



---

**T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ  
KOORDİNASYON BİRİMİ (NKÜBAP)**

---

**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ  
SONUÇ RAPORU**

---

NKUBAP.00.17.AR.15.09 nolu Proje  
Hidrolik Pnömatik Devre Elemanları İçin Deney  
Düzeneği Tasarımı

Yürütücüsü:  
Yrd.Doç.Dr. Aytaç MORALAR

2017

NKUBAP.00.17.AR.15.09 no'lu "Hidrolik Pnömatik Devre Elemanları İçin Deney Düzeneği Tasarımı" adlı proje Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi tarafından desteklenmiştir.

**T.C.  
Namık Kemal Üniversitesi  
Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi**

**Hidrolik Pnömatik Devre Elemanları İçin Deney Düzeneği Tasarımı**

**(Proje No: NKUBAP.00.17.AR.15.09)**

**Proje Ekibi:**

**Yürütücü:**

Yrd.Doç.Dr. Aytaç MORALAR

TEKİRDAĞ-2017  
Her hakkı saklıdır.

# İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÖZET	vi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	5
3.1. Materyal	5
3.1.1. Deneme düzeneği	5
3.1.2. Hidrolik güç kaynağı	6
3.1.3. Devre elemanları	6
3.1.4. Bağlantı elemanları	7
3.1.5. Hortumlar	8
3.1.6. Ölçüm aletleri	8
3.1.7. Sızdırmazlık elemanları	9
3.2. Yöntem	10
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	12
4.1. Hidrolik sızdırmazlık Testleri	12
4.2. Pnömatik denemeler	14
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	17
6. KAYNAKLAR	18

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Deneme düzeneği	4
Şekil 3.1. Deneme düzeneği kapalı çalışma görünümü	6
Şekil 3.2. Deneme düzeneği açık çalışma görünümü	6
Şekil 3.3 Silindirler	7
Şekil 3.4 Valfler	7
Şekil 3.5 Bağlantı elemanları	8
Şekil 3.6 Hidrolik Hortumlar	8
Şekil 3.8 Pnömatik basınç ölçer	9
Şekil 3.9 Pnömatik akış ölçer	9
Şekil 3.10 Hidrolik/Pnömatik sıcaklık ölçer	9
Şekil 3.11 Sızdırmazlık elemanları	10
Şekil 3.12. Test düzeneği pnömatik devre şeması	11
Şekil 3.13 Test ünitesi tasarım resmi	11
Şekil 4.1 Packing keçe bağlantısı	12
Şekil 4.2 Kompakt keçe bağlantısı	12
Şekil 4.3 Nutring keçe basınç değişim grafiği	13
Şekil 4.4 Packing keçe basınç değişim grafiği	13
Şekil 4.5 Kompakt keçe basınç değişim grafiği	13
Şekil 4.6 Basınç sıcaklık değişim grafiği	14
Şekil 4.7 Simülasyon programı basınç değişim grafiği	15

## ÖZET

Bu araştırmada, hidrolik ve pnömatik sistemlerde kullanılan devre elemanlarının denemelerini yapabilmek amacı ile bir eğitim düzeneği tasarlanmıştır. Geliştirilen sistem hem hidrolik hem de pnömatik sistemlerin kullanımına uygundur. Fakat eğitim kurumlarında çok yüksek basınçların kullanımı risk yaratabileceğinden ağırlık pnömatik sistem kullanımına yönelik yapılmıştır. Tasarlanan deneme düzeneği ile silindirlerin, valflerin ve diğer devre elemanlarının kaçak testleri yapılabilmekte, giriş çıkış arasındaki basınç, sıcaklık ve hız değişimleri ölçülebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrolik, pnömatik, deneme düzeneği

## 1. GİRİŞ

Hidrolik, "su" ve "boru" anlamına gelen Yunanca iki sözcükten türetilmiş olup durgun ve hareket halindeki sıvıların, özellikle suyun ( ve günümüzde ise aynı zamanda yağların) davranışını inceleyen bir bilim dalıdır. Hidrolik sistemler ise, hidrolik akışkanlar ile gücün üretimi, kontrolü ve iletilmesini konu alan bir mühendislik dalıdır. Hidrolik sistemler, belirli debideki basınçlı akışkan vasıtasıyla kuvvet ve hareket aktarımı amacıyla kullanılmaktadır.

Hidrolik ve pnömatik sistemler günümüz mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla hidrolik ve pnömatik devre elemanları da endüstride çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler hakkında daha detaylı bilgiye sahip olmak ve bu sistemlerin deney yöntemlerinin de bilinmesi gerekmektedir.

Hidrolik pnömatik sistemlerin temeli akışkanlar mekaniğine dayanmaktadır. Akışkanlar mekaniği ile ilgili yapılan deneyler genel olarak sıvı akışını göstermektedir. Oysaki endüstride hidrolik ve pnömatik sistemler ile ilgili karşılaşılan problemler genel olarak sızdırmazlık üzerinedir. Bunun yanı sıra devre elemanlarının yanlış tasarımı, üretim sırasındaki hatalar, kullanım sırasında oluşan deformasyonlara bağlı olarak bozulmalar da hidrolik devre elemanlarının diğer sorunlarını oluşturmaktadır.

Hidrolik devre elemanların herhangi birinden kaynaklanan bir bozukluk, tüm sistemi etkilemektedir. Bir devre elemanındaki ufak bir sızıntı, sistem basıncında önemli düşmelere sebep olabilmektedir. Bunun yanı sıra sistemdeki ani basınç değişimleri kullanıcı güvenliğini tehlikeye atmaktadır.

Sızdırmazlık elemanları dikkatli bir seçim, özenli montaj ve hassasiyet isteyen, bununla birlikte silindir yapısı içinde aktif çalışan son derece önemli parçalardır. Sürekli gelişen teknoloji ve ağırlaşan şartlar her konuda olduğu gibi önemli bir ürün olan hidrolik silindirlere de yüksek verim ve dayanımı gerekli hale getirmiştir. Elbette bu şartlar silindiri oluşturan tüm parçaların aynı oranda performans ve dayanıklılığını gerektirir. Deney düzeneği, sızdırmazlık elemanlarının bu gelişime uygun düzeyde kalite ve dayanıklılıklarını, çalıştıkları gerçek şartlara mümkün olduğunca yakın seviyelerde test etmek amacı ile düşünülmüştür. Basınç, sıcaklık, debi, uygulanan kuvvet değerleri ayarlanarak gerçek zamanlı grafiklerle izlenen bir süreç sonunda sızdırmazlık elemanındaki değişim ve etkiler izlenebilecektir. Bu düzenle aslında sızdırmazlık elemanı ile birlikte silindir dizaynlarının elemanlar üzerindeki etkileri de görülmektedir.

Hidrolik devre elemanları deney düzenekleri genellikle belli başlı büyük üreticilerde bulunmaktadır. Küçük işletmelerde üretim deneme yanılma yoluyla yapılmaktadır. Bunun sonucunda ciddi iş gücü kayıpları ve maddi kayıplar ortaya çıkmaktadır. Yine aynı şekilde mühendislik fakültelerinde basit devre uygulamalarının yapılabileceği deneme düzenekleri bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak öğrenciler yeterli bilgi ve deneyimi alamadan mezun olmaktadır. Oysa günümüzde kullanımı her geçen gün artan hidrolik ve pnömatik sistemler hakkında daha fazla bilgi edinmeye ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada amaç, hidrolik ve pnömatik devre elemanlarındaki kayıpları hesaplayabilmek, kullanılan sızdırmazlık elemanlarının denemelerini yapabilmek ve bunların sonuçlarını değerlendirebilecek bir deney düzeneği üretebilmektir. Çalışmanın bir diğer önemli amacı; mühendislik öğrencileri için farklı hidrolik sistem uygulamaları yapabileceği bir düzenek tasarlamaktır. Bu düzenek sayesinde

öğrencilerin mühendislik hayatları boyunca karşılaşılabilecekleri hidrolik testleri eğitim yıllarında yapabilmelerine olanak sağlamak amaçlanmaktadır.

Araştırmanın deneysel çalışmaları ve tasarım süreçleri Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Laboratuvarı'nı da gerçekleştirilecektir.

Araştırmada, endüstride yoğun olarak kullanılan hidrolik - pnömatik silindirler, hidrolik - pnömatik valfler, sızdırmazlık elemanlarının denemelerinin yapılabileceği kullanımı kolay ve güvenilir bir deney düzeneği tasarlanacaktır. Tasarlanacak sistemin, hidrolik ve pnömatik sistemler için belirlenen standartlara uygun olarak yapımı planlanmaktadır.

Bu araştırmada geliştirilecek olan deney düzeneğinin, hidrolik ve pnömatik sistemleri kullanan küçük ve orta ölçekli işletmeler ve mühendislik fakülteleri için örnek olacağı öngörülmektedir.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Hazırlanan bu proje kapsamında yapılan literatür araştırmasında hidrolik devre elemanları denemelerini konu alan pek çok yayına rastlanmıştır. Bu yayınlar ağırlıklı olarak hidrolik devre elemanlarında kullanılan sızdırmazlık elemanlarının güvenilirliğini tespit etmek için yapılan çalışmalardan oluşmaktadır. Bunun yanı sıra özel şirketlerin üretici firmalar için tasarladıkları ürünleri konu alan çalışmalardan oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarda her bir devre elemanı için ayrı ayrı deneme düzeneği kullanıldığı gözlemlenmiştir. Fakat yapılan literatür araştırması göstermektedir ki; hidrolik devre elemanları ile yapılan pek çok deneme olmasına rağmen bugüne kadar yapılan kalıcı ve tek çeşit bir deneme düzeneğinin olmadığıdır. Her araştırmacı veya makinası üreticisi kendi gereksinimlerini karşılayabilecek bir düzenek kurmuştur. Bu araştırmanın ana konusu bir ürün geliştirme sürecidir. Geliştirilecek olan ürün ise, makinaları üreticileri, deneme merkezleri, üniversite laboratuvarları gibi birimlerde kullanılmak üzere planlanan hidrolik devre elemanları deneme düzeneğidir. Geliştirilecek düzenek sayesinde, sözü edilen kullanıcıların tek tek düzenek tasarımları yerine ortak bir düzenek kullanmalarını hedeflemekte ve gerek maddi gerek zaman açısından tasarruf sağlanması amaçlanmaktadır.

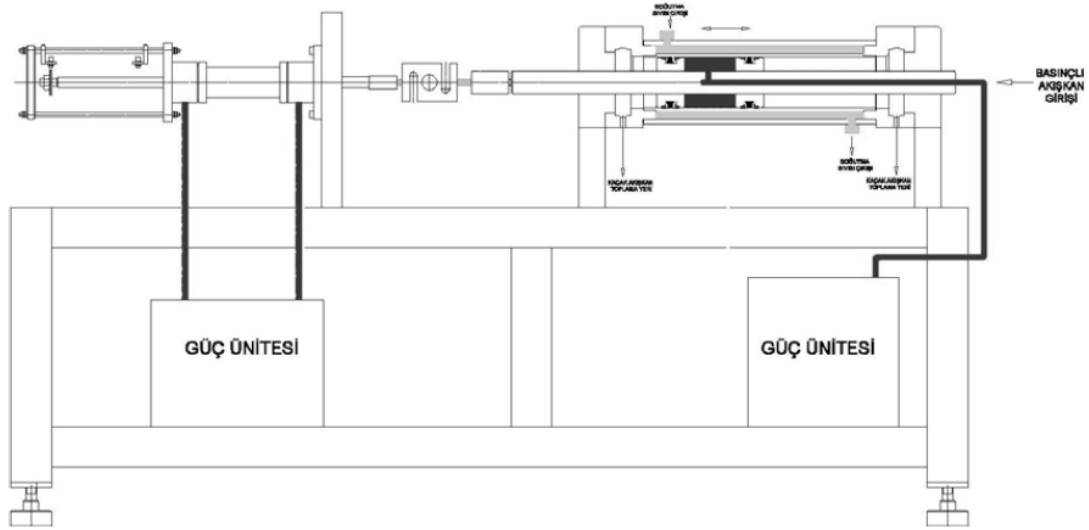
Literatür çalışmaları, hareket vermek için her kullanıcının farklı bir düzenek kullandığını göstermektedir. Yapılacak bu çalışma, bu konuda kullanıcıların işlerini kolaylaştıracak ve örnek olacak nitelikte bir deneme düzeneği tasarlamaktır.

Eraslan 2001 yılında yaptığı çalışmada, Avrupalı, Amerikalı ve Uzakdoğulu valf üreticilerinin ürettikleri ürünleri nasıl değerlendirdiğini incelemiştir. Standartlarda ki eksikliklerden dolayı, ürün değerlendirmelerinde farklı sonuçların çıktığını gözlemlemiştir. Farklı değerlendirme yöntemleri ile ürünlerin olduğundan çok daha iyi gösterilebildiğini ortaya koymuştur. Ürün değerlendirmelerinin farklılık göstermemesi ve kullanıcıların yanılgıya düşmemesi için standartlar iyileştirilmesi gerektiğini belirtmektedir.

Öztürk 2003 yılında yaptığı çalışmada test cihazını, sürekli gelişen teknoloji ve ağırlaşan şartlar, hidrolik silindirlerde yüksek verim ve dayanımı gerektirmesi sebebiyle bu gelişime uygun düzeyde kalite ve dayanıklılıklarını, çalıştıkları gerçek şartlara mümkün olduğunca yakın seviyelerde test etmek amacı ile yaptığını belirtmektedir. Basınç, sıcaklık, debi, uygulanan kuvvet değerleri ayarlanarak gerçek zamanlı grafiklerle izlenen bir süreç sonunda sızdırmazlık elemanındaki değişim ve etkiler izlenebilmektedir. Bununla birlikte sızdırmazlık elemanı ile birlikte silindir dizaynlarının elemanlar üzerindeki etkileri de görülmektedir.

Test cihazı ile şartların hassas şekilde kontrol edilebilmesi, yapay kavitasyon oluşturulabilmesi, değerlerin gerçek zamanlı ve geriye dönük detaylı incelenebilmesi sızdırmazlık elemanlarının performansının belirlenmesi konusunda sağlıklı verilere ulaşılması sağlanmıştır.

Kömürcü ve Kubalı 2008 yaptığı çalışmada hidrolik silindirlerde kullanılan sızdırmazlık elemanları üzerine çalışmışlardır. Sızdırmazlık elemanlarının test yöntemi ve bunların sonuçları değerlendirilmiştir. Sızdırmazlık elemanlarının iki ana özelliği olan sürtünme kuvveti ve yağ filmi kalınlığı farklı basınç, kayma hızı ve sıcaklık değerlerinde incelenmiştir. Çalışmalar için bir test cihazı tasarlamışlardır. Tasarladıkları cihazın şematik resmi Şekil 1.1 de verilmiştir.



Şekil 2.1 Deneme Düzeneği

Geliştirilen test cihazı ile piston ve boğaz sızdırmazlık elemanlarının testleri gerçekleştirilmiştir. Bu testlerde sürtünme, sızdırma değerleri ve de keçelerdeki deformasyonlar değerlendirilerek, yeni tasarımın geliştirilmesi sağlanmıştır.

Yunt ve Ark. 2003 pnömatik servo kontrol mekanizmaları için eğitim amaçlı bir deney düzeneği tasarlamışlardır. Tasarladıkları düzenek ile klasik bir PID denetleyicisini test etmişlerdir. Yapılan testler sonucunda, eğitim amaçlı kullanılacak bir düzenek kurmaya başarmışlardır. Fakat PID denetleyicilerin konumlama kontrolünde yeterli sonuçları veremediğini belirtmişlerdir.

Doğramacı 2008 yaptığı çalışmada, yön kontrol valflerinin sürgü hareketlerini incelemiştir. Sürgü hareketinin, akışkan debisi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Ürün üretim maliyetlerini düşürmek amacı ile bir simülasyon programı geliştirmiş ve gerçek denemeleri bu program sonuçları ile kıyaslayarak karşılaştırmalar yapmıştır. Simülasyon programının, gerçek değerlere yakın sonuçlar verdiğini belirtmektedir.

Şenergin ve Yüksel 2001 hidrolik devre elemanları için bir test düzeneği tasarlamışlardır. Testler boyunca güç ünitesi ve valflerde değişiklik yapmayarak aynı elemanları kullanmışlar fakat silindirleri değiştirerek farklı silindirlerin de denemelerini yapmışlardır. Ayrıca Matlab tabanlı bir simülasyon programı ile test sonuçlarının doğruluğunu değerlendirmişlerdir.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Araştırma Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Bu laboratuvar içerisinde kurulmuş olan deney düzeneğinin denemeleri aynı laboratuvar da gerçekleştirilmiştir.

- Çalışma düzeneği; hidrolik ve pnömatik denemelerinin yapılacağı düzenektir.
- Bağlantı elemanları; farklı malzemelerinin birbirine montajını sağlayacak ara elemanlardır
- Hidrolik hortum; akışkanın devre içerisinde transferini sağlayan devre elemanlarının birbirine bağlanmasını sağlayan makine bağlantı parçalarıdır.
- Hidrolik sıvısı; hidrolik güç kaynağında üretilen gücün devre elemanlarına aktarılmasında kullanılan sıvıdır.
- Pnömatik hortum; basınçlı havanın devre içerisinde ki dolaşımını sağlayan ve pnömatik devre elemanlarını birbirine bağlamasını sağlayan makine parçasıdır.
- Bilgisayar; düzenek modelinin oluşturulması, hidrolik pnömatik programların denenmesi, otomasyon yazılımının hazırlanması ve deneme verilerinin toplanıp analizlerin yapılması için gerekmektedir.

#### **Araştırmanın yürütüleceği makine laboratuvarında:**

Matkap, freze, kaynak makinaları, el aletleri, düşük basınçlı hidrolik güç kaynağı, örnek uygulama düzenekleri mevcuttur.

##### **3.1.1. Deneme düzeneği**

Denemeleri yapılacak hidrolik ve pnömatik devre elemanlarını güvenle bağlayabileceğimiz bir çalışma masası hazırlanmıştır. Hazırlanan çalışma masasının alt kısmı malzemeleri depolayacağımız çekmecelerden oluşmaktadır. Masanın üst kısmı ise denemeler sırasında devre elemanlarının bağlantıları yapabileceğimiz standlar ve olası risklere karşı kullanıcıyı koruyacak kafesten oluşmaktadır. Özellikle hidrolik sistem denemelerinde kafesler kullanıcıyı olası patlamalara karşı koruyacak yapıdadır. Deneme düzeneğinin resmi şekil 3.1 ve 3.2 de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Deneme düzeneği kapalı çalışma görünümü



Şekil 3.2 Deneme düzeneği açık çalışma görünümü

### 3.1.2 Hidrolik güç kaynağı

Sisteme gerekli olan akışkanı depolamak ve istenilen basınca hazırlamak için 2.2 kw gücünde bir pompaya sahip maksimum 160 bar gibi yüksek basınç üretebilecek bir güç kaynağı yapılmıştır.

### 3.1.3 Devre elemanları

Hidrolik ve pnömatik devreleri kurabilmek için ve devre elemanlarının testlerini yapabilmek için farklı tiplerde ve farklı ölçülerde ekipmanlar kullanılmıştır. İş elemanı olarak farklı ebatlarda silindirler, yön ve basınç denetimleri için çeşitli valfler kullanılmıştır. Kullanılan silindirlerin örnek resimleri şekil 3.3 te ve valflerin örnek resimleri şekil 3.4 te verilmiştir.



Şekil 3.3 Silindirler



Şekil 3.4 Valfler

### 3.1.4 Bağlantı elemanları

Kurulacak devrelerin ara eklemlerini yapabilmek için farklı özelliklere sahip bağlantı elemanlarından faydalanılmıştır. Bu bağlantı elemanları ve valfi, veya valfi, dirsek, redüksiyon vb elemanlardan oluşmaktadır. Kullanılan bağlantı elemanlarının resimleri şekil 3.5 te verilmiştir.



Şekil 3.5 Bağlantı elemanları

### 3.1.5 Hortumlar

Kurulan devrelerdeki enerji aktarımını sağlamak ve devre elemanlarını birbirlerine bağlamak için farklı ebatlarda hidrolik ve pnömatik hortumlar kullanılmıştır. Hidrolik denemeler için her bir hidrolik silindire ayrı ayrı akışkan taşıyacak, maksimum 160 bar basınca dayanıklı esnek hidrolik sistem hortumları kullanılmaktadır. Hortumların uçlarına güvenli ve kolay bağlantı sağlayacak montaj aparatları özel presler de bastırılmıştır. Kullanılan hortumların resimleri şekil 3.6 da verilmektedir.



Şekil 3.6 Hidrolik Hortumlar

### 3.1.6 Ölçüm aletleri

Kurulacak sistemlerdeki basınç, sıcaklık, akış değerleri belirleyebilmek için mekanik ve elektronik farklı algılayıcılar kullanılmıştır. Hidrolik sistemlerde ki basınç ölçümleri için manometreler kullanılmıştır. Kullanılan manometrelerin örnek resmi şekil 3.7 de verilmiştir. Pnömatik ölçümler için ise, elektronik basınç algılayıcılar, akış ölçerler ve sıcaklık ölçerler kullanılmıştır. Kullanılan algılayıcıların resimleri şekil 3.8, 3.9 ve 3.10 da verilmiştir.



Şekil 3.8 Pnömatik basınç ölçer



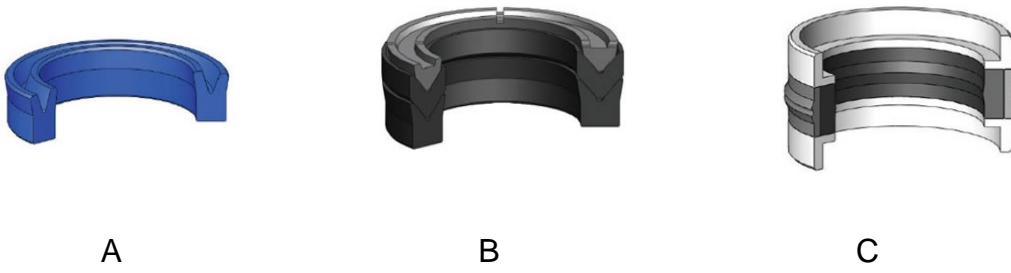
Şekil 3.9 Pnömatik akış ölçer



Şekil 3.10 Hidrolik/Pnömatik sıcaklık ölçer

### 3.1.7 Sızdırmazlık elemanları

Bu çalışmada, hidrolik denemeler için nutring, packing ve kompakt keçe gibi sızdırmazlık elemanlarının kaçak testleri yapılmıştır. Nutring tek etkili sızdırmazlık elemanıdır. Nutring için örnek resim şekli 3.11 A da verilmiştir. Packing kauçuk, bez ve termoplastikten üç kademeli oluşturulmuş tek etkili sızdırmazlık elemanıdır. Packing'e örnek şekil 3.11 B'de verilmiştir. Kompakt set bezli ve çift tarafı termoplastik ile takviyeli üç kademeli çift etkili sızdırmazlık elemanıdır. Kullanılan kompakt set K16 tipinde, nutring K 23 ve packing K01 tiplerinde kullanılmıştır.



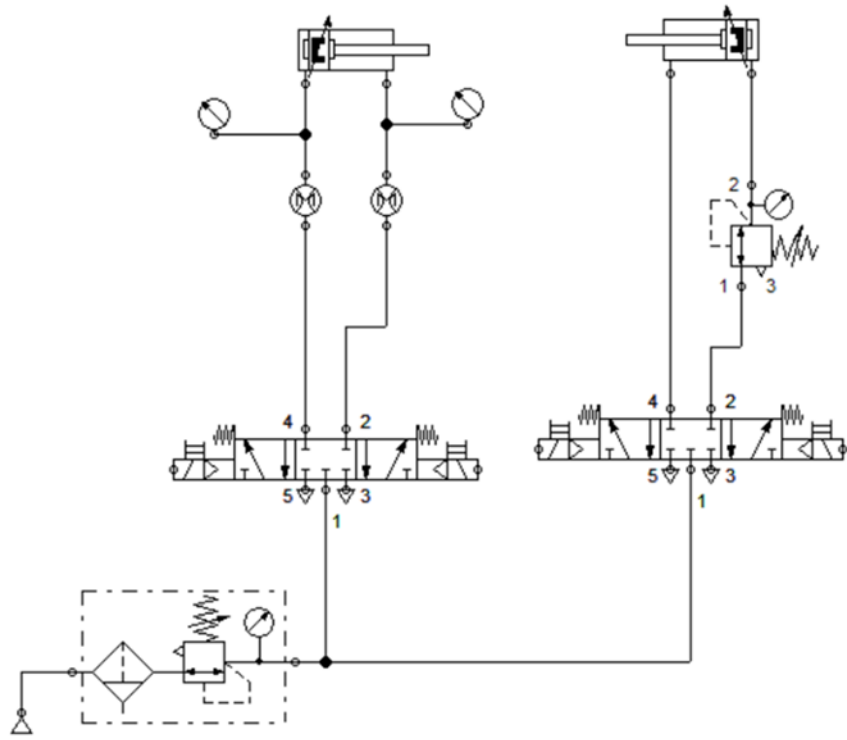
Şekil 3.11 Sızdırmazlık elemanları

### 3.2Yöntem

Hidrolik ve pnömatik sistemlerin kurulumunu yapabileceğimiz güvenli bir çalışma masası tasarlanmıştır. Masa malzemeleri ayrı ayrı bölümleyecek saklama gözlerinden ve denemeler sırasında parçaların kolay monte edilebilir, güvenli kafes yapıdan oluşturulmuştur. Bu çalışma masasında kurulacak hidrolik sistemler için bir hidrolik güç kaynağı tasarlanmıştır. Pnömatik sistemlerde kullanılacak basınçlı hava ihtiyacı, laboratuvarda mevcut olan bir kompresörden karşılanmaktadır. Deneme düzeneği eğitim amaçlı da kullanılacak olmasından dolayı ağırlık pnömatik sistem üzerine verilmiştir. Kompresörden gelen basınçlı hava, denemelerde kontrol altına alınabilmek için bir şartlandırıcıya bağlanmaktadır. Şartlandırıcıda basınçlı hava istenilen değerlere göre ayarlanıp sisteme verilmektedir. Kullanılan sistemde hangi devre elemanının testi yapılacaksa, ölçüm aletleri ilgili devre elemanının uygun yerlerine kolaylıkla monte edilebilmektedir. Çalışma masası devre elemanlarının kolaylıkla söküp takılmasına uygun olarak tasarlanmıştır. Bu sayede ilgili devre elemanının giriş ve çıkış basınçları ölçülerek basınç kayıplarının olup olmadığı kontrol edilebilmektedir. Giriş ve çıkış bağlantılarına sıcaklık ölçerler bağlanarak iş yapan akışkanın sıcaklığındaki değişimler ölçülebilmektedir. Devre elemanlarında, akışkan kaçaklarının kontrolü akış ölçerler ile algılanabilmektedir.

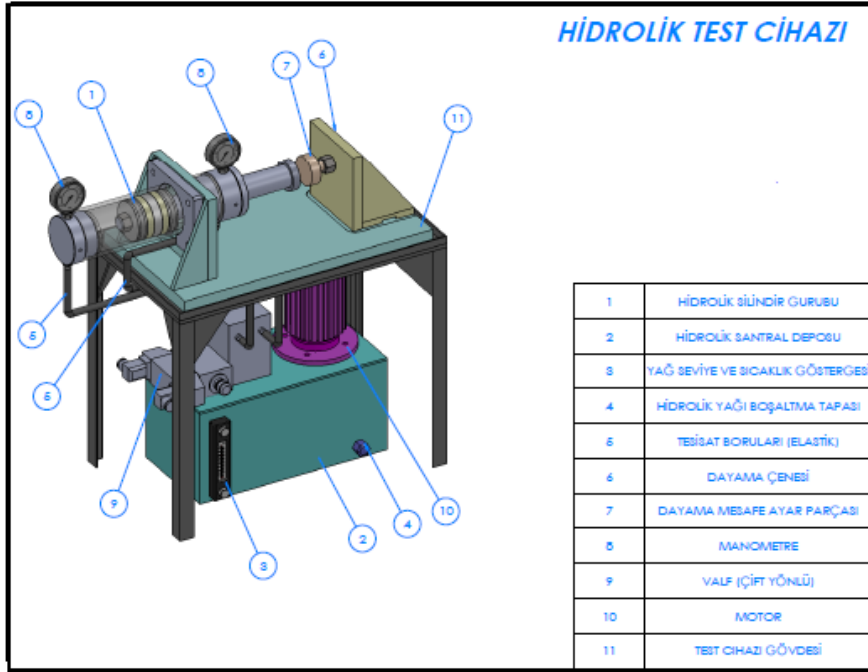
Deney düzeneğinin tüm aşamalarında bilgisayar programlarından faydalanılmıştır. Hidrolik sistemin ön tasarımının yapımı sırasında Festo firması tarafından yapılan FluidSIM 4.0 programı kullanılmıştır. Hazırlanan pnömatik sistemin ekran görüntüsü şekil 3.12 de verilmektedir.





Şekil 3.12. Test düzeneği pnömatik devre şeması

Hidrolik denemeler sızdırmazlık testi üzerine yapılmıştır. Yapılması planlanan test düzeneği mekanik aksamına ait örnek bir tasarım resmi şekil 3.13 te gösterilmektedir.



Şekil 3.13 Test ünitesi tasarım resmi

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Hidrolik Sızdırmazlık Testleri

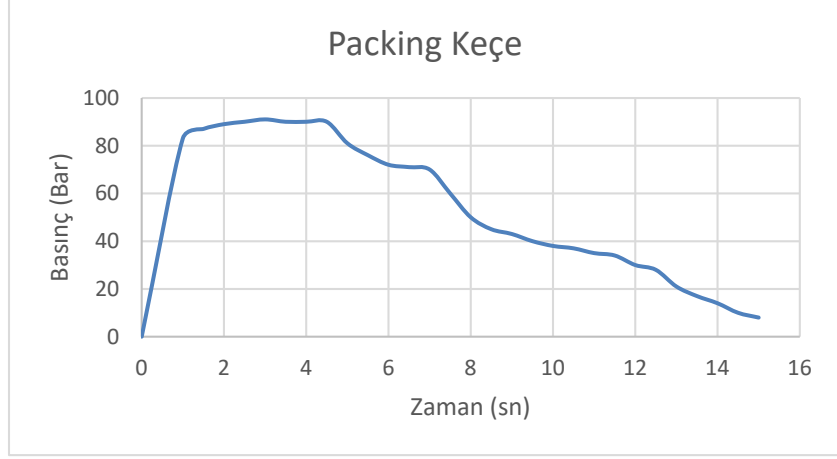
Hidrolik basınç testleri her bir keçe için 90 bar basınç altında gerçekleştirilmiştir. Basınç sisteme 15 sn süresince uygulanmıştır. Nutring keçe basınç altında belirli bir süre dayansa da 12. sn de az bir miktar sızıntı olmuştur. Packing keçe basınca dayanamayıp deforme olmuş ve 5. sn de sistem görevini yerine getirememiştir. En iyi sonuç kompakt keçede alınmış ve deneme boyunca hiçbir basınç kaybı ile karşılaşılmamıştır. Deneme sırasında kullanılan packing keçenin bağlantı ve deformasyon görüntüsü şekil 4.1 de kompakt keçenin bağlantı resmi şekil 4.2 de verilmiştir. Yapılan denemelere ait basıncın zamana göre değişimini veren grafikler 4.3, 4.4 ve 4.5 te verilmiştir.



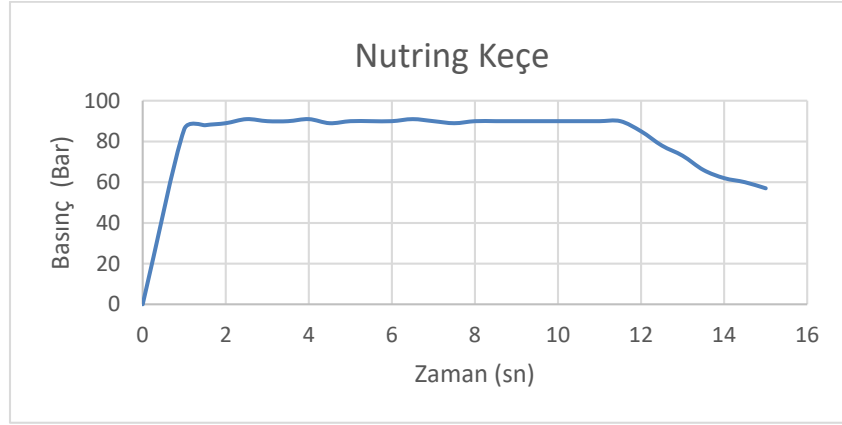
Şekil 4.1 Packing keçe bağlantısı



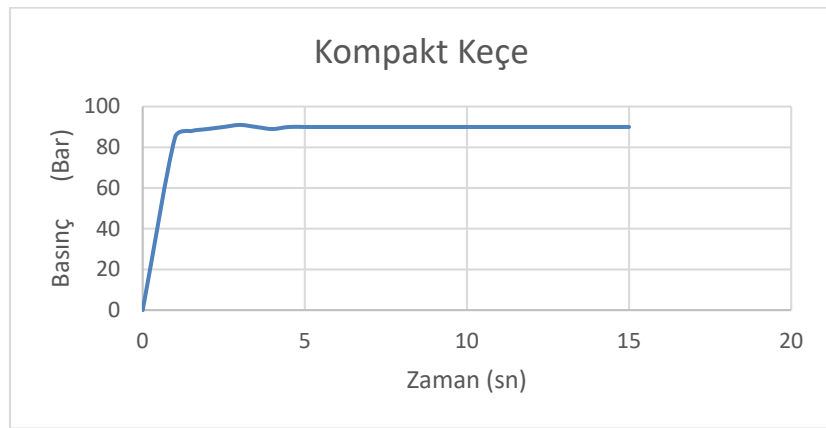
Şekil 4.2 Kompakt keçe bağlantısı



Şekil 4.3 Nutring keçe basınç değişim grafiği



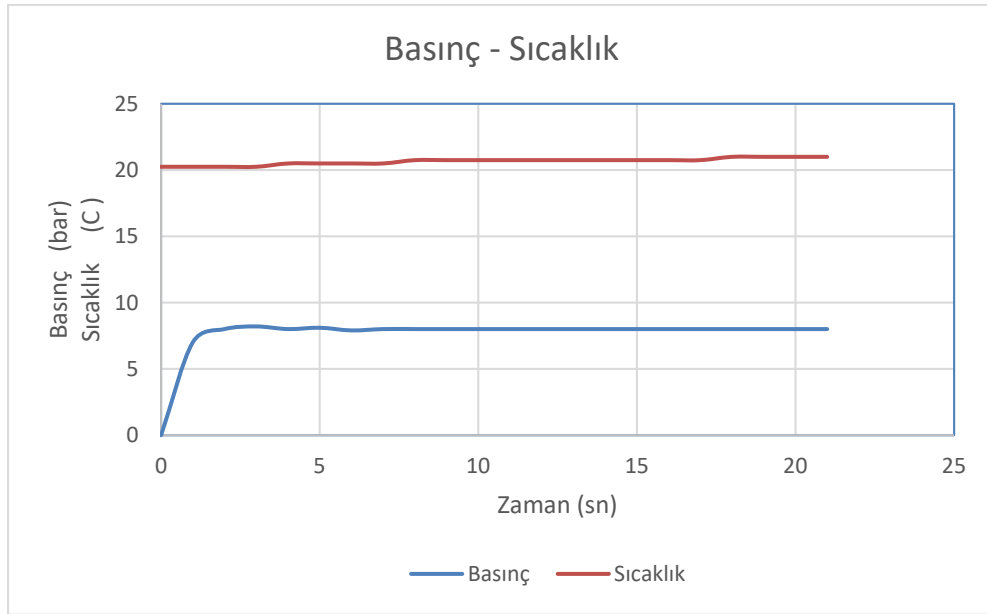
Şekil 4.4 Packing keçe basınç değişim grafiği



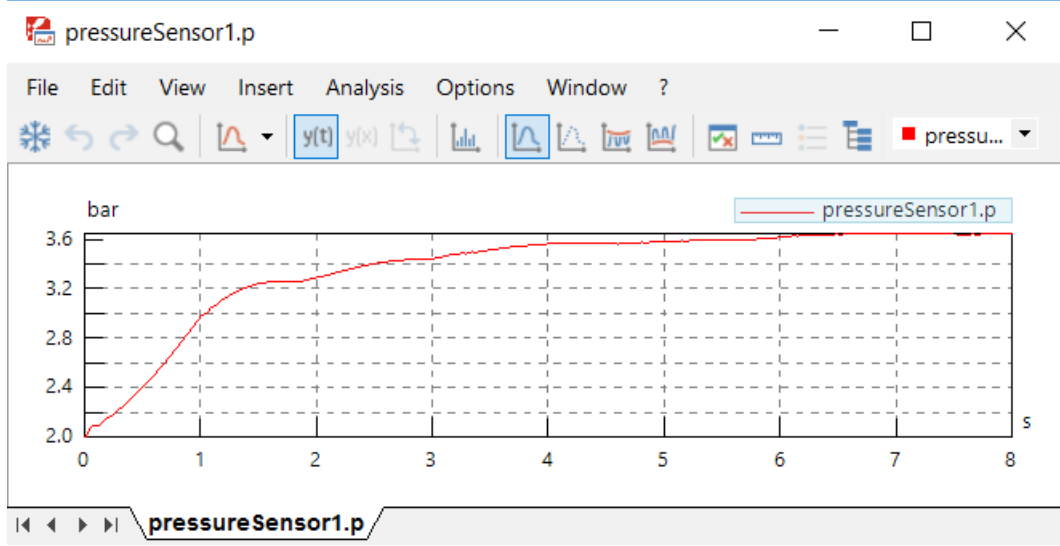
Şekil 4.5 Kompakt keçe basınç değişim grafiği

## 4.2 Pnömatik Denemeler

Pnömatik sistemler için yapılan denemelerde, farklı devre elemanlarının basınç sıcaklık vb gibi sistem parametreleri incelenmiştir. Kurulan sistemde, bir pistonun düşey ekseninde bir yükü kaldırması incelenebilmektedir. Bu tür bir sistem için sürekli farklı yüklerin pistonu bağlanması gerekmektedir. Bu tür bir yöntem kullanımı uygulamada zorluklara sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra bir pistonun veya farklı bir pnömatik devre elemanının davranışlarını incelemek için gerekli yük farklı bir piston ile sağlanabilmektedir. Denemesini yapacağımız sistemin önüne daha büyük boyutlu bir piston bağlanabilmekte ve bu pistonu basınç ayar valfleri ile farklı basınçlar gönderilerek istediğimiz yükler kolaylıkla sağlanabilmektedir. Yük değişimleri sırasında karşılaşılan zorluklar ortadan kaldırılmıştır. Kademeli yük değişimleri yapılabilmektedir. Kurulan sistemin örnek hidrolik devresi 3.12 de verilmiştir. Sistem maksimum 8 bar basınç ile çalıştırılmıştır. 100 kg lık bir yük yaratılarak sistemin davranışı incelenmiştir. Sistem denemeleri sırasında basınç değişimlerine karşılık akışkan sıcaklığındaki değişimleri gösteren grafik şekil 4.6 da verilmektedir. Grafikten de anlaşılacağı üzere, pnömatik sistemlerde düşük basınçların kullanımdan dolayı sıcaklıkta kayda değer bir değişim gözlemlenmemiştir. Ayrıca, denemelerin doğruluğu için bir bilgisayar yazılımından faydalanılarak sistemin simülasyonu yapılmıştır. Bu simülasyondan alınan basınç değişiminin gösteren grafik şekil 4.7 de verilmektedir.



Şekil 4.6 Basmañ sıcaklık değişim grafiği



Şekil 4.7 Simülasyon programı basınç değişim grafiği

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada, hidrolik ve pnömatik sistemlerde kullanılan devre elemanlarının çalışma koşullarını inceleyecek bir deneme düzeneği tasarlanmıştır. Tasarlanan devre düzeneğinde farklı devre elemanlarının giriş çıkış basınçları, sıcaklık değişimleri ve akış verileri incelenebilmektedir. Farklı yükler altında devre elemanlarının davranışları bilgisayar programı sayesinde alınabilmektedir. Hazırlanan düzenek hem hidrolik hem de pnömatik sistemlere uygun olsa da sistemin eğitim kurumunda kullanılacağı göz önünde bulundurulduğunda pnömatik sistemler ile çalışmanın güvenlik açısından daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Hidrolik sistemler pnömatik sistemlere göre daha yüksek basınç gerektirdiğinden olası iş kazalarında kullanıcıya ciddi zararlar verebilmektedir. Hidrolik sistemlerde kullanım için çalışma düzeneği kafes yapıda yapılmıştır.

Projede hazırlanan test düzeneği ile bilgisayar kontrollü olarak basınç, sıcaklık, hız değişimlerini rahatlıkla kontrol edilebilmektedir. Sistem farklı tip devre elemanlarının rahatlıkla kullanılmasına uygun güvenli bir sistemdir. Çalışanların hem güvenli hem de rahat çalışabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu özellikler, proje başlangıcında belirtilen başarı ölçütlerinin sağlanabildiğini göstermektedir. Bu çalışmanın, bundan sonra yapılacak benzeri çalışmalar için örnek olabileceği kanaatindeyim.

## 6. KAYNAKLAR

Akyazı Ö., ve Çokrak D., “Pnömatik ve Hidrolik Sistem Uygulamaları” TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu 2011

Doğramacı T., “Yön Kontrol Valflerinin Debi Ayar Eğrilerinin Çıkarılması İçin Bir Modelin Oluşturulması Ve Hidrolik Sistem Simulasyon Yazılımı İle Simule Edilmesi” V. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir, 2008 Syf: 3-12

Eraslan A.H., “Pnömatik Valflerin Gerçek Performanslarının Belirlenmesi ve Test Kriterleri” II. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir, 2001 syf:83-86

Kömürcü F., ve Kubalı C.V., “Hidrolik Sızdırmazlık Elemanlarının Test Yöntem ve Sonuçları” V. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir, 2008 Syf:37-50

Öztürk B., “Hidrolik Silindirlerde Kullanılan Sızdırmazlık Elemanları İçin Ömür Test Cihazı” III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir, 2003 Syf:91-99

Şenergin M., ve Yüksel İ., “Kuvvet Geri beslemeli Bir Test Düzeneğinin Tasarımı, Analizi Ve Sistem Elemanlarının Seçimi” II. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir, 2001 Syf: 255-262

Yunt M., Yetiş A., Şafak K.K., Türkay O.S., “Eğitim Amaçlı Pnömatik Servo-Kontrol Düzeneğin Deneysel Değerlendirmesi” III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi Ve Sergisi. İzmir, 2003 Syf: 411