



Bu bir MMO yayınıdır

# HİDROLİK ORANSAL SERVO UYGULAMALARI İLE ROLLER PRES MODERNİZASYONU

Can ŞAHİN<sup>1</sup>

Gökalp ÖZCAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ROTA TEKNİK A.Ş.



# HİDROLİK ORANSAL SERVO UYGULAMALARI İLE ROLLER PRES MODERNİZASYONU

Can ŞAHİN<sup>1</sup>, Gökalp ÖZCAN<sup>2</sup>

ROTA TEKNİK A.Ş. Kemeraltı Cad. No: 28, 34425 Karaköy/İSTANBUL

Tel: +90 212 292 53 25 (pbx) Fax: +90 212 292 53 29

Web: www.rotateknik.com.tr <sup>1</sup>cansahin@rotateknik.com.tr <sup>2</sup>gokalpozcan@rotateknik.com.tr

## ÖZET

Bu bildiride genelde tersane uygulamalarında büyük boyutlu tekne dış kaplama sacı gibi özel bükümlerini oluşturabilmek amacıyla tasarlanmış, 1970'lerden kalma bir Roller Presin Hidrolik ve Elektrik sisteminde gerçekleştirdiğimiz modernizasyonun detayları ile eski sisteme yapılan bu işlem sırasında karşılaşılan sorunlar ve çözümleri incelenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Roller Pres, Modernizasyon, Abkant, Tersane, Bükme, Büküm, Kapalı çevrim, Oransal, Servo, Hidrolik, Elektrik, Kontrol

## ABSTRACT

In this article, electro-hydraulic system modernization details of a Roller Press –manufactured in 70s- which is mostly used to make the bendings of ships' hull curves, and problems which occurred during modernization process, moreover; solutions to these problems are studied.

**Key Words:** Roller Press, Modernization, Bending press, Shipyard, Bending, Close Loop, Proportional, Servo, Hydraulic, Electric, Control

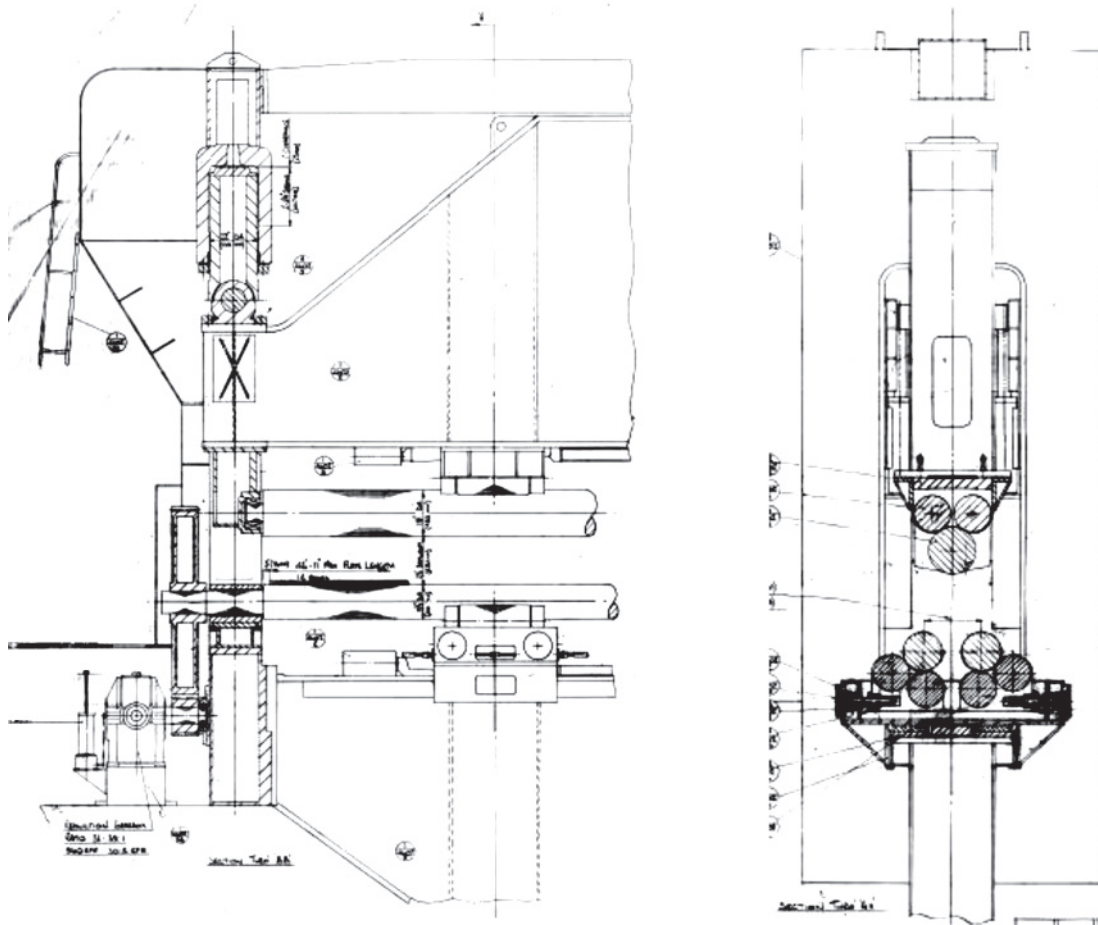
## 1. GİRİŞ

Roller Presler; alt tarafında elektrik motoru tahrikli iki adet merdane ve üst tarafında tahriksiz 1 adet merdane vasıtasıyla çeşitli bükümleri yapabilme yeteneğine sahip olan büyük boyutlu preslerdir. Aynı zamanda alttaki tahrikli motorlar kilitlenip, sisteme erkek-dişi kalıplar akuple edilerek prese abkant

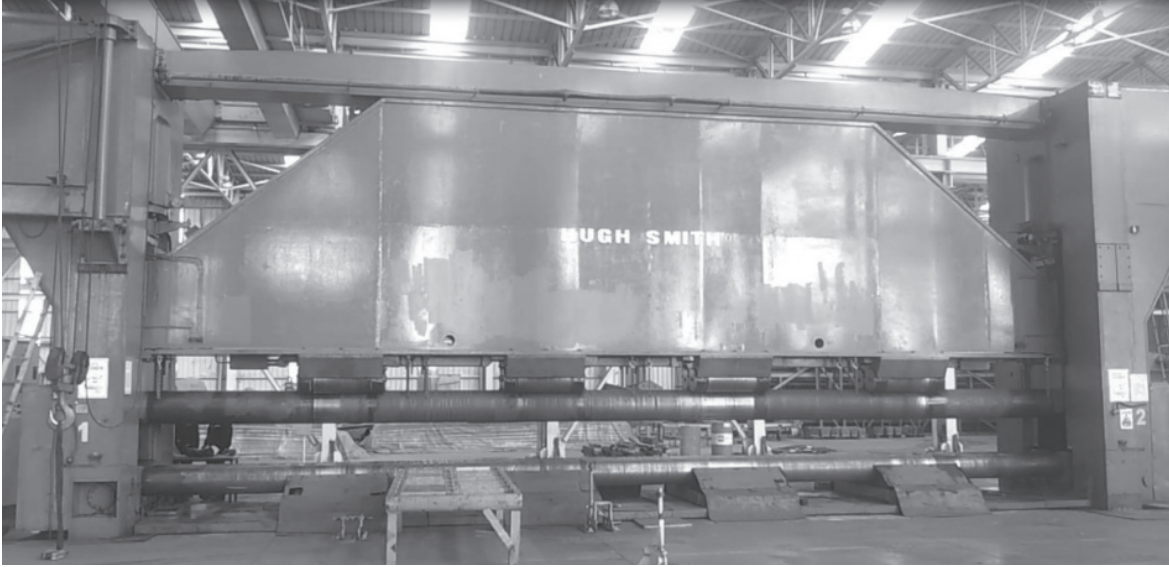
özelliği de kazandırılmaktadır. Bu bildiriye konu olan pres 14 metre uzunluğunda olup, 1500 ton-f presleme kuvvetine sahiptir. Presin düşey ekseninde, büküm için girilen komut strok değerine  $\pm 20$  mikron hassasiyetle ulaşması talep edilmiş, modernizasyon sonunda uzak kolonda yaklaşım anında maksimum  $\pm 12$  mikron, yakın kolonda ise maksimum  $\pm 6$  mikron hassasiyet sağlanmıştır. Bu hassasiyetleri sağlamak için SSI arabirimli pozisyon sensörleri ve çift eksen için özel olarak tasarlanmış kontrolörler ile servo karakteristikli oransal valfler kullanılmıştır.

## 2. ROLLER PRES YAPISI

Tersanelerde kullanılan Roller Presler gemi yapımında kullanılan maksimum ebatlı sacların tek parça halinde özel bükümlerini yapabilmek için tasarlanmış büyük boyutlu preslerdir. Modernizasyonu yapılan presin yapısı aşağıda verilmiştir (Şekil 1) (Şekil 2).



Şekil 1. Şematik Gösterim



**Şekil 2.** Roller Pres Genel Görünüşü / Toplam boy 14 m

## 2.1 1500 TON ROLLER PRES MEKANİK ÖZELLİKLERİ

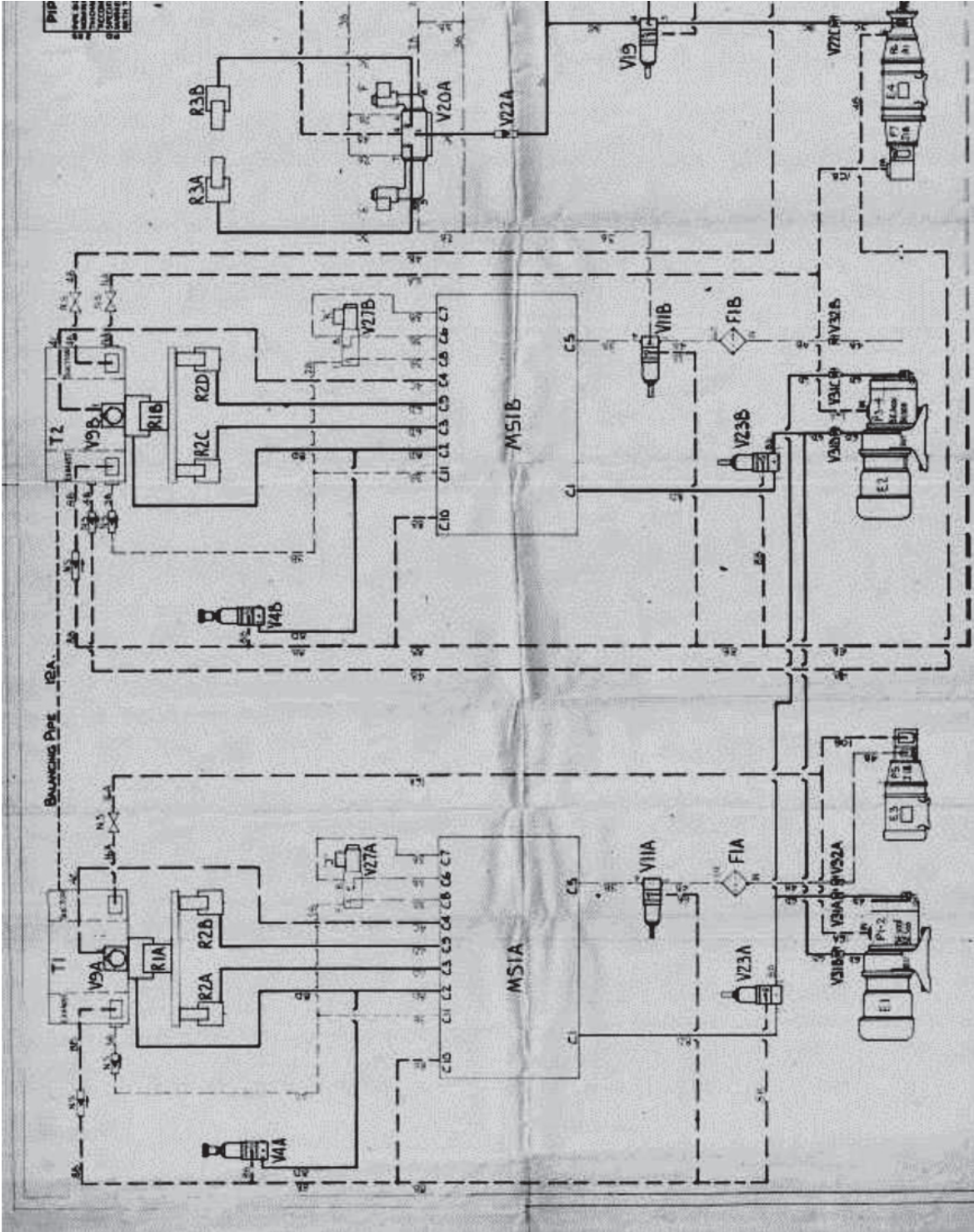
Tam Boy	:	19.660 mm
Silindir Eksenleri Arası Mesafe	:	14.783 mm
Yükseklik	:	6.858 mm
Maksimum Büküm Uzunluğu	:	14.000 mm
Üst Silindir Çapı	:	483 mm
Alt Silindir Çapı	:	395 mm
Silindir Döndürme Motor Gücü	:	2x100 HP (75 kW)
Presin Yaklaşık Ağırlığı	:	295 ton
Baskı Silindiri Stroğu	:	667 mm
Baskı Silindiri Çapı	:	558 mm
Kaldırma Silindirleri Çapı	:	127 mm
Kaldırma Silindirleri Stroğu	:	667 mm
Hidrolik Sistem Motor Gücü	:	2x75 HP (56kW)
Kontrol Sinyal Voltajı	:	110 V AC

### Operasyon Hızları:

Serbest Düşme Hızı	:	132 mm/sn
Presleme Hızı	:	6 mm/sn
Kaldırma Hızı	:	66 mm/sn

## 2.2 1500 TON ROLLER PRES HİDROLİK ÖZELLİKLERİ

Presin hidrolik kullanıcıları tek etkili 2 adet presleme (R1), tek etkili 4 adet kaldırma (R2) ve özel büküm açılarını oluşturmak için kullanılan tek etkili 4 adet kama (wedge) (R3, R4) silindirleridir (Şekil 3).

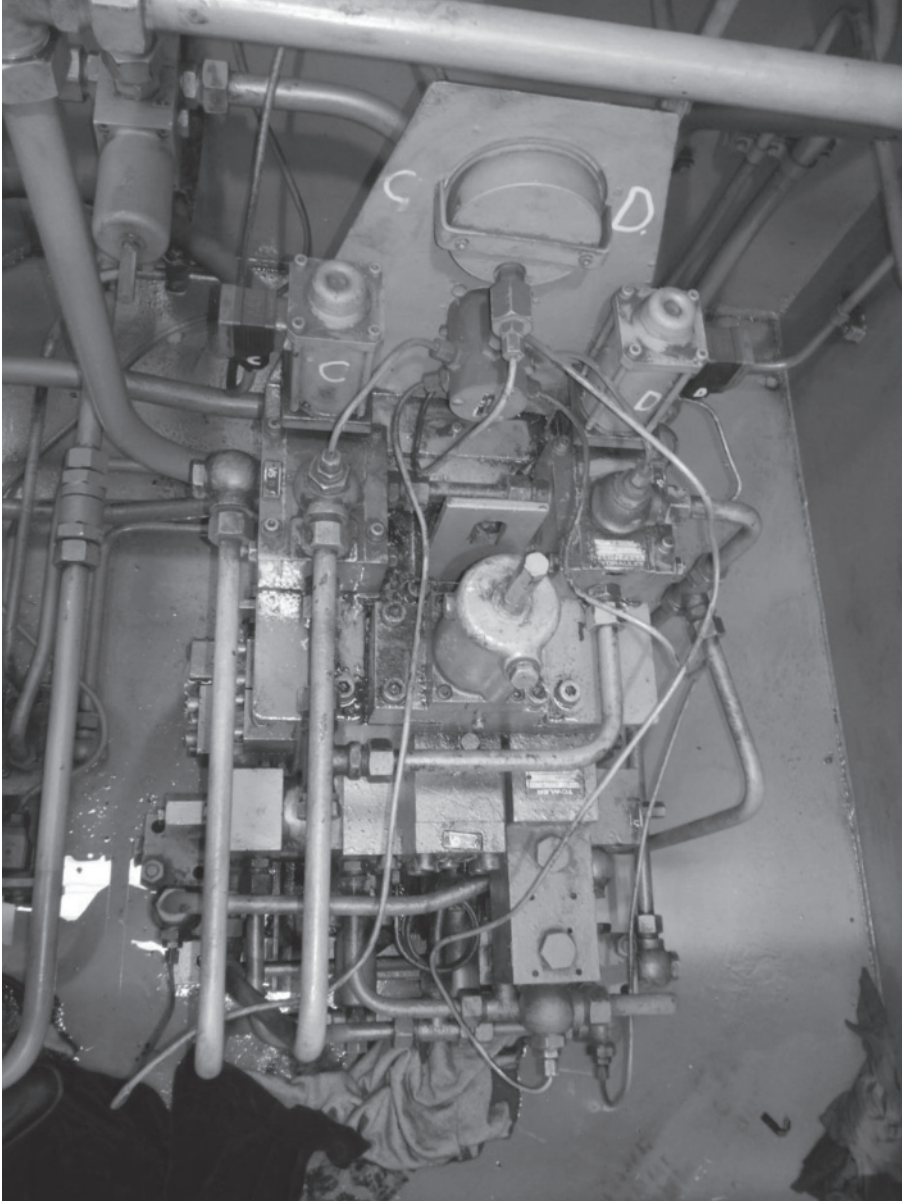


Şekil 3. Eski Devre Şeması

Devre şemasından da görüldüğü üzere sistemde toplamda iki adet ana pompa (tek gövdeli tandem ve dişli tip) ve bir adet de kama sistemini kontrol eden pompa (dişli tip) ve iki adet pilot pompa (dişli



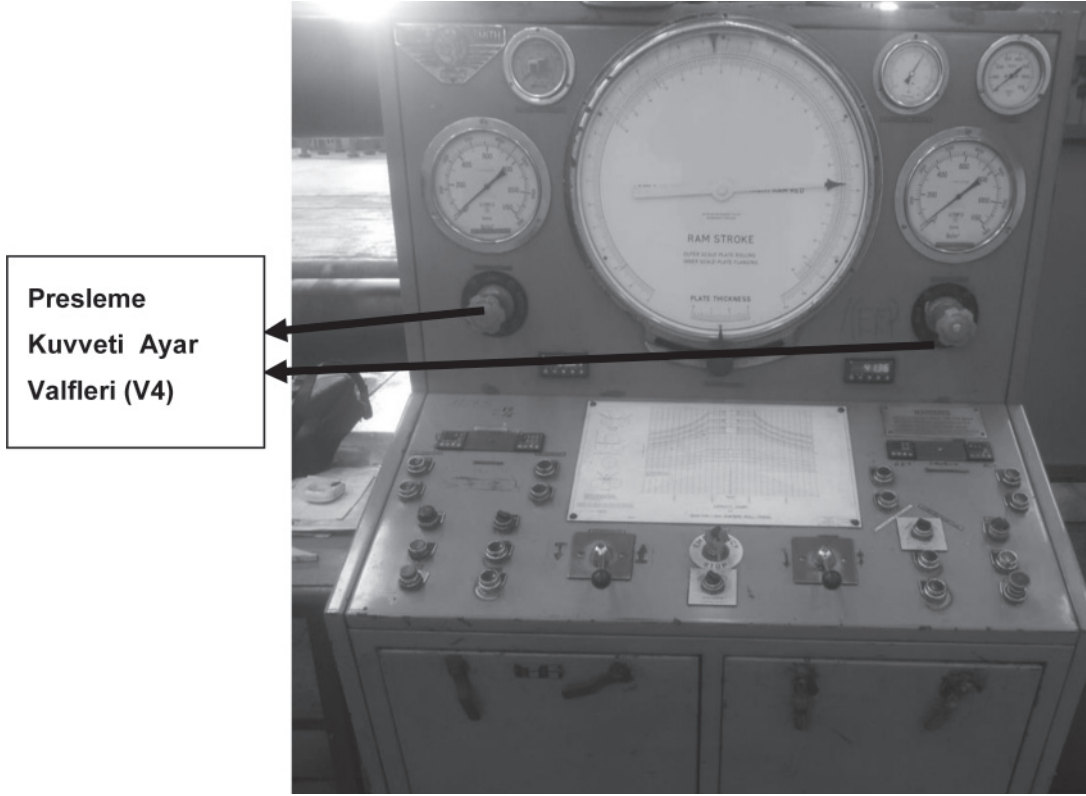
tip) bulunmaktadır. Tüm pompalar sabit deplasmanlıdır. Kontrol blokları her iki kolonda pompaların hemen yanına yerleştirilmiştir (Şekil 4). Sistem ana basınçları pompaların hemen yanındaki basınç sınırlama valflerinden (V11, V23) ayarlanmakta olup değişken presleme kuvvetleri kontrol panosu (Şekil 5) üzerindeki emniyet valfleri (V4) üzerinden ayarlanmaktadır.



**Şekil 4.** Eski Ana Kontrol Bloğu

Şekil 5'de de görüldüğü üzere her iki kolondan 8D ve 8B hatları kontrol panosuna kadar çekilerek kuvvet kontrolü basınç emniyet valfleri üzerinden sağlanmıştır.

Devre şemasında görülen yağ tankları presin her iki kolonunda bulunan konstrüksiyona akuple şekildedir.



Şekil 5. Eski Ana Kontrol Panosu

### 2.3 PRESİN ÇALIŞMA HIZLARI VE KUVVETLERİ

Modernizasyon sonrasında sağlanması gereken pres hızları ve kuvvetleri aşağıdaki Tablo 1’de verilmiştir:

Tablo 1. Pres Özellikleri

Pres Özellikleri							
Gruplar		Toplam Alan (cm <sup>2</sup> )	Kuvvet (ton-f)	Hız (cm/sn)	Strok (cm)	Debi (lt/dk)	Basınç (bar)
Presleme Grubu	Serbest Düşme	-	-	13,2	66,7	202	-
	Presleme	4903	1525	0,69		203	311
	Yukarı kaldırma	506	158	6,64		202	312
Üst Kama Silindirleri	İleri	81	25,2	0,62	27,3	3	311
	Geri	81	25,2	0,62		3	311
Alt Kama Silindirleri	İleri	182	56,7	0,28	27,3	3	312
	Geri	182	56,7	0,28		3	312



Presin 40 senelik çalışma ömrü içerisinde bazı revizyonlar geçirmesine rağmen büyük oranda ilk yapıldığı dönemdeki özelliklerini korumaktadır. Pres üzerinde yapılan en büyük değişiklik mekanik sisteme eklenen pozisyon sensörleridir. Bu sensörler pres tablasının anlık pozisyonun gözle takibi için kullanılmaktadır.

Presten talep edilen hassasiyeti yakalamak için yapılanlara geçmeden önce öncelikle mevcut durumda hassasiyeti sağlamada sorun teşkil eden etkenleri sıralamakta fayda vardır:

1. Mevcut pres **sabit deplasmanlı** pompalardan oluşmakta, çevrim boyunca maksimum debi ile çalışmaktadır. Pres abkant büküm yaptığı sırada maksimum debiye ihtiyaç duysa da presleme sonundaki bekleme zamanlarında ve dış sac bükümü gibi bekleme zamanının uzun olduğu operasyonlarda gereksiz ısı açığa çıkmaktadır,
2. **Kuvvet ayar valflerinin** (Şekil 5) silindirler ve hidrolik depolardan uzak olması (uzak kolondan yaklaşık 30 m) kuvvet ayarındaki **tepki süresinin** uzamasına ve **hassasiyetinin** düşmesine neden olmaktadır. Yağdaki ısınma aynı zamanda kontrol bloğunda yağ kaçaklarına neden olmakta ve pres hassasiyetini düşürerek **iş güvenliği** açısından da sıkıntı yaşatmaktadır.
3. Prese sonradan eklenen **pozisyon sensörleri** hassas olmamakla birlikte kontrol sistemi de yalnızca manuel olarak ayar yapmaya olanak vermektedir.
4. Kullanılan pompalar ve valfler mevcut standartların çok dışında olup, **tamir ve yedeklemeye** uygun ekipmanlar değildir.
5. Kullanılan ön dolum valfi **darbeli** çalışmaktadır.
6. Bekleme durumunda kaçaklar nedeniyle **pres aşağıya düşmekte** ve istenen basınçlarda çalışma şansı olmamaktadır.
7. Sistemde soğutucu olmaması nedeniyle **yağ sıcaklığı** kontrolü yapılamamaktadır.
8. Kullanılan valflerin 220V AC olması **iş güvenliği** riski oluşturmaktadır.
9. Pres yukarı kaldırılırken piston tarafından tanka boşalan yüksek debi nedeniyle depo kapağından **yağ sızıntıları** olmaktadır.
10. Tüm operasyon operatör tarafından yönetildiğinden, sistem kullanıcı **hatalarına** karşı korumasızdır.

### 3. MODERNİZASYON AŞAMALARI

#### 3.1 Tasarım Kriteri

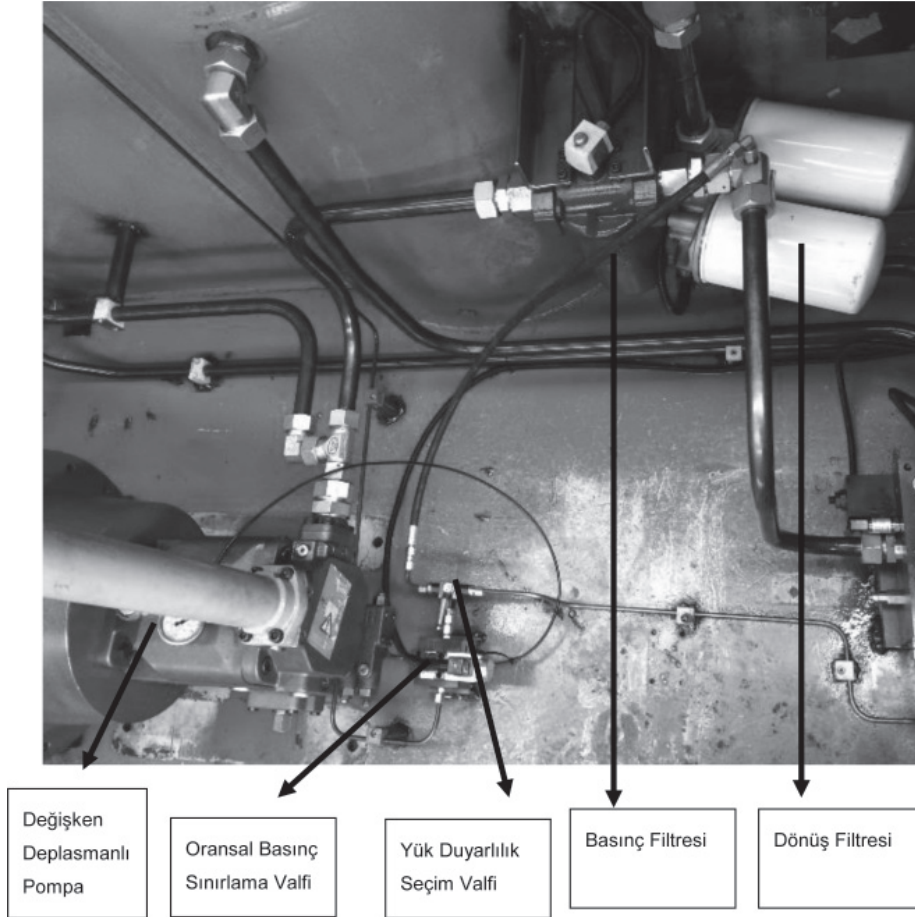
Yeni oluşturulacak sistemde yukarıda bahsedilen öncelikli sorunlar da göz önüne alınarak 2 temel değişiklik, tasarım kriteri olarak karşımıza çıkmaktadır:

1. Sistemin devamlılığı ve iş güvenliğini sağlayacak şekilde ekipman değişimlerinin yapılması,
2. İstenen hassasiyeti yakalamak adına yeni bir hidrolik devre ve kontrol sisteminin tasarımı.

Birinci maddenin çözümü için, yeni sistem, değişken deplasmanlı pompalar, oransal basınç ayar valfleri, servo oransal yön denetim valflerini içeren pres blokları ve yardımcı elemanlarla donatılmıştır.







**Şekil 8.** Yeni Pompa-Motor Grubu

Pres üzerinde yapılan hidrolik değişimlerin, konstrüksiyona adaptasyonu sırasında karşılaşılan güçlükler de azımsanamaz. Özellikle ilk dizayn aşamasında sistemde bulunmayan elemanları konstrüksiyona akuple etmek en büyük problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin mevcut sistemde öngörülmemen soğutucu grubu için depo üst kapağı revize edilerek, soğutucu, pompa-motor ve filtreler için uygun hale getirilmiştir (Şekil 9).

Aynı zamanda yeni kullanılan pompa pistonlu tip olduğundan emiş hattı çapı tespiti için yeniden hesap yapılmış ve mevcut emiş flanşının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Yeni yapılan hesapta katalog değerleri göz önüne alınarak aşağıda verilen formül kullanılmış ve emiş hattındaki akışkan hızı 0,5 m/s olarak alınmıştır:

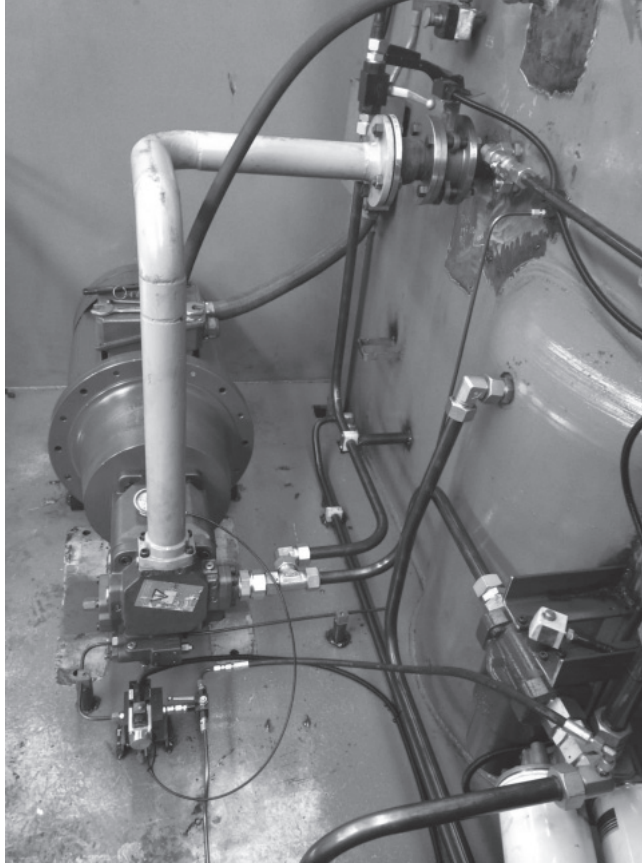
$$D(mm) = \sqrt{\frac{Q(lt / dk) * 21}{v(m / s)}} \quad (1)$$

Q : Debi (lt/dk)  
v : Akışkan hızı (m/s)  
D : Boru çapı (mm)

107 lt/dk'lık debi ve 0,5 m/s emiş hattındaki akışkan hızı için gerekli boru iç çapı yaklaşık 68 mm olarak hesaplanmış ve DN 80 boru ve flanş kullanılmıştır (Şekil 10).



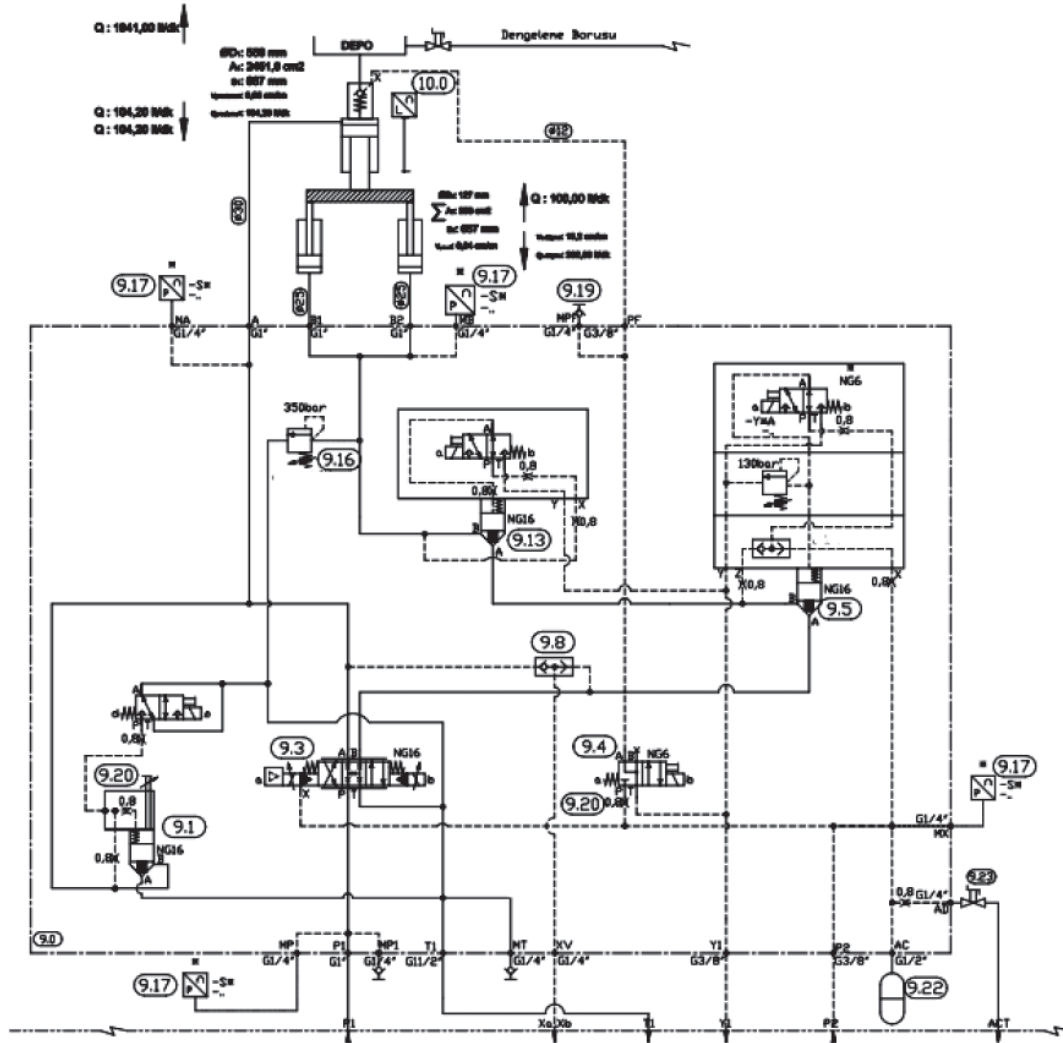
**Şekil 9.** Soğutma ve Sirkülasyon Grubu



**Şekil 10.** Yenilenen Emiş Hattı Borusu

### 3.3 Pres Kontrol Bloğu

Pres kontrol bloğu aşağıda verilmiştir:



Şekil 11. Pres Kontrol Bloğu Devre Şeması

Devre şemasında da görüldüğü gibi tüm pilot uyarıları önceki sistemde olduğu gibi harici bir (13 numaralı) pilot pompasından gelen P2 hattı ile beslenmiştir. Yeni sistemdeki ana fark pilot hattına eklenen bir adet diyaframlı akümülatör (9.22) ve basınç sensörüdür (9.17). Akümülatör pilot pompasının sık devreye girmesini önlemeye yardımcı olmaktadır. Basınç Sensörü hem kontrol panosundan takip edilip arıza arama için kolaylık sağlamada hem de pilot hattı için öngörülen daha geniş bir diferansiyel basınç aralığında kontrol sağlayarak pilot pompasının devreye girme periyotlarını uzatmaya yardımcı olmaktadır. Bu yapı önceki sistemden farklı olarak pilot pompa tarafındaki ısınma problemleri ortadan kaldırmış, enerji verimliliği açısından fayda sağlamıştır.

Bölüm 2.3'te bahsedilen sorunlardan biri de ön dolum valfinin darbeleri çalışması idi. Bu problem yeni

bloкта ön dolun kontrol valfi altına yerleştirilen 0,8 mm'lik bir orifis ile çözülmüştür. Aynı zamanda presin kullanılmadığı zamanlarda aşağıya düşme problemi yaşadığından bahsetmiştik. 9.5 ve 9.13 numaralı lojik valfler ve bu sistem için tasarlanmış kapaklar sayesinde aşağıya düşme sorunu ortadan kalkmıştır.

Pompa – Motor grubunda belirtilen 25 numaralı yük duyarlılık valfinin kontrol hattı 9.8 numaralı veya valfi üzerinden taşınmaktadır. Bu eklenti değişken yüklerin oluşmasını beklediğimiz merdaneli bükme operasyonu sırasında pompanın deplasmanını yüke göre otomatik ayarlamasına yardımcı olacaktır.

Sistemde basınç alma valfi (9.1) kullanılmasına rağmen yapılan denemeler sonrası, basınç alma işlemi oransal valf üzerinden yapılmıştır.

### 3.4 Pozisyon Kontrol Sistemi

#### 3.4.1 Pozisyon Kontrol Hassasiyeti İçin Önemli Kriterler<sup>(2)</sup>

Mevcut presteki pozisyon kontrolünün detaylarına geçmeden önce, genel olarak akbant preslerde pozisyon kontrolünü etkileyen faktörleri inceleyebiliriz:

Uygulama ve mevcut teknolojiler ne olursa olsun, en düşük ayar süresi ile doğru parçaların üretimi için beş temel büküm kriterinin sağlanması gerekmektedir.

Bükümde kullanılan özel alaşımlı çelik saclar belli toleranslar dahilinde üretilmiştir. Tüm malzemele-  
rin doğasında olan bu değişken boyutsal toleranslar büküm için kritik öneme sahiptir. Pres koç tablası hareketindeki hassasiyet, doğru büküm açısını yakalayabilmek için hep anahtar unsur olmuşsa da artık odak noktası, malzemedeki düzensizlik ve toleranslardaki değişkenliktir. Pres koç tablasında  $\pm 0$  hassasiyetindeki pozisyon tekrarlanabilirliği sağlansa bile doğru büküm açısının yakalanması malzeme toleranslarındaki değişkenliğe bağlı olacaktır.

Bununla birlikte tanecik doğrultusundaki değişimler ve/veya malzemenin mukavemet değerlerindeki süreksizlikler de koç tablasından bağımsız olarak büküm açısını etkileyen faktörlerdendir. Tanecik doğrultusundaki değişimler genellikle farklı büküm açıları oluşmasına neden olmaktadır. Eğer koç tablası doğru ayarlanmamışsa aynı malzeme üzerinde değişken büküm açıları oluşmasına da neden olmaktadır.

Büküm yapılacak malzeme boyunca doğru büküm açıları yakalamaktaki ana zorluk makina gövdesindeki sehimden kaynaklanmaktadır. Eğer üst ve alt kiriş büküm boyunca paralellikini koruyamazsa, büküm açısı bükülecek parça boyunca değişkenlik gösterecektir.

Kullanılan kalıplar büküm yapılacak malzeme boyunca büküm açısındaki değişkenliğe neden olan önemli faktörlerden biridir. Eğer kalıplar hassas olarak ayarlanmamışsa ya da kalıp boyu boyunca aşınmalar gözleniyorsa, sonuç büküm açısındaki değişim olacaktır.



Doğru flanş uzunluğunu yakalamak için arka dayama pozisyonu büküm yapılacak malzeme boyunca hassas bir şekilde; büküm açısı, büküm yarıçapı, büküm toleransı, kalıp geometrisi ve malzeme cinsi göz önünde bulundurularak ayarlanmalıdır.

Palalel bükümler elde edebilmek adına doğru arka dayama ayarı yapmak için oldukça kıymetli bir zaman kaybedilebilir. Bazı durumlarda üretilecek parça için bükme hattının paralel olmaması istenebilir, bu durumda ek bir zorluk ve arka dayamanın ayarı için ek bir zaman kaybı ortaya çıkmaktadır. Her iki durumda da hızlı ve hassas üretimi zorlaştıran etkenler; kalıp hizalamadaki sorunlar, kalıptaki aşınmalar, hasar görmüş arka dayamalar, yanlış kalibrasyon veya kalibrasyon eksikliği, olarak sıralanabilir.

Yukarıda belirtilenlere ek olarak yüksek pozisyon hassasiyeti gerektiren pres silindirlerinde düşük sürtünme kuvvetine sahip sızdırmazlık elemanlarının kullanılması gerekmektedir. Gelişen üretim teknikleri sızdırmazlık elemanlarında düşük sürtünme katsayısı, aşınmaya karşı dayanım ile hızlı kurulum ve değişim zamanlarını sağlamada yenilikler sunmaktadır.

Bununla birlikte sızdırmazlık elemanlarındaki Yapışma-Kayma (Stick – Slip) faktörünün hareket ve pozisyon hassasiyetine olan etkisi özellikle pres yüksüz durumdayken ve düşük hızlarda büyük oranda gözlenmektedir. Yapışma-Kayma etkisi sıcaklık, mil yüzey pürüzlülüğü, silindir hızı, sızdırmazlık elemanı malzemesi gibi birçok değişkene bağlıdır. Özellikle sızdırmazlık takım keçe malzemesi ve mil yüzey pürüzlülüğü devreye aldığımız preste bu etkiyi yüksek oranda hissetmemize neden olmaktadır. Sonuçlar bölümünde grafikler üzerinde de göreceğimiz bu etki ile pres yüksüz durumdayken aşağı hareket pozisyon set değerini hassas bir biçimde yakalayabilmek için hedef pozisyon değerine yaklaşıldığında silindirin yavaşlaması sonucu Yapışma-Kayma etkisi artmakta ve 800-1200 mikron civarında sistemin aşağıya kaymasına neden olmaktadır. Hidrolik sistem bu kaymaya kısa sürede cevap vererek her iki kolunu aşağı pozisyon set değerine getirmektedir. Ancak, preslenecek malzemenin uzunluğu arttıkça karşı direnç artmakta ve bu durumda aşağı pozisyon set değerine hassas bir şekilde ulaşmaktadır (12 m uzunluğundaki sac levha ile yapılan denemelerde  $\pm 6$  mikron hassasiyet yakalanmıştır).

Modernize edilen presin ana baskı silindirlerinin sızdırmazlık elemanlarının yüksek hassasiyete uygun olanlar ile değiştirilmesi; mekanik konstrüksiyonla yekpare olan pistonlarında ve boğaz flanşlarında revizyona gidilme gerekliliği nedeniyle yapılamamış olsa da mekanik iyileştirmelerle sistem daha kararlı halde çalışır duruma getirilmiştir. Bu noktada büküm hassasiyeti için en önemli faktörler; yüksek hızlı haberleşmeye uygun pozisyon sensörlerinin her iki koluna eşit yüksekliklerde montajı ve bükülecek sacın düzlemselliğini sağlayacak olan arka dayamaların sisteme mekanik ve hidrolik adaptasyonudur.

Pozisyon sensörlerinin montajında hassasiyeti yakalamak için özellikle tersane üretim hatlarında sıkça kullanılan laserli nivo aracından faydalanılmıştır.

Bükülecek malzemenin uzunluğu nedeniyle başta ve sonda yapacağı boyuna sehimlerin önüne geçebilmek için arka dayama kullanmak zorunludur. Prese eklenen harici bir ünite ile sacın kalıba tam oturması sağlanmıştır (Şekil 12).

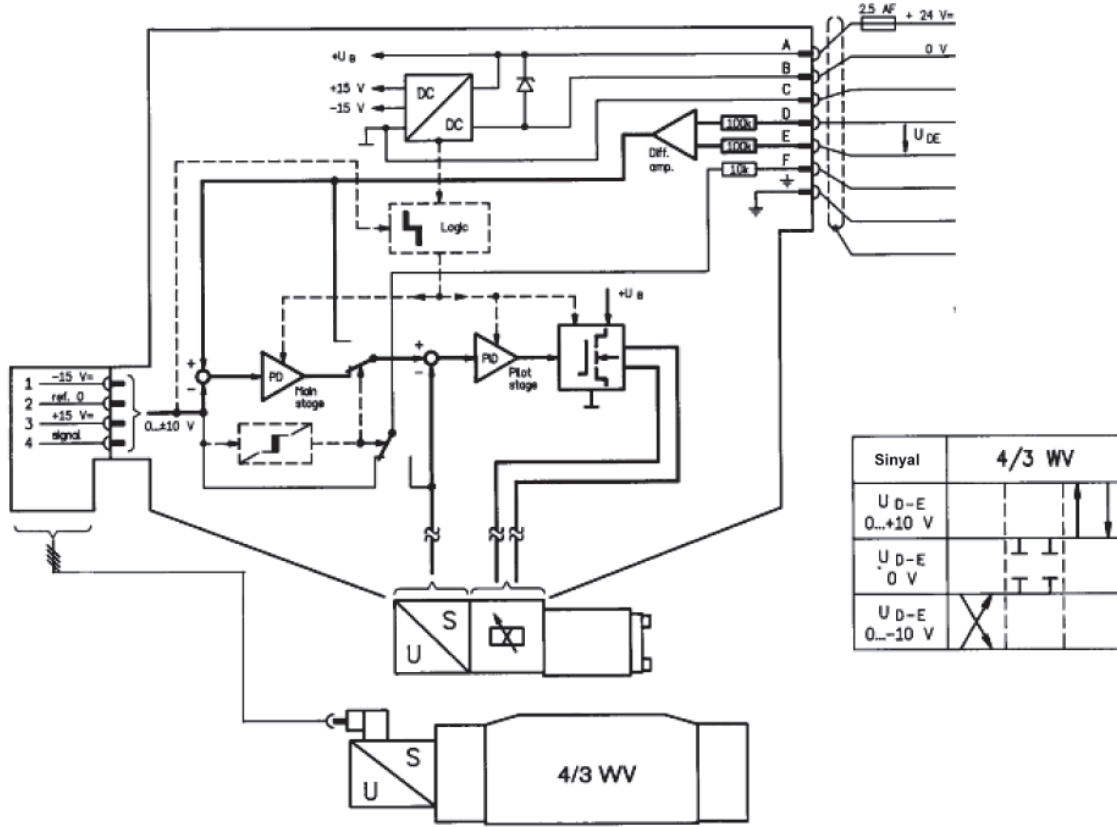


**Şekil 12.** Dayama Konstrüksiyonu

### 3.4.2 Pozisyon Kontrol Elemanları

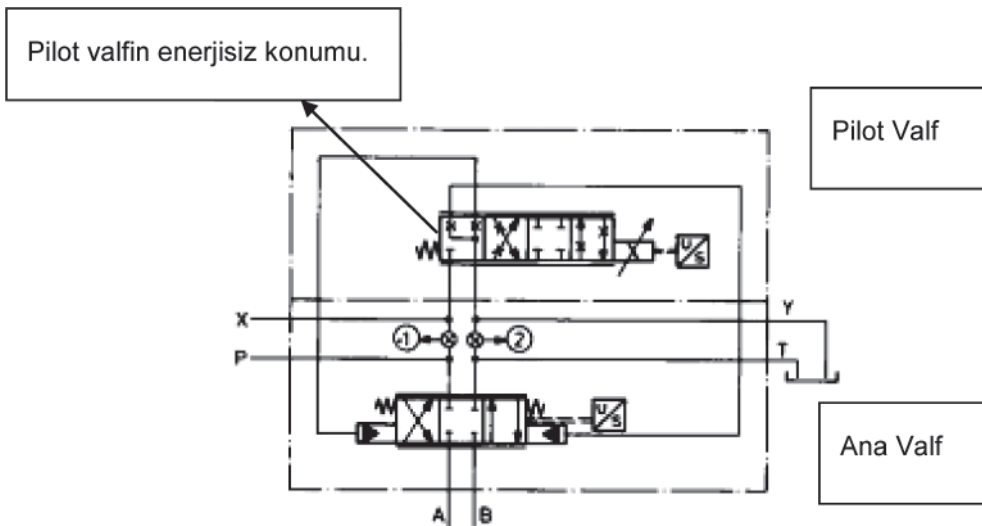
Talep edilen pozisyon kontrolünü sağlayabilmek için belirtilen hassasiyetlerde ölçüm yapabilmek gerekmektedir. Bu projede pozisyon ölçümü için SSI arabirimli 1 mikron çözünürlüklü pozisyon sensörleri kullanılmıştır.

Kullanılan oransal valfler de pozisyon kontrolü için kilit önem taşımaktadır. Projede her iki kolon silindiri için ayrı iki oransal valf ile kontrol sağlanmıştır. Aşağıda blok diyagramı verilen valf  $\pm 10$  V sinyal ile çalışmakta olup, %0,1 den küçük histerisise sahiptir.



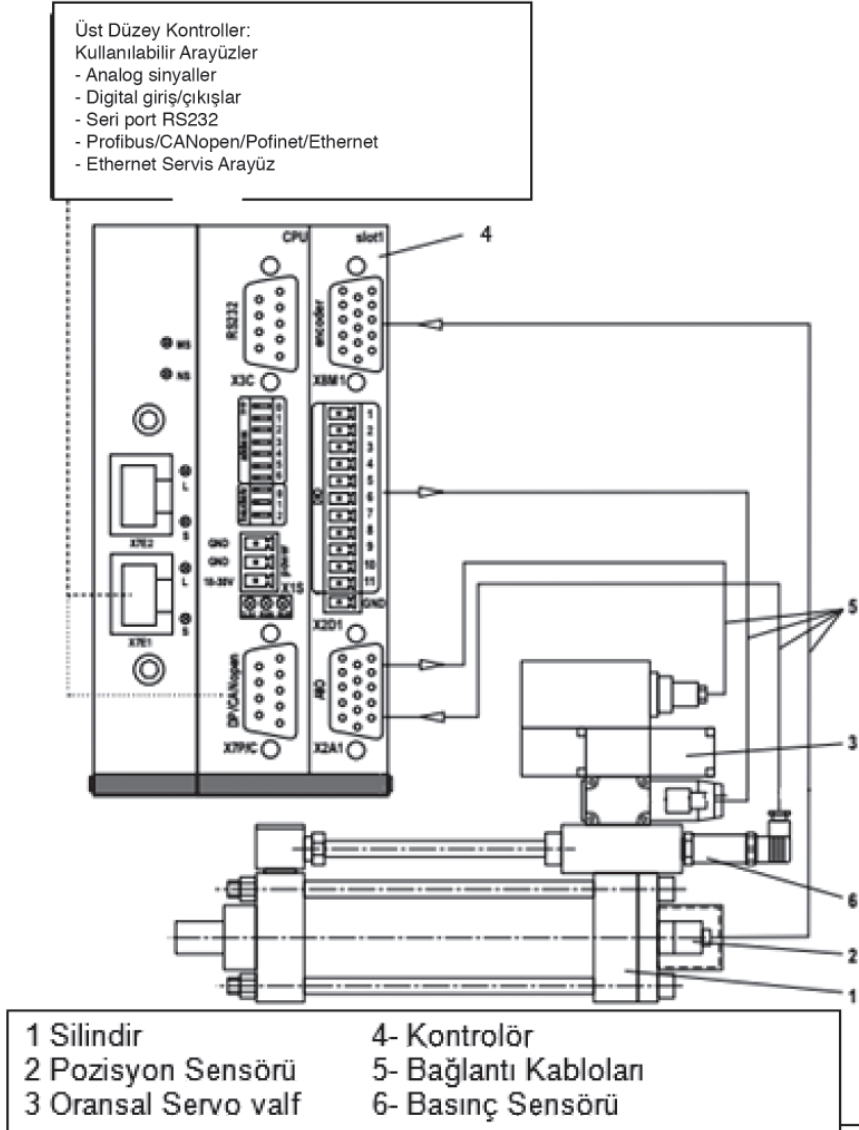
Şekil 13. Oransal Valfin Blok Diyagramı

Yukarıda blok diyagramını verilen valfin kontrol kartı üzerinde olup, pilot valf enerjisizken hata koruma (fail-safe) konumuna geçmektedir (Şekil 12).



Şekil 14. Pilot Valf Hata Koruma Sistemi

Oransal valf sürgüsündeki pozisyon sensörü sayesinde (LVDT tip) valf kendi içerisinde kapalı çevrim kontrol yaparak hassas akış kontrolü sağlamaktadır. Ancak bu kontrol presin talep edilen hassasiyeti için yeterli değildir. Bunun için valfin presin gövdesine akuple edilen pozisyon sensörü ile haberleşip, hassas sürgü konumu ayarını iş çevrimi boyunca sürekli yapması gerekmektedir. Bu kontrol, yüksek hızlı haberleşme protokollerini gerektirmekte ve standart endüstriyel uygulamalarda kullanılan PLC modülleri bu hızları karşılayamamaktadırlar. Özellikle kuvvet ve pozisyon kontrolü ya da eksen senkronizasyonu için özel olarak tasarlanan kontrolörler mevcut olup, bu projede SSI arabirimli, Profibus haberleşme sistemini kullanan ve çift eksen kontrolü için özel olarak tasarlanmış bir kontrolör kullanılmıştır. Kontrolörün çalışma prensibi aşağıda verilmiştir (3)(4)(5):



Şekil 15. Kontrolör Çalışma Prensibi

Modernize edilen sistem otomatik modda kontrol panosu (Şekil 16, Şekil 17) üzerinden girilen komut değerine yukarıda belirtilen kontrol elemanları vasıtasıyla gelmektedir.



Şekil 16. Elektrik Kumanda ve Kontrol Sistemi

Uzak Kolon (2)		Yakın Kolon (1)	
Oransal Basınc Valf	10.0	10.0	Oransal Basınc Valf
Anlık Pozisyon	650.000	650.000	Anlık Pozisyon
Command Value	650.000	650.000	Command Value
Silindir A Basınc	9.200	10.900	Silindir A Basınc
Silindir B Basınc	290.800	300.000	Silindir B Basınc
Ana Basınc	292.573	302.982	Ana Basınc
Pilot Basınc	79.498	101.276	Pilot Basınc
Oransal Yon Valfi - Volt	-0.5	-0.6	Oransal Yon Valfi - Volt
Wedge Basınc	6.194		
Asagi Pozisyon Set	550.000	650.000	Yukari Pozisyon Set
Asagi Hiz Set	100.0	1000.0	Yukari Hiz Set

Şekil 17. Dokunmatik Ekran

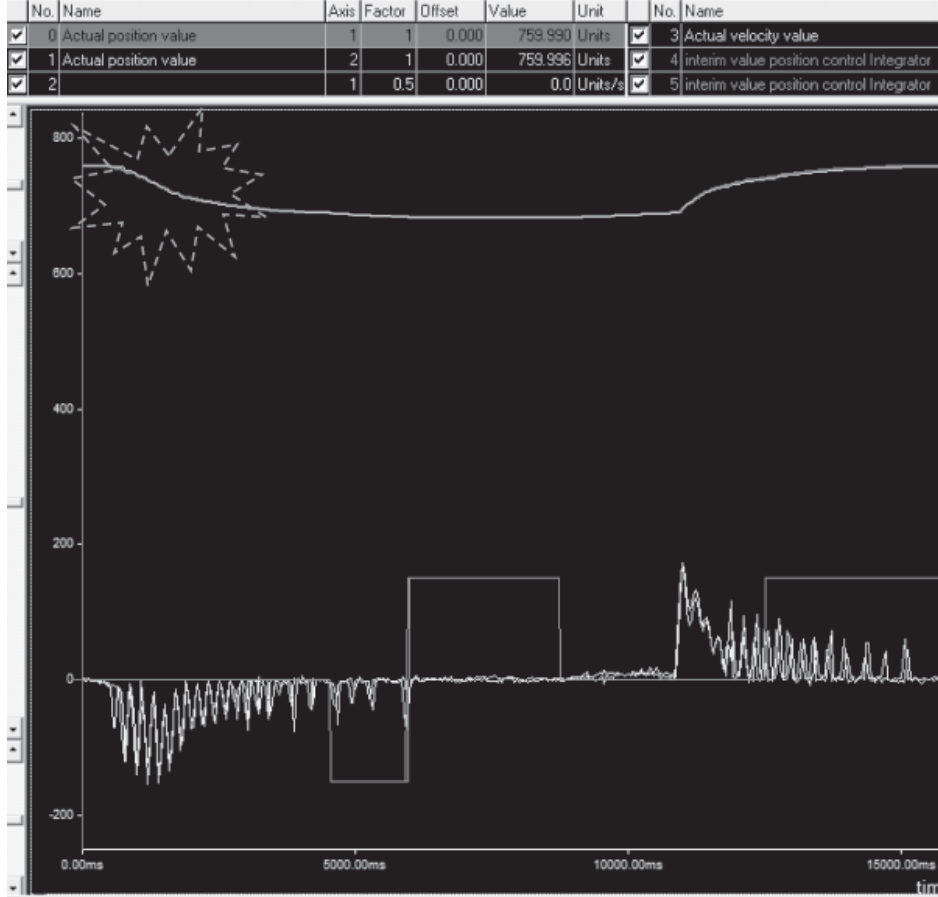


#### 4. GERÇEK BÜKÜM VERİLERİNİN ANALİZİ

Devreye Alma sonrası pozisyon kontrolü ile ilgili elde edilen verileri inceleyebiliriz:

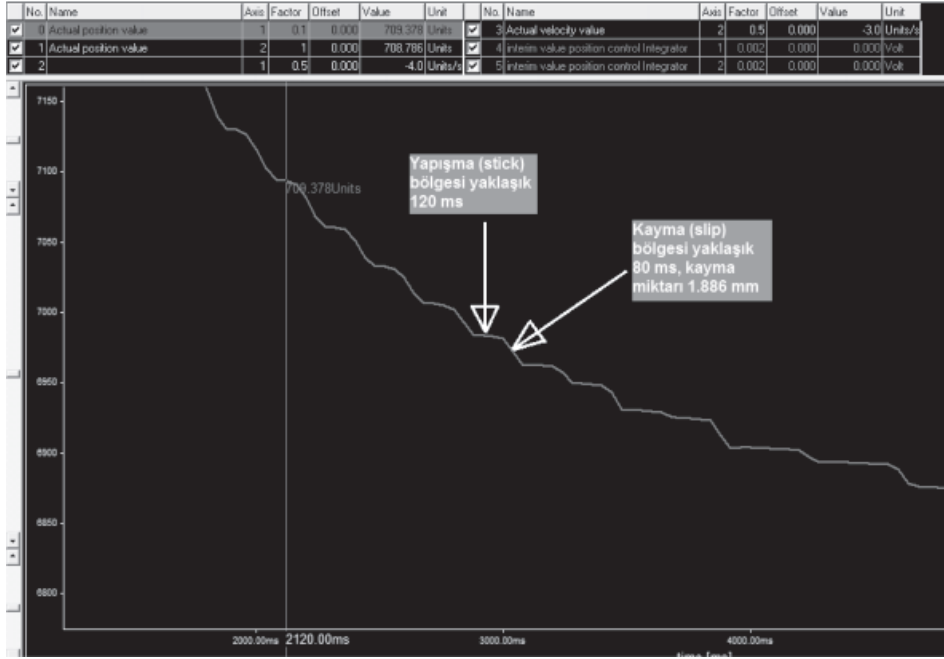
##### 4.1 Büküm Sacı Olmadan Toplanan Veriler

Pres boşta çalışırken hedef pozisyon hassasiyetinde ortaya çıkan sorunlar ile ilgili grafik aşağıda verilmiştir:



Şekil 18. Boş Durumda Çevrim Grafiği

Grafikten de görüleceği üzere boşta iniş sonrası hedef değere yaklaştıkça sistem yavaşlamakta ve hareketteki kesintiler ortaya çıkmaktadır. Gözle fark edilemeyen bu kesintiler yapışma - kayma etkisinden kaynaklanmakta olup sistemin maksimum 1800 mikrona kadar hedef değerden aşağıya düşmesine neden olmaktadır. Bu kaymanın etkisi kısa sürede giderilip pres hedef pozisyonda  $\pm 2$  mikron hassasiyetle çalışmasına devam etmektedir. Grafikte işaretlenen alan daha yakından incelendiğinde etkinin boyutu daha net anlaşılacaktır:

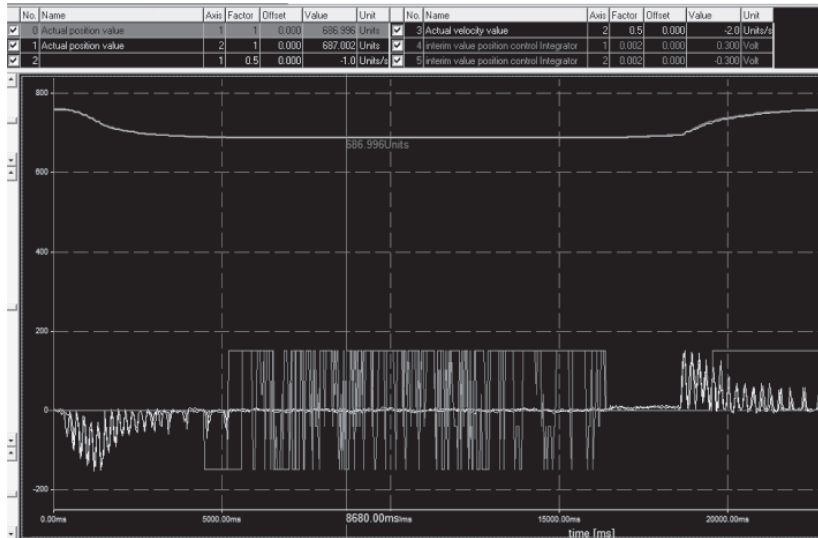


Şekil 19. Boş Durumda Çevrim Grafiği – Detay

Görüldüğü gibi her ne kadar sistem zamanla istenen pozisyona gelse de kayma miktarına ve kaymanın meydana geldiği pozisyona göre pres son konum hassasiyeti büyük oranda etkilenmektedir. Bu sorunun nedeni ve çözümleri 3.4.1 maddesinde ayrıntıları ile işlenmiştir.

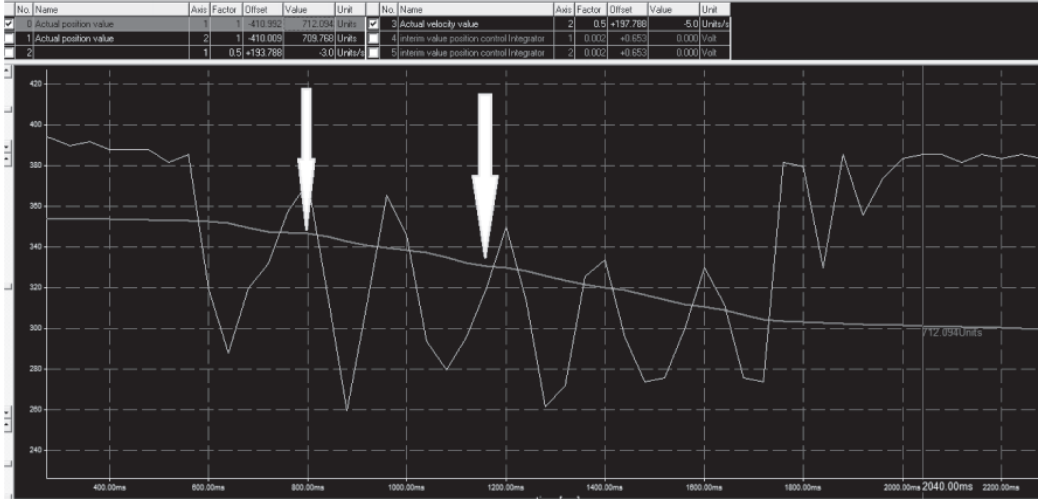
#### 4.2 Büküm Sırasında Toplanan Veriler

Hedef Komut değeri 687,00 mm olan büküm sırasındaki pozisyon ve hız değerleri için elde edilen grafik aşağıdaki gibidir:



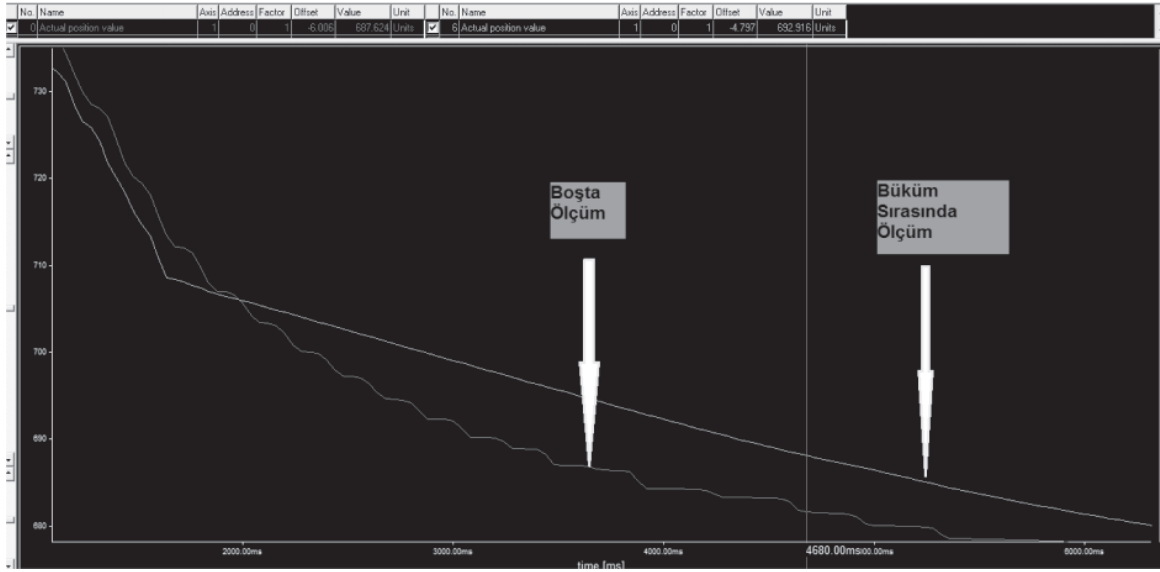
Şekil 20. Büküm Esnasında Çevrim Grafiği

Grafiğin ilk 2000 ms'lik bölümünü ayrıntılı incelediğimizde ok işaretiyle belirtilen bölgelerde yapışma (stick) etkisinin görüldüğü, ancak kayma (slip) etkisinin büyük oranda yumuşadığı görülmektedir. Bu nedenle yaklaşım anındaki hassasiyet  $\pm 6$  mikrona kadar yükselmiştir.



Şekil 21. Büküm Esnasında Çevrim Grafiği - Detay

Pres boşta çalışırken toplanan grafik ile karşılaştırmak için iki grafiği aynı anda aşağıda inceleyebiliriz:



Şekil 22. Boş Durum ve Büküm Esnasındaki Çevrim Grafiği Karşılaştırması



## 5. SONUÇ

İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu büyük çaplı makinaların kontrol sisteminde yapılacak olan iyileştirmelerin işletmeye geri dönüşü çok hızlı olmaktadır. Özellikle mekanik sistemde çok büyük bir sıkıntı yoksa, hidrolik ve elektrik sistem modernizasyonları enerji tasarrufu, ilk yatırım maliyetlerinin düşürülmesi, hassasiyette artış gibi birçok fayda sunmaktadır. Özellikle Oransal/Servo uygulamalarla yapılan bu iyileştirmeler üretim verimliliği açısından çok büyük önem arz etmektedir. Bu tarz bir değişim söz konusu olduğunda hidrolik, mekanik ve elektrik sisteminin çok iyi gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bahsi geçen üç disiplinin koordineli çalışması çok daha iyi sonuçların elde edilmesine yardımcı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] ÖZCAN, F., "Hidrolik Akışkan Gücü", Mert Eğitim Yayınları, 1982
- [2] [[http://www.lvdgroup.com/files/items/PPEB\\_US07.pdf](http://www.lvdgroup.com/files/items/PPEB_US07.pdf) ]
- [3] GÖTZ, W., "Electrohydraulic Proportional Valves And Closed Loop Control Valves Theory And Application", Robert Bosch GmbH Hydraulics & Pneumatics Division, Dept. Of Technical Publications.
- [4] "Components And Systems For Presses", "Mannesmann Rexroth GmbH, 1989,
- [5] Rota Teknik Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş. Teknik Arşivi

## ÖZGEÇMİŞ

### Can ŞAHİN

1983 yılında Denizli'de doğdu. 2006 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Gemi İnşaatı ve Makinaları Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. Aynı yıl özel bir şirkette Gemi Dizayn Mühendisi olarak göreve başlamıştır. Askerlik görevini 2008 yılında Yavuz Fırkateyni'nde kısa dönem deniz eri olarak yapmıştır. 2010 yılından itibaren Rota Teknik A.Ş.'de Proje-Satış Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evlidir.

### Gökalp ÖZCAN

1986 yılında İstanbul'da doğdu. 2008 yılında Kadir Has Üniversitesi Elektronik Mühendisliği bölümünü bitirdi. Aynı yıl Genel Elektronik Otomasyon Teknik Ltd. Şti. (Geotek) firmasında proje sorumlusu olarak göreve başladı. Endüstriyel Otomasyon ve Kontrol alanında yurt içi ve yurt dışında projeler üstlenerek yerine getirdi. 2010 yılından itibaren Rota Teknik A.Ş.'de Test ve Otomasyon Departmanında Proje ve Satış Mühendisi olarak görev yapmaktadır.