



# HİDROLİK SİLİNDİRLERDE, SAYISAL KONTROL İLE HASSAS KUVVET VE KONUM KONTROL UYGULAMASI

Savaş BİBER

## ÖZET

Bu bildiride, muhtelif çaplarda Polietilen boruların basma ve çekme / koparma dayanım testlerini gerçekleştirecek sayısal kontrol sürücü ve ekipmanlarından oluşan bir hidrolik presin bahsedilecektir. Bu pres, doğalgaz hatlarında kullanılan poliüretan ( PE 80 , PE 100 ) malzemeden üretilen boruların dayanım testlerini gerçekleştirecektir. Testler , hassas deformasyon değerlerinin elde edilmesi için uygulanmaktadır. Böylece seri üretimi gerçekleştirilecek çeşitli çaplardaki doğalgaz borularının, basma- çekme dayanımını ve hassas deformasyon değerlerinin tespit edilmesi sağlanacaktır.

## ABSTRACT

In this documentation, hydraulic numeric ( digital axis ) controller and equipments is expressed for the hydraulic press. It is used for testing of forces and tearing off the polyurethane material ( PE 80, PE 100 ) getting results sensitive deformation values. Hydraulic numeric controller is a programmable NC control for a closed loop control axis and forces of hydraulic cylinder. The press is produced for the İGDAŞ/UGETAM company.

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde doğalgaz kullanımı hızla arttığından, önümüzdeki yıllarda TÜRKİYE'nin gerek taşıma hatları gerekse şehir dağıtım yönünden büyük yatırımlar gerçekleştirilecektir. Bu yatırımlar sonucunda birçok kentimizde doğalgaz sistemleri ile ısınma sağlanacaktır. Bu amaçla altyapı imalatı, işletmecilik ve müşteri hizmetleri çalışmaları yoğun şekilde gündeme gelecektir. Bu gelişmeler, giderek büyüyen sektörün altyapısının kuvvetlendirilmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Daha kaliteli hizmet ve teknik altyapının ön koşulu ise eğitim ve araştırmadır. Söz konusu sektör, doğalgaz gibi hassasiyet, dikkat ve norm uyumları gerektiren bir sektör olduğundan konunun önemi daha da artmaktadır. Bu sebeple, doğalgazlı cihazlarla şebeke elemanlarını sertifikalandıracak olan " UGETAM " ( Uluslararası Gaz Eğitim, Teknoloji ve Araştırma Merkezi ) bünyesinde, hidrolik tahrikli çalışan bu basma ve koparma presi ve ekipmanları kurulmuştur. Bu presler ile uluslararası standartlara uygun sistematik bir çalışmayla, test, belgelendirme ve kalibrasyon hizmetlerinde hizmet alanı genişletilmiştir. Bu amaçla üretilen hassas kontrollü hidrolik basma ve çekme presi İstanbul Gaz Dağıtım A.Ş.( İGDAŞ/UGETAM ) firmasında çalışmaktadır. Şehir içi doğalgaz hatlarında kullanılan doğalgaz borularının kullanımı ömrü elli yıl süresince problemsiz hizmet verilmesi amaçlanmaktadır. Halen çalışmakta olan hidrolik preste kullanılan eksen kontrolü için, hidrolik sayısal kontrol ile son derece hassas konum ve kuvvet kontrolü yapmak ve senkron hareketleri denetlemek mümkündür. Kontrol ve ayarların yazılım üzerinden gerçekleştirilmesi devreye almada ve sonrasında parametre değişimlerinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Hassas konum kontrolü ile birlikte , aynı zamanda hassas kuvvet kontrolü de gerçekleştirilir. Bu hassasiyet, kapalı çevrim kontrol ile sağlanmaktadır. Kapalı çevrim ; yağın viskozitesinden, kullanılan pompaların veriminden ve silindirlerdeki sızdırmazlık elemanlarından veya dış etkenlerden bağımsız çalışmaktadır. Son zamanlarda geliştirilen hidrolik sayısal kontrol sürücüleri ile makina imalatçılarına proje olarak büyük kolaylık sağlamıştır.



## 2. HİDROLİK PRESİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Bu pres, büyük çaplı doğalgaz plastik borularının basma testinde malzeme deformasyonunun ölçülmesini, çekme testinde de malzeme kopma değerinin hassas olarak belirlenmesi sağlar. Bu pres, PE boru, fitting, kaynak numunesi v.b. malzemelerin testlerinde kullanılan bir test cihazıdır. Kapalı çevrim kontrol edilen hidrolik silindirde geri besleme için konum cetveli ve basınç transduseri kullanılmaktadır. Uygulamamızda kullandığımız konum cetveli [ SSI ] digital çıkış , basınç transducerleri ise [ 0 -10 V ] analog çıkış vermektedir. Hidrolik silindirin aşağı ve yukarı hareketi oransal-servo valfe " ± 0-10 volt " arasında değer verilerek sağlanmaktadır. Kullanılan valfin çalışma basıncı 315 bar olup histerisis oranı % 0,2 'den düşüktür. Kontrol sistemi, hidrolik servo silindirin konum ve kuvvet kontrolü yapabilmesi için geri besleme sensörlerinden aldığı değerleri kumanda değeri sürekli karşılaştırıp gerekli düzeltmeleri yaparak hatayı sifira indirir. Kapalı çevrim kontrolündeki amaç yüksek hassasiyet ve hızlı cevap verme sürelerine ulaşmayı sağlamaktır.

### Test presinden istenilenler;

- Test presi basma veya çekmede konum veya kuvvet kontrolü modunda çalıştırılabilir.
- Maksimum basma kuvveti 20 ton-f, maksimum çekme kuvveti 6 ton-f olacak şekilde tasarlanmıştır.
- Basma hızı 25 mm /dk ile 100 mm/dk arasında, Çekme hızı 50 mm/dk ile 300 mm/dk arasında ayarlanmaktadır.
- İşlem süresince hızın sabit kalması sağlanmıştır.
- Pres, hidrolik sayısal kontrolör ile kapalı çevrim kontrol edilmektedir.
- Verilerin okunmasını ve bilgilerin girilmesini sağlayacak operatör paneli (OP) kullanılmıştır.
- OP ile mesafe, hız ve kuvvet bilgileri girilmekte
- OP den, uygulanan kuvvet ( kg-f veya N ),süre (sn,dk),hız (mm/dak.,mm/sn) ve mesafe (mm) bilgileri hassas okunmaktadır. Bu bilgiler istenildiğinde kayıt altına alınabilmekte ve bu değerlerin yazıcıdan çıktısı alınmaktadır.
- Test presinin basma ve çekme esnasında gürültü ses düzeyi 55 db(A) 'in altındadır.

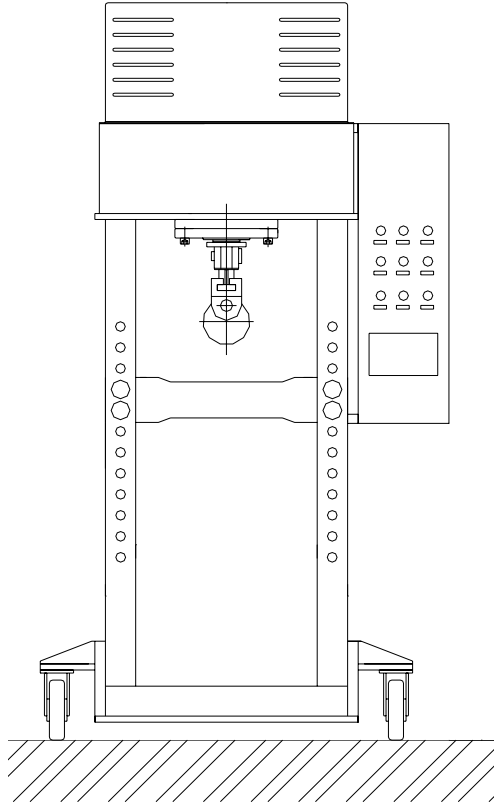


Şekil 1. Hidrolik Tahrikli Test Presinin Önden Görünüşü



## 2.1. Hidrolik Presin Genel Görünüşü ve Özellikleri

Şekil 2'de test presinin genel bir resmi verilmektedir. Basma ve çekme ( koparma ) operasyonu için kullanılan bu presin bir adet hidrolik silindiri mevcuttur. Bu presin teknik özellikleri ;



Max. Basma kuvveti	ton-f	: 20
Hidrolik devre basıncı	bar	: 20-160
Max. Çekme kuvveti	ton-f	: 6
Toplam güç ihtiyacı	kW	: 2,2
Basma anındaki	mm/dak:	25-100
	ayarlanabilen silindir	
	hızı	
Çekme anındaki	mm/ dak:	50-300
	ayarlanabilen silindir	
	hızı	

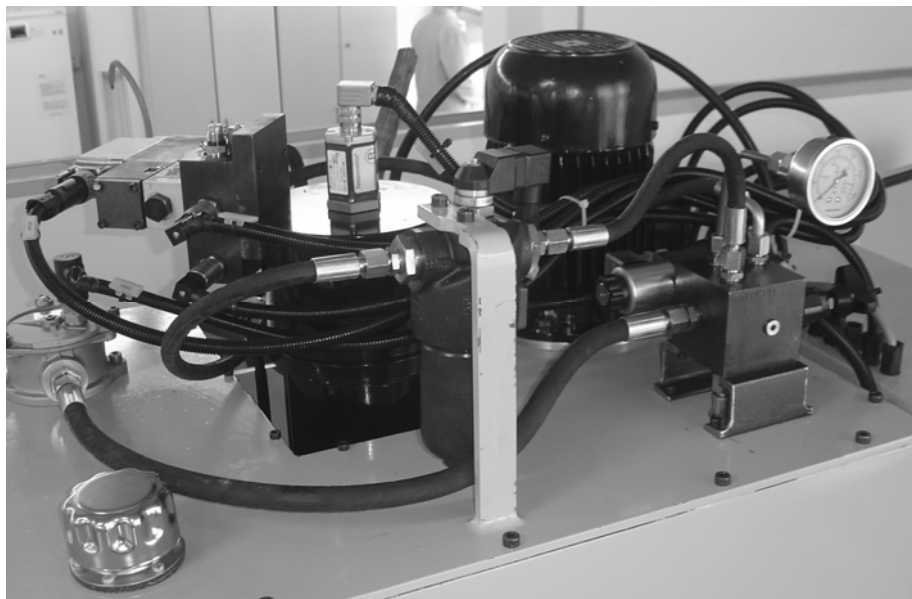
Basma Yönü



Çekme Yönü



Şekil 2. Hidrolik Tahrikli Test Presinin Teknik Resmi ve Özellikleri



Şekil 3. Test Presinin Hidrolik Güç Ünitesi

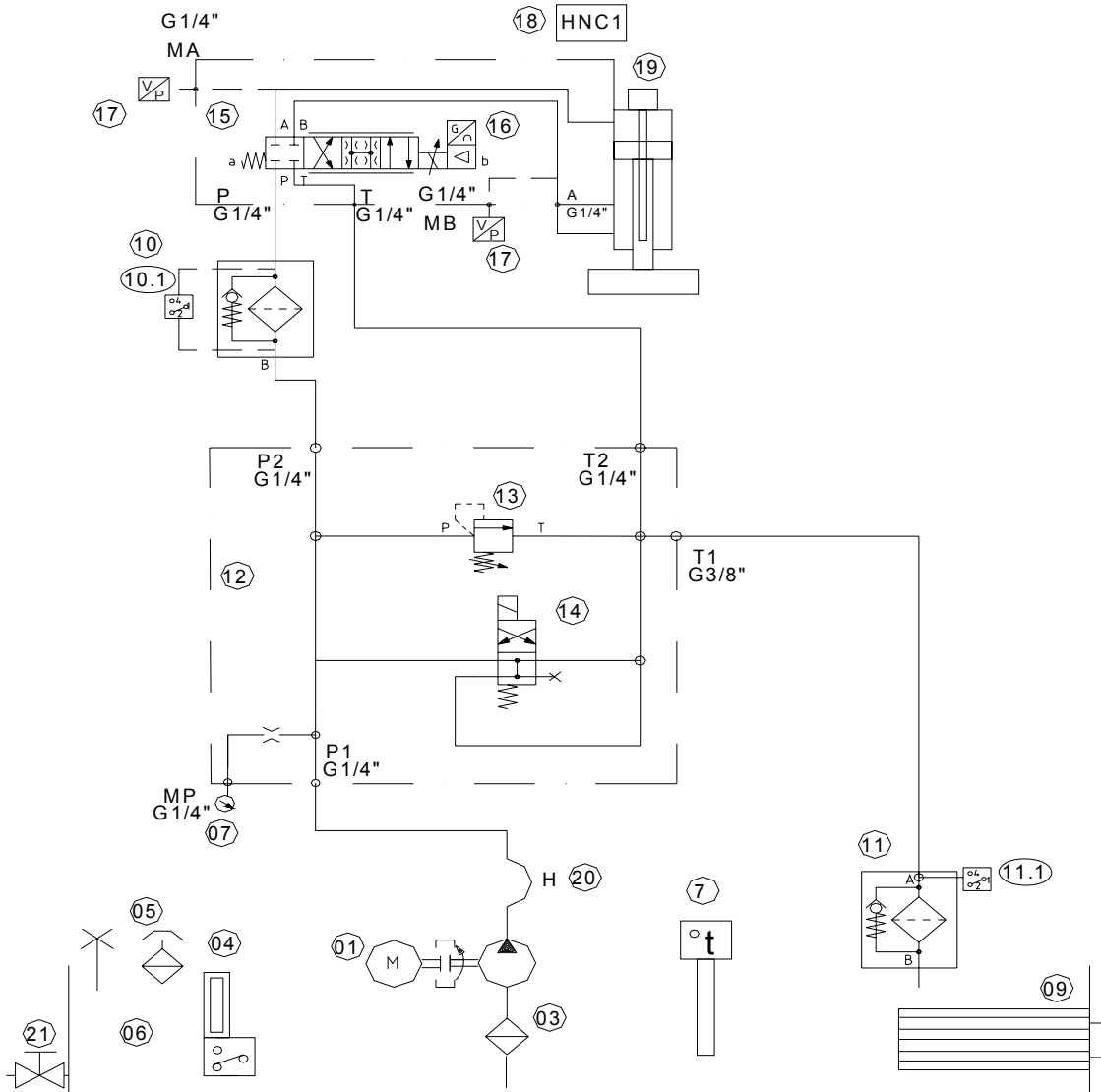


## 2.2. Hidrolik Sistemin Devre Elemanları

Hidrolik güç ünitesinde kullanılan devre elemanları ve seçim kriterleri sistemin hassasiyeti için önemlidir. Hidrolik sistemde kullanılan filtrelerin iç elemanları 6 µm olup, her bir filtre için elektrikli kirlilik anahtarı kullanılmıştır. Bu filtrelerden elektrikli kirlilik ikazı alındığında, elektrik motoru durdurulur ve operatör panelde ikaz bildirilir. Sistemin sorunsuz devreye alınması ve performansını koruması için ; tesisat montajından sonra depo, boru ve hortum tesisatı yıkanarak, kullanılacak yağ ISO 15/13/10 ( NAS 4 ) sınıfında filtre edilmiştir. Hassasiyeti yüksek sistemlerde hidrolik yağın kirlilik analizi mutlaka yapılmalıdır.

Kullanılan devre elemanları ;

- 1- Elektrik Motoru
- 2- Hidrolik Pompa
- 3- Emiş Filtresi
- 4- Sıcaklık ve Seviye Göstergesi
- 5- Depo Havalandırma ve Dolum Kapağı
- 6- Hidrolik Depo
- 7-Elektrikli Sıcaklık Göstergesi
- 8- Manometre
- 9-Sulu Soğutucu
- 10- Basınç Filtresi
- 11-Dönüş Filtresi
- 12-Hidrolik Blok
- 13- Basınç Emniyet Valfi
- 14- Boşaltma Valfi
- 15- Hidrolik Blok
- 16- Oransal-Servo Yön Denetim Valfi
- 17- Basınç Transducer
- 18- Hidrolik Sayısal Kontrol Kartı
- 19- Konum Cetveli
- 20- Basınç Hattı Hortumu
- 21- Yağ Boşaltma Vanası

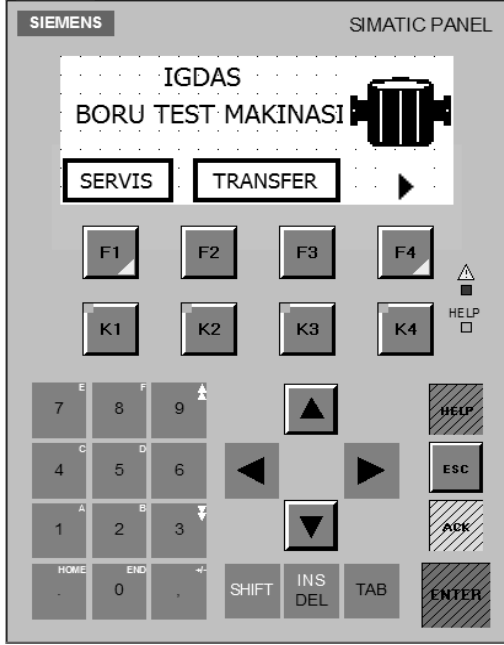


Şekil 4. Sürücü ile kapalı devre hidrolik silindir devre şeması



### 3. HİDROLİK TEST PRESİNİN OPERATÖR PANELİ VE ÇALIŞMA ŞEKLİ

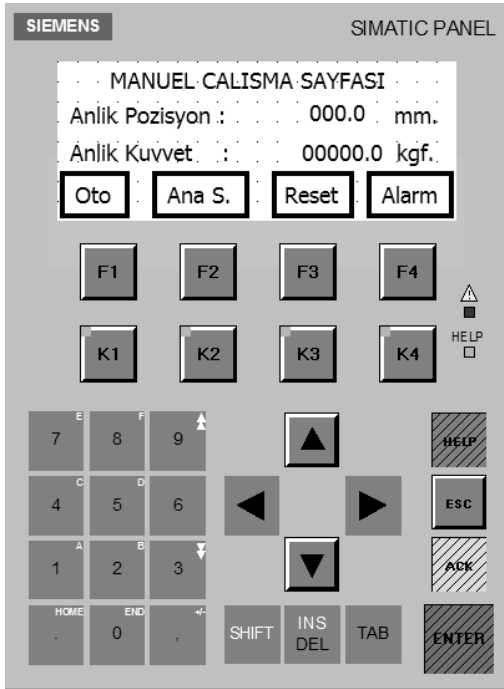
#### 3.1. Operatör panelin açılış sayfası



Panoya enerji verildikten bir süre sonra operatör panel üzerinde yukarıdaki ekran görünür. Burada yön tuşları ve ENTER ile "SERVİS" sayfasına, "Transfer" butonu ile Operatör Panel Transfer moduna (program yükleme modu) ve sağ ok vasıtasıyla da direk olarak "ANA SAYFA" ya erişim sağlanır.

Şekil 5. Operatör Panelin Açılış Sayfası

#### 3.2. Operatör Panelin Manual Açılış Sayfası

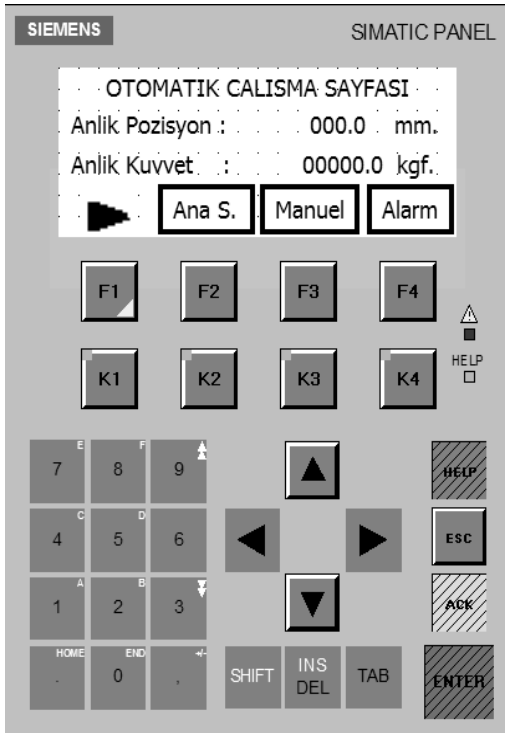


Bu sayfada ekranın ortasında anlık konum "mm." olarak ve anlık kuvvet de "kgf." olarak okunmaktadır. Ekranın alt tarafında bulunan "OTO" butonu ile otomatik çalışma sayfasına, "ANA S." butonu ile ana sayfaya erişim sağlanır. Eğer manuel olarak çalışırken herhangi bir alarm oluşmuşsa oluşan alarmı görüntülemek için alarm oluştuğunda ortaya çıkan "ALARM" butonuna basılır ve alarmlar sayfasına erişim sağlanır. Yine alt kısımda yer alan "RESET" butonu ile de sistem sıfırlama işlemi ile alarm resetleme işlemleri yapılabilmektedir. Ancak bazı alarmlar ; basınç ve dönüş filtrelerinin yağ kirlilik göstergeleri, maksimum yağ sıcaklık ve minimum yağ seviye göstergesi gibi.. Sistemin reset butonuna basılması halinde, alarm hali devam ediyorsa alarm durumunu ortadan kaldırmak gerekir. Alarm devam ettiği sürece sistem kapalı kalacaktır. Sistemin çalışmasında herhangi bir alarm durumu yok ise operatör manual konumda sistemi çalıştırabilir. Kumanda kutusu üzerinde bulunan silindir ise yukarı ve aşağı butonları ile hareket ettirilir. Bu hareketler esnasında operatör panelden silindir konum ve kuvvet değerleri değiştirilebilir. Bu hareketlerin amacı, testin yapılacağı numunenin konum değerlerinin belirlenmesi ve mekanik ayarlamaların yapılabilmesi için uygulanmaktadır.

Şekil 6. Operatör Panelin Manual Açılış Sayfası



### 3.2. Operatör Panelin Otomatik Açılış Sayfası



Bu sayfada ekranın ortasında anlık pozisyon değeri "mm." olarak ve anlık kuvvet değeri de "kgf." olarak görüntülenmektedir. Ekranın alt kısmında yer alan "ANA S." butonu ile ana sayfaya , "MANUEL" butonu ile manuel çalışma sayfasına ve "ALARM" butonu ile de alarm sayfasına erişim sağlanmaktadır. Ekranın alt kısmının solunda yer alan sağ ok görüntülü F1 butonu ile eğer sistem ayarları tamamlanmış ve "OTO / MAN" mandal butonu "OTO" kısmında ise otomatik çalışma startı verilmiş olur.

Şekil 7. Operatör Panelin Otomatik Açılış Sayfası

#### Presin basma anındaki çalışma prensibi ;

Silindirin basma işlemi, piston alanına ( büyük alana ) gönderilen basınçlı yağ ile gerçekleştirilir. Belirli çaplarda kullanılan doğalgaz borularına, presleme ile baskı uygulanır. Her boru çapı için hesaplanan presleme kuvveti operatör panelden değer olarak girilir. Presleme kuvveti altında gerçekleşen bu değer kapalı çevrim kontrol ile sağlanmaktadır. Presleme ile istenilen baskı kuvveti ve konum kontrolü sağlanması ile silindir yukarı hızlı hareket ettirilerek üst konuma ( başlangıç ) getirilir. Borunun basma işlemi sonrası deformasyon değeri operatör tarafından kaydedilir. Yapılan testler ile Tablo 1'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 1. Test Presinin Presleme Sonuç Tablosu

Boru Çapları Dış Çapx Et Kalınlığı	Ezilme Sonucu Deformasyonlu Borunun Alt ve Üst Noktaları Arasındaki Mesafe	Ölçülen Değerler
Ø 20 x 3 mm	4,8 mm	4,82 mm
Ø 32 x 3 mm	4,8 mm	4,78 mm
Ø 63 x 5,8 mm	9,28 mm	9,22 mm
Ø 110 x10 mm	16 mm	15,83 mm
Ø 125 x 11,4 mm	18,24 mm	18,26 mm

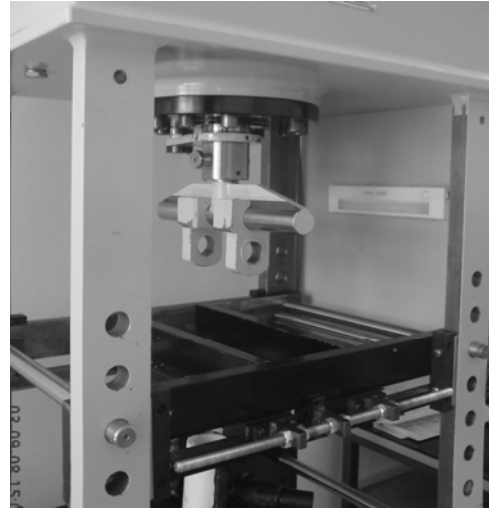
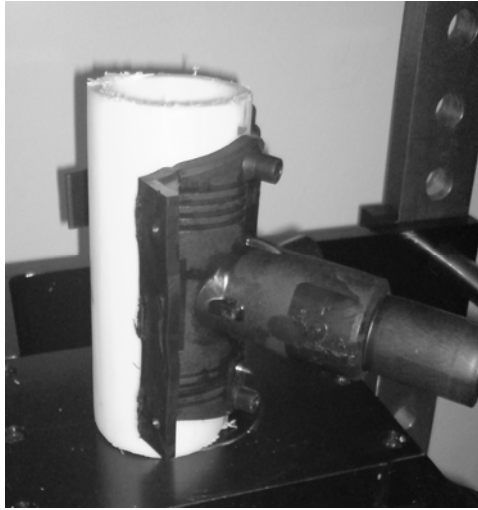
İstenen basma değerleri elde edilmesi sonucunda bu boruların iki ucu kapatılarak hidrostatik su testi uygulanır. Hidrostatik su testi ; 80 °C sıcaklıkta, 8 bar basınçta ve 165 saat süresi içerisinde uygulanır. Bu süre sonunda borudaki basınç kaybı ölçülür ve işlem tamamlanır.

**Presin çekme anındaki çalışma prensibi ;**

Çekme ( koparma ) testi , doğalgaz hatlarında kullanılan özel aparatlı ( yekpare ) plastik boruların parça koparma değerlerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Silindirin çekme operasyonu , piston kolu alanına ( halka alanına ) gönderilen basınçlı yağ ile gerçekleştirilir. Çeşitli çaplarda kullanılan doğalgaz borularının çekme operasyonu özel tip kalıplar ile sağlanmaktadır. Her boru çapı için hesaplanan çekme kuvveti operatör panelinden değer olarak girilir. Çekme sonunda istenilen, boru aparatının kopma anındaki kuvvet değişimi ve konum ( 0,05-0,1 mm arasında ) değişimi değerinin operatör panelinden okunmasıdır. Çekme kuvveti altında gerçekleşen bu değerler sistemde kapalı çevrim kontrol ile sağlanmaktadır. Bu değerler istenildiğinde operatör panelinden bilgisayar çıktıları olarak alınmaktadır. Koparma işleminden sonra silindir yukarı alınarak başlangıç konumuna getirilir. Sistemin basma ve çekme değerleri yük hücresi ( Load Cell ) kullanılarak ayrıca kontrol edilmektedir. Yük hücresinin kullanımı belirli bir periyotta yapılmaktadır. Yapılan testler ile Tablo 1'deki sonuçlar elde edilmiştir.

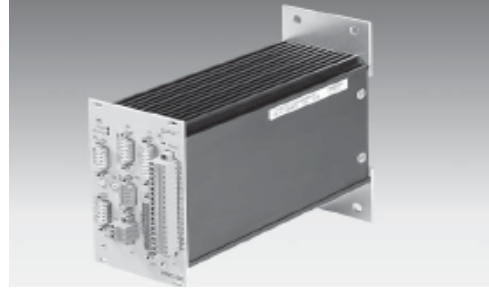
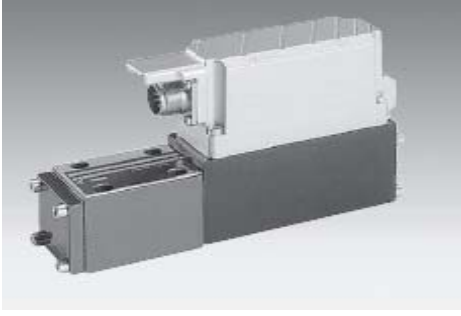
**Tablo 2.** Test Presinin Koparma İşlemi Sonuç Tablosu

<b>Boru Çapları</b> Dış Çapx Et Kalınlığı	<b>Çekme / Koparmada Uygulanan Kuvvet</b> <b>Değerleri</b>	<b>Ölçülen Değer</b>
Ø 32 x 3 mm	2 ton-f	2,12 ton-f
Ø 63 x 5,8 mm	3 ton-f	2,9 ton-f
Ø 110 x10 mm	3,6 ton-f	3,55 ton-f
Ø 125 x 11,4 mm	4,5 ton-f	4,42 ton-f

**Şekil 8.** Koparma Testi Yapılacak Malzeme ve Presin Koparma Aparatı

Çekme hareketinin sonunda koparılan ve ekinin boru parçası ( Şekil 8- Siyah Renkli ) yüzeylerindeki yapışma miktarı % olarak göz ile tespit edilir. Bu oran poliüreatan yüzeyde minimum %75 olmalıdır. Bu oranın altındaki değerler kabul edilmemektedir.





**Şekil 9.** Test Presinin Hidrolik Sayısal Kontrol Kart Sürücüsü ve Oransal –Servo Yön Kontrol Valfi

### 3. SONUÇ

Hidrolik sayısal kontrol cihazı ve ekipmanları, yüksek konumlama hassasiyeti ve kuvvet ihtiyacı istenen uygulamalar için tasarlanmış özel ürünler olup, pek çok uygulama alanına sahiptir. Bu sistemler servo motor ve ekipmanları ile uygulanabilir. Ancak yüksek malzeme ve programlama maliyetleri nedeniyle servo motor uygulamaları tercih edilmemektedir. Son yıllarda geliştirilen bu teknoloji ile ihtiyaç sahiplerinin proje ve dizayn süreleri kısaltmakta ve hassas prosesler için uygulanan makinaların üretimi sağlanmış olacaktır.

### KAYNAKLAR

- [1] Rota Teknik Makina San. Ve Tic. A.Ş.- S.B. 08-728 nolu Proje-2008
- [2] Rota Teknik Makina –İGDAŞ Sözleşmesi-2007

### ÖZGEÇMİŞ

#### Savaş BİBER

1977 yılında İstanbul'da doğdu. 2000 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünü bitirdi. Aynı yıl Repkon Ltd.'de Mekanik ve hidrolik tasarım mühendisliği ve servis sorumlusu olarak göreve başlamıştır. Askerlik görevini 2003 yılında İskenderun Ö.E.M.K kısa dönem deniz eri olarak yapmıştır.

2005 yılı başından itibaren Rota Teknik A.Ş.'de Proje-Satış Mühendisi olarak görev yapmaktadır.