında iki el kullanılarak ağıp kapama işlemini gerçeğeştiren hidrolik devre kurulmuştur.

## 2. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği

### 2.1. İş Kazaları

İşçi sağlığı ve iş güvenliğinin bilimsel yaklaşımına göre *iş güvenliği, çalışma Őartlarının sağlıklı olduğu, güvenlik sınırlarının sağlandığı ortamda iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltmaktadır. Benzer Şekilde yapılan bir diğer tanımda, işyerinde farklı nedenlerden dolayı ortaya çıkan tehlikeli Şartların oluşumunu engellemek için geliştirilmiş çalışmaların tamamıdır.* Günümüzde artarak devam eden kazaların gerçeek nedeni, önlemlerin veya uygulamaların yetersizliğidir. Uluslararası Çalışma Teşkilatı (ILO)' ya göre iş kazası, *önceden tahmin edilemeyen bir zarar ya da yaralanmayla sonuçlanan bir olaydır.* Ancak bu tanım, ülkeler

arasında farklılık gösterebilmektedir MEGEP (2006) ve Evren (2016).

İş kazaları, ülkemizde teknik kaza ve yasal kaza Şeklinde gruplandırılarak ele alınmaktadır. Teknik kaza, üretim sırasında *çalışmayla ilişkili olarak ortaya çıkan yaralanma veya maddi hasar ile birlikte duraksamalar ve bazen de yaralanmaların mevcut olduğu istenmeyen bir durum olarak tanımlanmıştır.* Bu tanımda, tehlike ve/veya maddi hasar unsurlarının da bulunması gerekir. Bireysel hasarın dışında üretim ve iş akışını engelleyen her olay iş kazası kapsamında değerlendirilir Öktem (1994) ve Kılış (2016). Bir olayın iş kazası olarak kabul edilmesi için oluşumunda kasit olmaması, maddi veya manevi bir kayıp yaratması gerekir. Ayrıca, işle ilgili olmalı, işyerinde gerçekeşmeli ve kaza sonrası kişiyi bedensel ya da ruhsal açıdan etkilemelidir Kılış (2016).

### 2.2. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin Önemi

İş kazaları ve meslek hastalıklarından en ağır Şekilde etkilenen grup çalışanlardır. İstatistiklere göre imalat sektöründe tüm dünyada, saniyede 3 çalışan iş kazasına uğramakta, üç dakikada 1 çalışan iş kazası veya meslek hastalığından dolayı hayatını kaybetmektedir. İş kazası veya meslek hastalıklarına yakalanan işçiler, geçici ya da sürekli olarak iş göremez duruma düştükleri için gelirlerinin bir bölümünü kaybetmektedirler. Bu durumdaki işçiler, ek ödenek alırlar. Geçici veya sürekli iş görmezlik ödemesi alan çalışanlar, imkân oluştuğunda normal geğim standartlarına dönmek için düşük ücretle çalışmayı da kabul edebilmektedirler. Bu nedenle, iş güvenliği önlemleri ile çalışanların ekonomik sıkıntılarını engellenebilir. Güvenlik önlemleri alınmış bir işyerinde çalışanın psikolojik ve ruhsal sorunları olmayacağından, işgücü verimi de etkilenmeyecektir Kılış (2016) ve Agca (2013). Güvenlik önlemlerinin alınması, işletmeye ek maliyet yükleyecektir. Ancak, çalışma Őartlarının iyileşmesi ile birlikte azalan iş kazaları ve meslek hastalıkları, toplam maliyeti düşürerek verimliliği artıracadığından, uzun dönemde üretimin sürekliliğini

sağlayacaktır. İşverenin sağlayacağı güvenlik önlemleri, kaliteli işgücüyle işyerindeki araç ve gereçlerin korunmasına yardımcı olacaktır. Böylece cihazların bakım ve onarım giderleri azalacağından kaza ve sonuçlarıyla ilgilenen yöneticilerin zaman kaybı da önlenecektir. Üretimde kullanılan tezgâhlar, aynı zamanda bir yatırım aracı oldukları için bunların uygun bir şekilde korunmaları, hasar görmelerini azaltacağından piyasadaki rekabet koşullarını da olumlu yönde etkileyecektir Öktem (1994).

### 2.3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yatırımları

İşçi sağlığı ve iş güvenliğinin esasları, çalışanların korunması ve korunmanın devamlılığı için yapılması gerekenler, yatırım harcamaları, iş güvenliği örgütünün kurulması, güvenlik tüzüklerinin hazırlanması, güvensiz şartların araştırılmasını sağlamak için gerekli aşamaların ve giderlerin belirlenmesinden oluşur. Bunlar stratejik giderler, sabit giderler, denetim giderleri, donanım ve malzeme giderleri ile iş güvenliği eğitime yönelik giderler şeklinde özetlenebilir. Toplam maliyet, yatırım niteliğinde yapılan korumaya yönelik giderler ile iş kazası sonucunda işletmeye yüklenen dolaylı ve dolaysız harcamalardan oluşur MEGEP (2005), MEGEP, (2006) ve Öktem (1994).

#### 2.3.1. Dolaysız maliyetler

İşverenler arasında farklılık gösterebilen dolaysız maliyetler, aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- İşverenin Sosyal Güvenlik Kurumuna çalıştıkları alanın ve işin tehlike derecesine göre ödemek zorunda oldukları kaza primleri ile karşılanan tüm hastane masrafları, ilaç bedelleri, geçici ve sürekli iş göremezlik ve vefat ödenekleri
  - Mahkeme masrafları,
  - Sosyal Güvenlik Kurumunun koruması altındakilere ödenen tazminatlar.

#### 2.3.2. Dolaylı maliyetler

Dolaylı maliyetler tanımına göre iş gücü, üretim ve gecikme kayıpları ile soruşturma masrafları en önemli parametrelerdir.

- İşgücü kayıpları; (i) kazazedenin çalışmaması (ii) kazazedeye yapılan ilk yardım (iii) kazazedenin arkadaşlarının çalışmaması (iv) usta ve yöneticiler tarafından kazanın incelenmesi, çalışma planının yapılması, işçi seçimi ve yasal düzenleme ile harcanılan zamandan oluşur.

- Üretim sırasında karşılaşılan kayıplar; (i) kaza nedeniyle üretime ara verilmesi (ii) üretimde kullanılan ekipmanın durması veya hasar görmesi (iii) hammadde kaybı (iv) operasyon sırasında verimin düşmesi ile oluşur.

Siparişlerin gerekli sürede karşılanamamasından dolayı oluşan (i) işletmenin piyasadaki prestij kaybı ile (ii) geç teslimatta ödenecek ceza bedelleri; erken teslimatta alınacak teslim primlerini engeller. Ayrıca yetkili makamların yapacağı soruşturma masrafları da bu grupta ele alınabilir Öktem (1994).

### 3. İş Kazaları Tanımları

Bir olayın, iş kazası olarak tanımlanması için öngörülemeyen bir zamanda, istem dışı gerçekleşmesi, maddi veya manevi kayıpla birlikte üzüntü yaratması gerekir. Bunların dışında iş ile ilgili olması, çalışma ortamında ortaya çıkması ve olaydan sonrası bedenene ve ruhsal etki bırakmasıdır. Çalışanlar, kazalara sebep olan en önemli parametredir. Tasarım açısından değerlendirildiğinde, yeterli bilgi desteği ve güvenilir makinelerle, kaza oluşmayacaktır. Ancak kazaların oluşumlarını sadece çalışanlara veya çevreye bağlamak doğru bir yaklaşım değildir. Örneğin çevrenin tamamen güvenli olması durumunda, insan faktörüne gereken önem verilmediğinde kazaların önlenmesi mümkün olmayabilir. Benzer şekilde, tersi için de aynı şartlar geçerlidir. Dolayısıyla çalışma ortamlarının araştırılmasında, belirli kurallara bağlı kalmadan, tehlikeli durumlar incelenmeli ve bu unsurların özelliklerine göre tedbirlerin alınması gerekir. İş kazalarının, çalışanlar, çevre ve teknik nedenlerden kaynaklandığı unutulmamalıdır Kılıç (2016).

### 3.1. İş Kazalarında Etkili Parametreler

Kaza oluşumunda insan faktörü yaklaşık % 80 mertebesindedir. Kişisel özellikler, risk almaya eğilim ve beklenmeyen davranış bozukluklarına neden olabilmektedir. Dikkatsizlik ve işlemleri takip etmede başarısız olma gibi güvensiz hareketlere de sebep olan bu davranışlar ile diğer kişilik özellikleri de kaza yapma olasılığını artırmaktadır. Meydana gelen kazaların oluşum nedenleri incelendiğinde en etkili kişilik özellikleri önem sırasına göre;

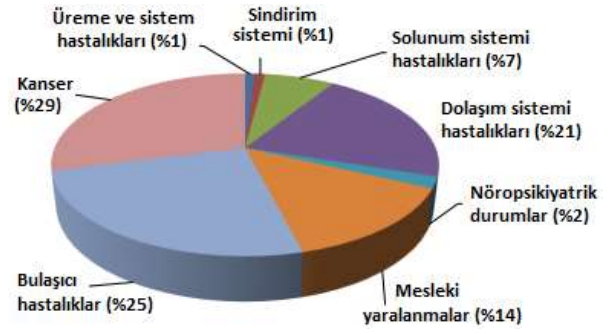
- Yaş, cinsiyet, eğitim ve deneyim,
- Zihinsel yorgunluk,
- Duygusal davranışlar,
- Göz ve kulaklardaki sorunlar, depresyon, hipertansiyon, üzüntü, deneyimsizlik ve tedirginlik,
- Epilepsi, davranış bozukluğu, zekâ geriliği,
- Uyuşturucu bağımlılığı, alkol, her tür ilaç kullanımı,
- Yorgunluk, uykusuzluk, alkol, tütün, sakinleştiricilerin kullanımı ile reaksiyon yeteneğinin azalması,
- İleri derecede görme ve işitme yetersizlikleri, renk körlüğü gibi kronik beden hastalıkları nedeniyle yeteneklerin sürekli zarar görmesi şeklinde özetlenmiştir Evren (2016).

Fizyolojik nedenler olarak tanımlanan sorunlar ise sırasıyla,

- Fiziksel yorgunluk,
- Adale yorgunluğu,
- Fizyolojik yorgunluk,
- Uyku düzenindeki sorunlar,
- Fiziksel hastalıklar (parapleji, körlük v.b.)
- Beyinde oluşan zihinsel hastalıklar,
- Ellerdeki sakatlıklar ve kullanılamaması şeklindedir.

Psikolojik nedenler, karar vermedeki yetersizlik, zekâ düzeyi, bellek, dikkat ve algılamada karşılaşılan bozukluklar, psikolojik yorgunluk ve reaksiyon zamanının gecikmesi şeklinde özetlenebilir. Kaza parametrelerine göre meslek hastalıklarının dağılımı Çizelge 1' de verilmiştir.

**Tablo 1.** İş kazalarında meslek hastalıkları parametreleri (ILO, 2011).



### 3.2. Çevresel ve Teknik Faktörler

İş kazalarının yaklaşık % 20'sini oluşturan çevresel ve teknik faktörlere gerekli önemin verilmemesi üretim maliyetini artırır. Bu faktörlerin oluşum sebepleri aşağıda sıralanmıştır.

- Periyodik bakım yapılmadan kapasite artırımı,
- Makinelerdeki aksamalar, malzemenin bulunması ve çalışma ortamındaki sorunlar,
- Kişisel korunma araçlarından yeterince yararlanamama durumu,
- Tezgâhların plansız ve hatalı yerleşimi,
- Gürültü, ısı, ışık, radyasyon kaynaklı fiziksel faktörler.
- Mikroorganizmalardaki biyolojik parametreler,
- Zararlı gazlar, sistemik zehirlenmeler şeklindeki kimyasal faktörler,
- İşveren-işçi ilişkileri, ücret sistemleri,
- Vardiya sistemleri ve çalışma saatleri,

Hatalı depolama, eğitimsizlik, aşırı ve emniyetsiz yükleme, boşaltma ve elektrik kaçağı şeklinde yazılabilir.

### 4. İş Kazalarındaki İstatistikler

İşletmeler kazaların nedenlerini araştırırken herhangi kurama bağlı kalmadan tehlikeli teçhizatlar detaylı incelenmeli ve bunların özelliklerine göre gereken önlemler alınmalıdır MEGEP (2005) ve Evren (2016). Araştırmalar, insan, çevre ve teknik nedenlerin, iş kazalarının başlıca kaynakları olduğunu göstermektedir.

**Tablo 2.** İş kazalarının oluşum sebepleri ve karşılaşımla sıklığı (MEGEP, 2006).

Kaza Tipleri	Sayı
Düşme ile oluşan kazalar	8896
Tezgâhlardaki kazalar	9533
Isı etkisi altında kalmak ve temas ile oluşan kazalar	1839
Düşen cisimlerin çarpması ve devrilmesi sonucunda oluşan kazalar	16713
Malzemenin sıkışması, ezilmesi, batması veya kesilmesiyle oluşan kazalar	28446
Elektrik akımından ileri gelen kazalar	398
Vücudun zorlanmasıyla oluşan incinmeler	2561

Kazalar ile ilişkili olarak ülkemizde verilen rakamlar çok net değildir. Sosyal Güvenlik Kurumu ve Metal Sanayicileri Sendikasına (MESS) ait istatistikler, bu konuda başvurulacak en önemli kaynaklardır. İş kazalarının oluşum sebepleri ve karşılaşımla sıklığı bazı örneklerle Çizelge 2' de verilmiştir MEGEP (2006).

## 5. Çift El Kumanda Sistemleri

### 5.1. Çift El Kumanda Sistemlerinin Çalışma Prensipleri

İşçi sağlığı ve iş güvenliği istatistiklerine göre, metal endüstrisinde operatörlerin yaptığı kazaların büyük bir kısmını talaşsız imalat iş kolundaki hidrolik pres ve giyotin makaslar oluşturur. Çift el kumanda tertibatlarında, birinci valfin çeşitli yollarla sürekli çalışır konuma alınması sonucunda, sadece ikinci valfin manuel kullanımı ile serbest kalan diğer el, risk altındadır Evren (2016) ve Kılış (2016). Yapılan geliştirme ile her iki valften birisi uzun süre basılı tutulamayacağından önce hidrolik pompa daha sonra pres veya giyotin makastaki hidrolik silindir devre dışı kalacak yani sistem duracaktır. Düşük maliyetli bu geliştirme yardımıyla işçi sağlığı korunmuş ve iş güvenliği daha etkili olarak sağlanmış olacaktır. Çift el kumanda sistemleri, operatörün ellerinin açıkta kalmasını önleyerek el ve parmakları korumayı sağlayan bir kumanda sistemidir. Birden fazla operatörün aynı anda çalışması gereken preslerde, kalıba göre operatör sayısı da değişmektedir. En büyük risk, herhangi bir operatörün, kendi çift el konsolunun devrede olduğunu kabul ederek üretime devam etmesidir. Bu riski ortadan kaldırmak için, devreye alınmamış

çift el düzeneğine kumanda edildiğinde, pres uyarı vererek hataya geçmelidir. Her bir operatörün, çift el düzeneğinin devrede olduğundan emin olmasını sağlayacak tedbirler alınmalıdır. Buna ek olarak, her vardiya değişiminden önce operatörler, çift el düzeneğini kontrol etmelidir Agca (2013).

### 5.2. Konvansiyonel Pres Devresi

Hidrolik pres veya giyotin makas operatörünün riskli alan bölgesinde emniyetli çalışmasını sağlamak için çift el kumanda sisteminden yararlanır. Tezgahın çift el kumanda sisteminde kullanılacak butonlar 0.5 saniye aralıkta çalışabilir olmalıdır. Buna eş zamanlı çalışma aralığı denir. Valfteki butonlar, bir sonraki çalışma öncesi ilk konumuna gelmelidir. Birçok işyerinde kullanılmakta olan bu sistemde, iki ayrı butonlu valfe kumanda edilerek pozitif hareket kazandırılan pistonu iş yaptırılır. Ancak sistem, her iki elin birlikte kullanılmasını zorunlu hale getirmediği için güvenli değildir Esposito (1997).

Şekil 1' de gösterilen çift el kumanda valflerinden birisi devreye alındığında sistem çalışmaz, diğer valf çalıştırıldığında ise silindirin içindeki piston pozitif yönde hareketlenir. Ancak, sistemdeki presi kullanan operatörün valflerden birini sürekli basılı halde tutarak sistemi tek el ile çalıştırması ve konvansiyonel hidrolik pres devresinde bu durumu engelleyecek tertibatının bulunmaması çok önemli bir güvenlik sorunu oluşturmaktadır Cundiff (2002).

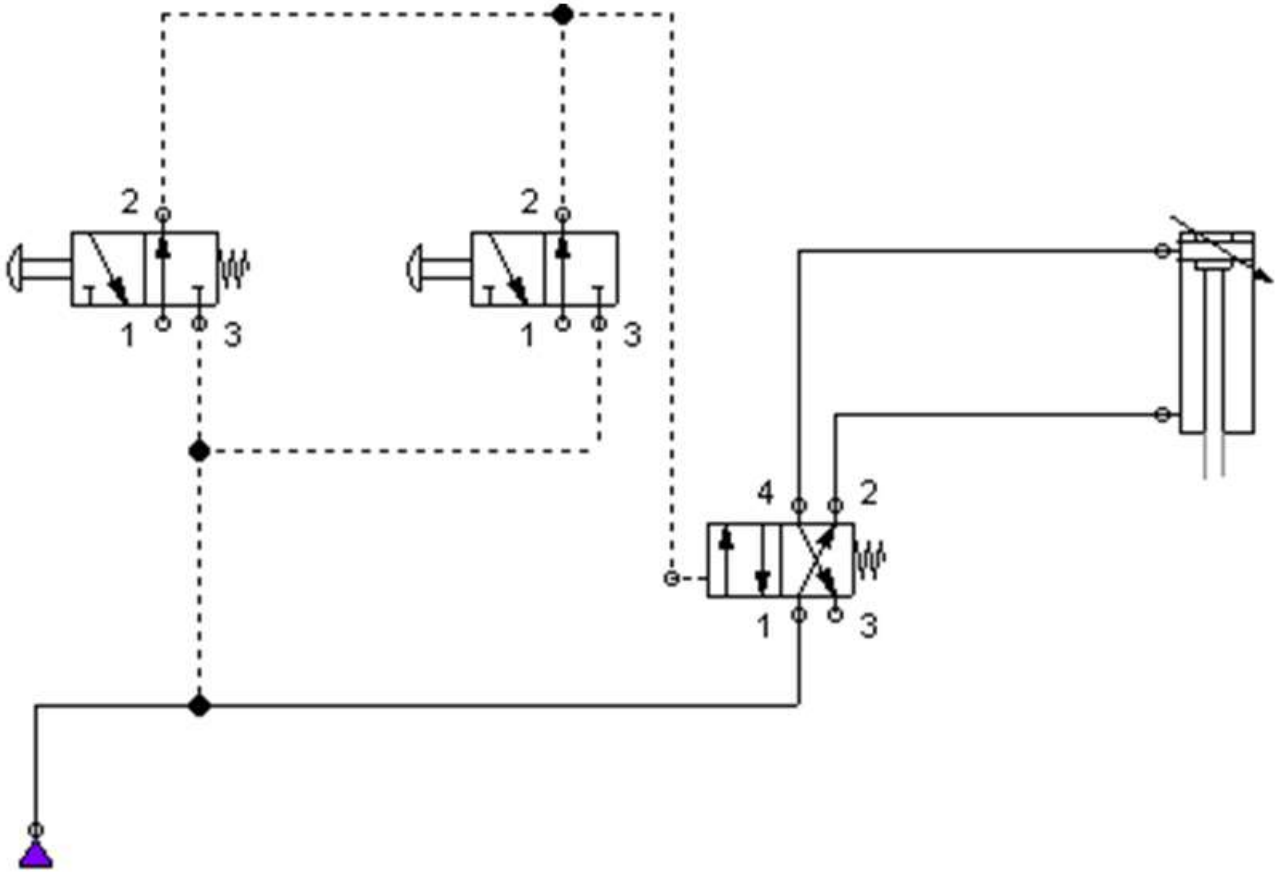
Hidrolik preslerde, çalışanları korumak için en uygun çözüm çift el kontrol düzenlemesidir. İmal edilecek parçanın işlendiği alan ve tezgâh operatörü arasına yerleştirilen bariyerli sistem ile çift el kontrol düzeni karşılaştırıldığında, potansiyel olarak tehlikeli hareket yapan operatörün her iki elini hareketli ünitelerden uzak tutmasını sağlayan çift el kontrol düzeni tercih edilir Chapple (2003). Hidrolik güç iletim sistemlerinde senkronizasyon gereklidir. Ancak yüksek debi ve hassasiyet için çoklu hareketlendirici kullanıldığında senkronizasyon sorun yaratabilir. Hidrolik sistemlerin sıkışabilme ve sıvı kaçağı gibi karakteristik özelliklerinden dolayı çoklu silindirlerin senkronizasyonun sağlanmasında



hassas kontrol zorlaşacağından tasarım planı, kontrol metodu ve senkronizasyon sistemi, hidrolik presin çalışma şartlarını etkileyecektir Zhang (2009).

Birçok endüstriyel uygulamada hidrolik hareketlendiricilerin tercih edilme sebebi, yüksek kuvvet–ağırlık oranı, hızlı cevap verme ve ağır yük taşıma kabiliyeti ile ilişkilidir. Bu uygulamalar, ağır yüklerin kontrolü hassas ve emniyetli konumda yapılmalıdır Zhang ve ark. (2011) ve Elonka (1967). Uluslararası Amerikan Standartları Enstitüsü (ANSI) ye göre çift el kontrol düzeni, tezgâhın tehlikeli bölümündeki kontrolü ve kontrollü hareketin başlamasını sağlayan bir sistemdir. Bu sistem, tehlike yaratacak bölgeden yeterince uzakta

kullanılmalıdır ve kazaya karşı korunacak şekilde tasarlanmalıdır ANSI B11.19, (2003). Çift el kontrol sistemi pnömatik, hidrolik, elektrikli veya mekanik kumandalı olabilir. Bu sistemlere zamanlama mekanizması yerleştirilerek çevrim öncesi kontrol düzeninin gecikmeden devreye girmesi sağlanır Sullivan (1989). Çift el kumanda sistemi, tezgâhın veya ekipmanın çevrimini başlatmak için iki elin kullanımına ihtiyaç duyan hareketlendirme ünitesidir. Çalışma tamamlanıncaya kadar operatörün ellerini üniteden çekmemesi gerekir. Çevrim tamamlanmadan valf ile temas kesilirse, tezgâhta çalışma durur veya başlangıç konumuna geri dönlür Miosha, Two Hand Controls (2004).



Şekil 1. Konvansiyonel hidrolik pres devresi Evren (2016).

## 6. Konvansiyonel Sistemlerde İyileştirme Metotları

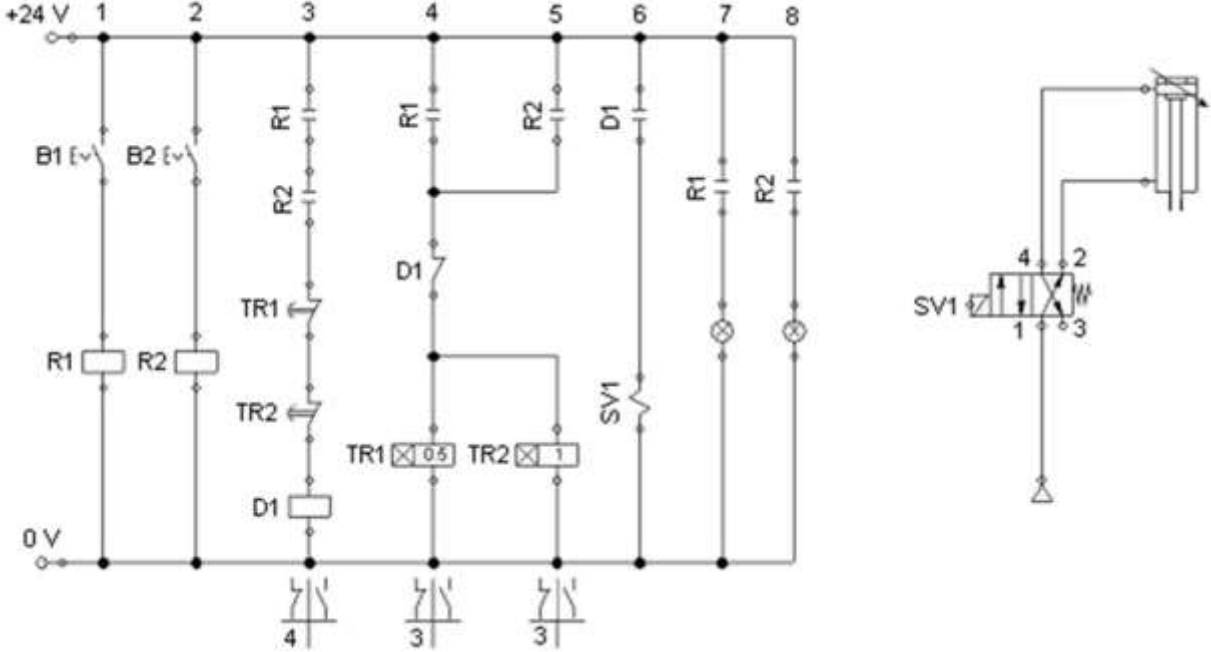
Makine imalat sanayinde, niteliği bilinen ve klasik olarak kabul edilen tüm hidrolik kumandalı presler, konvansiyonel sistemler olarak bilinir. Bu sistemler, yapılacak işin özelliklerine ve belirlenen koşullara

göre tasarlanmalıdır. Konvansiyonel hidrolik sistem, mekanik ve hidrolik tasarım şeklinde iki grupta değerlendirilir. Mekanik tasarımda, konstrüksiyon ve imalat metotlarından yararlanır. Presin çevirici gücünde etkili olan hidrolik tasarımın her aşamasında akışkanlar mekaniğinin temellerine göre tüm enerji kayıpları dikkate alınır.



D1 rölesini açamayacaktır. Böylece 3 numaralı hattaki normalde kapalı olan zaman röleleri açılır. 6 numaralı hatta normalde açık olan D1 rölesi de kapanmadığı ve SV1 selenoid valfine ikaz gelmediği için sistem bekleme konumunda kalır. Her iki valfin de aynı anda (en fazla 3 saniye ara ile) çalıştırılması durumunda Werke (1991), R1 ve R2 röleleri aynı anda kapanırken, zaman röleleri de TR1 ve TR2

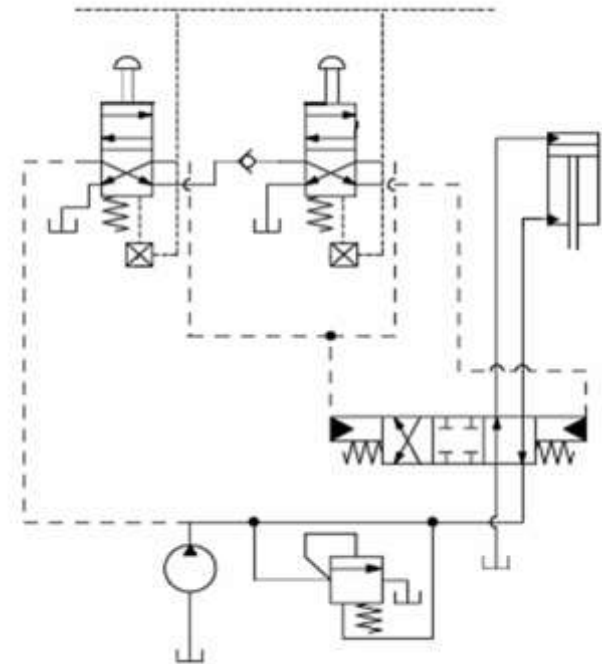
rölelerini açmadığı için elektrik akımını alan D1 röle bobini yardımıyla 4/2 selenoid yay geri dönüşlü yön valfine ikaz ulaşır. Böylece valfin konum değiştirmesiyle piston zaman rölesi pozitif yönde hareketlenir. Valflerden herhangi birisinin serbest bırakılması ile düzenlenen zaman periyodunda 3 numaralı hattaki röle açılır ve sistemin tek valf ile emniyetsiz çalışması engellenir.



Şekil 3. Basınçlı hava kullanan çift el kumanda sisteminin elektrik devresi Basınçlı hava kullanan çift el kumanda devresi.

### 6.3. Seri Bağlı (4/2) Valfin Kullanıldığı İyileştirme Devresi

Seri bağlı valflerin kullanıldığı yük kaldırma devrelerindeki hidrolik hareketlendiriciler, hassas ve emniyetli konumu belirlemelidirler.



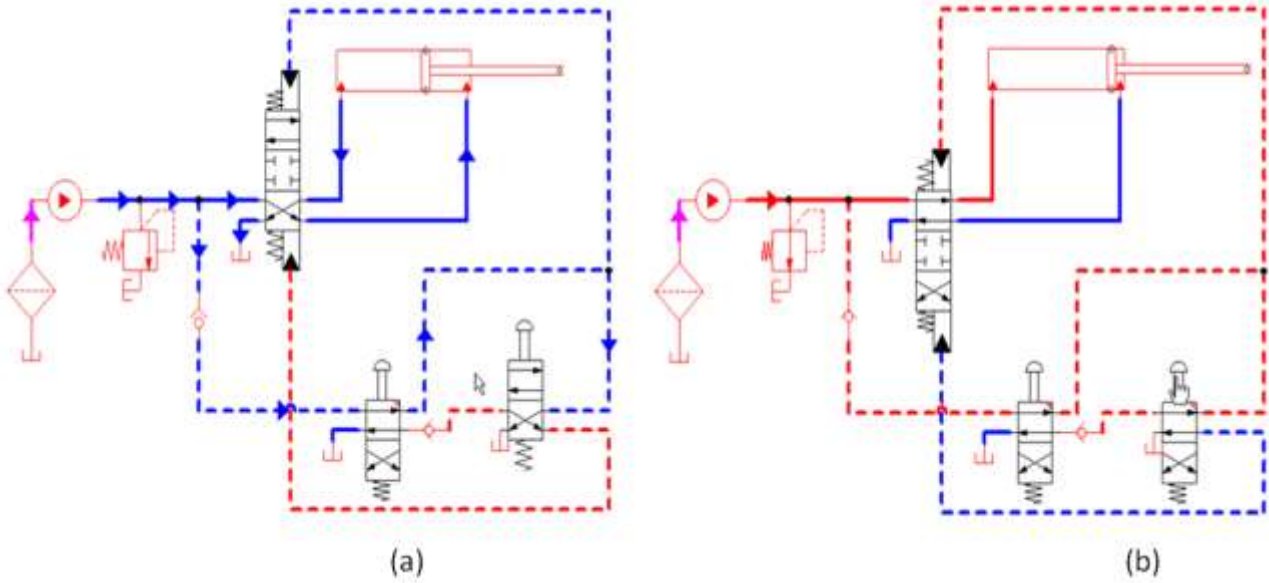
Şekil 4. 4/2 Seri bağlı valfin kullanıldığı iyileştirme devresi Pancar ve Ergür (2010)



Benzer şekilde, hidrolik ve kayar elemanlı hareketlendiricilerin seçiminde de Bobrow and Lum (1996) emniyetli çalışma için çeşitli kumanda sistemleri önerilebilir Zhu and Piedboeuf (2005), Alleyne and Liu (2000). Özellikle metal endüstrisindeki üretimlerde, yapılması planlanan işlemlerin, zamanından önce bitirilerek, dinlenmeye ayrılan sürenin artırılması için operatörlerin alınması gereken emniyet tedbirlerini ihmal ettikleri bilinmektedir. Söz konusu ihmal, bir valfin devre dışı bırakılarak, sadece diğerine kumanda edilmesiyle gerçekleşir.

Bu tip imalatta oluşan kazaların başlıca nedeni, emniyet tedbirlerini dikkate almadan işleme devam etmektir. Pres koçunun pozitif hareket sırasında, operatörün ellerini koruyabilmesi için gereken şartlar, Şekil 2 ve Şekil 3' de verilen geliştirme devrelerine ek olarak, Şekil 4 ve Şekil 5' de önerilen

hidrolik kumandalı presler ve giyotin makaslara uygun devreler ile sağlanmaktadır. Şekil 5' de gösterilen sistemde, 4/2 butonlu valflerden sonra yerleştirilen ve zaman rölesi şeklinde çalışan hidrolik kumandalı 4/3 pilot valf yardımıyla valflerden birisinin veya her ikisinin birden uzun süreli devre dışı bırakılması engellenmektedir. Şekil 5a' da, 4/2 butonlu valflerden sadece birisi devreye alındığında, 4/3 (yay-geri dönüşlü) pilot kumandalı valfi çapraz konuma geçiren basınçlı sıvı ile pres koçu negatif hareket yapmaktadır Pancar ve Ergür (2010). Koçun negatif hareketi tamamlandığında, pompadan çıkan hidrolik sıvı, 4/2 valf üzerinden tanka geri döner. Lyapunov tarafından ortaya atılan kontrol sistemleri ile kademeli kontroller, hidrolik kumandalı tezgâhlarda kullanılmaktadır Kim ve ark. (2010).

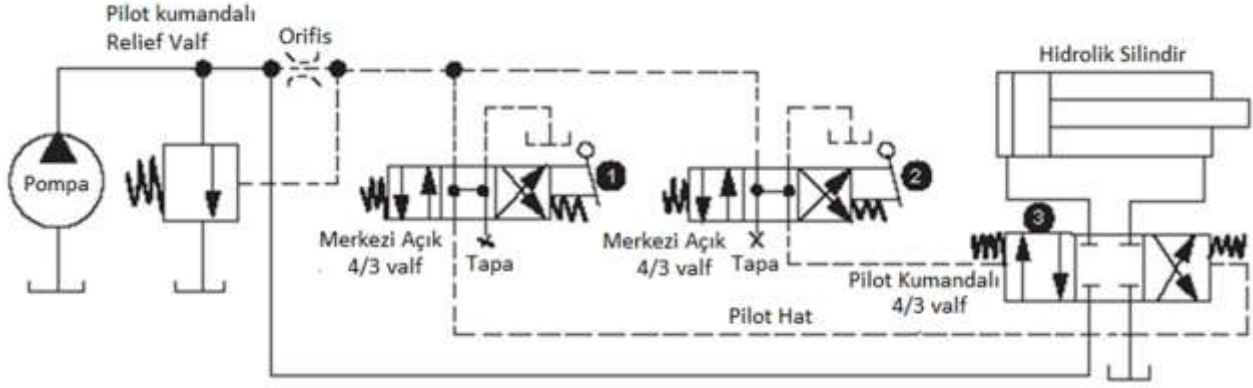


Şekil 5. 4/2 Seri bağlı valfle geliştirme devreleri (kontrollü devre) ANSI B11.19 (1990).

Şekil 5b' de ise 4/2 butonlu valflerin her ikisi aynı anda devreye alındığında, 4/3 (yay-geri dönüşlü) pilot kumandalı valfin paralel konuma geçmesini sağlayan basınçlı sıvı, pres koçuna pozitif hareket yaptırır. Zaman rölesi gibi çalışan hidrolik kumandalı 4/3 pilot valf yardımıyla valflerden birisine veya her ikisine birden uzun süre kumanda edilmemesi, sistemdeki basınçlı sıvı akışının kesilmesini ve sistemin devre dışı bırakılmasını sağlar ANSI B11.19 (1990).

#### 6.4. Yüksek Debili Devrelerin Çift El Kumanda Sistemiyle Geliştirilmesi

Çift el kontrol sisteminde en çok tercih edilen bir diğer seçenek Şekil 6' da gösterilen geliştirilmiş yüksek debi aktarımıyla sağlanan devredir. Elle kontrol edilen sistemde hidrolik silindire büyük debi aktarılan çift el kontrol devresindeki 4/3 valfler, pilot kumandalı relief valften gelen sıvı ile çalışmaktadır.

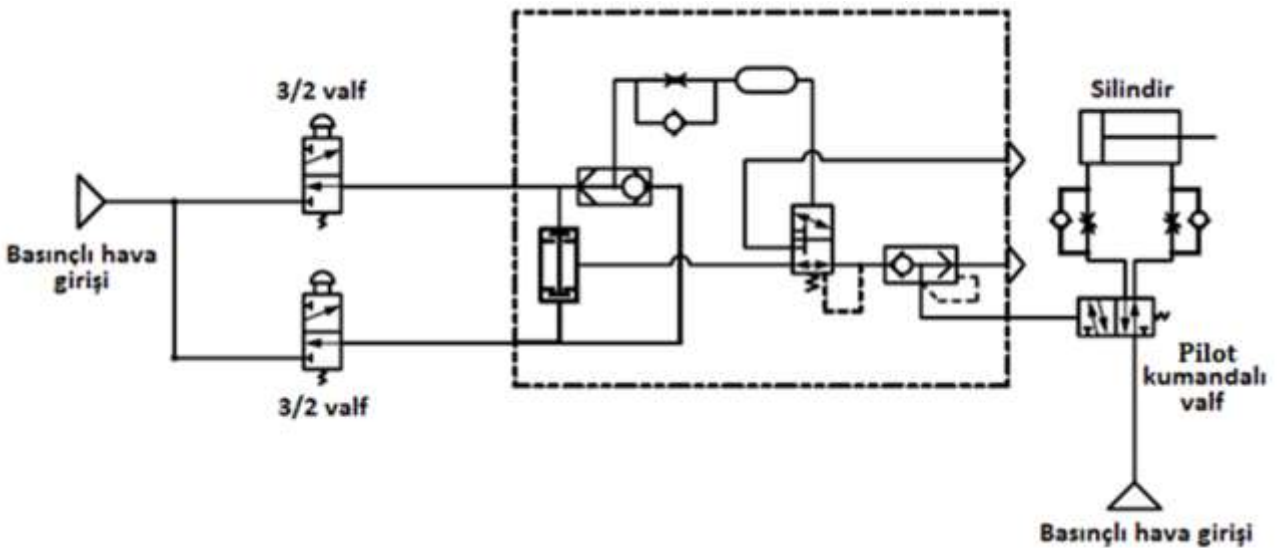


Şekil 6. Zaman röleli çift el kumanda sisteminin hidrolik devresi (Womack, 2007).

Kontrol valfleri merkezi konumda iken relief valften gelen sıvı tanka geri döneceğinden pompada yük düşer. Elle kumandalı valflere kumanda edildiğinde, relief valften gelen sıvı 4/3 valfin pilot girişlerinden birisine taşınarak bobin kenar konumuna çekilir. Sistemdeki basıncın oluşturduğu titreşimi azaltmak için orifis kullanılabilir. Bu sistemde kullanım amacı; 4/3 pilot kumandalı valfin kaydırma hızını artırmak ve pompa hattından bir miktar sıvıyı almaktır. Bu devrede, 4/3 pilot kumandalı valf konum değiştirenceye kadar pompada basınç yığılması olmayacağından bobinin kaydırılması darbesizdir Womack (2007).

İmalat endüstrisinde son zamanlarda en çok tercih edilen kontrol devresinde çift el kontrol valfi ve diğer elemanlarla ayrı bir ünite olarak ele alınmıştır. Şekil 7' de gösterildiği gibi pnömomatik silindirdeki hareketin kontrolü, üniteye bulunan mekik valfler, akış kontrol valfi, akümülatör, pilot kumandalı 3/2 valf ile sağlanır. Üniteye akümülatör, zaman rölesi olarak kullanıldığı için silindirin hareketini kontrol etmek çok daha kolaylaşır. Valfteki mekiğin ileri-geri hareketi ile 3/2 pilot kumandalı valfin devreye alınmasıyla silindirin hareketi sağlanır Merritt (1967).

### 6.5. Yüksek Debili Devrelerin Çift El Kumanda Sistemiyle Geliştirilmesi



Şekil 7. Çift el kontrol ünitesi kullanılan pnömomatik devre (Merritt, 1967).

Meter–in ve meter–out valfleri silindirin negatif ve pozitif hareketinde hız kontrolünde kullanılır. Mekik valfteki elemanın yoğunlaşma atıklarından etkilenmemesi için bu tip kontrol devrelerinde havanın mutlaka kurutulması gereklidir.

## 7. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada geliştirilen çift el kumanda sistemiyle, insan hayatı ve iş kazalarının büyük ölçüde önlenmesi sağlanırken çok daha güvenli bir iş ortamının oluşturulması planlanmıştır. Kurulumu da oldukça kolay olan bu sistem, güvenli çalışmaya ortamının yaratacağı hasar ve zarardan çok daha düşük bir maliyete sahiptir. Çift el kumandanın kullanıldığı tüm hidrolik kumandalı tezgâhlar için önerilen geliştirmeler ile toplam kalite kavramı tam anlamıyla uygulanabilir. Sonuç olarak çift el kumandalı sistemleri kullanan firmalar, bu çalışmada verilen dört yöntemden kendi ortamlarına uygun olan herhangi birisini tercih ederler. Rekabet ortamında öncelikle iş kazalarının azaltılması amaçlandığından çalışan tezgâhların güvenliği çok önemlidir. Hidrolik preslerde karşılaşılan büyük kazalar, kişiye özel kalıcı hasarlar bırakabilirler. Çift elle presin çalıştırılması kaza riskini azaltarak operatörün güvenliğini üst seviyeye çıkaracağından üretimdeki olası kazalar için ödenecek tazminatlar da azalacaktır.

## Kaynaklar

Megep, 2005, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, MEB., Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara, 74.

Megep, 2006. İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri, Mes Yayınları, Ankara, 59.

Öktem, R., 1994. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, KOSGEB, Ankara Eğitim Merkezi, 27.

Evren K.Ö., 2016. İş Sağlığı ve Güvenliği El Kitabı, Seçkin Yayıncılık, İstanbul, 352.

ILO Introductory Report, 2011. Global Trends and Challenges on Occupational Safety and Health, XIX World Congress on Safety and Health at Work, İstanbul, Turkey, September, 11-15.

Kılış İ., 2016. İş Sağlığı ve Güvenliği, Dora Yayıncılık, İstanbul, 220.

Agca B., 2013. Mekanik ve Hidrolik Preslerin Çalışma Prensipleri ve İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi, İş Müfettişi Yardımcılığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Ankara, 39.

Esposito, A., 1997. Fluid Power with Applications, Prentice Hall, New Jersey, U.S.A., 365–405.

Cundiff, S. J., 2002. Fluid Power Circuits and Controls: Fundamentals and Applications, CRC Press, 271-294.

Chapple, P.J., 2003, Principles of Hydraulic Systems Design CoxMoor Publishing Company, Oxford, UK, 154–170.

Zhang G., 2009. Synchronization control system design of 80MN hydraulic press, *Proceedings of the 2009 International Workshop on Information Security and Application Qingdao, China, November 21-22*.

Zhang, K., Huang, X., Chen, J., and Wang, J., 2011. GTWZ–6012 Type aerial work platform hydraulic legs of stress analysis and calculation, *Advanced Materials Research*, Vol. 308–310, 2527–2530.

Elonka S., 1967. Standard Industrial Hydraulics, Questions and Answers., Mc-Graw Hill Book Company, USA, 304.

ANSI B11.19, 2003. Performance Criteria for Safeguarding, American National Standards Institute, Inc., 22-36.

Sullivan, A.J., 1989. Fluid Power Theory and Applications, Prentice Hall Inc., New Jersey, U.S.A., 459-476.

Miosha, Two Hand Controls, 2004. Michigan Occupational Safety and Health Administration, General Industry Safety and Health Division, Michigan, USA, 3-6.

Guan, C., and Pan, S., 2008. Adaptive sliding mode control of electro–hydraulic system with nonlinear unknown parameters, *control engineering practice*, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 26(1-2), 117-123.

Werke D., 1991. Elektrohidrolik Temel Seviye, Festo Didactic, Esslingen, Germany, 293-295.

Bobrow, J. E., and Lum, K., 1996. Adaptive, high bandwidth control of a hydraulic actuator, *Transactions*

of the ASME, *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control*, 118 (4), 714–720.

Zhu, W. H., and Piedboeuf, J.C., 2005. Adaptive output force tracking control of hydraulic cylinders with application to robot manipulators, *ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control*, 127 (2), 206-217.

Alleyne, A., and Liu, R., 2000. Nonlinear force/pressure tracking of an electro–hydraulic actuator, *Transaction of ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, 122 (1), 232–237.

Pancar Y., ve Ergür H.S., 2010. Hidrolik Devreler I ve II, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayını, Eskişehir, 367.

Kim, H.M., Park, S.H., Song, J.H., and Kim, J.S., 2010. Robust position control of electro–hydraulic actuator systems using the adaptive back–stepping control scheme, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, 224(6), 737–746.

ANSI B11.19, 1990. Safeguarding When Referenced by the Other B11 Machine Tool Safety Standards-Performance Criteria for the Design, Construction, Care, and Operation, *American National Standards Inst., Inc.*

Womack, Industrial Fluid Power, 2007. Educational Publications Womack Machine Supply Co., UK., 1-3.

Merritt, H., 1967. Hydraulic Control Systems, Wiley, New York, 334-340.