

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROTOTİP HİDROLİK PRES
İLE ÇÖKERTME İŞLEMİNDE PRESİN BASINÇ
HIZ ve POZİSYON KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ**

Neşe YANMIŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEKATRONİK ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Yrd.Doç.Dr. Recep YENİTEPE**

İSTANBUL 2010

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROTOTİP HİDROLİK PRES
İLE ÇÖKERTME İŞLEMİNDE PRESİN BASINÇ
HIZ ve POZİSYON KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ**

Neşe YANMIŞ
(14110372007080)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEKATRONİK ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd.Doç.Dr. Recep YENİTEPE

İSTANBUL 2010

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, bilgisayar kontrollü bir prototip hidrolik pres ile 1050 serisi Alüminyum sac çökertilirken, pres kontrol faktörlerinin çökertme derinliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, bir kontrol deney düzeneği, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mekatronik Eğitim Bölümü'nün hidrolik atölyesinde kurulmuştur ve Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitim Bölümü'nün hidrolik atölyesinde bulunan bir prototip hidrolik pres kullanılmıştır. Amaca uygun olarak çökertme deney düzeneği hazırlandıktan sonra prese monte edilmiştir ve kontrol bağlantıları tamamlanarak sistem çalışır hale getirilmiştir.

Çalışmalarında gerek maddi gerek manevi desteklerini esirgemeyen, olumlu fikir ve düşünceleriyle beni yönlendiren değerli hocalarım Yrd.Doç.Dr. Recep YENİTEPE, Yrd.Doç. Dr. Hamdi SÖZÖZ, Doç.Dr. Haluk KÜÇÜK ve Prof.Dr. Nihat AKKUŞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Deney çökertme düzeneğinin hazırlanmasında yardımcı olan Prof. Dr. Hüseyin KURT ve Sayın Umut AYVALI' ya teşekkürlerimi sunarım.

Deney parçalarının üç boyutlu tarama yöntemiyle derinlik ölçümünün yapılması konusunda yardımlarını eksik etmeyen Prof. Dr. Mustafa KURT, Arş.Gör. Barkın BAKIR ve Defne Mühendislik Genel Müdürü Sayın E. Salih BOZKURT' a teşekkürlerimi sunarım.

Deney sac malzemesinin tedariki konusunda yardımlarını esirgemeyen Assan Alüminyum Satış Sorumlusu Sayın Serkan NALBANTOĞLU ve Zeynep ARSEVEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Deney çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Ahmet ERCAN Selman TAŞAR ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
SEMBOLLER.....	viii
KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
TABLolar.....	xv
BÖLÜM I. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
I.1. GİRİŞ.....	1
I.2. AMAÇ ve ÖNEM.....	3
BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER.....	5
II.1. Presler.....	5
II.1.1. Tanımı.....	5
II.1.2. Preslerde Hareket Sistemi.....	5
II.1.2.1. Mekanik Presler.....	5
II.1.2.2. Hidrolik Presler.....	5
II.1.3. Hidrolik Preslerin Çalışma Prensibi.....	6
II.2. Hidrolik Sistemler.....	6
II.2.1. Tanım.....	6
II.2.2. Hidroliğin Tarihçesi.....	6
II.2.3. Endüstrideki Yeri ve Önemi.....	7
II.2.4. Hidrolik Sistemlerin En Önemli Özellikleri.....	7
II.2.5. Hidroliğin Avantaj ve Dezavantajları.....	8
II.2.5.1. Hidroliğin Avantajları.....	8

II.2.5.2. Hidroliğin Dezavantajları.....	9
II.2.6. Hidroliğin Devre Elemanları.....	9
II.2.7. Hidrolik Sistemlerde Konum ve Hız Kontrolü.....	10
II.2.8. Servohidrolik Sistemler.....	10
II.3. Otomatik Kontrol Sistemleri.....	11
II.3.1. Otomatik Kontrol Tanımı.....	11
II.3.2. Kontrol Sistemleri Tarihsel Gelişimi.....	12
II.3.3. Bir Kontrol Sisteminin Temel Öğeleri.....	14
II.3.4. Kontrol Tarzına Göre Kontrol Türleri.....	14
II.3.4.1. Açık Çevrimli Kontrol Sistemleri.....	15
II.3.4.2. Kapalı Çevrimli Kontrol Sistemleri.....	15
II.4. Veri Toplama Sistemleri.....	15
II.4.1. Tanımı.....	15
II.4.2. PC Temelli Tipik Bir Veri Toplama Sistemi Elemanları.....	16
II.4.3. Neden DAQ ve Sanal Enstrümantasyon Uygulaması.....	16
II.4.4. Veri Toplama (DAQ) ve Sinyal Şartlandırma.....	17
II.5. Lineer Potansiyometre ve Teknik Bilgiler.....	18
II.5.1. Lineer Potansiyometre ve Teknik Bilgiler.....	18
II.5.2. Lineer Potansiyometrenin Bağlantısı ve Yüklenmesi.....	19
II.5.3. Lineer Potansiyometrenin Elektrik Yapısı.....	20
II.5.4. Teknik Bilgiler.....	20
II.6. Basınç Sensörü.....	21
II.6.1. Basınç Sensör Yapısı.....	21
II.6.2. Fonksiyonları.....	21
II.6.3. Terminal Bağlantıları.....	21
II.6.4. Teknik Bilgiler.....	21
II.7. Servo Valf.....	22
II.7.1. Servo Valf Yapısı.....	22
II.7.2. Servo Valf Vanası İşlevi.....	23

II.7.3. Servo Valf Çalışma Prensibi.....	23
II.8. Veri Toplama Cihazı.....	25
II.9. Labview ve Veri Edinimi.....	30
II.9.1. Labview Nedir.....	31
II.9.2. Labview Ortamında Veri Edinimi.....	31
II.9.3. Kanal Ayarları.....	32
II.10. Taguchi Metoduyla Deney Tasarımı.....	38
II.10.1. Taguchi Metodunun Amacı.....	39
II.10.2. Taguchi'nin Sinyal / Gürültü Oranları.....	39
II.10.3. Taguchi Deney Tasarım Aşamaları.....	40
II.11. Sac Plastik Şekillendirme.....	43
II.11.1. Şekil Verme Tanımı.....	43
II.11.2. Şekil Verme Kabiliyeti.....	43
II.11.3. Sac Şekillendirme ile İmalat.....	43
II.11.4. Soğuk Şekillendirme İşlemleri.....	43
II.11.5. Plastik Deformasyonu Etkileyen Faktörler.....	45
II.12. Çökertme Deneyi.....	46
II.13. Alüminyum.....	48
II.13.1. Alüminyum Hakkında Genel Bilgiler.....	48
II.13.2. Alüminyum, Çevre ve Kullanım Alanı.....	50
BÖLÜM III.....	52
BİLGİSAYAR DESTEKLİ BİR PROTOTİP HİDROLİK PRESLE	
DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	52
III.1. SUNUŞ.....	52
III.2. Deney Düzenekinin Kurulması.....	52
III.3. Hidrolik Silindir Hesaplamaları.....	54
III.4. Sac Çökertme Deney Tasarımı.....	55

III.5. Alimünyum Sac Özellikleri.....	57
III.6. Ön Deneyler.....	58
III.6.1. Lineer Potansiyometre Kalibrasyon Deneyi.....	58
III.6.2. Basınç Sensörü Kalibrasyon Deneyi.....	60
III.6.3. Servohidrolik Valf Deneyi.....	62
III.6.4. NI6024 DAQ Kartıyla LabVIEW Ortamında Veri Edinimi.....	63
III.7. Deney Çalışması.....	65
III.7.1. Deneyin Adı.....	65
III.7.2. Deneyin Amacı.....	65
III.7.3. Deneyde Kullanılan elemanlar ve Görevleri.....	65
III.7.4. Deney İşlem Basamakları.....	66
III.8. Bilgisayar Programı ve Kontrol.....	70
III.8.1. Programda Kullanılan Önemli Fonksiyonlar.....	70
III.8.2. Programın Çalışma Prensipleri.....	71
III.9. Alimünyum Sac Parçalarının Şekillendirilmesi ve Sac Çökertme Derinliğinin Minitab Ortamında Taguchi Metoduyla Optimizasyonu.....	74
III.9.1. Sac Parçalarının Şekillendirilmesi.....	74
III.9.2. Alimünyum Sac Çökertme Derinliğinin Minitab Ortamında Taguchi Metoduyla Optimizasyonu.....	75
BÖLÜM VI. SONUÇLAR.....	88
BÖLÜM V. SON DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER.....	101
KAYNAKLAR.....	103
EKLER.....	107
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROTOTİP HİDROLİK PRES İLE ÇÖKERTME İŞLEMİNDE PRESİN BASINÇ, HIZ ve POZİSYON KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ

Bu çalışmada, bir prototip hidrolik presin basınç, hız ve pozisyon kontrolünün, örnek bir Alüminyum sac çökertme deney düzeneğinde, çökertme derinliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Bilgisayar kontrollü bir prototip hidrolik presin basıncı, hızı ve pozisyonu değiştirilebilir bir kontrol sistemi kurulmuştur. Taguchi metoduna uygun 9 deney yapılmıştır. Sonuçlar; basınç, hız ve pozisyon değerleri ile çökertme derinliği arasında doğru orantı olduğunu göstermiştir. Hız ve basınç çökertme derinliğine pozisyona göre daha çok etki etmiştir. Sonuç deneyleri yapıldıktan sonra basınç sensöründen okunan basınç değeri her parça için yaklaşık 22,55 bar'dır.

Anahtar Kelimeler: Servohidrolik, Labview, 1050 Alüminyum sac, Çökertme Deneyi.

Aralık, 2010

Neşe YANMIŞ

ABSTRACT

EXAMINATION OF THE CONTROL OF THE PRESSURE, VELOCITY AND POSITION OF A PRESS IN A FORMING PROCESS WITH A COMPUTER AIDED PROTOTYPE HYDRAULIC PRESS

In this study, the effects of the pressure, velocity and position control of a computer aided prototype hydraulic press on the depth of erichsen were investigated in an example of 1050 Aliminium sheet erichsen test.

The Control System, which the pressure, velociy and position of a computer aided prototype hydraulic press are changed, was established. 9 experiments were done conveniently to Taguchi method. Results showed that pressure, velocity and position are in a positive function of the depth of 1050 Al sheet tested. The depth was influenced by more pressure and velocity than position. After the responded tests were applied, avarage of the pressure, which was measured by pressure sensor, was 22,55 bar and for all workpieces.

Key Words: Servohydraulic, Labview, 1050 Aliminium sheet, Erichsen Test.

December, 2010

Neşe YANMIŞ

SEMBOLLER

S/N	: Sinyal gürültü oranı
F_n	: Baskı plakası kuvveti
F_s	: Kesme kuvveti
h	: Strok boyu (cm)
D₁	: Silindir iç çapı (cm)
d₁	: Piston çapı (cm)
P	: Basınç
A₁	: Pistonun ileri hareketinde kuvvetin etki ettiği alan (cm ²)
A₂	: Pistonun geri hareketinde kuvvetin etki ettiği alan (cm ²)
F_i	: Silindir ileri hareket kuvveti (daN)
Ė	: Güç (kW)
V	: Silindir ileri hızı (cm/s)
Q	: Debi (lt/dk)
D	: İlkel parça çapı (mm)
d	: Çekilmiş parça iç çapı (mm)
σç	: Sacın çekme gerilmesi (kg/mm ²)
S	: Sac kalınlığı (mm)
P	: Çekme Kuvveti (kg)
U	: Çekilecek iş parçasının çevresi (mm)
R	: Zımba kenarlarının yuvarlaklığı
m	: Çekme oranı
f	: Çekme oranına göre çekme faktörü
X	: Bilgisayardan pozisyon için girilen giriş değeri
Y	: Potansiyometrede okunan değer
Z	: Servo valf çalışma voltajı
t	: Doğru şartı (true)
f	: Yanlış şartı (false)
A	: Servo valf voltaj değeri (V)
B	: Zımba konumu (mm)
C	: Basınc (bar)

i	: Deney sayısı
nm	: Sinyal gürültü oranı ortalaması
ni	: i'ninci deneyde hesaplanan sinyal gürültü oranı
SNRA	: Sinyal gürültü oranı değerleri
Sa	: A faktörü için kareler toplamı
Sb	: B faktörü için kareler toplamı
Sc	: C faktörü için kareler toplamı
Sst	: Kareler toplamı
ACH	: Analog kanal
V_m	: PGIA'da Ölçülen voltaj değeri
I	: Giriş
O	: Çıkış
AIGND	: Analog çıkış toprak hattı
AOGND	: Analog çıkış toprak hattı
DACOUT	: Dijital analog çıkış kanalı

KISALTMALAR

ACH	: Analog kanal (Analog Channel)
DAQ	: Veri edinimi (Data Aquisition)
Max	: Measurement and Automation Explorer
AGK1	: Ayarlanabilir güç kaynağı 1
AGK2	: Ayarlanabilir güç kaynağı 2
Lineer Pot.	: Lineer potansiyometre
EÇD	: Erichsen çökertme değeri
AC	: Alternatif akım
DC	: Doğru akım
TS	: Türk standartları
A/D	: Analog dijital
PGIA	: Programlanabilen enstrüman kazanç yükselteci
REF	: Referans
DIFF	: Diferansiyel mod konfigürasyon
RSE	: Tek uçlu konfigürasyon
NRSE	: Tek uçlu konfigürasyon
DAQ-STC	: Zaman fonksiyonları ile ilgili zaman denetleme sistemi
DMA	: Doğrudan bellek erişimi
API	: Programlama ara birimi
ADC	: Analog dijital çevirici

ŞEKİLLER

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil II.1: Hidrolik Pres.....	4
Şekil II.2: Bir Kontrol Sisteminin Temel Öğeleri.....	13
Şekil II.3: Açık Çevrim Kontrol.....	13
Şekil II.4: Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi.....	14
Şekil II.5: DAQ Donanımı.....	16
Şekil II.6: Lineer Potansiyometre.....	16
Şekil II.7: Lineer Potansiyometre Sembolü.....	16
Şekil II.8: Lineer Potansiyometre İç Yapısı.....	17
Şekil II.9: Lineer Potansiyometre Elektriksel İç Yapısı.....	17
Şekil II.10: Potansiyometre Çalışma Alanı.....	18
Şekil II.11: Potansiyometre Terminal Bağlantısı.....	19
Şekil II.12: Basınç Sensörü.....	20
Şekil II.13: Servo Valf ve Sembolü.....	20
Şekil II.14: Servo valfin iç yapısı.....	21
Şekil II.15: Servo Hidrolik Ara Konum Ayarı.....	22
Şekil II.16: Servohidrolik İleri Konum Kontrol.....	23
Şekil II.17: Servohidrolik Geri Konum Kontrol.....	23
Şekil II.18: Servo Valf Debi-Voltaj Değişimi.....	24
Şekil II.19: 6024E DAQ Kart Şeması.....	25
Şekil II.20: RSE Modda Bağlantı Şeması.....	26
Şekil II.21: NRSE Modda Bağlantı Şeması.....	27
Şekil II.22: DIFF Modda Bağlantı Şeması.....	27
Şekil II.23: Analog Çıkış Kanal Bağlantı Şeması.....	28
Şekil II.24: DAQ ve Sinyal Şartlandırma.....	29
Şekil II.25: Max İkonu.....	29
Şekil II.26: Konfigürasyon Penceresi.....	30
Şekil II.27: Labviewda Tanımlı Olan Kart Görüntüsü.....	30
Şekil II.28: Yeni Kanal Oluşturma.....	31
Şekil II.29: Kanal Oluşturma Tamamlama.....	31

Şekil II.30: Sinyal Tipine Göre Kanal Ayarı	32
Şekil II.31: Kanal İsmi ve Açıklaması.....	32
Şekil II.32: Ölçülecek Nesne Tipi.....	33
Şekil II.33: Ölçülecek Sinyal Birimi ve Aralığı.....	33
Şekil II.34: Ölçeklendirme.....	34
Şekil II.35: Kullanılacak DAQ Kart Seçimi.....	34
Şekil II.36: Kanal Numarası.....	34
Şekil II.37: Kullanılacak Giriş Modu Seçimi.....	35
Şekil II.38: Kanal Özellikleri.....	35
Şekil II.39: Basınç Sensörü İsimli Kanal Özellikleri.....	36
Şekil II.40: Kanal Test Etme.....	36
Şekil II.41: Kanal Test Sonucu.....	37
Şekil II.42: Basit Çekme işlemi.....	42
Şekil II.43: Sac Metalin Düz Bir Çizgi Boyunca Eğilmesi.....	42
Şekil II.44: Bazı Soğuk Şekillendirme Örnekleri.....	43
Şekil II.45: a)Çekmiş kenarlarda oluşan buruşma b)Uzamış kenar ve çatlaklar c)Sac kenarında eğilme.....	43
Şekil II.46: Erichsen Çökertme Deneyi 1.....	45
Şekil II.47: Erichsen Çökertme Deneyi 2.....	45
Şekil II.48: Bazı Malzemeler İçin Erichsen Çökertme Eğrileri.....	46
Şekil III.1: Hidrolik Pres.....	52
Şekil III. 2: Servohidrolik Deney Düzeneği Ön Görünüşü	52
Şekil III.3: Hidrolik Silindir 1 Sembolü.....	53
Şekil III.4: Deney Düzeneği Katı Model.....	54
Şekil III.5: Deney düzeneği alt parça.....	55
Şekil III.6: Deney Düzeneği Sac Çıkarma Parçası.....	55
Şekil III.7: Deney Düzeneği Baskı Plakası.....	56
Şekil III.8: Zımba.....	56
Şekil III.9: Potansiyometre Kalibrasyonu.....	58
Şekil III. 10: Lineer Potansiyometre Konum-Voltaj grafiği.....	58
Şekil III.11: Basınç Sensörü Basınç-Voltaj Grafiği.....	60
Şekil III.12: Lineer Potansiyometre Terminal blok bağlantısı.....	62
Şekil III.13: Labview Ön Panel Görüntüsü.....	63
Şekil III.14: Blok Diyagramı.....	63

Şekil III.15: Analog Çıkıştan Okunan Voltaj Değeri.....	63
Şekil III.16: Akış diyagramı.....	66
Şekil III.17: Kapalı Çevrim Blok Diyagramı.....	66
Şekil III.18: Alüminyum Sac Kesim Ölçüsü.....	68
Şekil III.19: Sacın Deney Düzenine Yerleşimi.....	68
Şekil III.20: İşlenmiş Parça.....	68
Şekil III.21: Bağlantı Konnektörü.....	69
Şekil III.22: LabVIEW Program Ön Panel Görüntüsü.....	71
Şekil III.23: Program Blok Diyagram Görüntüsü.....	73
Şekil III.24: Minitab Yeni Proje.....	74
Şekil III.25: Minitab Çalışma Sayfası.....	74
Şekil III.26: Taguchi Metodunu Başlatma.....	75
Şekil III.27: Taguchi Deney Düzeninin Seçilmesi.....	75
Şekil III.28: Taguchi Seviye Seçimi.....	76
Şekil III.29: Taguchi Ortogonal Dizi Seçimi.....	76
Şekil III.30: Faktör Seçimi.....	77
Şekil III.31: Faktör Değerlerinin Programa Eklenmesi.....	77
Şekil III.32: Taguchi Hesaplama İşlemi.....	78
Şekil III.33: Hesaplama Faktörlerinin Belirtilmesi.....	79
Şekil III.34: Taguchi Analiz Tasarım Seçimi.....	79
Şekil III.35: Analiz Dizaynı Sonuç Verisi Seçimi.....	80
Şekil III.36: Sinyal Gürültü Oranı Grafik Çizim Seçimi.....	80
Şekil III.37: Analysis Graphs Sekmesi Ayarı.....	81
Şekil III.38: Analysis Sekmesi Ayarı.....	81
Şekil III.39: Option Sekmesi Ayarı.....	81
Şekil III.40: Sinyal Gürültü Oranı Seçimi.....	82
Şekil III.41: Sinyal Gürültü Oranı İçin Sonuç Grafikleri.....	83
Şekil III.42: Anova analizi.....	84
Şekil IV.1: Ön Deney Parçaları.....	88
Şekil IV.2: Birinci Deney Parçası.....	89
Şekil IV.3: Birinci Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu.....	89
Şekil IV.4: İkinci Deney Parçası.....	90
Şekil IV.5: İkinci Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu.....	90
Şekil IV.6: Üçüncü Deney Parçası.....	91

Şekil IV.7: Üçüncü Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu.....	91
Şekil IV.8: Dördüncü Deney Parçası.....	92
Şekil IV.9: Dördüncü Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu.....	92
Şekil IV.10: Beşinci Deney Parçası.....	93
Şekil IV.11: Beşinci Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu.....	93
Şekil IV.12: Altıncı Deney Parçası.....	94
Şekil IV.13: Altıncı Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu.....	94
Şekil IV.14: Yedinci Deney Parçası.....	95
Şekil IV.15: Yedinci Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu.....	95
Şekil IV.16: Sekizinci Deney Parçası.....	96
Şekil IV.17: Sekizinci Deney Parçası 3 Boyutlu Ölçüm Sonucu.....	96
Şekil IV.18: Dokuzuncu Deney Parçası.....	97
Şekil IV.19: Dozkuzuncu Deney Parçası 3 Boyutlu Ölçüm Sonucu.....	97
Şekil IV.20: Deney Sonuçları.....	98
Şekil IV.21: Sonuç Deneyleri Basınç - Zaman Grafiği.....	98

TABLolar

SAYFA NO

Tablo II. 1. Kontrol Sistemleri Tarihsel Gelişimi.....	12
Tablo II.2: 6024 DAQ Kart Voltaj Ölçme Aralığı.....	28
Tablo II.3: Çökertme Derinliğine Etki Eden Faktörler.....	39
Tablo II.4: Faktör Seviyelerin Tespiti.....	39
Tablo II.5: Seviye ve Faktör Değerlerin Ataması.....	40
Tablo II.6: Taguchi Deneyler Tablosu.....	40
Tablo II.7: Bazı Malzemelerin Şekil Değiştirebilirlik Dereceleri.....	47
Tablo II.8: Alüminyumun Fiziksel Özellikleri.....	48
Tablo II.9: Alüminyum Kullanım Alanları.....	49
Tablo II.10: İşlenmiş alüminyum alaşım belirleme sistemi (AA,1988).....	50
Tablo III.1: 1050 Alüminyum Kimyasal Bileşimleri.....	56
Tablo III.2: 1050 Alüminyumun Mekanik Özellikleri.....	57
Tablo III.3: Lineer Potansiyometre Konum – Voltaj Değerleri.....	59
Tablo III. 4. Basınç sensörü Basınç-Voltaj Değerleri.....	60
Tablo III.5: Terminal Bağlantı Şeması.....	67
Tablo III.6: Taguchi Deney Tasarım Dizilimi.....	78
Tablo III.7: Taguchi Tasarımı.....	78
Tablo III.8: Sinyal Gürültü Oranı Değerleri.....	82
Tablo IV.1: Birinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	88
Tablo IV.2: İkinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	89
Tablo IV.3: Üçüncü Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	90
Tablo IV.4: Dördüncü Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	91
Tablo IV.5: Beşinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	92
Tablo IV.6: Altıncı Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	93
Tablo IV.7: Yedinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	94
Tablo IV.8: Sekizinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	95
Tablo IV.9: Dokuzuncu Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları.....	96
Tablo IV.10: Deney Sonuçlar Tablosu I.....	98

BÖLÜM I

GİRİŞ ve AMAÇ

I.1. GİRİŞ

Gelişen Teknolojide hidrolik ve pnömatik sistemlerin kullanım alanı oldukça yaygındır. Hidrolik sistemlerin performansları pnömatik sistemlerinkine göre daha yüksektir. Ayrıca hız, kuvvet ve moment kademesiz olarak kontrol edilebilir ve hidrolik akışkanın neredeyse sıkıştırılmaz olmasından dolayı avantaj sağlar.

Günümüz endüstriyel uygulamalarının artan talepleri, servohidrolik sistem ve kontrol teknolojilerinin gelişimine ivme kazandırmıştır. Özellikle enerji bilinci gelişmiş olan toplumlar, endüstride enerji tüketiminin azaltılması için, yüksek mukavemetli ve hafif malzemelerin kullanımına yönelmiştir. Sac şekillendirmede karşılaşılan sorunların giderilmesi geleneksel tezgahların elektromekanik sistem kontrollü hale getirilmesi ve kontrol sistemlerinin malzeme kalitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesiyle azaltılmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle güçlü, düşük yoğunluklu ve yüksek korozyon direnci gibi özelliklerinden dolayı Alüminyum alaşımlı sacların inşaat, otomotiv, ulaşım ve ambalaj sektörleri başta olmak üzere kullanımı artmıştır. Ancak Alüminyum sacın şekillendirilmesinde istenen formu yırtılma, kırılma ve ölçülerde sapma olmadan alması; sac ve şekil değiştirme kabiliyet sınırlarına etki eden pres kontrol parametrelerine bağlıdır. Bu konuda yapılan bazı önemli çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

George K. Adam çalışmasında [1], taşınabilir bir hidrolik pres makinesinin kontrol ve tasarımını uygulamıştır. Sistemde kullanılan sensör ve makine üretim hatalarını düşürebilmek için, matlab ortamında veri edinimi gerçekleştirilerek performans değerlendirmesini yapmıştır.

İstif,İ.;Kutlu,K. çalışmasında [2], Oransal valf kontrollü hidrolik silindir sisteminin konum kontrolü üzerinde çalışmıştır. Simulink programını kullanmıştır.

Özek,C.; Bal,M. Çalışmasında [3], DKP 37 sacı kullanılarak kalıp ve zımbanın radyüs değişimlerinin, limit çekme oranının, baskı plakası ve kalıp açılarının et kalınlığı üzerindeki etkisini incelemiştir. Deneylerde kalıp ve zımba radyüsü, kalıp açısı, baskı plakası kuvveti ve β gibi dört ana parametre kullanmıştır. Sistemden veri edinimi için bir adet bilgisayar ve yük hücresi kullanmıştır. Sonuçta derin çekme işlemi uygulanan malzemenin şekillendirilebileceği en yüksek derinlik değerleri tespit etmiştir.

Sun,P.; Gr'acio, J.J; Ferreira,J.A çalışmalarında [4], mini hidrolik bir preste sac metal malzemesinin şekillendirilmesi üzerine çalışmışlardır. Kuvvet ve konum kontrolü için servohidrolik model tasarlanmıştır. Hidrolik preste şekillendirilen sacın, zımbanın geri hareketinden sonraki geri esnemeyi incelemiştirlerdir. Yazılım olarak Matlab kullanmışlardır.

R.D. Webb ve D.E. Hardt çalışmalarında [5], sac şekillendirme prosesinde kullanılan elemanların, uygun ve otomatik olarak sac şekillendirebilmesi için bir kapalı çevrim kontrol metodu uygulamışlardır. Sac metal parçalarının üç boyutlu şekillendirilmesi tipik olarak bir veya iki kalıbın kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir. Karmaşık kavisli şekiller ve eğik düzlemlerin elde edilmesinde, parçanın istenen ölçülerde şekillendirilmesi ve sağlam olması istenir. Bu amaçla çalışmalarında, sac şekillendirme proses kontrolü için bir kapalı çevrim transfer fonksiyonu hazırlamışlardır. Bu transfer fonksiyonu, kalıp ve parça içindeki deformasyon değişimini göstermiştir. Yaptıkları aksi simetrik şekillendirme deneyleri, uygun lineer transfer fonksiyonu ve kontrol metodu özelliklerini elde ettiklerini göstermiştir. Bu transfer fonksiyonunun kullanılması ile daha hızlı sac işleme proseslerinin tasarlanmasında kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Nicolae Vasiliu, Constantin Calinoiu, Daniela Vasiliu ve Dragoş Ion-Guta çalışmalarında [6], motorlar, yük simülatörleri, akış kontrol sistemleri, dinamik test makinaları gibi elektrohidrolik ve servomekanizmaların kullanıldığı en modern uygulamalarda yüksek doğruluk ve hassasiyetin oluşturulmasını amaçlamışlardır.

Adım, rampa ve parabolik giriş fonksiyonları için kararlılık ve kalıcı durum hatalarını seçen bir donanım ve yazılım konfigürasyonu geliştirmişlerdir. Keythley ADwin PRO DSP adında yüksek performanslı bir endüstriyel bilgisayar ve ADBasic programlama dili kullanmışlardır. Hidrolik güç ünitesinde hız yönetimi için yeni geri beslemeli bir kontrol stratejisi oluşturmuşlardır.

I.2. AMAÇ ve ÖNEM

Bu çalışmada amaç, bilgisayar kontrollü bir prototip hidrolik presin basınç, hız ve pozisyon kontrolünü yaparak, 1050 serisi alüminyum sac çökertme deneyinde, çökertme derinliğine etkilerini tespit edebilmesidir.

Metal sac malzemenin bilgisayar kontrollü prototip hidrolik preste çökertme deneyi için gerekli sistem tasarımının yapılabilmesi.

Bilgisayar ile pres arasındaki bağlantıları kurarak ve Labview programını hazırlayarak kontrol işlem basamaklarının tamamlanabilmesi.

Hidrolik presle sac şekillendirme işleminde, otomatik kontrol sistemlerinin kullanılarak şekillendirme işlemlerinin daha hassas bir ayarla gerçekleştirilmesini sağlayabilmek, böylece yapılacak sistem tasarımının, kullanılacak sac metalin plastik şekil değiştirme kabiliyetine etki eden en uygun değerlerini, hazırlanan proses için tespit edebilmek. Sistem performansının değerlendirilmesi ve oluşabilecek arızaların tahmini konusunda fikir edinmek açısından veri edinim sistemi oldukça önemlidir.

Sac metalin plastik şekillendirilmesi aşamasında maksimum kalitede istenen formun elde edilebilmesi, ölçümler sonucunda tespit edilecek presin basıncı, hızı ve zımbanın ilerleme miktarındaki değişime bağlıdır. Uygulamada pres basıncı ayarlandıktan sonra ara yüz programıyla oluşturulacak kontrol algoritmasında, zımba ilerleme miktarı ve hidrolik pres hızını belirleyen servo valf gerilimi kullanıcı tarafından belirtilecektir. Metal sac malzemenin sığ çekmedeki değerleri dikkate alınarak bir çökertme deney tasarımı yapılacak ve sistemde sac çökertme işleminde çökertme derinliğine etki eden parametreler taguchi metodu uygulamasıyla optimize

edilerek, en uygun sac şekillendirme parametre değerleri hazırlanan işlem süreci için belirlenmiş olacaktır. Bilgisayar destekli kontrol sayesinde tüm parçalarda aynı kalitenin elde edilmesi sağlanmaya çalışılacaktır. Sistemde kullanılacak basınç sensörü sac şekillendirme sırasında meydana gelen kuvvet değişimlerinin gözlemlenebilmesi açısından önemlidir.

Böylece hidrolik pres kontrol parametrelerinin optimizasyonu ile, Alüminyum alaşımlı sacın imalatı aşamasında karşılaşılabilecek buruşma, kırılma, yırtılma ve kopma gibi sorunlar kontrol ile önlenecek ve sac şekillendirme kabiliyeti sınır değerleri hakkında da veriler elde edilmiş olacaktır.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

II.1. PRESLER

II.1.1.Tanım: Baskı darp ve sıkıştırma özelliklerinden dolayı, üzerine bağlanan ve kalıp denen aparatlar yardımıyla, çeşitli boyutlardaki malzemeleri, plastik şekil değişikliğine uğratmaya yarayan makinalardır.

Kalıp imalatçısı üreteceği parçanın kalıp tasarımını, çalışma şartlarını ve özelliklerini bildiği pres tezgahına göre yapmak zorundadır. Bu şekilde yapılacak tasarımda pres kalıp bağlantısı sağlanmış olacaktır. Belirli bir uygulama için pres seçerken göz önüne alınması gereken faktörler; tezgahın kapasitesi(elde edilen kuvvet ve iş), hareket sistemi (mekanik veya hidrolik) ve gücün kızağa iletilme metodudur (krank,eksantrik v.s. gibi) [7,14,17].

II.1.2.Preslerde Hareket Sistemi: Pres vurucu (hareketli) başlığını hareket ettiren sistemdir ve ikiye ayrılır.

II.1.2.1. Mekanik Presler

- Krank veya eksantrik milli
- Eksantrikli dişli
- Kamlı veya mafsal kollu [7].

II.1.2.2. Hidrolik Presler

- Tek sütunlu veya çift sütunlu hidrolik presler
- Pot baskılı veya baskısız hidrolik presler
- Tek veya çift tesirli hidrolik presler
- Dikey veya yatay konumlu hidrolik presler [14].



Şekil II.1: Hidrolik Pres

II.1.3. Hidrolik Preslerin Çalışma Prensibi: Esas olarak hidrolik bir pistonun bir silindir içinde hareket etmesine dayanır. Şekil II.1’de hidrolik pres resmi görülmektedir. Piston ucuna direk presin hareketli başlığı bağlanmıştır. Hidrolik pompa yardımıyla silindir içerisine gönderilen yüksek basınçlı yağ, piston ve pistonla bağlı vurucu başlığı hareket ettirir. Hidrolik silindir çift etkilidir. Düşey konumlu preslerde vurucu başlık yukarı aşağı, yatay konumlu preslerde vurucu başlık ileri ve geriye doğru hareket ettirilir. Hidrolik presler istenen kurs boyu ve ilerleme hızına ayarlanabilen preslerdir. Mekanik preslerde ise yük strok boyunca değişir ve en büyük değerine alt ölü noktanın biraz üstünde ulaşır; strok ise önceden ayarlanmış olan sabit değerdedir. Hidrolik preslerdeyse yük tüm strok boyunca sabit kalır; strok uzunluğu ise, doğal olarak hidrolik silindirin sınırları içinde kalmak koşuluyla kontrol edilerek bu sınırlar içinde herhangi bir değerde olması sağlanabilir [7,17].

II.2. HİDROLİK SİSTEMLER

II.2.1. Tanım: Eski Yunanca’da su anlamına gelen hydro ile boru anlamına gelen aulis kelimelerinin birleştirilmesinden türetilmiştir. İlk dönemlerde boru içindeki suyun davranışlarını belirlemek için kullanılmıştır. Hidrolik akışkanların mekanik hareketlerini inceleyen bilim dalıdır [34].

Gelişen teknoloji ile birlikte hidroliğin ifade ettiği anlam da değişmeye başlamış, daha ziyade yüksek basınçlı ve düşük debili sistemler ile gücün kontrolü ve iletimini konu alan bir teknoloji haline gelmiştir [33].

II.2.2. Hidroliğin Tarihçesi

Tarihsel açıdan modern hidroliğin temelleri 1650 yılında Pascal’ın kendi adı ile anılan “Pascal Yasası” nı hayata geçirmesi ile başlamıştır. 1750 yılında Bernoulli’ nin “Bernoulli Denklemi” ni oluşturması ile bir boru hattında akan bir akışkanın enerji korunumunu ifade edebilmek mümkün olmuştur. “Akışkanlar Mekaniği” adı altında yürüyen bu temel bilim araştırmaları, 1850 yılında İngiliz Teknoloji Devrimi ile hayat bulmuş ve teknolojik bir atılım olarak 1870 yılında buhar basıncı ile sıkıştırılan suyun vinçlerde, perçinleme makinelerinde, ekstrüzyon makinelerinde kullanımı gerçekleşmiştir. 1870’lerden sonra modern anlamda ilk hidrolik sistem

uygulamasını 1906 yılında Amerikan savaş gemisi USS Virginia'da basınçlı yağ kullanarak top yükseliş ve kontrol sistemlerinin gerçekleştirilmesi ile başladığı kabul edilir. Bu adımı takiben özellikle sızdırmaz elemanlar konusunda gerçekleşen teknolojik buluşlar sonucunda hidrolik hızla gelişmeye başlamış ve 1926 yılında ABD'de bilinen ilk hidrolik güç ünitesi üretilmiştir. 1936 yılında Harry Vickers'in pilot kumandalı emniyet valfini icadı ile devam eden gelişmeler II. Dünya Savaşı ile birlikte gelen dev teknolojik adımlar içinde yerini bulmuş ve neredeyse tüm hidrolik devre elemanları bu kısa süreç içinde uygulamaya sokulmuştur. 1950 yılında Jean Mercier lastik ayırıcılı biriktiriciyi, 1958'de Moog MIT'de elektrohidrolik servovalfi icad etmiştir [33].

II.2.3. Endüstrideki Yeri ve Önemi

Hidrolik sistemler pek çok endüstriyel tesiste yaygın olarak kullanılmaktadır. Krikolar, asansörler, vinçler, takım tezgâhları, vites kutuları, test cihazları, sanayi tipi robotlar gibi pek çok uygulama alanı vardır. Son dönemde elektroniğin hızla gelişmesine paralel olarak uygulama alanları çok hızlı bir şekilde genişlemiştir ve buna bağlı olarak yeni makineler geliştirilmiştir [34].

Metal endüstrisinde tüm makinelerde hidrolik sistemler uygulanmaya başlanılmıştır. Hidrolik sistemlerde güç iletimi kolaylaştığından tercih nedeni olmuştur. Hidrolik kontrollü makineler düzgün ve titreşimsiz çalışmakta olup kontrol edilmesi çok kolaydır. Dairesel, doğrusal hareketler ile otomatik ve mekanik hareketler hidrolik sistemle kolay bir şekilde elde edilmektedir. Hidrolik sistemler kontrol kolaylığı, ekonomik olması ve az yer kaplamalarından dolayı geniş bir uygulama alanı bulmuştur [34].

II.2.4. Hidrolik Sistemlerin En Önemli Özellikleri

1. Küçük hacimlerde yüksek kuvvetlerin (momentlerin) iletimi,
2. Harekete, tam yük altında başlayabilmeleri,
3. Düzgün ayar yapabilme (açık devre veya kapalı devre kontrol):
 - * Hız * Moment * Kuvvet
4. Gerek hızlı gerekse çok yavaş hareketlerin sıralı kontrolü için uygundur,
5. Basit merkezi tahrik sistemi mümkündür,

6. Hidrolik enerjiyi uzak noktalara ileterek buralarda tekrar mekanik enerjiye çevirmek mümkündür [19].

II.2.5. Hidroliğin Avantaj ve Dezavantajları

II.2.5.1. Hidroliğin Avantajları

1- Sistemde oluşan ısı yağ ile kolayca uzaklaştırılabilir.

2- Küçük boyutlu hidrolik elemanlar büyük kuvvet ve torkları karşılayabilir ve hidrolik sistemde gücün arttırılabilmesi için, çalışma basıncı veya pompa debisinin arttırılması yeterli olur.

3- Hidrolik elemanların harekete başlama ve durma işlemlerini hızlı yapmasına karşılık hızları daha yüksektir.

4- Uygun hidrolik elemanlar sayesinde hareketin yönü sisteme zarar vermeden hızlı bir şekilde değiştirilebilir. Hidrolik sistemin çalışması sırasında devredeki yağ sönümleyici bir yastık gibi vazife görerek, sistemi ani yük değişimlerine karşı korur. Hidrolik sistemin bir özelliği de devreye ilave edilecek basınç denetim valfleri sayesinde, sistemin basıncını önceden belirlenen bir değerin üzerine çıkmasının engellenebilir.

5- Doğrusal ve dönel hareketlerin tasarımında esneklik sağlar. Doğrusal, dairesel veya açısal hareket istenildiği anda hareketin yönü aksi tarafa kısa sürede döndürülebilir.

6- Hidrolik sistemin önemli bir avantajı da yağlama işleminin kendiliğinden olmasıdır. Uygun bir yağ seçilmesi sonucunda bütün çalışan yüzeyler hiçbir ek düzeneğe gerek kalmadan yağlama işlemi gerçekleştirilir. Korozyona ve aşınmaya karşı korunmu olur.

7- Devreye ilave edilecek bir biriktirici yardımıyla belli hacimdeki basınçlı yağın saklanması olanağı vardır. Sağlanan yağın gerektiğinde devreye verilmesiyle:

- Kısa süreler için yüksek hız gerektiren devrelerde, pompa gücünden tasarruf edilmesi
- Elektrik kesilmesi durumunda başlanan işin bitirilebilmesi,
- Sızıntıların telafi edilmesi,
- Yağın genleşmesinden dolayı ve valflerin açılıp kapanması sonucunda basınç

yükselmesinin önlenmesi,

- Titresimlerin önlenmesi, sağlanmış olur [11,19].

II.2.5.2. Hidroliğin Dezavantajları

1- Hidrolik güç elektriğe göre kolayca hazır hale getirilemez. Örneğin yağ içinde bulunabilecek yabancı maddelerin hassas biçimde süzülmesi gerekir.

Bunu sağlamak için;

- * Depo ile pompa arasına emis filtresi,
- * Pompa ile hidrolik alıcı arasına basınç filtresi,
- * Hidrolik alıcı ile depo arasına dönüş fitresi, yerleştirilmesi gerekir.
- * Yağın köpürmesi ve hava alması önlenmelidir.

2- Hidrolik bir sistemin maliyeti aynı sisteme benzer işlevleri yerine getiren bir elektrik sisteminden daha yüksek olabilir.

3- Yanmaya dayanıklı akışkanlar kullanılmadığı müddetçe yangın çıkma ve patlama tehlikeleri vardır.

4- Hidrolik sistemin bakımı zordur.

5- Yağ kaçaqları nedeniyle sistemde arızalara oluşabilir.

6- Hidrolik devrelerin genellikle sönümlenme (bir salınım hareketinin genliğini sıfıra indirmek) özellikleri zayıftır. Eğer bir hidrolik devre düzgün tasarlanmazsa, çalışma koşullarına bağlı olarak bazı kararsız durumlar oluşabilir [11,19].

II.2.6. Hidroliğin Devre Elemanları

Temel bir hidrolik güç sistemi genellikle aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır:

- Hidrolik akışkanı depolamak için bir depo
- Sistemdeki yağı dolaştırmak için borular
- Sisteme akışkan basıncını sağlamak için bir pompa
- Toz, talaş ve diğer yabancı parçacıkları yağdan uzaklaştırmak için bir filtre veya süzgeç
- Sistemin ana bölümündeki akışkan basıncını uygun seviyede tutmak için bir basınç ayar valfi

- Sönümlenme görevi yapan ve sistemde akışkan basıncında oluşabilecek büyük dalgalanmaları engelleyen bir akümülatör
- Akışkan akışının istenilen yönde olmasına izin veren çek valfler
- Akışkanın yönünü hidrolik hareketlendiricinin bir ucundan diğer ucuna değiştirerek hareketlendiriciyi ters yöne çevirmek için bir yön kontrol valfi
- Basınçlı hidrolik yağ tarafından uyarılıp iş yapan, silindir veya hidrolik motor gibi bir hareketlendirici ünite
- Uygun hidrolik akışkan [19].

II.2.7. Hidrolik Sistemlerde Konum ve Hız Kontrolü

Hidrolik sistemlerin uygulandığı endüstriyel alanlarda, hidrolik konum kontrolü büyük önem kazanır. Konum kontrolünün amacı, sistemi istenen konuma kararlı bir şekilde minimum zaman ve enerji harcayarak getirmektir. Bunların gerçekleştirilmesi sistemin kuruluşuna, ölçme organının hassasiyetine, uygulanan kontrol tiplerine ve algoritmalarına bağlıdır. Hidrolik konum kontrolü sistemleri, büyük güç ve küçük stroklarda kontrol uygulayabilme özelliklerinden dolayı tüm endüstri alanlarında kullanılmaktadır. Hidrolik konum kontrolü sistemlerinde, yağ haznesi, elektrik motoru ve hidrolik pompadan oluşan bir besleme ünitesi, kontrolün gerçekleştirildiği hidrolik valf, doğrusal hareketi sağlayan silindir veya dönme hareketini sağlayan motor, kontrol organı ve ölçme elemanları mevcuttur. Konum kontrolü, servo veya oransal valfler ya da yön denetim valfleriyle gerçekleştirilir. Hidrolik sistemlerin kullanıldığı endüstriyel alanlarda, belli bir referans konumda çalışmayı zorunlu kılan koşulların yanında, sistemin istenen bir hız değerinde çalışmasını gerektiren operasyonlar mevcuttur [19].

II.2.8. Servohidrolik Sistemler

“Servo“ kelime manası ile amplifikasyon demektir. Yani kuvvetin (hidrolik, pnömatik, elektrik vb. gibi) amplifiye edilmesidir. Servo hidrolik valf denge konumunu ayarlamaya yarayan valftir. Küçük bir akımla çalışmaya başlar ve çıkışta elde edilen büyük güç sayesinde bir çıkış elemanının pozisyon ayarı rahatlıkla

yapılabilir. Küçük kuvvetlerle büyük güç gerektiren, yüksek performans istenen, küçük hacimlerde yüksek tork, kuvvet ve hassas konum kontrolü ihtiyacı duyulan birçok endüstriyel uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Takım tezgahları, savunma sanayi, robot teknolojisi gibi birçok uygulamada yer alan hidrolik silindir sistemlerinde konum kontrolü, hidrolik valf motor sistemlerinde ise genelde hız kontrolü önem kazanmaktadır (Nishiumi ve Watton, 1997) [2,29].

Servo sistemlerin, hidrolik ile tanışması 2. Dünya Savaşında uçak ve gemilerde askeri amaçlar için başlamıştır. Servo sistemin kalbi olan servo valfler, ağır yükleri; hızlı, fakat darbesiz, yüksek hassasiyette, iyi zamanlama ile ve istenildiği gibi hareket ettirme ihtiyaçlarına cevap verebilme kabiliyetleri ile önem kazanmıştır. Tabii olarak bu fonksiyonları, yalnız servo valf ile halletmek imkansızdır. Servo sistemin vazgeçilmez elemanları olan, Elektronik (Servo Controller), Kapalı Çevrim Kontrol (Closed Loop Control), Ölçme Teknolojisi, bu fonksiyonların elde edilmesinde servo valf ve hidrolik sistem kadar önemlidir [29].

II.3. OTOMATİK KONTROL SİSTEMLERİ

Kontrol sistemleri üretimi ve üretim kalitesini sürekli olarak arttırmakta olup, yaşam biçimimize etki etmektedir ve herhangi bir endüstri toplumunun tamamlayıcı bir parçası olup artan dünya nüfusunun ihtiyaç malzemelerini üretmek için gereklidir. Sistemlerin kontrolü bilimler arası bir konudur ve tüm mühendislik alanlarına girer. Kontrol sistemleri kısaca enerji, malzeme ve diğer kaynakların akışını düzenleyen aygıtlar olarak tanımlanır [10].

Bunların düzenlenmesi, karmaşıklığı ve görünüşü kullanım amaçları ve işlevlerine göre değişir. Kontrol sistemleri denetlenen niceliklerin değerlerini sabit tutar veya bu değerlerin, önceden belirlenmiş biçimde değişimini sağlar. Sistemi oluşturan işlemler elektrikli ya da mekanik kumanda donanımlarıyla, akışkan (sıvı yada gaz) basıncıyla ya da bu benzeri araçların birleşik etkisiyle gerçekleştirilir [10].

II.3.1. Otomatik Kontrol Tanımı: Bir sistemdeki kontrol işlemlerinin doğrudan insan girişimi olmaksızın önceden belirlenen hedefler doğrultusunda sistemde çalışan cihazların, makinelerin ve sistemlerin bilgisayarlar, mikroişlemciler vs. elemanlar

kullanılmak suretiyle kontrol edilmesidir [10].

II.3.2. Kontrol Sistemleri Tarihsel Gelişimi

Hayvanların taklidine yönelik olarak M.Ö. 430 yılında Taretumlu Achytas otomatik güvercin yapmıştır. M.Ö. 285-247 de İskenderiyeli Ktesbios(Heron) su saati yapmıştır.

1205'lerde yaşamış bir türk bilgini olan Cizreli Eb-ül-iz Diyerbakır'da otomatik makinalar yapmıştır. Sanayi Devrimi'nin başlangıç yıllarında bulunan geri beslemeli sistemler olarak Hollandalı C.Drebeelin (1572-1633) sıcaklık düzenleyicisi, Fransız D. Papin'in (1647-1712) buhar kazanları için bulduğu basınç düzenleyicisi gibi örnekler sayılabilir.

1763'de James Watt, İskoçya'da buharla çalışan makineyi buldu. Bu makinenin gelişmiş biçimi, makine çağının gerçek başlangıç noktasını oluşturur.

1769 yılında James Watt toplu hız düzenleyicisi (regulatör) geliştirmiştir. Bu endüstriyel alanda kullanılan ilk geri beslemeli sistemdir. Bu aygıt buhar makinasına buhar akışını ayarlayarak, yük değişimlerine rağmen buhar makinasının sabit bir hızla çalışmasını sağlıyordu.

1801'de endüstriyel alanda kullanılan diğer bir uygulamaysa Fransız Joseph Jacquard açık çevrimin ilk örneğini içeren bir dokuma tezgahı geliştirmiştir. Bu tezgahta, delikli kartlardan oluşun bir deste dokumanın desenlerini programlıyor, tezgahın işlemlerinin kumanda edilmesinde sürece ilişkin herhangi bir bilgi kullanılmıyordu.

19. yy'da İskoçyalı fizikçi James Clerk Maxvell Watt regulatörünün bir diferansiyel denklem modelini geliştirmiştir. Bu çalışma kısa sürede genelleştirilmiş ve birçok başka bilim adamlarının (Minorsky, Nyquist, Hazen v.b.) da katkısıyla denetim kuramı geliştirildi.

1940'larda klasik denetim kuramının özünü teşkil eden frekans cevabı yöntemi ve 1950'li yıllarda kök-yer eğrileri gelişmelerini tamamlamıştır. Bu tarihlere kadar

yapılan kuramsal çalışmaların ve uygulamaların çoğu tek döngülüydü.

1950'li yılların sonlarına doğru denetim sistemlerinin tasarımında sayısal bilgisayarlar kullanılmaya ve kendileri de bir denetim organı olarak kullanılmaya başlandı.

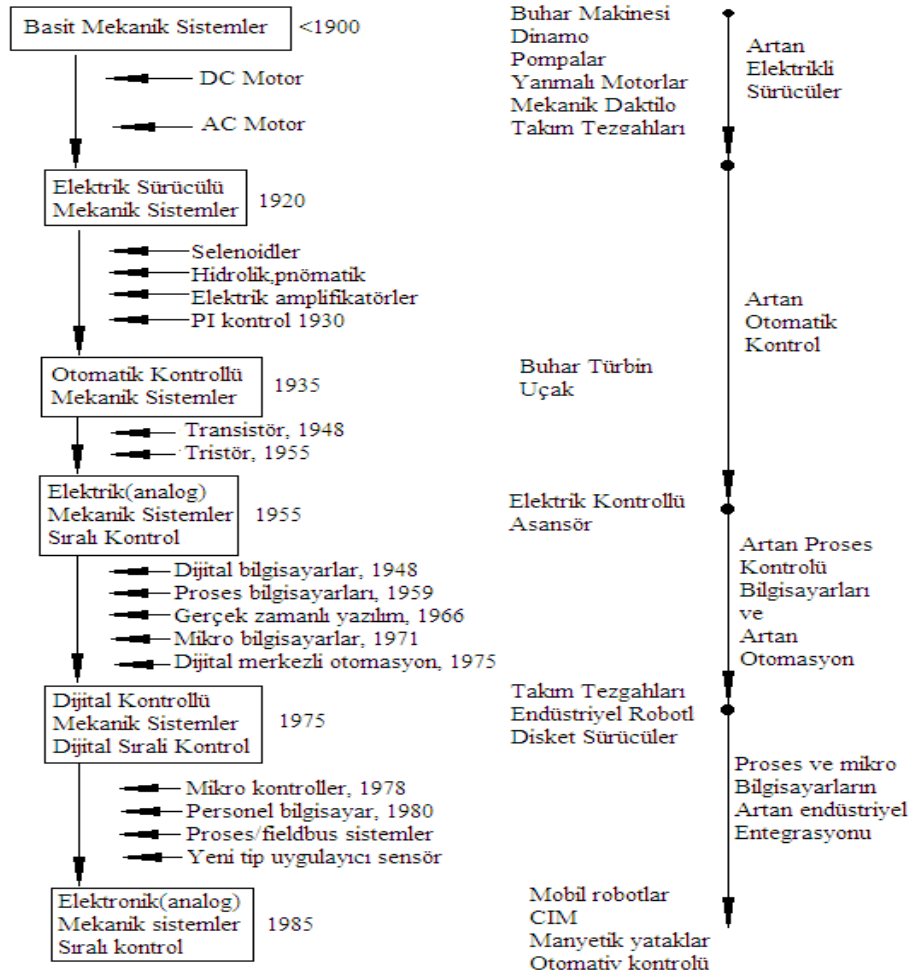
1960'larda yapılan tüm kuramsal gelişmelerde modern denetim kuramı kullanılmıştır. Bu alanda yapılan en önemli uygulamalar uzay programlarıdır.

1970'lerin başında, durum-uzayı yaklaşımına dayanan modern denetim kuramının frekans cevabı ve Laplace dönüşümüne dayanan, klasik denetim kuramının tamamen yerini alamayacağı gerçeğine varıldı.

1980'ler ve daha sonraki yıllarda, mikrobilgisayarlar denetim organları olarak diğer aygıtların yerini almaya devam etti. Yakıt ekonomisi için gerekli talepler diğer türden güç denetim sistemlerinde olduğu kadar uçak ve otomobil motorları için iyileştirilmiş denetim sistemleri gerektirecektir.

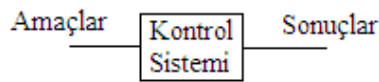
1985'ten itibaren mekanik, elektrik ve elektronik endüstriyel uygulamalarının tarihsel gelişimi tablo II.1'de kısaca özetlenmiştir [10,15,39].

Tablo II. 1. Kontrol Sistemleri Tarihsel Gelişimi



II.3.3. Bir Kontrol Sisteminin Temel Öğeleri

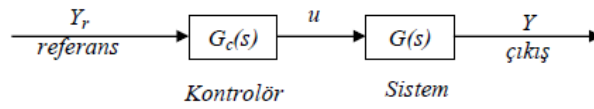
Kontrol amaçları, kontrol sistemi öğeleri, sonuç ya da çıkıştır. Şekil II.2’de özetlendiği gibi amaçlar, kontrol sisteminin girdilerini ve sonuçlar ise çıkışlar veya kontrol edilen değişkenleri etkiler [13].



Şekil II.2: Bir Kontrol Sisteminin Temel Öğeleri

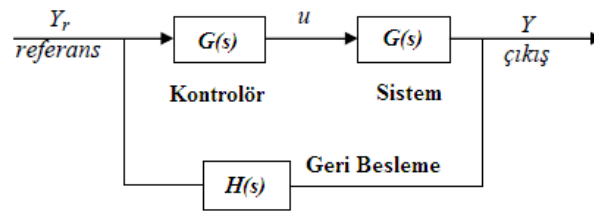
II.3.4. Kontrol Tarzına Göre Kontrol Türleri : Açık ve kapalı (geri beslemeli) olmak üzere ikiye ayrılır.

II.3.4.1. Açık Çevrimli Kontrol Sistemleri: Açık çevrim kontrol sistemleri bir kontrolör ve kontrol edilen sistem (süreç) olmak üzere iki kısma ayrılır. Geri beslemesiz sistemlerdir. Elektrikli çamaşır makinesi bu çevrime bir örnektir, çünkü makine yıkama zamanı tamamen kullanıcının değerlendirme ve öngörüsüne bağlı olarak belirlenir. Şekil II.3’de görüldüğü gibi u çıkışlı kontrolöre Y_r referans giriş işareti uygulanır; bu işaret, kontrol edilen sistem çıkışındaki Y kontrol edilen işareti, önceden belirlenen standartlara göre davranmasını sağlayacak şekilde etkiler. Basit durumlarda, sistemin özelliklerine bağlı olarak kontrolör, bir kuvvetlendirici, mekanik bağlantı, filtre ya da başka bir kontrol elemanı olabilir. Açık çevrim kontrol sistemleri basit ancak genelde hassas değildir [13].



Şekil II.3: Açık Çevrim Kontrol

II.3.4.2. Kapalı Çevrim Kontrol Sistemleri: Şekil II.4’te kapalı çevrim blok diyagramı gösterilmiştir. Hatanın en aza indirildiği bir kontrol sistemi elde edebilmek için, kontrol edilen işaret geri beslenmeli ve referans işaretle karşılaştırılmalı, giriş ile çıkış farkına göre oluşan hatayı azaltıcı yönde ayrı bir işaret uygulanmalıdır. Bir veya birden çok geri besleme yoluna sahip bir sisteme kapalı çevrim kontrol sistemi denir. Bu çeşit kontrol sistemlerinde denetleyiciye sensörler aracılığı ile sistemin mevcut durumu hakkında bilgi gönderilmekte ve denetleyici çıkıştaki hataya bağlı olarak girişi düzeltmektedir [13,41].



Şekil II.4: Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi

II.4. VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİ (Data Acquisiton - DAQ)

II.4.1. Tanım: Üretimden önce araştırma-geliştirme aşamasında, üretimden sonra ise ürünün kalitesinin belirlenmesinde yapılan testlerde, ölçülen her türlü fiziksel büyüklüğe ilişkin verileri toplayan ve yararlı bilgiye dönüştüren sistemlerdir [42].

II.4.2. PC temelli tipik bir veri toplama sistemi elemanları

Duyar Elemanlar (Sensörler): Sıcaklık, basınç, hız, deplasman gibi fiziksel büyüklükleri elektriksel işaretlere çeviren sistemin uç elemanlarıdır.

İşaret Düzenleme (Signal Conditioning): Duyar elemanların ürettiği işaretleri DAQ kartlara uygulanabilecek standard işaret seviyelerine göre düzenleyen çeviricilerdir.

DAQ Kartları: Düzenlenmiş işaretleri alan ve PC veriyoluna aktarılacak biçimde dijital bilgiye çeviren kartlardır. Çeşitli konfigürasyonlarda analog ve dijital giriş/çıkışlar içeren bu kartlar, test düzeneğinin amacına uygun olarak, farklı hassasiyet ve hızlarda seçilebilir.

Bilgisayar ve Yazılım: DAQ kartlarının topladığı verileri görselleştirir, işler, analiz eder ve depolar. Veri Toplama Sistemleri yazılımları büyük miktarda veriyi işleyebilecek ve analiz edebilecek yetenektedir [42].

II.4.3. Neden DAQ ve Sanal Enstrümantasyon Uygulaması ?

DAQ kartları veri toplama için tek yol değildirler. Daha çok otomasyonda kullanılan PLC (Programmable Logic Controller – Programlanabilir Lojik Kontrolcü) ve mikrokontrolörler de (PIC, AVR vs.) veri toplama işlemi için kullanılabilir. Sanayide çokça kullanılan PLC, manyetik alan, büyük sıcaklık farkları ve tozlu ortamlar gibi zor koşullara dayanıklı ürünlerdir. İçerisinde ADC, ağ modülleri barındıran PLC modülleri bilgisayara bağlanarak veri toplama işlemi yapabilmesine rağmen DAQ kartlarından düşük olan örnekleme hızları ve esnek olmayan programlama olanakları sebebiyle tercih edilmemiştir. Alt düzey programlama ve örnekleme için özel olarak devre tasarımı gerektiren mikrokontrolörlerin programlama ve özel devre gereksinimi sebebiyle tercih edilmemişlerdir.

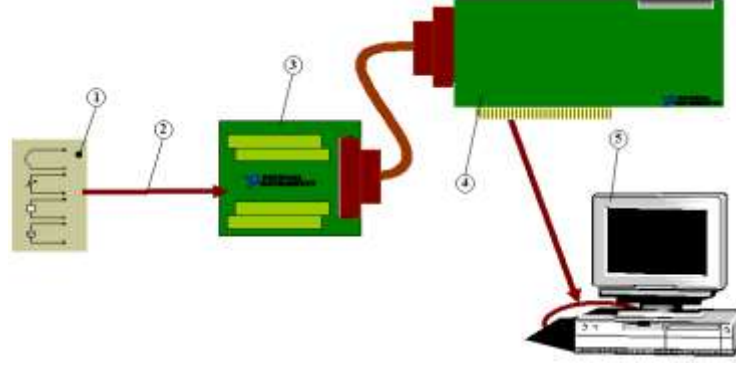
Enstrümantasyon alanındaki son gelişmeler enstrüman tasarım ve yapısını değiştirdi. Çünkü bu esnada yazılım birçok kez aktif enstrümanın yerini aldı. Bu aşamada her bir iş için ayrı bir enstrüman atanması yerine çok fonksiyonlu bir veri toplama kartı

(Data Aquasition Card) ve uygun bir yazılım ile donanmış bir PC kullanılarak çok değişik ölçmeleri kontrol edebilecek ve veri alımını sağlayacak esnek bir yapıya sahip olabilmektedir. **Sanal Enstrümantasyon**; tek göreve atanmış cihazın işlevini genellikle bilgisayar ile birlikte kullanılan donanım ve yazılım kombinasyonunun gerçekleştirmesidir. Örnek olarak bir osilaskopun işlevini kişisel bilgisayara takılmış Data Acquisition Card (DAQ) ile birlikte bilgisayarda çalıştırılan yazılımın yapabilmesidir. Test ve ölçme işlemlerini kolaylaştıran DAQ kartları veri toplama için en uygun sistemlerdir [21,28].

II.4.4. Veri Toplama (DAQ) ve Sinyal Şartlandırma

Veri toplama sisteminin amacı ışık, sıcaklık, basınç, ses gibi fiziksel büyüklükleri ölçerek bilgisayar ortamında işlenebilir hale getirmektir. Veri toplama sistemini oluşturan yapılar şöyle sıralanabilir: Çeviriciler (transduser), sinyal, sinyal şartlandırma, DAQ kartı, bağlantı konektörü, sürücü ve uygulama düzeyinde yazılım. **Çeviriciler:** Işık, sıcaklık, basınç, ses gibi fiziksel büyüklüğü akım, gerilim gibi ölçülebilir bir büyüklüğe çeviren alettir. **Sinyaller:** Analog ve dijital sinyaller olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. **Analog Sinyaller:** Zamana bağlı olarak ani veya doğrusal değişimler gösteren sinyallerdir. Bu değişimlerde ölçülen fiziksel özelliğin edinimini etkiler. **Dijital Sinyaller:** İki adet kabul edilebilir duruma sahiptir, ON ve OFF. **Sinyal Şartlandırma:** Sinyaller/sensörler ve ölçme sistemi arasında ara yüz olarak uyumu sağlar. Bütün çeviriciler veri edinim sisteminin (DAQ) ölçebileceği kadar kusursuz bir gerilim üretemezler. Çeviriciden gelen sinyal çok gürültülü, çok küçük veya DAQ kartının ölçüm aralığı dışında olabilir [15].

DAQ Donanımı: Şekil II.5'te DAQ donanımı gösterilmiştir. Terminal blok sinyallerin bağlanması için bir alan sağlar ve sinyalleri bağlamak için vidalı veya yaylı bağlantı terminallerinden ve DAQ cihazına bağlanan bir kablodan oluşur. Terminal bloklar 100,68 veya 58 terminale sahiptirler. Seçeceğiniz terminal blok cihaz ve ölçülecek sinyal sayısına bağlıdır [15].



Şekil II.5: DAQ Donanımı

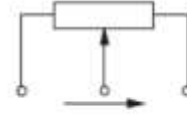
1- Sensörler 2- Kablolar 3- Terminal Blok 4- DAQ Kartı 5- Bilgisayar

II.5. Linear Potansiyometre ve Teknik Bilgiler

II.5.1. Linear Potansiyometre ve Teknik Bilgiler: Şekil II.6’da linear potansiyometrenin kendisi ve şekil II.7’de linear potansiyometre sembolü gösterilmiştir.

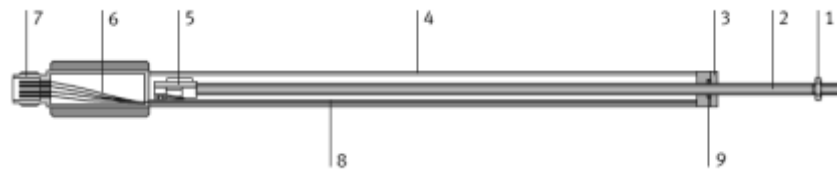


Şekil II.6: Linear Potansiyometre



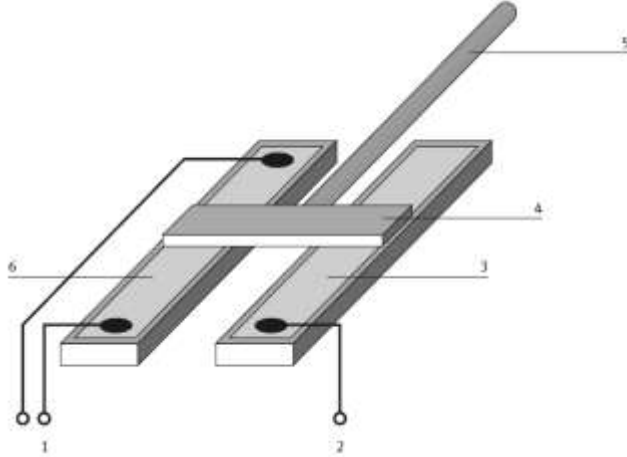
Şekil II.7: Linear Potansiyometre Sembolü

Şekil II.8’de gösterilen potansiyometre iç yapısında 1. Kilitleme somunu 2. Piston Kolu 3. Yataklı Kapak Başlığı 4. Hafif Metal Gövde 5. Kontak Kolu Yuvası 6. Elektrik Bağlantısı 7. Kablolama Kutusu 8. Plastik Film Kontak Hattı 9. Kazıyıcı’ dır. Halka Linear Potansiyometre hidrolik silindir üzerine montaj kiti ile birlikte monte edilir [36].



Şekil II.8: Linear Potansiyometre İç Yapısı

Şekil II.9’da gösterilen potansiyometre elektriksel iç yapıya göre 1. 10V DC 2. 0-10V Sinyal Çıkışı 3. Çubuk (rot) Bağlatısı 4. Kontak Kolu 5. İletken Hat 6. Direnç Parçası’ dır [36].

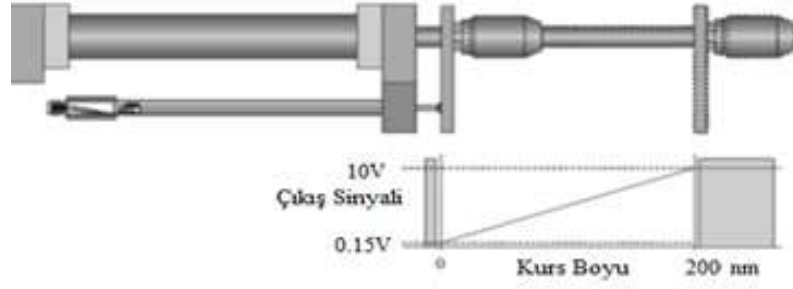


Şekil II.9: Linear Potansiyometre Elektriksel İç Yapısı

İki plastik film kontak kolu parçası hafif metal gövdenin boyunca içine yerleştirilmiştir. Bir parça elektrik direnç gösterilir, diğeri iletken hat olarak hareket eder. Kontak kolu iki parçanın köprü görevini görür. Son direnç hattı elektrik bağlantı soketi üzerinden bağlanmıştır. Bu bağlantılara uygulanan gerilim sonradan direnç hattı üzerinden düşer. Rot bağlantısının veya kontak kolunun pozisyonuna bağlı olarak bir gerilim yüklenir. Bu gerilim pozisyon ile orantılıdır [36].

II.5.2. Linear Potansiyometrenin Bağlantısı ve Yüklenmesi

Linear potansiyometre özel bir kablo ile bağlanır. Bu kablo potansiyometreyi yanlış bağlantı ve aşırı elektrik yükünden koruyan bir elektronik modül içerir. Şekil II.10’da potansiyometrenin çalışma alanı görülmektedir. Encoder kaydırımı genişletilmiş silindir ile yüklenmiş olmalıdır. Piston kolu silindirin sürücü plakası içine yerleştirilmiş ve kilitlidir. Potansiyometrenin gövdesindeki piston kolunun sonuna kadar çekilmesiyle durma noktasına gelir (200 mm). Sonraki hassas ayar için potansiyometreyi elektrikle bağlamak gereklidir. Çıkış sinyali 9.99v veya 10v gösterdiğinde gövde doğru pozisyonudadır (çıkış sinyali 10V dan fazla olamaz) [36].

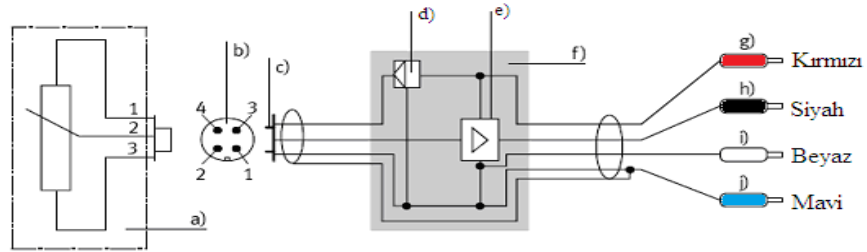


Şekil II.10: Potansiyometre Çalışma Alanı

Gövde hafifçe sıkıştırılır. Sonra silindirin geri konumunda gövdenin çıkış voltajı ve pozisyonu kontrol edilir. Gövde pozisyonu bu sırada hareket etmemelidir ve çıkış sinyali 150 mV'un altında olmamalıdır. Bu konumda gövde kelepçesi tamamen sıkılmalıdır. Potansiyometrede, mekanik olarak strok boyunun aşılması hatalara neden olur. Bu nedenle potansiyometrenin strok boyu kontrol edilmelidir [36].

II.5.3 Linear Potansiyometrenin Elektrik yapısı

Şekil II.11'de lineer potansiyometrenin terminal bağlantı şekli ve renkleri gösterilmiştir.



Şekil II.11: Potansiyometre Terminal Bağlantısı

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| a) Potansiyometre | b) Pin ataması |
| c) Soket | d) Referans voltaj beslemesi |
| e) İç direnç dönüştürücü | f)Gövde |
| g) Voltaj beslemesi | h) + Sinyal |
| i) – Sinyal | j) Toprak beslemesi [36]. |

II.5.4. Teknik Bilgiler:

Kablo Bağlantıları: Voltaj Beslemesi 13-30V , Çıkış Voltajı 0-10V

Ölçülen Stroke 200mm Mekanik Stroke 201mm

Elektrik Direnci	10k Ω ±20%	Yük Taşıma Yeteneği	4W
Max. Kontak Akımı	≤ 1 mA	Max. Hız	1.5 m/s
Çalışma Sıcaklık Aralığı	-40/+150 °C	Doğrusallık Tolerans	0.5%
Ömür	25000000 kontak çevirimi		[36].

II.6. Basınç Sensörü

II.6.1. Basınç Sensör Yapısı: Analog basınç sensörü bir T konektörüne bağlantılıdır. Elektrik bağlantısı 4mm güvenlik konektörü fişi üzerinden takılı bağlantı yoluna kuruludur [37].

II.6.2. Fonksiyonları: Şekil II.12’de basınç sensörü gösterilmiştir. Basınç sensörünün içindeki diyafram ölçülen basıncı çarpıtır. Bu çarpıtma zarın üzerindeki elementlerin elektrik dirençlerinin değişmesine yol açar(Basınç Kuvvet etkisi). Bu direnç değişimi elektronik olarak sıcaklık telafisine dönüştürülür ve yükseltilir [37].

II.6.3 Terminal Bağlantıları: Şekil II.12’de basınç sensörü gösterilmiştir.



Şekil II.12: Basınç Sensörü

İşletim Basıncı	Pozitif uç	Kırmızı
Analog çıkış sinyali	Negatif uç	Mavi
	Voltaj	Siyah [30].

II.6.4 Teknik Bilgiler

Elektriksel	
İzin Verilen işletme gerilimi	15-30V DC
Voltaj Çıkışı	0-10V
Yük Direnci	≥4.7k Ω
Ölçüm Aralığı	0-100 bar
Kritik Frekans	1kHz
Çalışma sıcaklığı aralığı	-10 - +70 °C
Doğrusallık	±0.5 %(Tam ölçekli Saptırma)

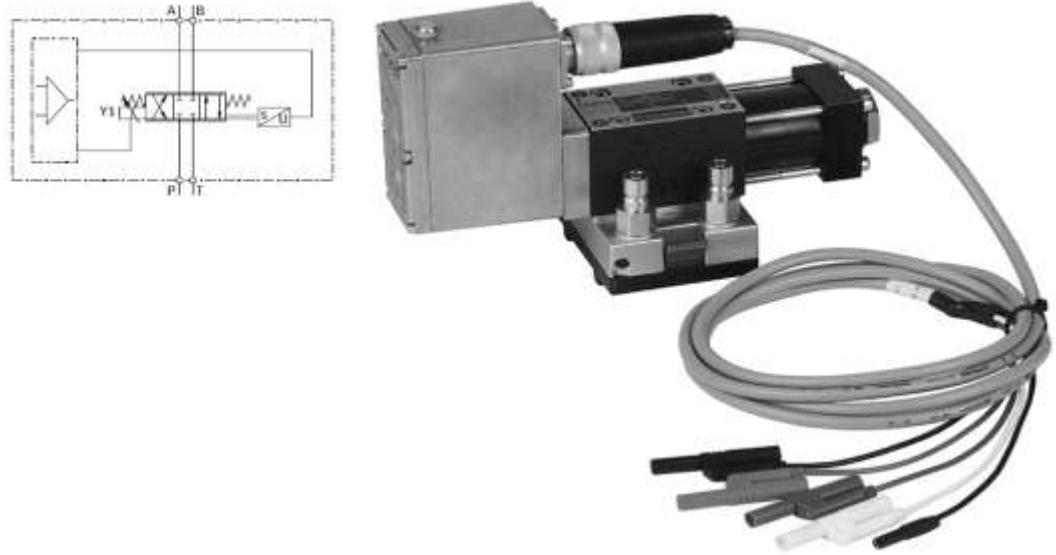
Tekrarlanabilirlik

$\pm 0,1\%$ (Tam ölçekli Saptırma)

Ağırlık

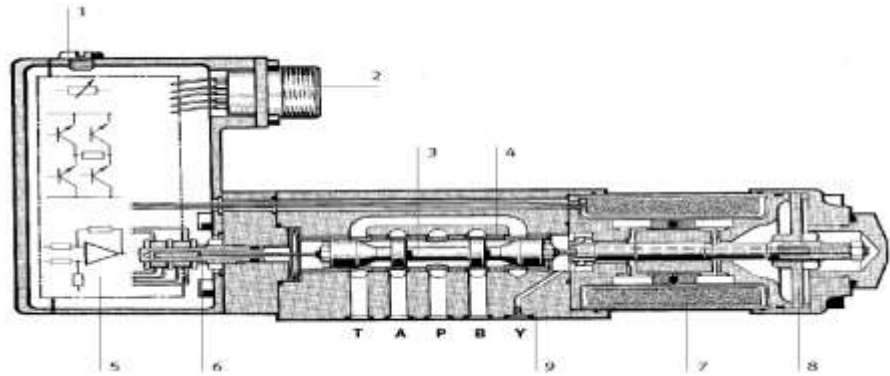
260g [37].

II.7. SERVO VALF : Şekil II.13' te servo valf ve sembolü gösterilmiştir.



Şekil II.13: Servo Valf ve Sembolü

II.7.1. Servo Valf Yapısı: Servo valfin iç yapısı Şekil II.14'te gösterilmiştir.



Şekil II.14:Servo valfin iç yapısı

- (1) Sıfır Ayarı için vida, (2) Uzatma Fişi, (3) Kontrol Kolu, (4) Kontrol Yuvası, (5) Entegre Elektronik, (6) Pozisyon Encoderi, (7) Lineer Motor, (8) Reset Yayı, (9) Tıpa.

II.7.2. Servo Valfi Vanası İşlevi

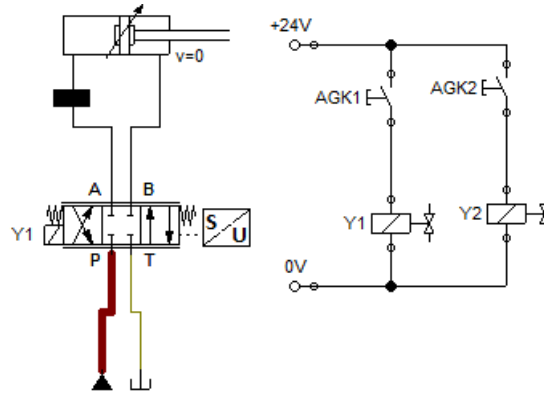
Elektrik kontrol sinyali (Aslında bir kontrol piston ayar noktası pozisyon değeri ama daha sonra hacimsel debi değeri ayarı olarak anılacaktır) darbe genişlik modülasyonu (PWM) elektronik sürücü üzerinden lineer motor sürebilen tümleşik pozisyon çıkışıdır. Pozisyon encoderi bir osilatör ölçüm kontrol piston pozisyonu üzerinden uygulanır. Bu gerçek sinyal değeri demodülatör üzerinden doğru akıma çevrilir, pozisyon kontrolüne döner ve ayarlanan değer ile karşılaştırılır. Pozisyon kontrolü lineer motoru ayarlanan değer ile gerçek değer örtüşene dek aktif eder. Bu değer kontrol pistonun konumu tarafından gelen elektrik sinyali ile orantılıdır [38].

Servo valfin çalışma aralığı -10 ve +10 voltaj değerleri arasındadır. Valfin 'A' ucunu pistonun ileri konumuna 'B' ucunu pistonun geri konumuna bağladığımız düşünüldüğü zaman. Servo valfe gönderilen '+' voltaj değerleri pistonun ileri hareket etmesini '-' voltaj değerleri pistonun geri hareket etmesini sağlayacaktır. Verilen voltaj değerlerinin artması durumunda pistonun ileri ve geri hareket hızı artacaktır. Bu örnekten de anlaşılacağı gibi Servo valf silindirin ileri ve geri hareketi için gönderilen hidrolik yağları kontrol etmektedir. '0' voltaj verildiği takdirde ise pistonun ileri ve geri konumlarına aynı basınçta yağ göndererek pistonun durmasını sağlayacaktır. Örneğin 60 bar ile çalışan bir sistemde servo valfe 0 V gönderildiğinde servo valf sisteme ileri ve geri yönde basınçları paylaşarak 30'ar bar verilmesini sağlamaktadır bu da pistonun durmasına neden olmaktadır. Servo valf sayesinde pistonun hız ve basınç kontrolü rahatlıkla yapılabilmektedir [38].

II.7.3. Servo Hidrolik Sistem Çalışma Prensibi

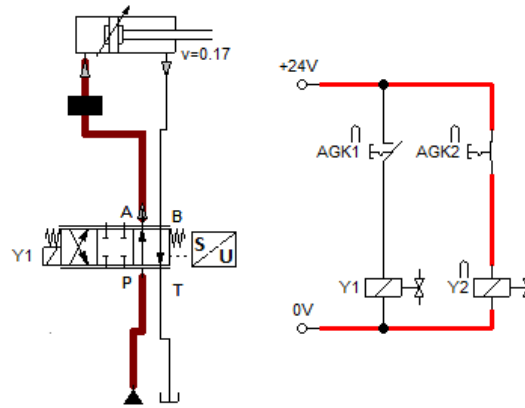
0,+10 V arasında gerilim uygulanınca hidrolik silindirin ileri hareketi 0,-10V aralığında hidrolik silindirin geri hareketi ve 0,15 mV uygulanınca orta konuma gelerek hidrolik silindiri durdurma işlemini gerçekleştirir. Böylece oluşturulan bir kapalı çevrim kontrol sayesinde okunan pozisyon bilgisine göre servo valf orta konuma getirilerek silindir istenilen konumda durdurulmuş olur. Şekil II.15'te Servo valf bağlantısı görülmektedir. Valf orta konuma geldiğinde yağ akışı durur. Böylece

silindir istenilen konuma gelince valf orta konuma getirilerek silindir hareketi durdurulur.



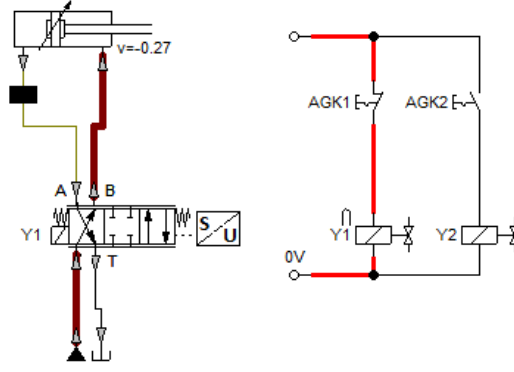
Şekil II.15: Servo Hidrolik Ara Konum Ayarı

Şekil II.16'da Servo hidrolik ileri konum kontrolü görülmektedir. Aşağıda oluşturulan kontrol düzeneğinde AGK1 olarak isimlendirilen elle ayarlanabilir 0,+10 V'luk güç kaynağını ifade eder. AGK1 değeri 0'dan + 10 V'a kadar artırılabilir. Yapılan ön deney çalışmalarında gerilim değeri arttıkça silindir hızının arttığı tespit edilmiştir.



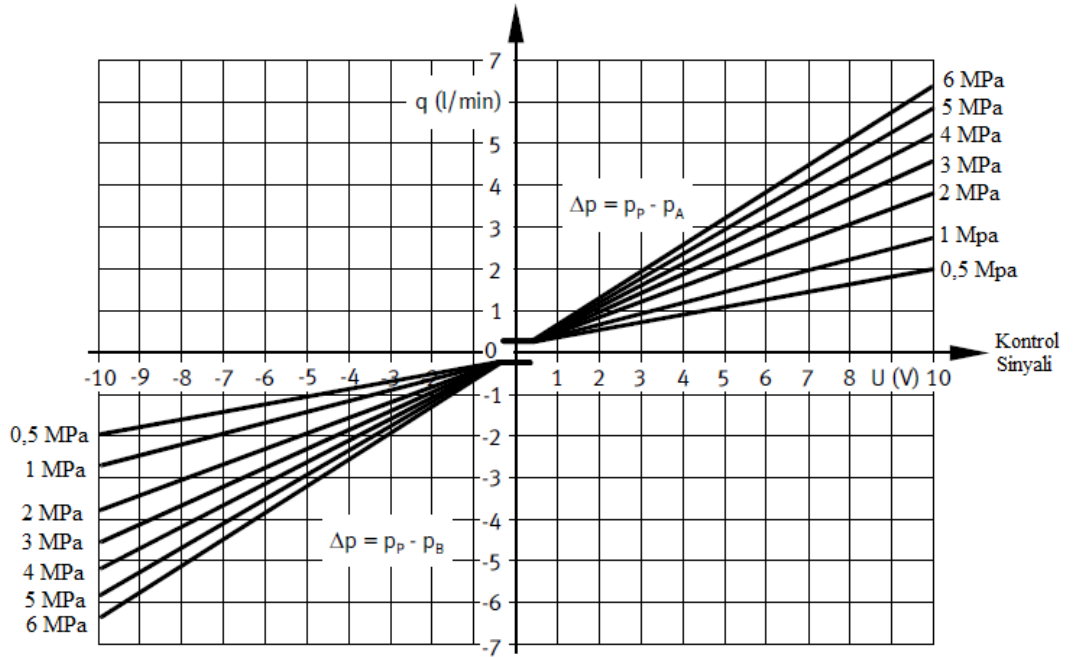
Şekil II.16: Servohidrolik İleri Konum Kontrol

Şekil II.17'de servohidrolik geri konum kontrolü görülmektedir. AGK2 elle ayarlanabilir 0, -10 V'luk güç kaynağıdır. – Voltaj değeri arttıkça servo valf geri geliş hızı artmıştır.



Şekil II.17: Servohidrolik Geri Konum Kontrol

Oluşturulan sistem üzerinde yapılan deney sonucunda servo valfe $-0,15$ mV uygulandığında servo valfin orta konuma gelerek silindiri durdurduğu tespit edilmiştir. Şekil II.18’de servo valfin debi (q) ile voltaj değişimi arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil II.18: Servo Valf Debi-Voltaj Değişimi

II.8. Veri Toplama Cihazı

Çoğu DAQ cihazı dört standart elemandan oluşur. Analog input, analog output, dijital I/O ve sayıcılardır. E serisi cihazlar 16 analog input, 2 analog output, 8 dijital

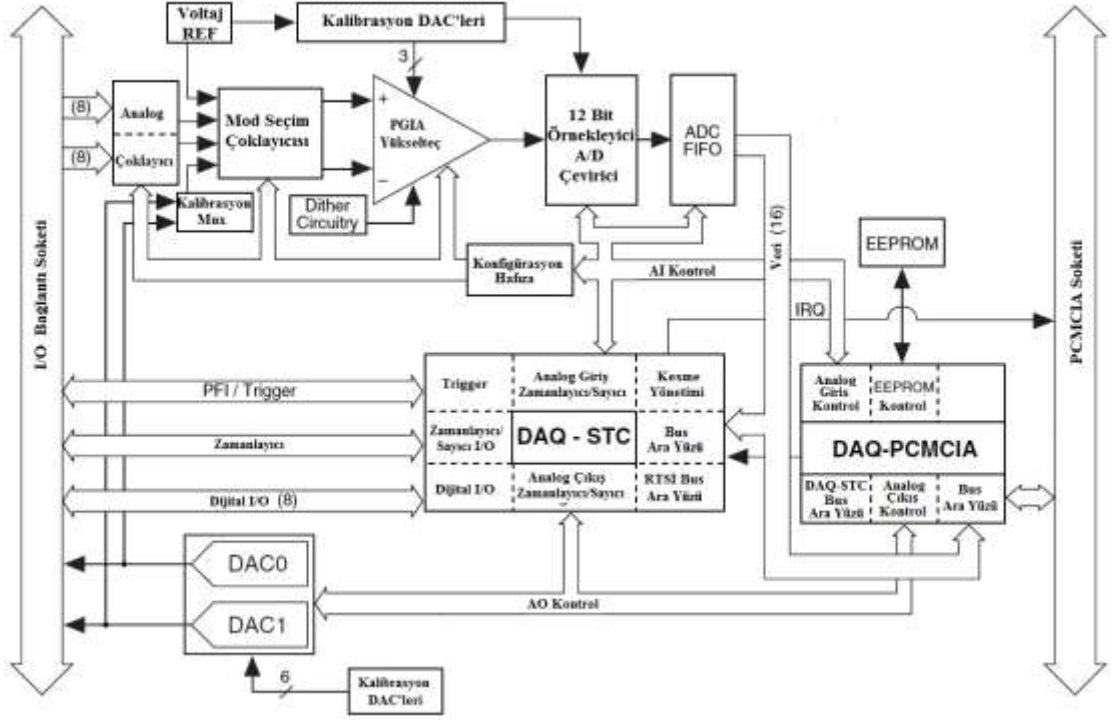
I/O ve iki sayıcı içerir. Aşağıda bu çalışmada kullanılan NI 6024 DAQ kartının özellikleri verilmiştir [15-45].

- 1 Adet 12 bit ADC
- 2 Adet 12 bit DAC
- 8 Hat Dijital I/O
- 2 adet 24 bit Sayıcı / Zamanlayıcı
- 68 Pin Konnektör

Bu kart National Instruments'ın DAQ-STC zaman fonksiyonları ile ilgili olan zaman denetleme sistemini kullanır. DAQ-STC sistemi, analog verinin alımı/gönderimi, dijital veri alımı/gönderimi işlemlerini yapabilmektedir. Ayrıca barındırdıkları zamanlayıcı (*timer*), sayıcı (*counter*) gibi yapıları da veri almada ve vermede kolaylıklar sağlamaktadırlar [21-45].

Bu tür kartlarda toplanan verinin aktarımı için gerekli süre bekletilmesi ve/veya kartın programlanması için yeterli miktarda bellek bulunur. Bilgisayar işlemcisi ya da veri yolu ile haberleşirken kesme yönetimli (*interrupt*), programlanmış giriş/çıkış (*programmed I/O*) veya doğrudan bellek erişimi (*DMA*) yöntemleri kullanılarak sürekli gelen verinin sürekli (*realtime*) çalışmayan bilgisayar mimarisi ile en verimli şekilde çalışması sağlanır. Kartlar üzerindeki mikrokontrolörleri programlamada ve/veya bilgisayarda çalışan işletim sistemi ile cihazdan veri alımı esnasında yapılan programlamada, üreticiler programlama arabirimleri (API) sunarlar. Sağlanan bu arabirimler sayesinde programlama işlemi kolaylaştırılır [21].

Aygıtın üstünde analog giriş bir çoklayıcı (*multiplexer*) tarafından çoklanarak ADC'ye (*Analog Digital Converter*) verilmiştir. Çoklanan bu analog girişlere kanal adı verilmiştir. ADC'nin çevrim kapasitesi birden fazla kanala bölünerek aynı anda birden fazla analog çevrim yapılması sağlanmıştır. Aygıtın şeması şekil II.19 ' da verilmiştir [21,45].

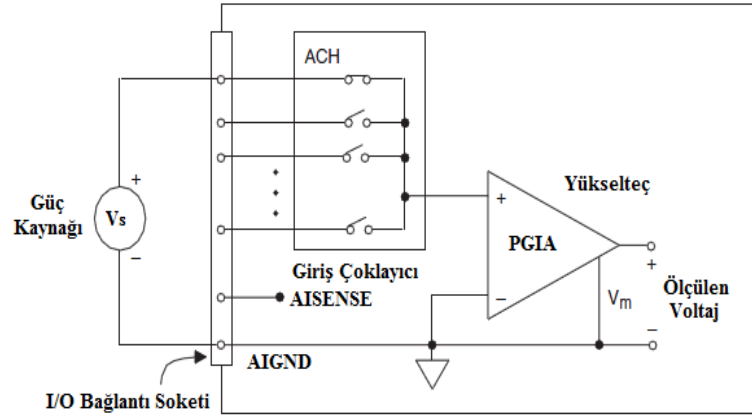


Şekil II.19: 6024E DAQ Kart Şeması

Kullanılabilen kanal sayısı seçilen referans modeline göre değişiklik göstermektedir. Eğer bütün kanallarda ölçüm tek uçtan (Single Ended Ground Refrances – RSE veya Non-Single Ended Refrances - NRSE) yapılacak ise yani referans olarak kartın toprağı kullanılacak ise bu durumda en fazla 16 kanal kullanılabilir. Eğer bütün ölçümlerde her kanalın referansı dışardan verilecek (differential - DIFF) ise bu durumda her kanal çifti için iki giriş ucu ayrılır ve en fazla kullanılabilen kanal sayısı 8 olur. 6024 kartı bir analog girişten saniyede 200 000 örnek alabilmektedir. **Örnekleme**, sürekli bir sinyalin belirli aralıklarla ölçülerek ayırık bir sinyale dönüştürülmesidir. Havada yayılan ses dalgası ya da gözlerimizle algıladığımız ve görmemizi sağlayan ışık huzmeleri birer sürekli sinyallerdir. Sesin bir dijital kayıt cihazında analog dijital dönüştürücü yardımı ile dijitale çevrilmesi, ışığın fotoğraf makinesi ile bir “anının” kayıt edilmesi birer örneklemedir [21,45].

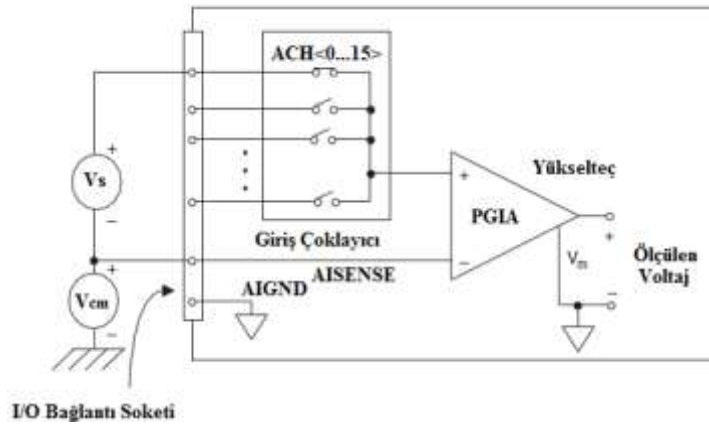
Şekil 20-21 ve 22 'de giriş modlarda yapılması gereken bağlantılar gösterilmiştir. RSE ve NRSE modlarındaki ölçümlerde PGIA'nın pozitif ucuna yönlendirilen sinyaller ACH0-ACH15 ve arasındaki kanallarla yapılır.

RSE: Bu modda tek giriş kanal kullanılır. PGIA'nın pozitif ucuna analog giriş bağlanır. PGIA'nın negatif ucu ise içten analog giriş toprak hattına bağlıdır. Belirtilen nokta ile toprak arasında ölçüm yapılır.



Şekil II.20: RSE Modda Bağlantı Şeması

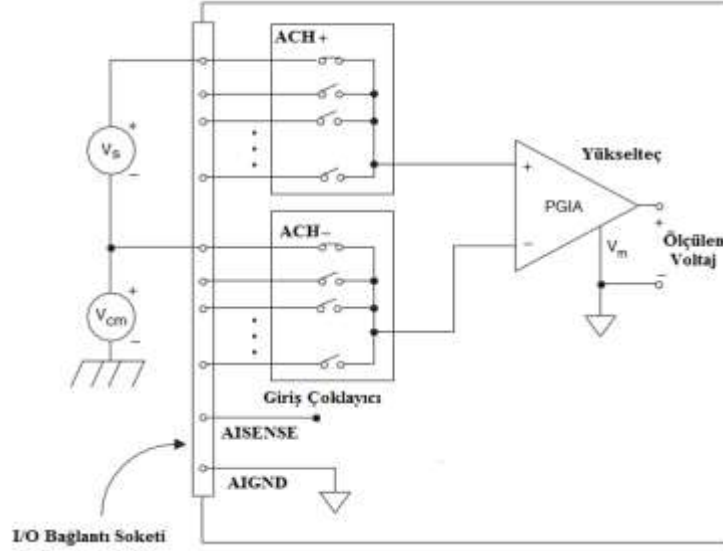
NRSE: PGIA'nın pozitif ucuna bağlanmak suretiyle bir analog giriş hattı kullanılır. PGIA'nın negatif ucu ise AISENSE kanalına bağlanır. Transformatörler, termokulplar veya optik izolatörler, adaptör ölçümü bu modda yapılır.



Şekil II.21: NRSE Modda Bağlantı Şeması

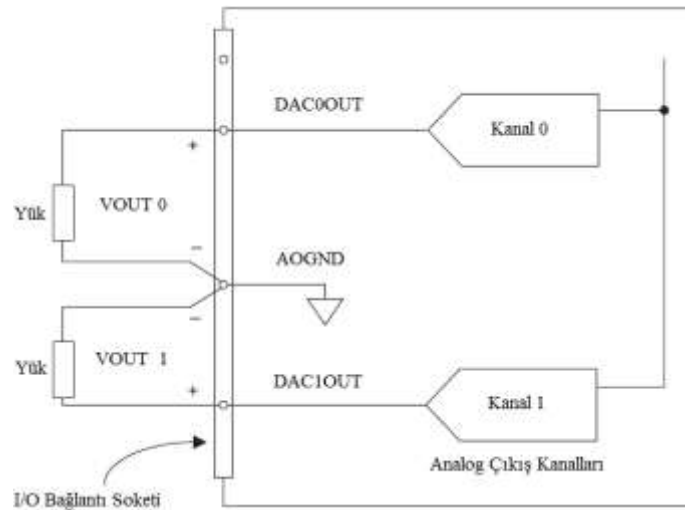
DIFF modda ise pozitif sinyalini ACH0 ile ACH7 ve aralarındaki kanallarından alır. Ölçüm yapacağı negatif uç ise ACH8 ile ACH15 ve aralarındaki kanallardan birine bağlantı yapılması gerekir [21-45].

DIFF: Bu giriş bağlantısı için 2 farklı giriş kanalı kullanılır. Biri PGIA'nın pozitif ucu diğeri negatif ucudur. Bu modda ölçüm bu iki uç arasında yapılmaktadır.



Şekil II.22: DIFF Modda Bağlantı Şeması

Analog Çıkış ve Konfigürasyonu: Analog çıkış kanalları DAC0OUT, DAC1OUT ve AOGND'dir. DAC0OUT: Sıfırıncı çıkış kanalı DAC1OUT: Birinci çıkış kanalı AOGND: Her iki kanalın negatif ucunun bağlandığı toprak kanalını ifade etmektedir.



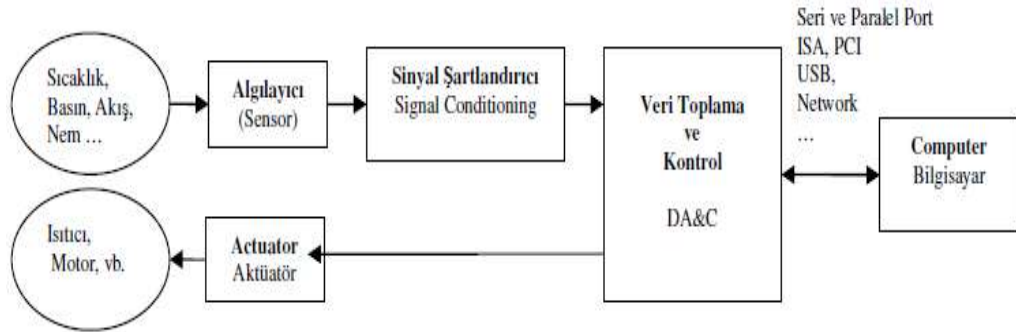
Şekil II.23: Analog Çıkış Kanal Bağlantı Şeması

Kartla elde edilebilecek hassasiyet ve kazanç aralıkları tablo II.2'de gösterilmiştir.

Tablo II.2: 6024 DAQ Kart Voltaj Ölçme Aralığı

Kazanç	Giriş Aralığı	Hassasiyet
0,5	-10 ile +10 V	4,88 mV
1,0	-5 ile +5 V	2,44 mV
10,0	-500 ile +500 mV	244,14 μ V
100,0	-50 ile +50 mV	24,4 μ V

Kanal bağlantıları yapılırken konektör üzerindeki kanalların numaraları dikkate alınmalıdır. 6024 DAQ kartının terminal blok bağlantı numaraları ek-1.1’de gösterilmiştir. Şekil II.19’da DAQ sinyal şartlandırma özetlenmeye çalışılmıştır. Dış dünyadan ölçülen basınç, sıcaklık vs. nesnelere algılayıcılar tarafından elektriksel sinyallere dönüştürülür ve sinyal koşullandırma sayesinde kartın algılayabileceği hale getirilen sinyaller DAQ kartına gönderilir. DAQ kartı bilgisayarla sistem arasında bağlantıyı sağlar.



Şekil II.24: DAQ ve Sinyal Şartlandırma

II.9. LABVIEW ve VERİ EDİNİMİ

Test ve ölçüm sonucunda elde edilen verileri bilgisayar ortamında gösterebilmek, kaydedebilmek ve analiz edebilmek için LabVIEW arayüz programı kullanılır. Aşağıda bir DAQ kart kanalının kullanımı için gerekli program ayarları ayrıntılı açıklanmıştır.

II.9.1. Labview Nedir?

Veri toplama ve kontrolünde, veri analizi ve veri sunumunda kullanılan, G programlama dili tabanlı bir grafiksel program geliştirme ortamıdır. LabVIEW kod satırı tabanlı yazılım programlarında kullanılan komutların yerine simgeleri (icon) kullanır. Bu nedenle diğer yazılımlara göre görsel yönlü bir strateji gösterir [28].

II.9.2. Labview Ortamında Veri Edinimi

Masaüstünden Şekil II.25'te gösterilen Measurement & Automation Explorer veya Max denilen ikonu tıklayınız . Labview'un içinde Tools menüsü altında da seçilebilir [44].



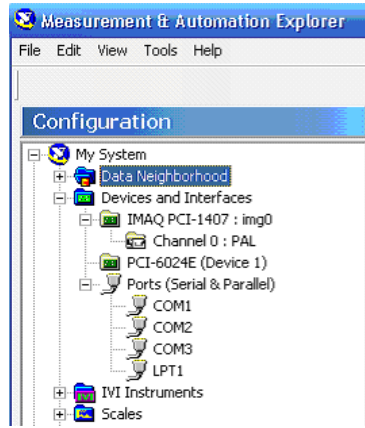
Şekil II.25: Max İkonu

Şekil II.26'da gösterilen Configuration penceresi açılır. Araçlar ve Ara yüzler (Devices and Interfaces) sekmesi yanındaki artı işareti tıklanır. Burada daha önce tanımlanmış kartlar görülebilir. Kullanılan kartın yazılımını yüklediyseniz ve kartınız takılı ise kullanılabilir halde olduğu görülebilir.



Şekil II.26: Konfigürasyon Penceresi

Örneğin bu bilgisayarda PCI-6024E kartı tanımlı ve kullanılabilir durumdadır. Şekil II.27'de bu bilgisayarda tanımlı kart kontrol edilmiştir.



Şekil II.27: Labviewda Tanımlı Olan Kart Görüntüsü

II.9.3. Kanal Ayarları

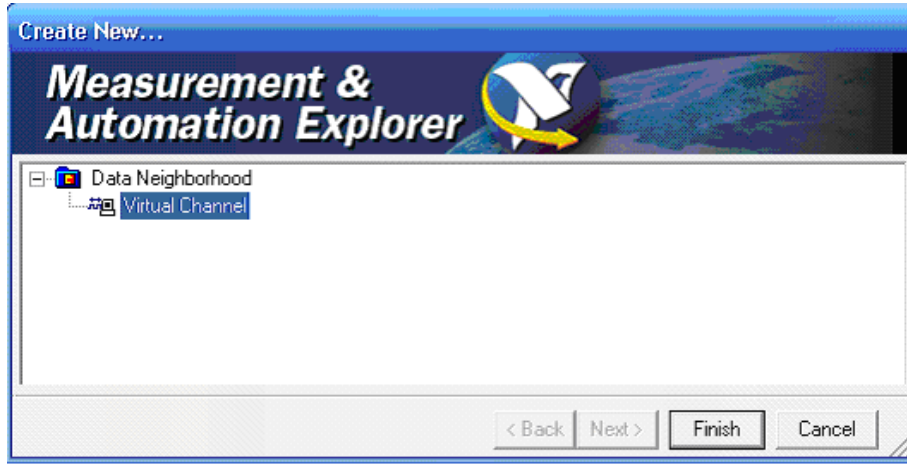
DAQ kartı üzerinde bulunan kanalların (channels) program tarafından algılanabilmesi için mutlaka kanal tanımlaması yapılması gerekir. Bir sistemde kullanılan kartın kaç kanalı kullanılmışsa hepsi tanımlanır. Aşağıda adım adım bu işlem anlatılmıştır.

Configuration penceresinden **Data Neighborhood** ikonunun yanındaki artı işaretine tıklanır. Buradan farenin sağ tuşuna basılarak yeni kanal oluşturma sekmesi seçilir. Şekil II.28’de gösterildiği gibi.



Şekil II.28: Yeni Kanal Oluşturma

Şekil II.29’da gösterildiği gibi açılan pencereden **Virtual Channel** seçilir ve **Finish** butonuna basılarak kanal oluşturma tamamlanır.



Şekil II.29: Kanal Oluşturma Tamamlama

Şekil II.30'da gösterildiği gibi yeni açılan pencereden ölçüm yapılacak kanal tipi seçilir ve ileri butonuna basılır.



Şekil II.30: Sinyal Tipine Göre Kanal Ayarı

Şekil II.31'de gösterildiği gibi kanal ismi(Channel Name) ile kanal ismi verilir ve bu kanalla ilgili açıklama yapılmak istenirse kanal ile ilgili açıklamaların yapıldığı kanal açıklamasına (Channel Description) yazılır. İleri butonuna basılır.



Şekil II.31: Kanal İsmi ve Açıklaması

Açılan yeni pencereden şekil II.32’de gösterildiği gibi sistemde ölçülecek nesne tipi seçilir. Bu sistemde voltaj ölçüleceği için voltaj (Voltage) seçilmiştir.



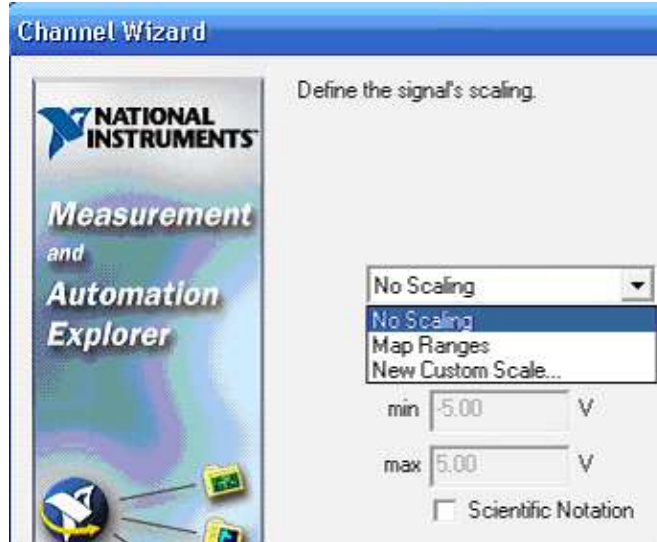
Şekil II.32: Ölçülecek Nesne Tipi

Şekil II.33’te gösterildiği gibi kontrol edilecek sinyal birimi (Units) belirtilir ve DAQ kartının ölçüm yapacağı aralık değeri (Range) belirtilerek ileri butonuna basılır. Örneğin burada sistemde en fazla + 10 V ölçülebildiği için +10 V ve -10 V aralığı seçilmiştir.



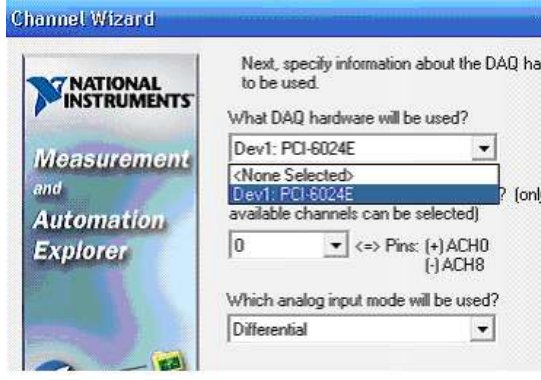
Şekil II.33: Ölçülecek Sinyal Birimi ve Aralığı

Şekil II.34'te gösterildiği gibi ölçeklendirme seçeneği belirtilir. Burada bir ölçeklendirme yapılmadığı için no scaling seçilmiştir.

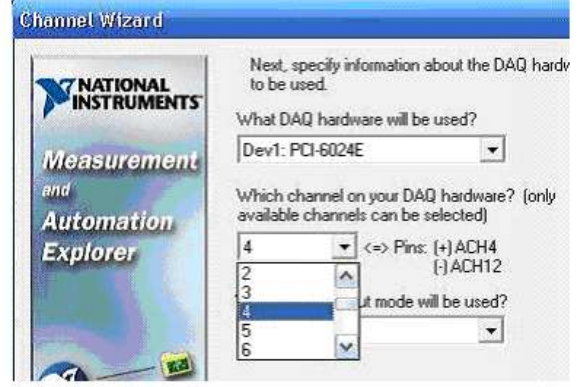


Şekil II.34: Ölçeklendirme

Yeni bir pencere açılır. Bu pencereden şekil II.35'dte gösterildiği gibi kullanılacak DAQ kartı seçilir.



Şekil II.35: Kullanılacak DAQ Kart Seçimi



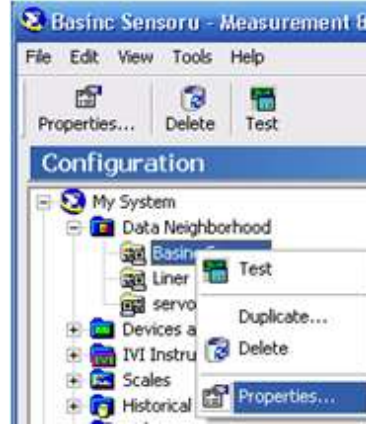
Şekil II.36: Kanal Numarası

Şekil II.36’da görüldüğü gibi kullanılacak kanal numarası belirtilir. ACH4(+) sensörün (+) ucuna, sensörün (-) ucu DAQ kartının ACH12(-) ucuna bağlanarak bağlantı yapılır. Şekil II.37’de gösterildiği gibi kullanılacak veri giriş modu belirtilir ve son butonuna basılarak kanal tanımlama işlemi tamamlanır. Data Neighborhood altında oluşturulan kanal görülebilir [44].



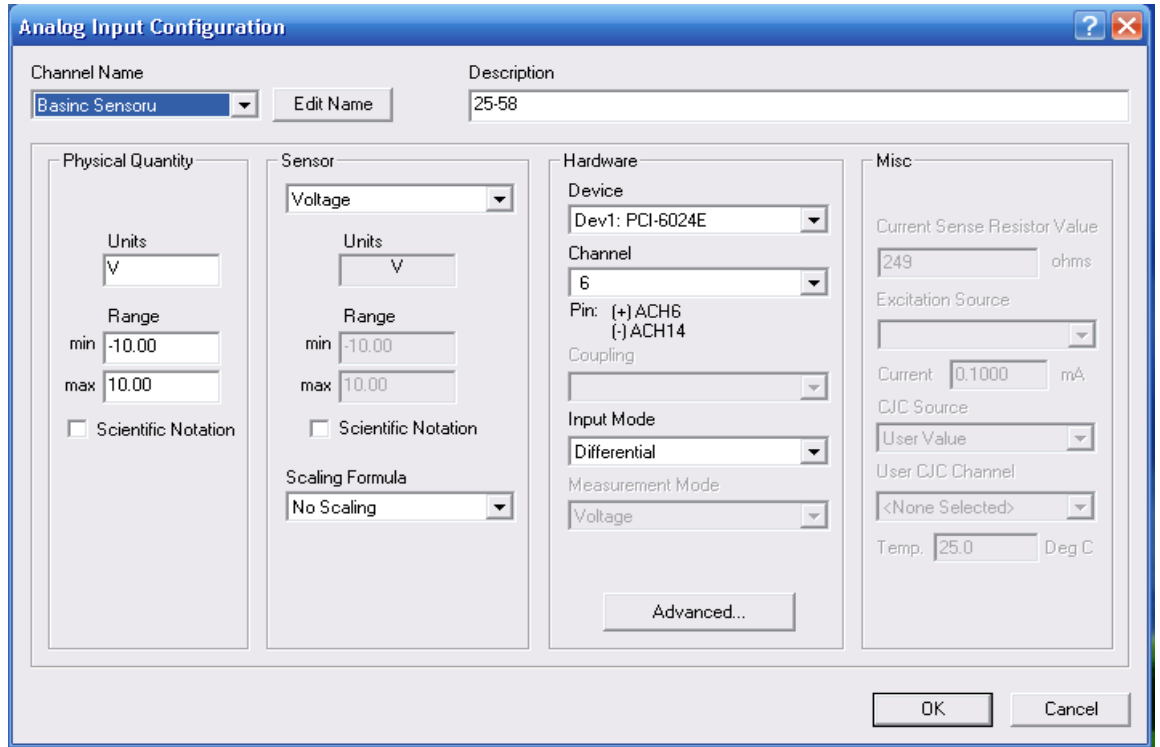
Şekil II.37: Kullanılacak Giriş Modu Seçimi

Böylece tüm giriş ve çıkışların tanımlaması yapılarak kart kanalları kullanıma hazır hale getirilir. Max’dan çıkmadan hidrolik pres sistemi için oluşturulan 3 kanalın özelliklerini kontrol edelim: Şekil II.38’de gösterildiği gibi kanal özellikleri açılabilir [44].



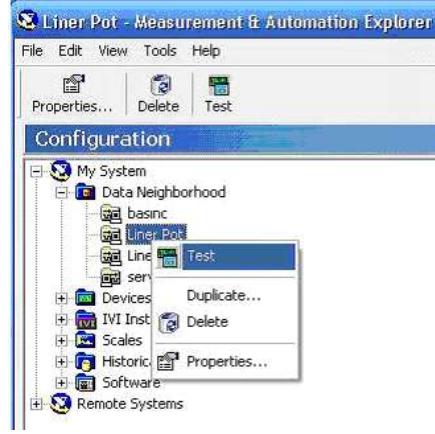
Şekil II.38: Kanal Özellikleri

Şekil II.39’da Basinc Sensörü adlı kanalın özellikleri görülmektedir. 6024 NI-DAQ kartına bağlı, analog giriş kanalı, voltaj ölçüm tipi, altıncı kanala bağlı ve diğer yapılan tüm ayarlar buradan görülebilir ve değiştirilebilir.



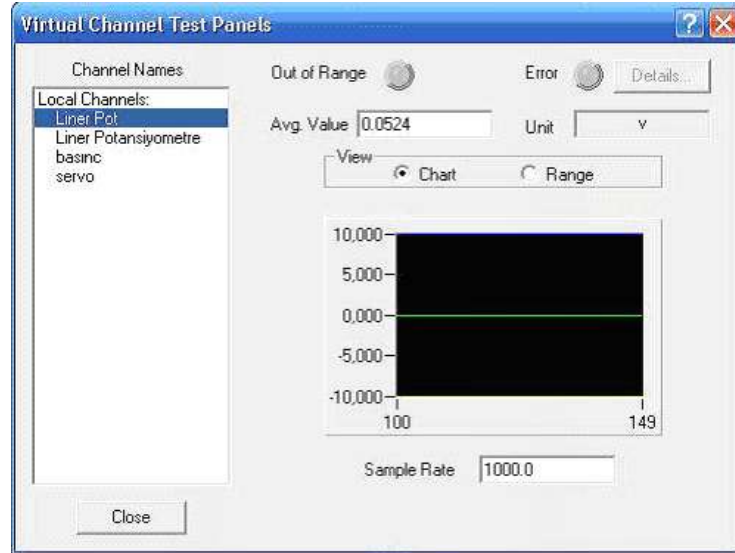
Şekil II.39: Basinc Sensörü İsimli Kanal Özellikleri

Şekil II.40’ta gösterildiği gibi kanalın çalıştığını test etmek için test edilecek kanal üzerine gidip farenin sağ tuşuna basıp test sekmesinin seçilmesi yeterlidir.



Şekil II.40: Kanal Test Etme

Şekil II.41’de Liner Potansiyometre adlı kanalda okunan voltaj değeri 0,0524 V olduğu gösterilmiştir.



Şekil II.41: Kanal Test Sonucu

II.10. Taguchi Metoduyla Deney Tasarımı

Kalite anlayışında ve tekniklerinde görülen yenilenme, kalite kavramının durağan olmadığını müşteri beklentileri ve ihtiyaçlarına göre ürün tasarımından imalata kadar uzanarak değiştiğini göstermektedir. Taguchi metodu, ekonomik ve teknolojik koşullara bağlı olarak değişen tüketici gereksinimlerini karşılamak ve topluluklar

oluşturarak rekabeti hızlandıran, dünya pazarlarında kalıcı ve büyük pay alabilmek için ürün ve prosesteki değişkenleri azaltarak belirlenen hedef değere ulaşma yolunda yapılan çalışmaları içerir. Genichi Taguchi, kendi adıyla anılan yaklaşımı ile deneylerin gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesindeki verimliliği arttıracak bir çözüm getirmiştir . Böylece deney öncesi yapılan çalışmalar sonucunda deney sayılarında önemli derecede azalma gözlenmiştir [18-22].

II.10.1. Taguchi Metodunun amacı

Hedef değer etrafındaki değişkenliğin azaltılmasıdır. Temeli deney tasarıma dayanmaktadır. Taguchi Deney Tasarımı yönteminde elde edilen deney sonuçları Sinyal/gürültü (S/N) oranına çevrilerek değerlendirilmektedir. Sinyal/Gürültü oranı değeri küçük olan değer iyi, büyük olan değer iyi, nominal değer iyi olarak kalite değerlerinin hedeflendiği değere göre farklı şekillerde hesaplanır ve analiz edilir. Diğer önemli bir nokta ise deney tasarımının dengeli olmasıdır, yani faktörlerin birbirinden bağımsız olarak değerlendirebilmesini sağlaması ve bunun içinde tasarımda faktörlerin farklı seviyeleri için her test edilen şart altında eşit sayıda örnekleme yapılmasıdır. Taguchi'nin standart tasarımları bu sistem üzerine kurulmuştur [22].

II.10.2. Taguchi' nin Sinyal/Gürültü Oranları

Deney tasarımı 1930'lerde Sir Ronald Fisher tarafından geliştirilmiş olmasına rağmen, deney tasarımını, varyasyonun azaltılması için ilk uygulayan Taguchi'dir. Taguchi, deney tasarımında analiz değişkeni ya da performans kriteri olarak kullanılması amacıyla, bir dizi, adına “sinyal/gürültü oranı” denilen, kriter tanımlamıştır. Taguchi, varyasyonu azaltmak amacıyla, deney tasarımında performans kriteri olarak kullanılmak üzere, sinyal/gürültü oranı olarak adlandırılan bir dizi istatistik geliştirmiştir. Taguchi, uygulamadaki problemleri, hedefin türüne göre üçe ayırmış ve her biri için farklı bir sinyal/gürültü oranı tanımlamıştır [22].

En Küçük – En İyi : Bu tür problemlerde, kalite değişkeni Y'nin hedef değeri sıfırdır. Bu durumda sinyal/gürültü oranı şöyle tanımlanmaktadır:

$$S/N \text{ Oranı} = -10 \cdot \log(\Sigma Y^2/n)$$

En Büyük – En iyi : Bu durumda Y'nin hedef değeri sonsuzdur ve sinyal/ gürültü oranı aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$S/N \text{ Oranı} = -10.\log[\Sigma(1/Y^2)/n]$$

Hedef Değer – En İyi : Bu tür problemlerde, Y için belli bir hedef değer (örneğin, ürün boyutları gibi) verilmiştir. Bu durumda,

$$S/N \text{ Oranı} = 10.\log(Y^2 / S^2)$$

II.10.3. Taguchi Deney Tasarım Aşamaları:

1)Problemlerin tanımlanması: Bir sac çökertme işleminin yapıldığı üretim sisteminde maksimum çökertme derinliğini verecek optimum faktör-seviye kombinasyonunun belirleyebilmek. Tablo II.3'te faktör belirlenmesi gösterilmiştir.

Tablo II.3: Çökertme Derinliğine Etki Eden Faktörler

Sembol	Sac Çökertme Parametreleri	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
A	Servo Valtajı (V)	3	5	7
B	Zimba Pozisyon (mm)	43	45	50
C	Besleme Basıncı (Bar)	35	40	45

2)Faktör ve seviyelerinin belirlenmesi: Tablo II.4'te faktör seviye tespiti örneği gösterilmiştir. Sistemde yapılan ön çalışmalardan yararlanılarak sisteme etki eden önemli üç faktör besleme basıncı, istenen zimba pozisyonu ve servo valf voltajıdır. 3 faktörlü ve 3 seviyeli olan L9 deney tipi belirlenmiştir [22].

Tablo II.4: Faktör Seviyelerin Tespiti

DENEY NO	A Servo Valf Voltajı	B Zımba Pozisyonu	C Besleme Basıncı
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	3
5	2	2	1
6	2	3	2
7	3	1	2
8	3	2	3
9	3	3	1

4)Faktörlerin kolonlara atanması: Seçilen L9 ortogonal dizilime göre seviye değerleri yerlerine yazılır. Tablo II.5'te görülmektedir.

Tablo II.5: Seviye ve Faktör Değerlerin Ataması

Deney no	Servo Voltaj	Zımba Pozisyonu	Besleme Basıncı
1	3	43	35
2	3	45	40
3	3	50	45
4	5	43	45
5	5	45	35
6	5	50	40
7	7	43	40
8	7	45	45
9	7	50	35

5)Deneylerin gerçekleştirilmesi ve verilerin toplanması: Seçilen L9 ortogonal dizisine uygun olarak gerçekleştirilen dokuz deney sonucu aşağıdaki sac derinlik değerleri elde edilmiştir. Tablo II.6'da taguchi deneyler tablosu gösterilmiştir.

Tablo II.6: Taguchi Deneyler Tablosu

Deney no	Servo Voltaj	Zımba Pozisyonu	Besleme Basıncı	Derinlik(mm)
1	3	43	35	4,77561
2	3	45	40	5,63950
3	3	50	45	1,99252
4	5	43	45	3,80165
5	5	45	35	5,70006
6	5	50	40	5,59268
7	7	43	40	5,92798
8	7	45	45	5,66046
9	7	50	35	6,48269

6)Verilerin varyans analizi ile analiz edilmesi: Varyans analizi için her bir deneyden elde edilen verilerin ortalaması, standart sapması ve S/N oranı hesaplanır. sadece kritik olan faktör ve/veya etkileşimler yer alacak şekilde bir model oluşturulur ve analizi yapılır. Elde edilen gözlem değerlerinin analizinde, varyans analizi, faktör etkilerinin grafiksel gösterimi metodu, hesap tablosu metodu gibi yöntemler kullanılmaktadır [22].

7)Optimum faktör seviyelerinin seçimi: Optimum faktör seviyelerini belirlemek için önce kontrol faktörleri ve işaret faktörü tespit edilir. S/N oranı üzerinde önemli etkiye sahip faktörler , kontrol faktörleridir. Bu deneyde önemli 3 faktör yer almaktadır. Servo voltajı, istenen zımba pozisyonu ve besleme basıncıdır. S/N oranı açısından en büyük değere sahip olan daha iyidir. Minitab programı kullanılarak gerekli hesaplamalar Bölüm III' te ayrıntılı olarak verilecektir [22].

8) Sonuç Deneylerinin Yapılması: Elde edilen değerlere göre sonuç deneyleri yapılır [22].

II.11. SAC PLASTİK ŞEKİLLENDİRME

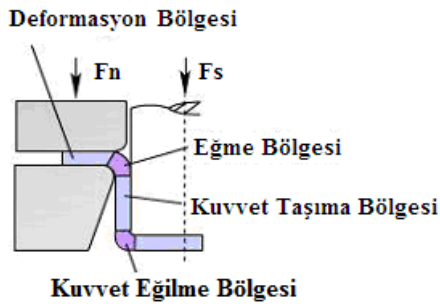
II.11.1. Şekil Verme Tanımı: Katı bir malzemeye, yeni bir yüzey yapısı, şekli ve özelliği kazandırmak için kontrollü yapılan işleme “**şekil verme**“ denir [43].

II.11.2. Şekil Verme Kabiliyeti : En önemli malzeme özelliklerinden birisidir. Çünkü Alüminyum, şekil verme açısından en önemli metallere birisi iken dökme demir en kötülerden birisidir. Yüksek mukavemetli olma, şekil verme kabiliyetini düşürür. Şekillendirme şekil verme sıcaklığına göre soğuk ve sıcak şekil verme olmak üzere ikiye ayrılır. Bu tez çalışmasında soğuk şekil verme deneyi yapıldığı için soğuk şekil verme üzerinde durulacaktır [43].

II.11.3. Sac Şekillendirme İle İmalat

- * Tüm saclar kesme işlemi dışında şekillendirilirken bir yandan uzatılır, öte yandan sıkıştırılarak büzülme ile son şeklini alır.
- * Sac şekillendirme ya mekanik ya da hidrolik preslerde yapılır.
- * Sac şekillendirme zımba (punch=ıstampa=erkek kalıp) ile kalıp (matris=dişi kalıp) arasında yapılır.
- * Sacın kırışmasını önlemek için pot çemberi veya baskı plakaları kullanılır.
- * Sac şekillendirme yöntemleri: Derin çekme, Gererek şekillendirme, Eğme Kenetleme ve Sıvama diye sınıflanır [40].

II.11.4. Soğuk Şekillendirme İşlemleri: Derin çekme işlemi şekil II.42’de gösterilmiştir. Zımba, metal sacı plastik



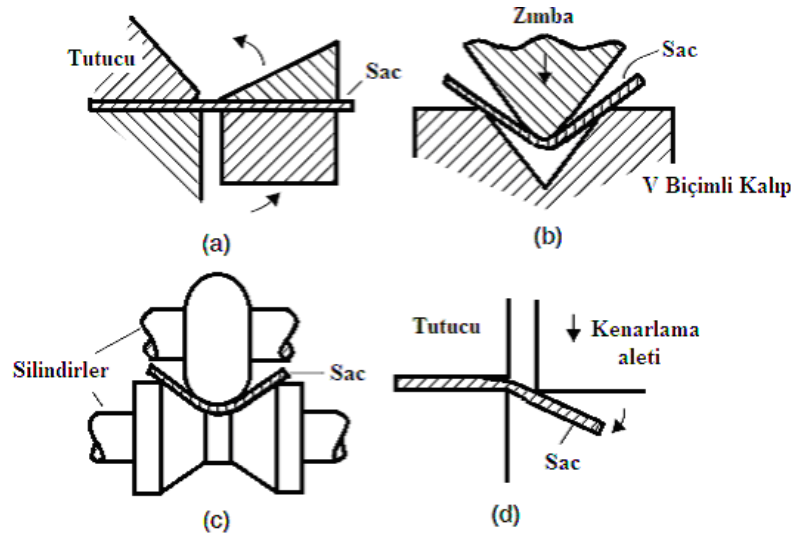
Şekil II.42: Derin Çekme işlemi

gösterilmiştir. Zımba, metal sacı plastik şekillendirirken meydana gelen plastik kesme ve kırılmalardan dolayı tutucuyla zımba arasında bir boşluk meydana gelir ve malzemede bölgesel sertleşme oluşur. Bu etkiler bazı operasyonlarda güçler çıkartabilir ve kalıp tasarımında uygun bilgilerin tespit edilmesi adına önemlidir. Soğuk şekillendirme grubuna giren ve Şekil II.43’te sac metalin düz bir çizgi boyunca eğilmesi işlemidir. Yalnızca eğilen bölgede plastik deformasyon

meydana gelmektedir. Eğer malzeme yeterli esneklikte değilse, sac metalin eğilen bölgesinin dış yüzeyinde çatlaklar görülebilir, fakat bu işlemden en büyük sorun, doğru eğme açısını elde etmektir. Malzemelerin elastikiyet kabiliyeti önemlidir [12].

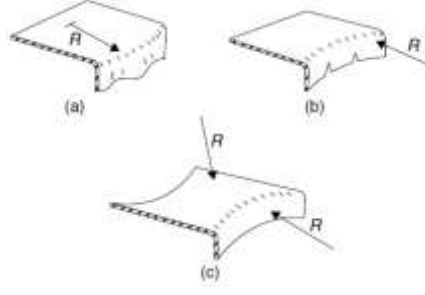


Şekil II.43: Sac Metalin Düz Bir Çizgi Boyunca Eğilmesi



Şekil II.44: Bazı Soğuk Şekillendirme Örnekleri

Şekil II.44.a’da şekillendirilecek parça sol taraftan sıkıca sabitlenir diğer kenar hareket edebilen aparatlar arasına yerleştirilir. Aparat saat yönünün tersi yönünde hareket ettirilerek sac malzeme şekillendirilir. Şekil I.44.b’de V şeklindeki zımba aşağı doğru kuvvet uygularken sac malzeme V biçimli kalıp ile zımba arasında şekillendirilmiş olur. Şekil II.44.c’de Silindirler yardımıyla şekillendirme işlemi gerçekleştirilir. Sac malzeme şekillendirilirken kenarlarda oluşabilecek bozulmalar uygun aparatların düzenlenmesiyle önlenir. Şekil II.44.d’de sac malzemenin sol tarafı sabitlenir. Sağ tarafta bulunan kenarlama aleti aşağı doğru hareket ettirilerek sac malzemeyi şekillendirir. Eğer eğilme düz bir çizgi boyunca değilse veya sac düz değilse, plastik deformasyon eğilme bölgesiyle sınırlı kalmaz. Şekil II.45.a’da şekillendirilen sacın bir kenarı kısa olduğu için kenarlarda buruşmalar meydana gelmiştir [12].



Şekil II.45: a) Çekilmiş Kenarlarda Oluşan Buruşma b) Uzamış Kenar ve Çatlaklar c) Sac Kenarında Eğilme

Şekil II.45 b’de sac kenarlarının uzun olmasından dolayı yırtılma problemi gözlenmiştir. Şekil II.45.c ‘de eğer eğimli kenar sac kenarına yakınsa veya sacın kenarları eğilmişse gerilme etkisiyle uzama görülebilir. Bundan emin olabilmek için bazı geometrik analizler gereklidir. Tüm bu kenarlamalar için genelde şekil II.44’te gösterilen yöntemler tercih edilmektedir [12].

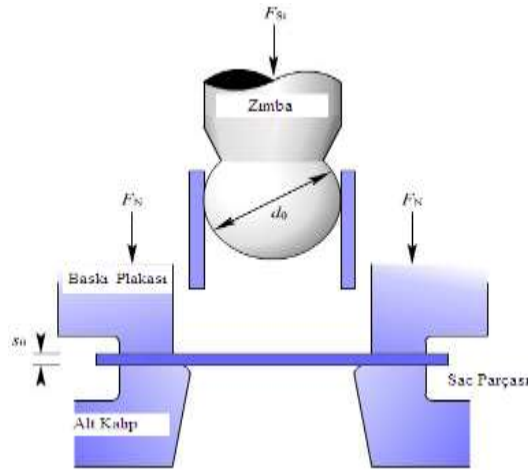
II.11.5. Plastik Deformasyonu Etkileyen Faktörler

Metalik malzemelerin modern teknolojideki önemi, istenilen şeklin çeşitli yöntemlerle kolaylıkla verilebilmesiyle ölçülür. Şekillendirme yöntemlerinin seçiminde şekillenecek malzemenin son şekli, boyutları, boyut toleransları ve yapılması istenen parçanın sayısı önemli faktörlerdir. Metalik malzemeleri şekillendirmede kullanılan en genel yöntemlerden birisi, plastik şekil verme işlemlerinde yani mekanik işlemlerde, metalik malzemeye bir kuvvet tatbiki ile malzemenin plastik olarak şekil değiştirmesidir. Mekanik işlemler sonucunda, malzemenin mekanik ve fiziksel özellikleri değişir ve daha iyi özellikler kazanır. Örneğin modern haddehane tesisleri büyük miktarda düşük maliyetli ince sac metal malzemesi üretirler. Tüm metallerin önemli bir kısmı sıcak veya soğuk çekme ile üretilir. Daha sonra sac haline getirilen malzemeler otomotiv, inşaat, ambalaj, havacılık v.b. sektörlerde kullanılmak üzere hazır hale getirilir. Böylece sac metaller yüksek elastiklik modülü ve yüksek akma mukavemetine sahip olurlar aynı zamanda parçalar hafif ve mukavemetli olur. Bu tür bir proste uygulanan çekme kuvveti, malzemenin deformasyonunu sağlamalı diğer taraftan malzemenin kırılma ve çatlmasına neden olmamalıdır. Bu kuvvete; malzemenin deformasyon şartlarındaki

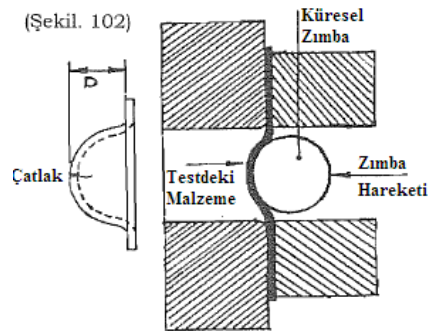
mukavemeti, malzeme ile kalıp arasındaki sürtünme katsayısı ve şekillendirilecek malzemenin geometrisi etki etmektedir. Uygulanan bu kuvvet aynı zamanda şekillendirilen metalin, mekanik özelliklerini ve mukavemeti etkileyen faktörlerdir. Plastik deformasyonu gerçekleştirecek gerilmeyi ve/veya yapılabilecek deformasyon oranını etkileyen faktörler; malzeme yapısı, mekanik özellikler, deformasyon hızı, sıcaklık, sürtünme ve yağlanma, hidrostatik basınç, kalıntı gerilmeler, geometrik faktörler [8-12].

II.12. Çökertme (Erichsen) Deneyi

Sacın tek başına şekillendirilmesinde “ **tümsek yüksekliğini**” belirlemek için Erichen veya Olsen test yapılır. Çatlak oluşuncaya kadar sac zorlanır. Sacı şekillendiren zımbasının derinliği (mm olarak) ölçülür. Bu konudaki Türk standardı, TS 271- Metalik Sac ve Bantların Çökertme (Erichsen) Muayenesidir [9-43].

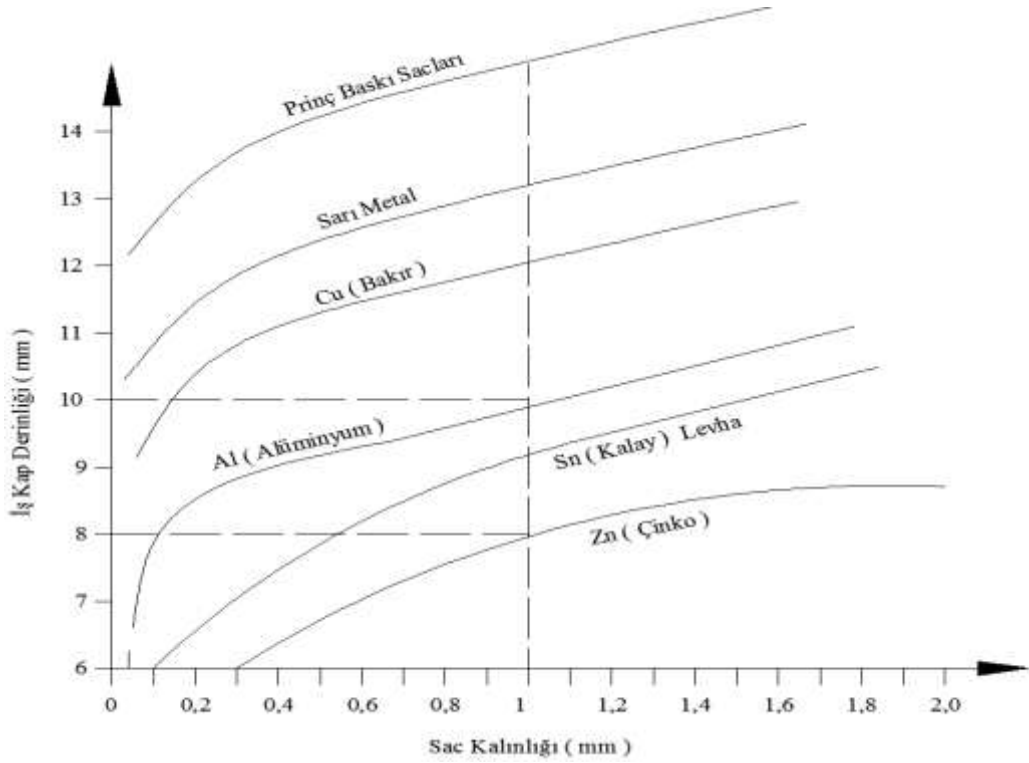


Şekil II.46: Erichsen Çökertme Deneyi 1



Şekil II.47: Erichsen Çökertme Deneyi 2

Bu testte (şekil II.46 ve II.47), bir tutucu bir tutucu destek vasıtasıyla sabitleştirilen Sac veya Bant numunesi, küresel bir zımba ile, yırtılıncaya kadar çökertilir. Testin sonucunda, temas noktasından yırtılıncaya kadar, zımbanın ilerleme mesafesi(mm), Erichsen Çökertme değeri (EÇD) olarak kaydedilir. EÇD arttıkça, malzemenin sünek olduğu anlaşılır veya diğer bir deyişle, Malzemenin sünekliği arttıkça EÇD değeri artar [9].



Şekil II.48: Bazı Malzemeler İçin Erichsen Çökertme Eğrileri

Şekil II.48'de 6 farklı saf metal veya alaşım malzemedeki Sacların, sac kalınlığına bağlı olarak Erichsen Çökertme Eğrileri verilmiştir. 6 farklı sacın EÇD değerlerini karşılaştırmak için, belirli bir sac kalınlığı aldığımızda (1 mm'lik ince sac), Sarı metal alaşımının EÇD 'nin, 13 mm ve Prinç Baskı sacının EÇD'nin 14 mm den fazla olduğunu görüyoruz. İzotropik malzeme (özellikleri yöne veya doğrultuya bağlı olarak değişmediği malzemeler) Derin Çekmeye elverişli ve Anizotropik malzemeler (Sac)(özellikleri yöne veya doğrultuya bağlı olarak değişen malzemeler) Derin Çekme için uygun değildir. Testin sonunda, test yapılan malzemenin anizotropik olup olmadığı hakkında, çatlaktaki yırtılmanın biçiminden, bir hüküm verilebilir. Sac aksenal (uzunlamasına-longitudinal) yönde ve radyal (yanal-transverse) yönde, Çekme Zorlamaları etkisi altında olduğundan, izotrop malzemedeki çatlaktan yırtılma, genel olarak tam bir daire şeklindedir. Daire şeklinden saporak yırtılma, Sacda bir

Dokunun oluştuğunu (Anizotropi) ve malzemenin Derin Çekmeye elverişli olmadığını gösterir. Tane ölçüsü(Tane Boyu) bakımından, İnce Taneli malzemeler, Derin Çekmeye elverişlidir; İri taneli malzemeler, Derin Çekme'ye elverişli değildir. Aşağıdaki Tablo II.7'de bazı malzemelerin Şekil Değiştirilebilirlik (Deformasyon) Dereceleri Verilmiştir [9].

Tablo II.7: Bazı Malzemelerin Şekil Değiştirilebilirlik Dereceleri

Metaller	YMK(Çok İyi Olan Metaller)	HMK(Vasat Olan Metaller)	SPH(Az Olan Metaller)
Alüminyum	x		
Bakır	x		
Altın	x		
Demir		x	
Kurşun		x	
Magnezyum			x
Gümüş	x		
Titanyum			x

II.13. Alüminyum

II.13.1 Alüminyum Hakkında Genel Bilgiler : Alüminyum ilk çağlardan itibaren endüstri içerisinde önemli yer almaktadır. Alüminyum yeryüzünde bol miktarda bulunmasına rağmen serbest halde çok nadir bulunur. Teknikte kullanılan metallerin çoğu oksijen, su, sülfürlü bileşikler gibi birçok maddelerle tepkime vererek metalik doğalarını değiştirirler. Demir ve alaşımlarından sonra, endüstride en çok kullanılan ikinci metal alüminyumdur. Saf alüminyumun çekme dayanımı düşük olmakla birlikte çinko, magnezyum, silis, bakır, titanyum ve lityum gibi elementler eklenerek oluşturulan alaşımları sayesinde mekanik özellikleri geliştirilebilir. Alüminyumun yüzeyinde oksit (Al_2O_3) oluşumuyla metalin korozyona karşı dayanımının arttığı ileri sürülmektedir. Makina elemanları uygulamalarında, yüksek dayanım/ağırlık oranı, korozyona dayanımı ve işleme kolaylığı, alüminyumun üstün özellikleridir. Hafifliği nedeniyle, büyük ve tek parçaların üretimi mümkün olur [20-21].

Tablo II.8’de Alüminyumun fiziksel özellikleri gösterilmiştir. Alüminyum, yumuşak ve hafif bir metal olup mat gümüşümsü renktedir. Bu renk havaya maruz kaldığında üzerinde oluşan ince oksit tabakasından ileri gelir. Alüminyum, zehirleyici ve manyetik değildir. Kıvılcım çıkarmaz. Saf alüminyumun çekme dayanımı yaklaşık 49 MPa iken alaşımlandırıldığında bu değer 700 MPa' a çıkar. Yoğunluğu, çeliğin veya bakırın yaklaşık üçte biri kadardır. Çok üstün korozyon özelliklerine sahip olması, üzerinde oluşan oksit tabakasının koruyucu olmasındandır. Saf alüminyumun çekme dayanımı düşük olmakla birlikte, bakır, çinko, magnezyum, manganez, ve silisyum gibi pek çok elementle alaşımlandırılarak mekanik özellikleri geliştirilebilir. Yüksek dayanım/ağırlık oranlarından ötürü alüminyum alaşımları uçak ve uzay araçlarının vazgeçilmez bileşenidir. Tüm bu nedenlerden dolayı günümüzde alüminyum aksenli materyal kullanımı artmaktadır [20].

Tablo II.8: Alüminyumun Fiziksel Özellikleri

Sembol	Al	Element Serisi	Metaller
Atom Numarası	13	Grup, Periyot, Blok	13,3,P
Atom Ağırlığı	27	Görünüş	Gümüşümsü
Ergime Derecesi	660 °C	Kristal Yapısı	Yüzey merkezli kübik
Kaynama Derecesi	2300 °C	Yükseltgenme Seviyeleri	(3+) Amfoter oksit
Isı İletkenliği (K)	2,37 W/cm/K(25 °C’de)	Elektronegatifliği	1,61 Pauling ölçeği
Elektrik İletkenliği	64,94 %(Saf Al,2 °C’de)	İyonlaşma Enerjisi	577,5 kJ/ mol
Yoğunluk	2,698 g/cm ³ (293 K’de)	Atom Yarıçapı	125 pm
Elektron Dizilimi	Ne 3S ² 3P ²	Atom Yarıçapı (hes)	118 pm
Elektron Seviyesi Başına Elektronlar	2,8,3	Kovalent Yarıçapı	118 pm

II.13.2. Alüminyum, Çevre ve Kullanım Alanları

Tüm endüstriyel uygulamaların, çevre üzerine az veya çok etkisi vardır. Alüminyum, çevreyi en az etkileyen endüstrilerden birisidir. Birincil alüminyum üretim tesislerinde flor gazı emisyonları %50, toz atıklar %75 oranında azaltılmıştır. Bu tesislerde oluşan atık miktarı, çevreye zarar vermeyecek seviyededir. Tüm endüstriyel uygulamaların, çevre üzerine az veya çok etkisi vardır. Ama alüminyum, çevreyi en az etkileyen endüstrilerden birisidir. Alüminyum üretim metotları çevreye zarar vermemektedir. Endüstri ve teknoloji geliştikçe, alüminyum kullanımı artmaktadır. Daha hafif, sağlam, verimli, uzun ömürlü ve sonuçta daha ekonomik ürünler için, alüminyum tercih edilmektedir. Alüminyum endüstrisi; yeni alaşımlar, teknolojik gelişmeler, üretim metodları, ürün tasarımı ve kalite kontrolü için araştırma-geliştirme çalışmalarına devam etmektedir . Tablo II.9’da alüminyum kullanım alanları özetlenmiştir [16-28].

Tablo II.9: Alüminyum Kullanım Alanları

SEKTÖR	ORAN (%)	SEKTÖR	ORAN (%)
İnşaat	25	Mobilya, Ofis Eşyaları	6
Ulaşım	24	Demir Çelik, Metalurji	3
Ambalaj	15	Kimya ve Tarım Ürünleri Sanayi	1
Elektronik / Elektrik	10	Diğer	7
Genel Mühendislik	9	TOPLAM = % 100	

Tablo II.10’da belirtildiği gibi işlenmiş alüminyum alaşım dizaynına göre 8 gruba ayrılmıştır. 4 rakam içermektedir. Örneğin; Xxxx olarak 1000 serisi, 2000 serisi [21].

Tablo II.10: İşlenmiş alüminyum alaşım belirleme sistemi (AA,1988)

Alaşım serisi	Başlıca alaşım elementleri
1xxx	99.000% Min.alüminyum
2xxx	Bakır
3xxx	Mangenez
4xxx	Silisyum
5xxx	Magnezyum
6xxx	Magnezyum ve Silisyum
7xxx	Çinko
8xxx	Diğer elementler

Bu dizilime göre, 1xxx,3xxx ve 5xxx serileri ısıtılma tabi tutulmuyor. 2xxx,6xxx ve 7xxx serileri ısıtılma tabi tutulabiliyor. 4xxx serisi ise, ısıtılma işlemleri ve ısıtılma işlemleri olabiliyor. 1000 Serisi Saf yada çok az alaşım elemanı bulunduran malzemeler olup levha, folyo ve profil haline kolayca getirilebilir. Derin çekme işlemine de uygundur. EC grubu iletkenlerin yapımında, fazla dayanım istemeyen korniş, kapı, pencere profili, folyo, mutfak eşyaları ve çeşitli eşyanın yapımında kullanılır. Bu alaşımlar yüksek korozyon direnci, yüksek ısı ve elektrik iletkenliği düşük mekanik özellikleri ve yüksek işlenebilirlik ile karakterize edilmektedirler. Bu grupta deformasyon sertleşmesi ile az miktarda mukavemet elde edilebilir [16-21].

BÖLÜM III

BİLGİSAYAR DESTEKLİ BİR PROTOTİP HİDROLİK PRESLE SAC ÇÖKERME DENEYSEL ÇALIŞMALARI

III.1. SUNUŞ

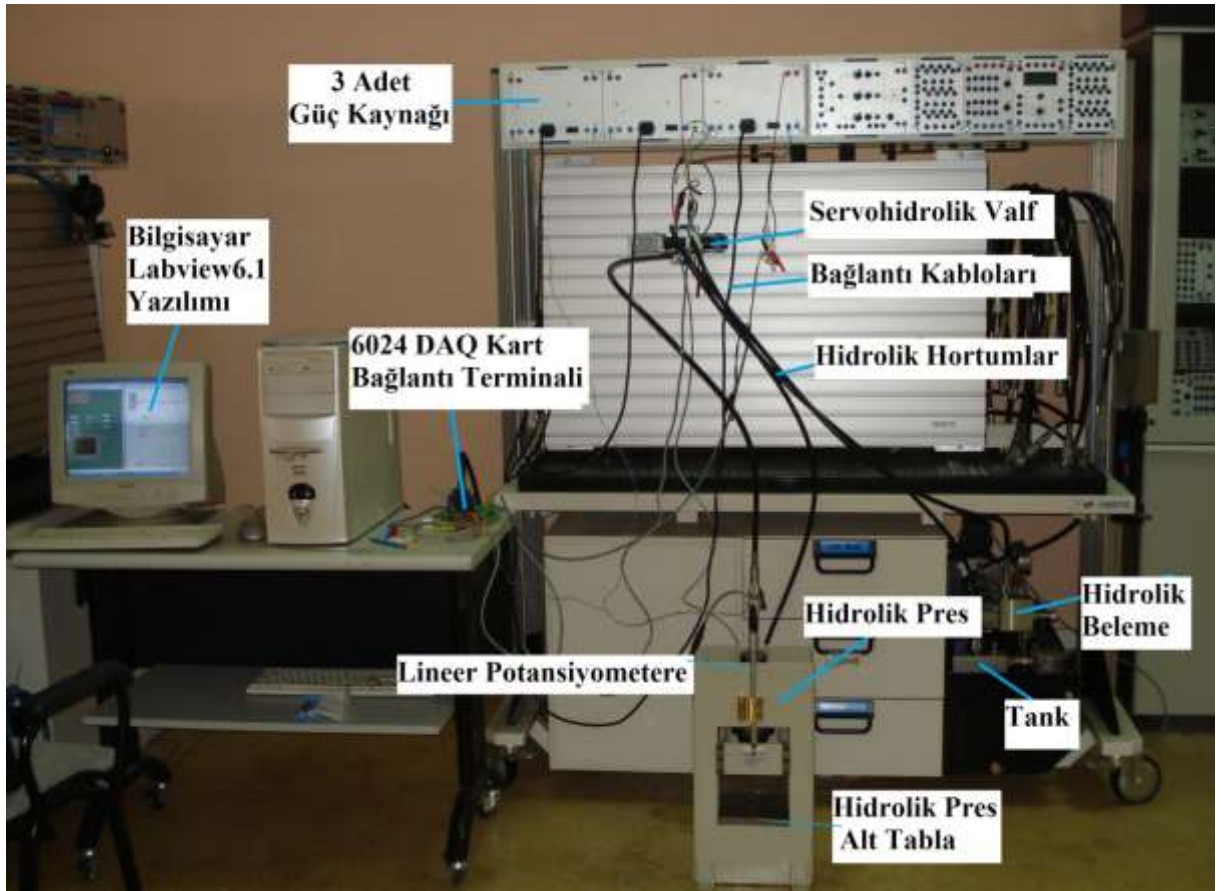
Bu bölümde, deney düzeneğinin planlanması, kurulması, deney düzeneği hesaplamaları ve labview ile servohidrolik sistem kontrolünün gerçekleştirilmesi anlatılmıştır. Deney düzeneği kurulduktan sonra hesaplamalara uygun tasarlanan çökertme deney düzeneği hidrolik prese montajlanarak 1050 Alüminyum sac malzeme şekillendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek malzemenin hidrolik presle şekillendirilebileceği plastik şekillendirilme parametreleri, kurulan sistem için tespit edilmiştir.

III.2. Deney düzeneğinin kurulması:

Metal sac şekillendirmede kullanılan hidrolik pres Şekil III.1 ve servohidrolik deney düzeneği Şekil III. 2’de gösterilmiştir.

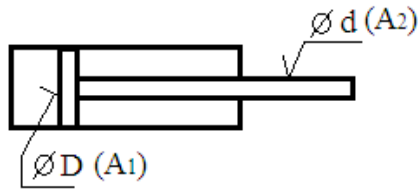


Şekil III.1: Hidrolik Pres



Şekil III. 2: Servohidrolik Deney Düzeneği Ön Görünüşü

III.3. Hidrolik Silindir Hesaplamaları:



h= Strok Boyu h=55 mm = 5.5 cm

D1= Silindir iç çapı D= 40 mm = 4 cm

d1=Piston çapı d= 25 mm = 2.5 cm

Şekil III.3: Hidrolik Silindir 1 Sembolü

P=Basınç P1 = 35 bar P2 = 40 bar

P3= 45 bar

A1= Pistonun ileri hareketinde kuvvetin etki ettiği alan cm²

A2= Pistonun geri hareketinde kuvvetin etki ettiği alan cm²

$$A_1 = \frac{\pi \times D1^2}{4} = \frac{\pi \times 4^2}{4} = 12,566 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \times (D1^2 - d1^2)}{4} = \frac{\pi \times (4^2 - 2,5^2)}{4} = 7,658 \text{ cm}^2$$

$$P = 35 \text{ Bar için } F_i = P \times A_1 = 35 \times 12,566 = 440 \text{ daN}$$

$$P = 40 \text{ Bar için } F_i = P \times A_1 = 40 \times 12,566 = 503 \text{ daN}$$

$$P = 45 \text{ Bar için } F_i = P \times A_1 = 45 \times 12,566 = 565 \text{ daN}$$

Şekil III.3'te hidrolik çift etkili hidrolik silindir sembolü gösterilmiştir. Sac malzemenin plastik şekil değiştirme işlemini silindirin ileri hareketi sağladığı için ileri yöndeki hareketinde oluşan kuvvetler hesaplanmıştır. Silindirin ileri gidiş süresi (t_i) değeri elle kontrol edilen valf kontrollü silindir ve P=40 bar iken ölçülmüştür. h ise silindirin hareket edebileceği yoldur.

$$V = \frac{h}{t_i} = \frac{5,5}{1,35} = 4,07 \text{ cm/s}$$

$$Q = \frac{3}{50} \times V \times A = \frac{3}{50} \times 4,07 \times 12,566 = 3,0686 \text{ lt/dk}$$

$$\dot{P} = \frac{P \times Q}{600 \times \eta} = \frac{40 \times 3,0686}{600 \times 0,75} = 0,275 \text{ KW}$$

III.4. Sac Çökertme Deney Tasarımı: Bu çalışmada sacın çökertilerek şekillendirebileceği derinlik değeri tespit edileceğinden, sacın ilk çekmedeki yükseklik değeri hesaplaması ve hidrolik pres özellikleri dikkate alınarak bir çökertme deney düzeneği hazırlanmıştır.

D= İlkel parça çapı (mm)

d = Çekilmiş parça iç çapı (mm)

S = Sac kalınlığı (mm)

R = Zımba kenarlarının yuvarlaklığı (mm)

m = Çekme oranı

$$m = \frac{D}{d} \quad \text{ise} \quad D = \frac{18}{0,575} = 31,30 \quad D = 32 \text{ mm alındı.}$$

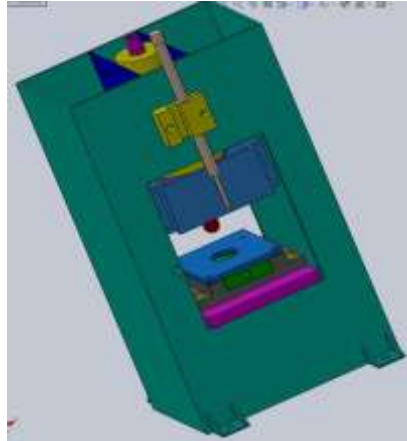
$$h = \frac{(D^2 - d^2)}{4 \times d} = \frac{(32^2 - 18^2)}{4 \times 18} = 9,72 \text{ mm} \quad h = 10 \text{ mm alındı.}$$

$5 \cdot S < R < 10 \cdot S$ ve $S = 1 \text{ mm}$ olduğuna göre $5 < R < 10$ $R = 9 \text{ mm}$ alındı.

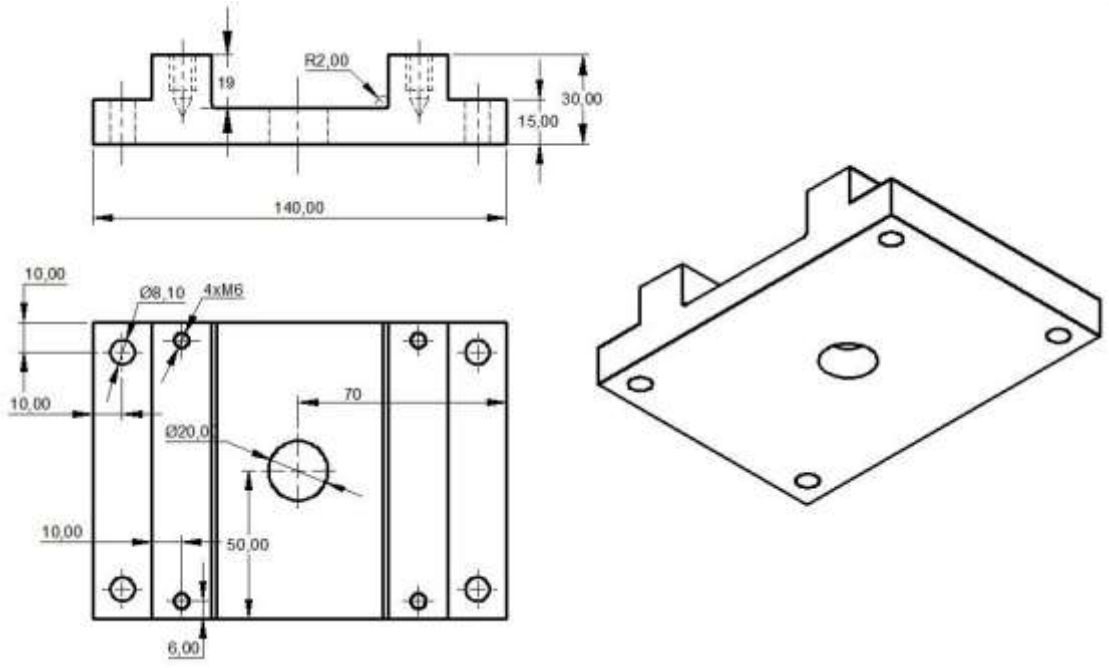
$$w = S + 0,02 \times \sqrt{10 \times S} = 1 + 0,02 \times \sqrt{10 \times 1} = 1,063 \text{ mm}$$

$$w = 1,1 \text{ mm alındı.}$$

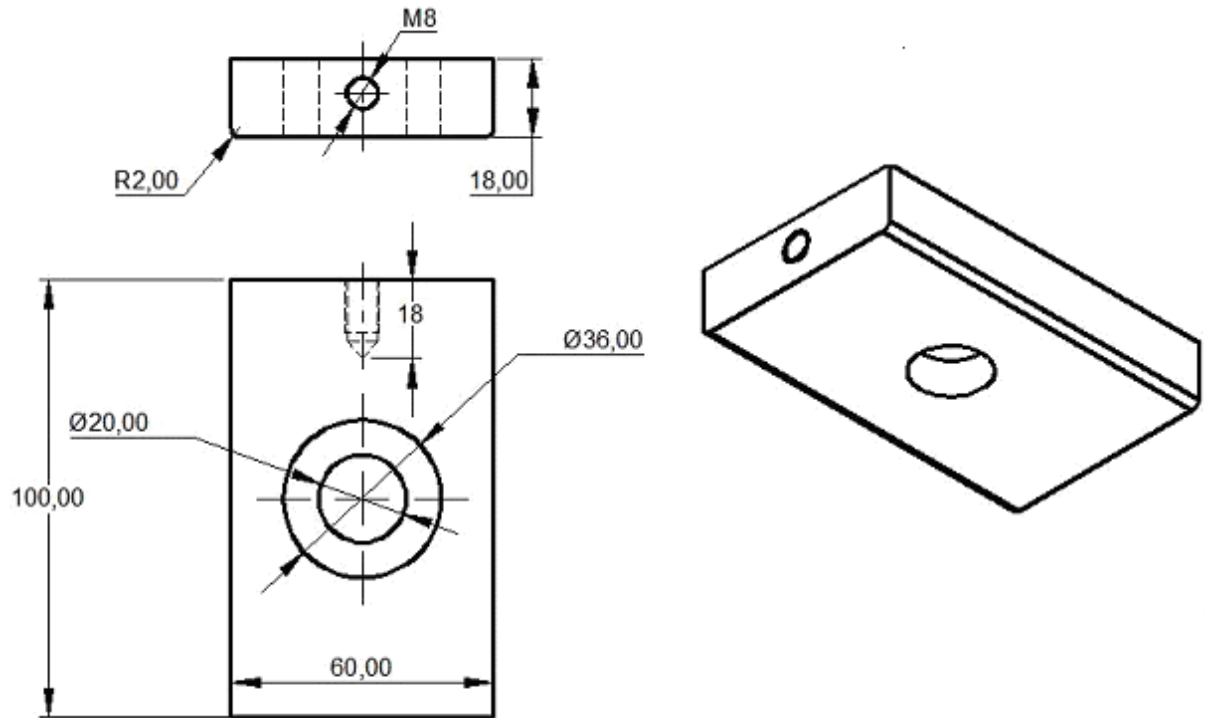
Şekil III.4-8'de deney düzeneği katı modeli ve yapım resimleri gösterilmiştir.



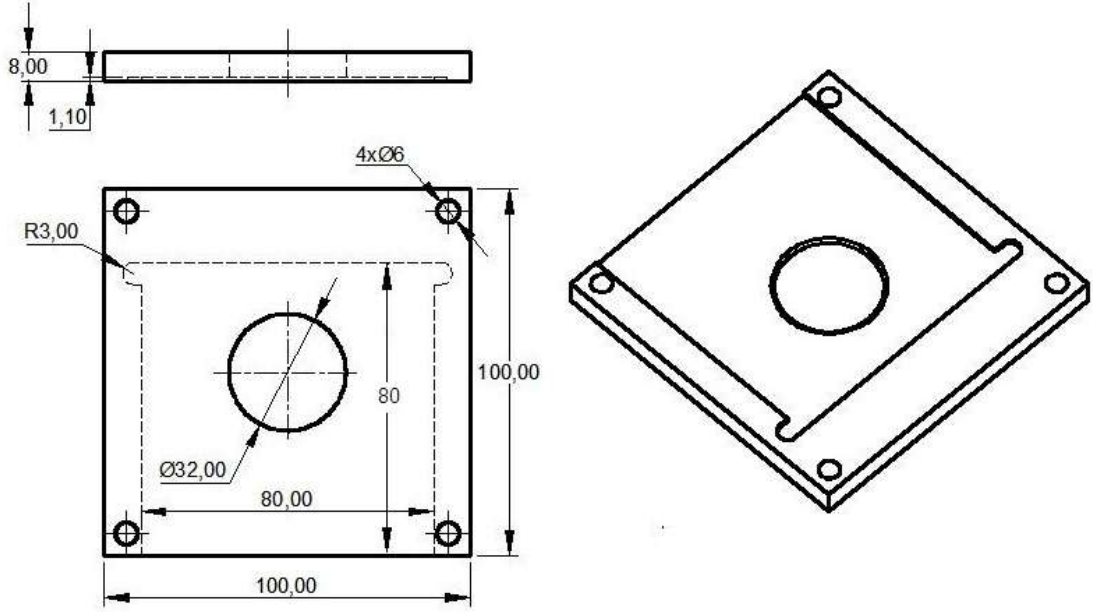
Şekil III.4: Deney Düzeneği Katı Model



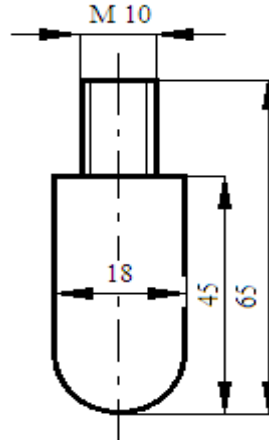
Şekil III.5: Deney düzeneği alt parça



Şekil III.6: Deney Düzeneği Sac Çıkarma Parçası



Şekil III.7: Deney Düzeneği Baskı Plakası



Şekil III.8: Zimba

III.5. 1050 Alüminyum Sac Özellikleri : Deneylerde kullanılan alüminyum sacın özellikleri Tablo III.1 ve III.2’de verilmiştir.

Tablo III.1: 1050 Alüminyum Kimyasal Bileşimleri

	% Si	% Fe	% Cu	% Mn	% Mg	% Cr	% Zn	Diğer	% Al
Min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Max.	0,25	0,40	0,05	0,05	-	0,07	0,03	-	99,50

Tablo III.2: 1050 Alüminyumun Mekanik Özellikleri

Alüminyum AA 1050	Sıcaklık	Akma Dayanımı	Çekme Dayanımı	Uzama (Elongation)		Sertlik
		N/mm ² (Min.)	N/mm ²	Lo = 50 mm		(H _g) Min.
	H24	75	105-145	Kalınlık(mm)	% Min.	33
				0.20 – 0.50	3	
				0.51 – 1.50	4	
				1.51 – 3.00	5	

III.6. Ön Deneyler

III.6.1. Lineer Potansiyometre Kalibrasyon Deneyi

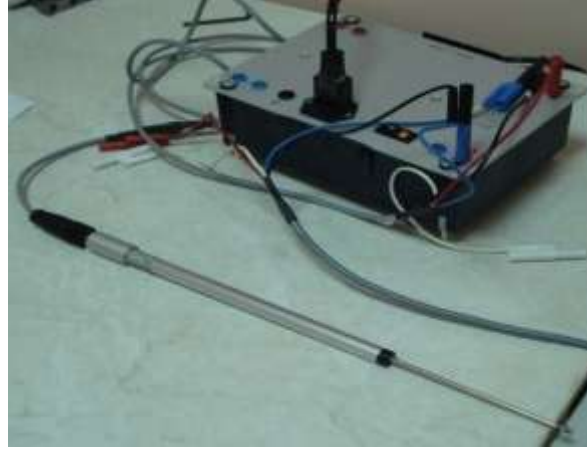
a) **Deney Adı:** Lineer Potansiyometre Kalibrasyonu.

b) **Deney Amacı:** Lineer Potansiyometrenin pozisyon değişimine karşılık voltaj değişimini gözlemleyebilmek.

c) **Kullanılan Elemanlar:** Lineer Potansiyometre, güç kaynağı, ölçü aleti ve cetvel.

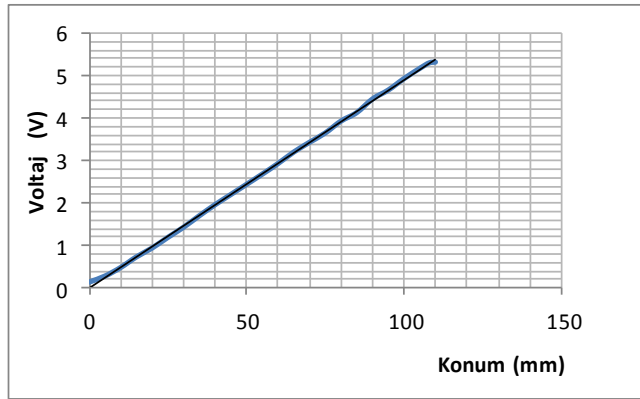
d) **Deney İşlem Basamakları:**

1. Deney malzemeleri hazırlanır.
2. Lineer Potansiyometre bağlantısı yapılır. Deneyde kullanılan lineer potansiyometre 4 bağlantı ucuna sahiptir. Kırmızı ve mavi kablo uçlarından 0-24 V belseme yapılır. Bu deneyde gerilim ölçümü yapıldığı için sinyal ucu olarak siyah uç kullanılmıştır.
3. Şekil III.9'daki gibi potansiyometrenin hareketli ucuna pozisyon ayarlanabilecek şekilde bir cetvel yerleştirilir.
4. Ölçü aleti kırmızı propu lineer potansiyometrenin siyah ucuna ve siyah propu güç kaynağının 0 V'luk ucuna bağlanır ve güç kaynağı on konumuna getirilir.
5. Potansiyometrenin hareketli kolu kademeli olarak hareket ettirilir.
6. Hareket kolunun pozisyon değişimine karşılık okunan voltaj değerleri kaydedilir.



Şekil III.9: Potansiyometre Kalibrasyonu

- e) **Sonuç:** Lineer potansiyometrenin hareketli kolunun konum değeri mm olarak arttırıldıkça buna karşılık okunan voltaj değerleri de artmıştır. Pozisyon 0 mm' de 0 V ve 100 mm' de 5 V okunmuştur. Lineer potansiyometrenin bağlanacağı hidrolik presin, piston hareket aralığı (çökertme düzeneği montajı yapılmamış haliyle) 108 mm olduğu için 108 mm'ye kadar ölçüm yapılmıştır. Elde edilen değerler Şekil III.10'da ve Tablo III.3'te gösterilmiştir.



Şekil III. 10: Lineer Potansiyometre Konum-Voltaj grafiği

Tablo III.3: Lineer Potansiyometre Konum – Voltaj Değerleri

No	Konum(mm)	Voltaj(V)	No	Konum(mm)	Voltaj(V)
1	0	0,137	13	60	2,93
2	5	0,278	14	65	3,20
3	10	0,48	15	70	3,43
4	15	0,73	16	75	3,65
5	20	0,94	17	80	3,93
6	25	1,19	18	85	4,13
7	30	1,43	19	90	4,45
8	35	1,7	20	95	4,66
9	40	1,96	21	100	4,93
10	45	2,2	22	105	5,17
11	50	2,44	23	108	5,3
12	55	2,68	-	-	-

III.6.2. Basınç Sensörü Kalibrasyon Deneyi

- a) **Deney Adı:** Basınç sensörü kalibrasyonu.
- b) **Deney Amacı:** Hidrolik Silindir ileri hareketinde basınç değişimine karşılık voltaj değişimini gözlemleyebilmek.
- c) **Kullanılan Elemanlar:** 1 adet basınç sensörü, güç kaynağı, ölçü aleti, hidrolik silindir, hidrolik besleme panosu ve hidrolik bağlantı hortumları.
- d) **Deney İşlem Basamakları:**

*Deney elemanları hazırlanır.

*Sensörün çift etkili silindirini konum girişine bağlantısı yapılır.

*Basınç sensörü 4 bağlantı ucuna sahiptir. Mavi kablo güç kaynağının + ucuna, mavi beyaz ucu ise güç kaynağının – ucuna bağlanır. Ölçü aletinin + ucunu (kırmızı prop) basınç sensörünün yeşil ucuna, - ucunu (siyah prop) basınç sensörünün yeşil beyaz ucuna bağlanır.

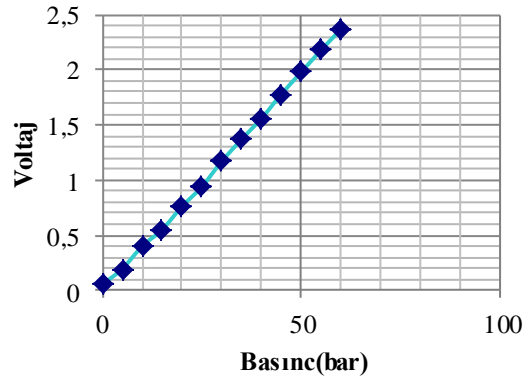
*Hidrolik besleme panosunda yer alan basınç anahtarıyla basınç değerleri değiştirilerek basınç sensöründen okunan değerler tabloya kaydedilir.

*Elde edilen değerler Tablo III.4'te ve elde edilen grafik Şekil III.11'de verilmiştir.

e) **Sonuç:** Yapılan ölçümler sonucunda artan basınç değerleriyle ile voltaj değerleri arasında lineer bir değişim olduğu tespit edilmiştir. Sistemde en fazla 45 bar uygulanacağı için deney 60 bar değerine kadar yapılmıştır.

Tablo III. 4. Basınç sensörü Basınç-Voltaj Değerleri

No	Basınç (MPa)	Voltaj (V)	No	Basınç (MPa)	Voltaj (V)
1	0	0,055	8	3,5	1,37
2	0,5	0,195	9	4,0	1,56
3	1	0,4	10	4,5	1,78
4	1,5	0,55	11	5,0	1,98
5	2,0	0,76	12	5,5	2,18
6	2,5	0,94	13	6,0	2,37
7	3,0	1,17	14		



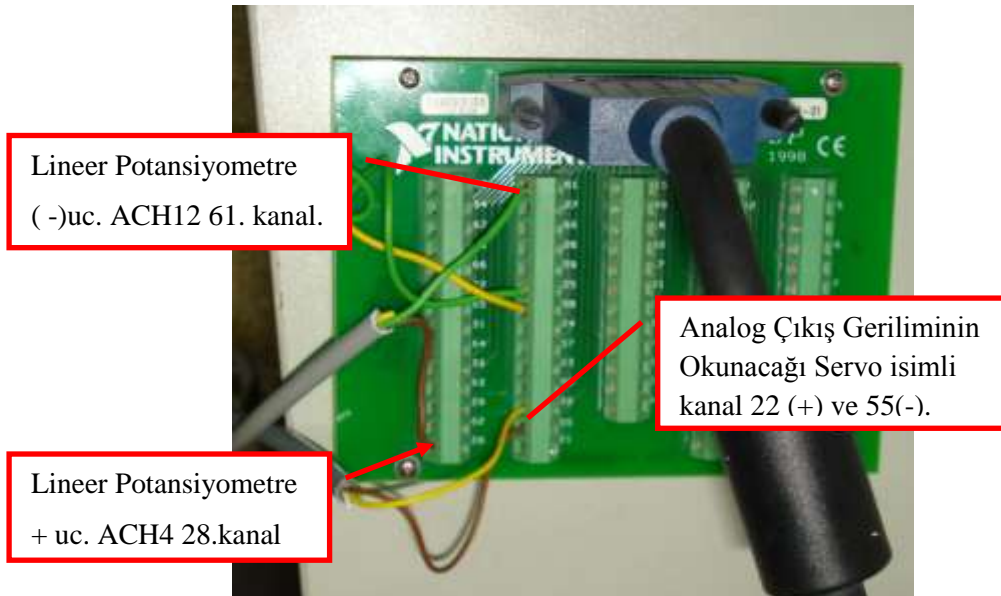
Şekil III.11: Basınç Sensörü Basınç-Voltaj Grafiği

III.6.3. Servohidrolik Valf Deneyi

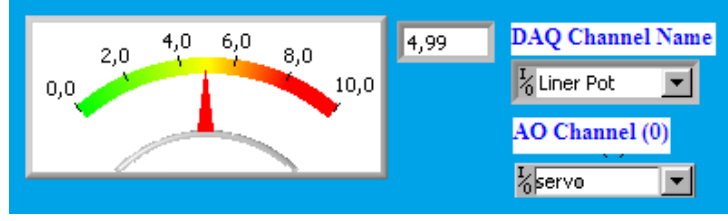
- a) **Deney Adı:** Servo valf ile çift etkili bir hidrolik silindir çalıştırılması prensibi.
- b) **Deney Amacı:** Servo valfin çalıştığı voltaj değerleri ve aralıklarını gözlemleyebilmek.
- c) **Kullanılan Elemanlar:** 1 adet servo valf, 1 adet elle ayarlanabilir güç kaynağı (+10 V, -10V) , 1 adet güç kaynağı (0-24 V), 1 adet çift etkili silindir.
- d) **Deney İşlem Basamakları:**
1. Deney malzemeleri hazırlanır.
 2. Servohidrolik valf + 10 V ile -10 V aralığında çalışır. 5 adet bağlantı ucu vardır. Kırmızı ve siyah proplar sırayla + ve – 24 Volt besleme bağlantı uçlarıdır. Gerilim ölçüldüğü için siyah ve beyaz bağlantı uçları kullanılır. Ayarlanabilir güç kaynağının + ucuna servo valfin siyah ucu ve - ucuna beyaz ucu bağlanır.
 3. Hidrolik silindir bağlantısı yapılır.
 4. Güç kaynakları açılır ve +10 V ile -10 V arasında gerilim uygulanır.
- e) **Sonuç:** Gerilim değeri – 0,15 ten + 10 V 'a kadar arttırıldıkça silindir ileri hareket hızının arttığı gözlenmiştir. Buna karşılık -0,15 mV uygulanınca sistemin durduğu ve -0,15 mV un altındaki voltaj değerlerinde, -10V'a kadar silindir geri hareket ettiği gözlemlenmiştir. Silindir ileri ve geri hareketinde gerilim değeri arttıkça silindir hızı artmaktadır. – 0,15 mV ' ta ise silindir durmaktadır.

III.6.4. NI6024 DAQ Kartıyla LabVIEW Ortamında Veri Edinim Deneyi

- a) **Deney Adı:** Labview ortamında lineer potansiyometre ile veri edinimi ve analog çıkış voltajı okuma
- b) **Amaç:** Labview ortamında lineer potansiyometrenin hareketli ucundaki pozisyon değişimine karşılık gelen voltaj değişimini DAQ kartının analog çıkış kanallarından birinde okuyabilme.
- c) **İşlem basamakları:**
- 1- Deney ekipmanları hazırlanır. 1 adet lineer potansiyometre, 1 adet güç kaynağı, 1 adet ölçü aleti, 6024 DAQ kartı, terminal blok ve bağlantı kabloları.
 - 2- Lineer potansiyometrenin terminal blok bağlantısı şekil III.12'deki gibi yapılır.
 - 3- Labviewda ön panel ve blok diyagramda elemanların bağlantıları Şekil III.13 ve 14'te gösterildiği gibi yapılır.
 - 4- Güç kaynağı ON konumuna alınır ve lineer potansiyometrenin hareketli ucu hareket ettirilir.

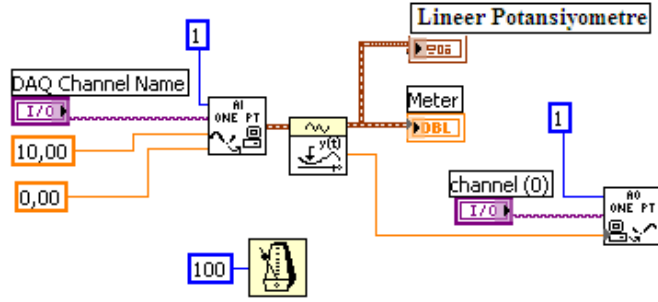


Şekil III.12: Lineer Potansiyometre Terminal blok bağlantısı



Şekil III.13: Labview Ön Panel Görüntüsü

Lineer potansiyometre ucu yaklaşık 100 mm hareket ettirilmiştir.100 mm'ye karşılık bilgisayar ortamında okuduğumuz analog input giriş değeri Şekil III.15'te görüldüğü gibi 4,98 V olarak ölçülmüştür.



Şekil III.14: Blok Diyagramı



Şekil III.15: Analog Çıkıştan Okunan Voltaj Değeri

- d) **Sonuç:** Lineer potansiyometre kalibrasyon deneyiyle karşılaştırıldığında her mm ye denk gelen voltaj değerleri, bilgisayar ortamında insandan kaynaklanan okuma hatalarını en aza indireyecek şekilde elde edilmiştir.

Lineer Potansiyometreden alınan voltaj değerine karşılık okunan analog çıkış değeri 4,98 V' tur. Okunan bu değer kartın bir çıkış kanalına gönderilmesiyle ve bu çıkış kanalına bir çıkış elemanının bağlanması ile pozisyon değerine bağlı bir kontrol çevrimi elde edilebilir.

III.7. DENEY ÇALIŞMASI

III.7.1. Deney Adı: Bilgisayar Destekli Prototip Hidrolik Presle Sac Çökertme İşleminde Presin Basınç, Hız ve Pozisyon Kontrolü.

III.7.2. Deney Amacı: Hazırlanan sistemde 1050 Alüminyum sacın plastik şekillendirirken yırtılmadan dayanabileceği çökertme yüksekliğine etki eden kontrol faktörlerin incelenmesi.

III.7.3. Deneyde Kullanılan Elemanlar ve Görevleri:

Hidrolik Pres: Çökertme işlemini gerçekleştirmek için gerekli kuvveti sağlar.

Servo Valf: Hidrolik presi istenilen konumda durdurma görevini görür. Analog çıkış olup çift etkili hidrolik silindir anahtarlama görevini görür.

Lineer Potansiyometre: Çökertme elemanının pozisyonu hakkında sisteme geri besleme sağlar. Silindirin konum bilgisini mm olarak ayarlamayı sağlar. Giriş değeri değiştikçe Voltaj değeri de lineer olarak değişir.

Basınç Sensörü: Alüminyum sacın şekillendirilmesi sırasında meydana gelen basınç değişimleri hakkında bilgi elde edilmesini sağlar. Sistemdeki basınç değişimine karşılık Voltaj değişimini verir. Yapılan ön deneylerde elde edilen değerlerin ortalaması alınarak 25,70 bar elde edilmiştir. Bu birim basınç değişiminin birim voltaj değerine karşılığı olarak ifade dileyebilir. Kullanılacak sistem basıncı her ne kadar sabit olsa da Alüminyum sacın şekillendirilmesi esnasında parçada meydana gelen basınç değişimlerinin gözlemlenebilmesi açısından önemli bir veri olmaktadır.

NI 6024 DAQ Kartı: Ölçüm yapılan sistemle bilgisayar arasındaki bağlantıyı sağlar.

NI 6024 DAQ Kart Bağlantı Terminali: Bilgisayar kasası içine bağlanan DAQ kartıyla sistem arasında kablo bağlantısını kolaylaştırır. RS-232 haberleşme modülü ile bilgisayarın COM-1 ucu kullanıldı.

LabVIEW : Sistemden veri okunması ve toplanmasını sağlayan bir arayüz programıdır.

3 Adet Güç Kaynağı: 0,+ 24 V besleme gerilimi için kullanılır.

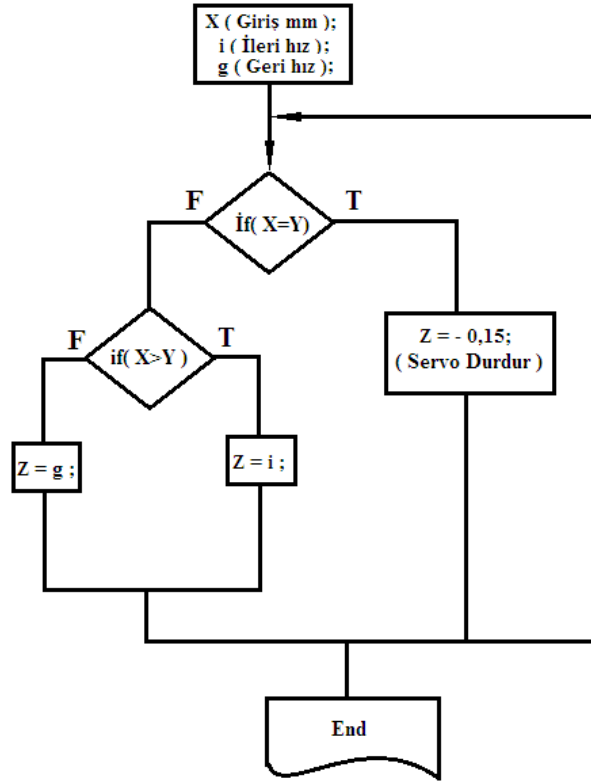
Elektrik bağlantı Kabloları: Elektrik bağlantısının yapılması kullanılır.

Hidrolik Hortum: Hidrolik sistem bağlantılarının yapılması için kullanılır.

Hidrolik Besleme Panosu: Hidrolik yağ akışını ve istenen sistem basınç değerinin ayarlanması sağlanır.

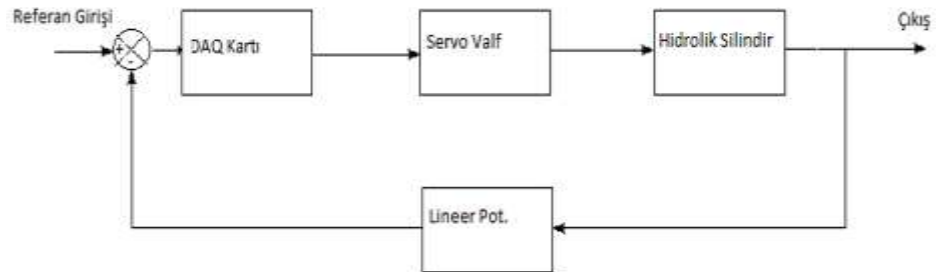
III. 7.4. Deney İşlem Basamakları:

- a) Sistemde kullanılacak elemanların kalibrasyon deneyleri yapılır. Bu çalışma için yapılan kalibrasyon deneyleri bölüm III.7 ön deneyler kısmında anlatılmıştır.
- b) Elde edilen veriler kullanılarak LabVIEW ortamında hazırlanacak programın akış diyagramı Şekil III.16 ve kapalı çevrim blok diyagramı Şekil III.17'deki gibi hazırlanır.



Şekil III.16: Akış diyagramı

- c) X : Bilgisayardan girilen giriş değerlerinden biridir. İstlenen pozisyonu ifade eder.
- d) Y: Potansiyometreden okunan değerdir.
- e) Z : Servo Valfin çalışma voltajıdır.
- f) Silindir istenen konuma gelince potansiyometreden okunan değerle eşit olacaktır. Bu noktada Z değerine servo valfi durdurma komutu verilir. Yukarıdaki şemada if true koşuluyla belirtilmiştir.



Şekil III.17: Kapalı Çevrim Blok Diyagramı

Şekil III.16’da sistemin kapılı çevrim blok diyagramı görülmektedir. Referans giriş değeri; istenen pozisyonudur. DAQ kartı gelen bilgileri değerlendirerek bir analog output kanalına çıkış gerilimi gönderir. Bu gerilim servo valfin çalışmasını sağlar ve bu çıkış gerilimi silindiri ileri veya geri hareket ettirir. Böylece servo valfe uygulanan voltaj değeriyle silindir hızı kontrol edilebilir. İstenen pozisyon değerinin elde edilmesi için potansiyometreden geri besleme yapılır. Eğer potansiyometreden okunan pozisyon değeri istenen değere eşit değilse silindir ilerlemeye devam eder ve eşit değeri yakaladığında silindiri durdurur. Böylece silindirin hız ve pozisyon kontrolü gerçekleştirilmiş olur.

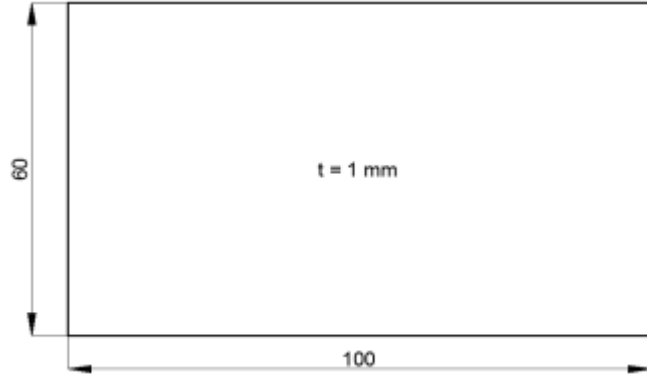
- g) DAQ kartına bağlanacak elemanların terminal blok bağlantı şeması Tablo III.5’te gösterildiği gibi yapılır.

Tablo III.5: Terminal Bağlantı Şeması

	AIGND	29	63	ACH11	
Lineer Pot. (+) Uç	ACH4	28	62	AISENSE	
	AIGND	27	61	ACH12	Lineer Pot. (-) Uç
	ACH13	26	60	ACH5	
Basınç Sensörü (+) Uç	ACH6	25	59	AIGND	
	AIGND	24	58	ACH14	Basınç Sensörü (-) Uç
	ACH15	23	57	ACH7	
Servo Valf (+) Uç	DAQ0OUT	22	56	AIGND	
	DAQ1OUT	21	55	AOGND	Servo Valf (-) Uç
	RESERVED	20	54	AOGND	

- h) Labview ortamında program hazırlanır. Hazırlanan programın ön panel ve bağlantı blok diyagram şeması (şekil III.18 ve 19) açıklanmıştır.
- i) Hazırlanan şemaya göre terminal blok bağlantısı yapılır.
- j) Hazırlanan çökertme düzeneğin hidrolik prese montajı yapılır.

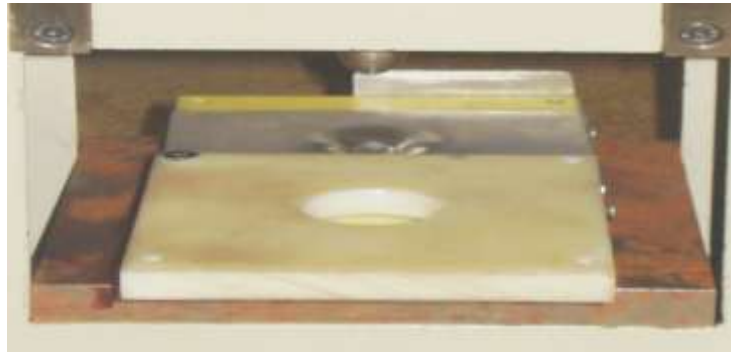
- k) 1050 Alüminyum sac Şekil III.18’de gösterilen ölçülerde kesilerek şekil III.19’da gösterildiği gibi deney düzeneğine yerleştirilir.



Şekil III.18: Alüminyum Sac Kesim Ölçüsü



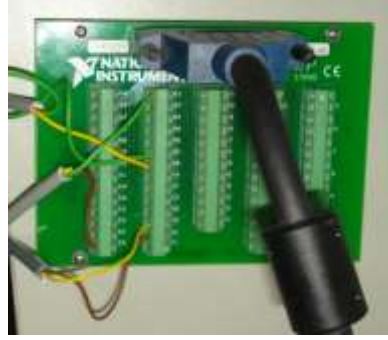
Şekil III.19: Sacın Deney Düzeneğine Yerleşimi



Şekil III.20: İşlenmiş Parça

- l) Programda istenilen pozisyon değeri mm olarak ayarlanır, kanal isimleri ayarlandıktan sonra güç kaynakları ve hidrolik besleme panosu çalıştırılır.
- m) Elde edilen veriler değerlendirilmek üzere kayıt edilir. Şekil III.20’de işlenmiş parça gösterilmiştir. Ek 1.1’de belirtilen kart pin bağlantı numaralarından yararlanarak Tablo III.5’deki şema hazırlanır.

Potansiyometrenin siyah prop ucu (sinyal ucu) 28 numaralı kanala ACH4'e bağlanırken - ucu ACH12'ye bağlanır. Basınç sensörünün + ucu ACH6 olan 25 numaralı kanala ve – ucu ACH14 olan 58 numaralı kanala bağlanır.



Şekil III.21: Bağlantı Konnektörü

Bilgisayara bağlanacak her bir eleman için gerekli terminal bağlantıları Şekil III.21'deki gibi hazırlanır.

III.8. Bilgisayar Programı ve Kontrol

LabVIEW programıyla hazırlanan kontrol düzeneği ön panel Şekil III.18'de blok diyagram Şekil III.19'da görülmektedir. Şekil III.18'de görüldüğü gibi tasarlanan program üç kademededen oluşmaktadır. Bunlar Kanal Seçimi, Okunan çıkış değerleri ve Girilen değerler. Bölüm II Veri Edniminde ayrıntılı açıklanan kanal ayarlarıyla oluşturulan kanallar Labview programı açıldığında aktif hale gelen pencereler aracılığıyla seçilir. Linner Potansiyometre Analog Input, Basınç Sensörü Analog Input ve Servo Valf Analog Output olmak üzere üç kanal oluşturulmuştur.

III.8.1. Programda Kullanılan Önemli Fonksiyonlar: LabVIEW blok diyagramın hazırlanmasında kullanılan önemli fonksiyonlar aşağıda açıklanmıştır.

Seçme Fonksiyonu: Üç girişe sahiptir. t ve f değeri aynı veri tipine sahip olmalıdır. S değeri fonksiyonun t (doğru) veya f (yanlış) olduğuna karar verir. S değeri bloon(doğru veya yanlış) veri tipine sahip olup, doğru olduğu müddetçe çıkışta t değerini alır gönderir. Eğer s sağlanmıyorsa f değerini çıkışa verir.

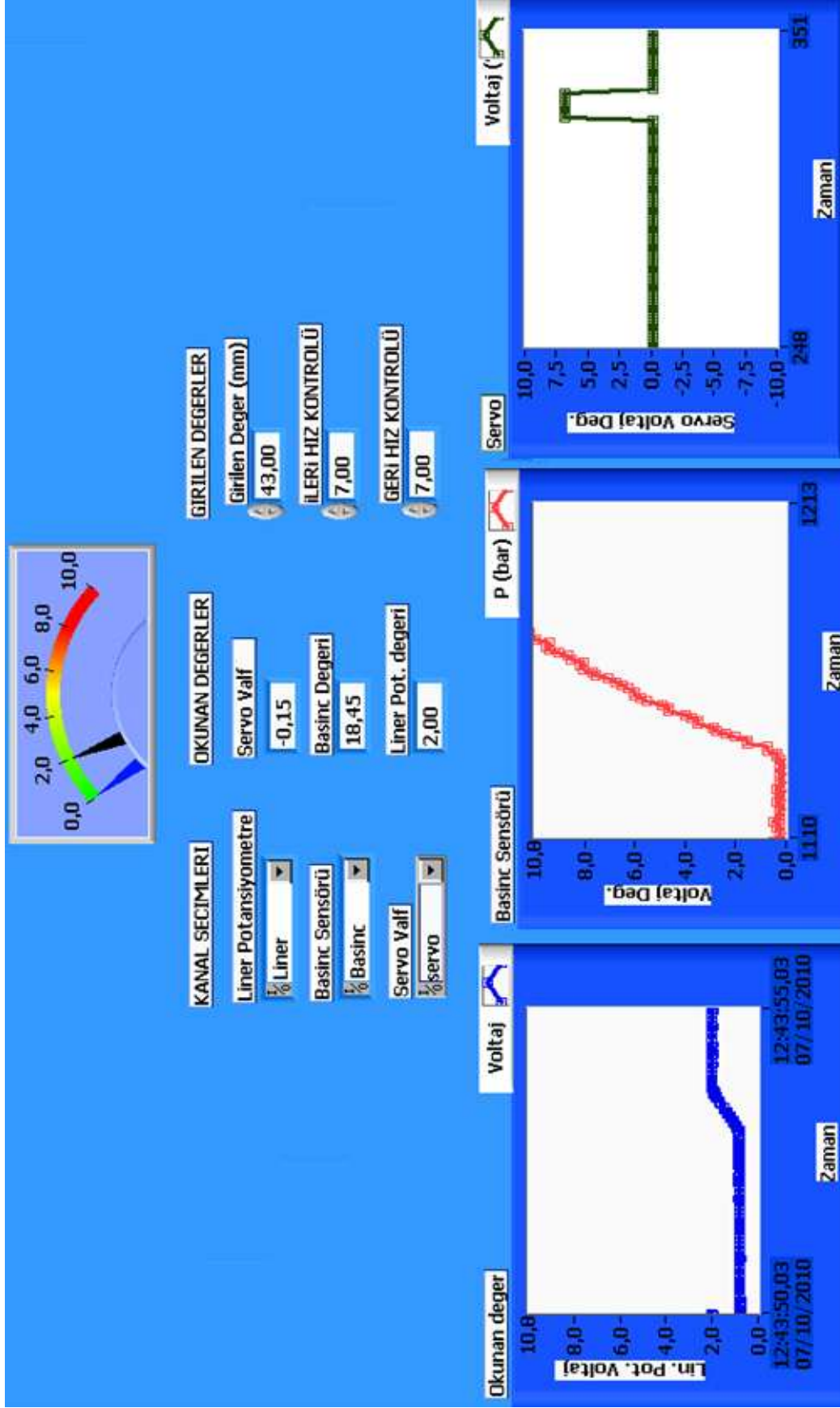
AO Update Channel: Programda girilen voltaj değerini belirtilen kanala aktararak çıkışa bir voltaj değeri gönderir. Böylece bir çıkış elemanı olan servo valf, belirtilen kanala bağlanmak koşuluyla bilgisayarla kontrol edilmiş olur.

Get Value Y: Bu fonksiyon bir grafiğin veya dalga biçiminin ‘y’ değerini alır. Şekil III.22’de gösterilen programda waveform veri tipinde çıkış veren analog girişten alınan veri tipinin sayısal değere dönüşümü için kullanılmıştır. Bu program sayısal değere göre tasarlandığı için waveform veri tipi sayısal değerlere dönüştürülmüştür.

AI Acquire Waveform : Bu fonksiyon tek bir giriş kanalından belirli bir örnekleme oranı ve geri kazanılmış verileri belli örnekleme sayısı ile edinir. Bu fonksiyon single analog girişteki dalga biçiminin zamanlı ölçümünü yapar. Buradaki 1 sayısı DAQ kartının numarasıdır. Birden fazla kart takılı olan sistemlerde bu fonksiyonu hangi kartın kullanacağını belirlemek için kullanılır. 20 sayısı ise örnekleme sayısıdır. Yani 20 değer rnekleyip 1 değer gösterir. Örnekleme sayısı arttıka senkronizasyon azalır. Veri ediniminin hızlı yapılması gereken yerlerde örnekleme sayısı mümkün oldukça az alınmalıdır.

III.8.2. Programın alışma Prensibi

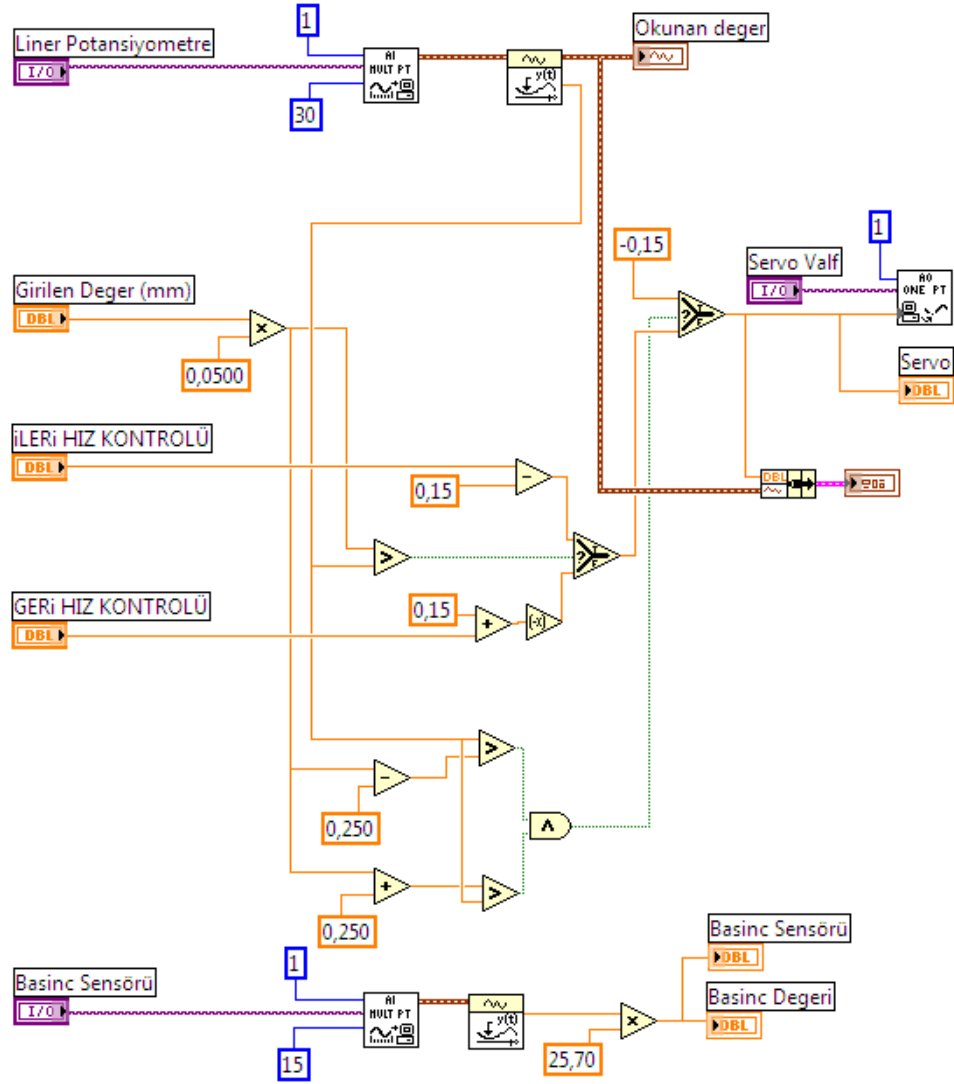
Şekil III.22’de hazırlanan programın n panel görüntüsü gösterilmiştir. n panelde kanal seçimleri bölümünde, kullanılacak kanallar lineer potansiyometre, servo valf ve basınç sensörü için ayrı ayrı seçilir. Girilen değerler bölümünde, programda kullanıcının ayarlayabilecekleri; girilen değer olarak ifade edilen lineer potansiyometrenin durmasını istediğimiz konum servo valfin ileri hızı ve servo valfin geri hızıdır.



Şekil III.22: LabVIEW Ön Panel Görüntüsü

Okunan değerler bölümünde ise basınç senörü, servo valf voltaj değeri ve lineer potansiyometreden okunan değer yer almaktadır. Programda yer alan iki ibreye sahip gösterge lineer potansiyometere ve servo valf voltajını aynı anda gözlemlene fırsatı sunarken sistemden okunan değerlerin direk grafik ortamındaki görüntülerini de görmek mümkündür. Ön panelde girilen değerler burada yazılı olan programa göre işler.

Şekil III.23'te hazırlanan programın blok diyagramı gösterilmiştir. Blok diyagramda, hazırlanan programın algoritması bir karşılaştırma yöntemine dayalıdır. Lineer potansiyometrede mm olarak girilen değer 0,05 ile çarpılarak voltaj değerine dönüştürülür ve bu değer lineer potansiyometreden okunan voltaj değeriyle karşılaştırılarak servo valfe bir çıkış gerilimi gönderilir. Lineer potansiyometreden okunan değerin sabit olmaması nedeniyle bir okuma tolerans aralığı seçilerek programlama yapılmıştır. Bu aralık kabulü yapılmadığı takdirde lineer potansiyometerenin ölçtüğü değerler sabit olmadığından servo valfe uygulayacağı gerilim değerleri aynı konumlarda farklılık gösterebilir. Bu nedenle bu programda lineer potansiyometreden okunan voltaj değerine 0,1 V eklenir ve 0,1 V çıkarılarak okunan değer sabit hale getirilir. Bu kontrol sonucunda fonksiyondan çıkan true (doğru) ve false (yanlış) bilgisi bir seçme fonksiyonuna gönderilir. Seçme fonksiyonu duruma göre servo valfe voltaj gönderir. Servo valf – 0,15 değerinde durmaktadır. Bu nedenle servo valf için belirlenen tolerans değer $\pm 0,15$ mV olmaktadır. Bu durumda sistemi durdurmak için 0 V yazılınca +0,15 mV okunduğu için -0,15 yazılınca 0V algılamaktadır. İleri ve geri hız kontrolünde bu aralık değerlerine göre ayarlanmıştır. Basınç sensörü için bölüm III.6.2'de yapılan ön deney değerleri dikkate alınarak okunan voltaj değerinin 25,7 ile çarpılarak Bar olarak dönüşümü yapılmıştır.



Şekil III.23: Program Blok Diyagram Görüntüsü

III.9. Alüminyum Sac Parçalarının Şekillendirilmesi ve Sac Çökertme Derinliğinin Minitab Ortamında Taguchi Metoduyla Optimizasyonu

III.9.1. Sac Parçalarının Şekillendirilmesi

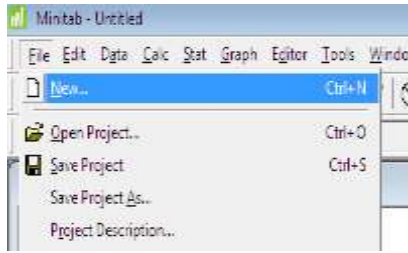
Sac parçaları 60 x100 mm'lik boyutlarda şekil III.18'de gösterildiği gibi kesildikten sonra çökertme deney düzeneğine Şekil III 19 'daki gibi yerleştirilir. Programda taguchi metoduna göre yapılan tasarımda belirtilen değerler deney sırasına göre

ayarlanır. Tüm güç kaynakları açılır ve hidrolik besleme panosu aktif hale getirilir. Servo valf ileri ve geri hız değerleri ayarlandıktan sonra program çalıştırılır. Sac çökertme sonrası şekillenmiş parça deney düzeneği üzerindeki görünüşü Şekil III 20 'de gösterilmiştir. Yapılan 9 deney sonucunda elde edilen parçalar ve üç boyutlu tarama sonuçları bölüm 4'te gösterilmiştir.

III.9.2. Alüminyum Sac Çökertme Derinliğinin Minitab Ortamında Taguchi Metoduyla Optimizasyonu

Minitab programı içerisinde bulunan Taguchi metodu ile deney tasarımı kısa sürede oluşturulabilir. Bu çalışmada yapılan ön deneylerden yararlanılarak, optimize edilecek kontrol parametreleri belirlenmiştir. Yapılacak deney tasarımı sayesinde çökertme derinliğine etki eden kontrol parametrelerinin en uygun değerleri mevcut çalışma koşullarına uygun şekilde belirlenecektir. 3 faktör ve 3 seviyenin belirlendiği deney tasarımının Minitab ortamında hazırlanması aşağıda açıklanmıştır

1- Masaüstünden Minitab16 programı seçilir.



Şekil III.24: Minitab Yeni Proje Oluşturma

2- Şekil III.24'de gösterildiği gibi **File** menüsünden **new** sekmesi seçilerek yeni bir proje oluşturulur.

3- Yeni proje sayfası açılınca karşınıza Şekil III.25'de gösterildiği gibi üç adet pencere gelecektir. Bunlar Veri Penceresi, toplantı penceresi ve proje yönetici penceresidir.

Her bir çalışma sayfası 4000 sütun, 1000 adet sabit ve 10000000'un üzerinde satıra sahiptir. Toplantı penceresinde yapılan tüm hesaplama sonuçları görülebilir, veri penceresine gerekli veriler tanımlanabilir ve düzenleme yapılabilir. Veri penceresinde kesme, kopyalama ve yapıştırma işlemleri yapılabilir. Proje yöneticisi penceresinde her bir pencere yönetilebilir. Veri penceresine girilen verilen yazı tipi, sayı tipi veya tarih tipinde olabilir.



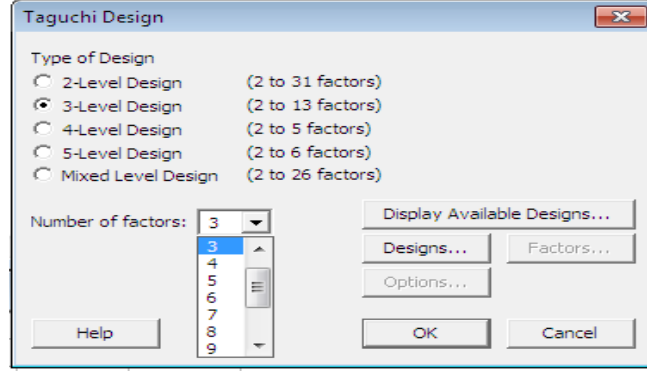
Şekil III.25: Minitab Çalışma Sayfası

4- Şekil III.26’da gösterildiği gibi **Stat** menüsünden **DOE** sekmesinden **Taguchi** sekmesinden **Create Taguchi Design** sekmesi seçilir. Açılan pencereden ortogonal dizi tasarımı yapılır. Bu çalışmada sisteme etki eden faktörler daha önce yapılan ön deneyler sonucunda elde edilen neticeler doğrultusunda belirlenmiştir.



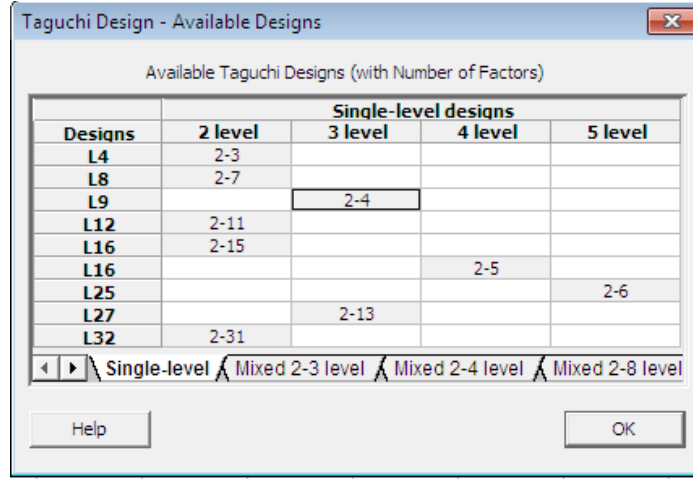
Şekil III.26: Taguchi Metodunu Başlatma

5- Şekil III.27’de gösterildiği gibi L9 deney tasarımı için dizayn tipi (Type of design) üç düzey (3 level) olarak seçilir, faktör sayısı (number of factors) üç olarak işaretlenir.



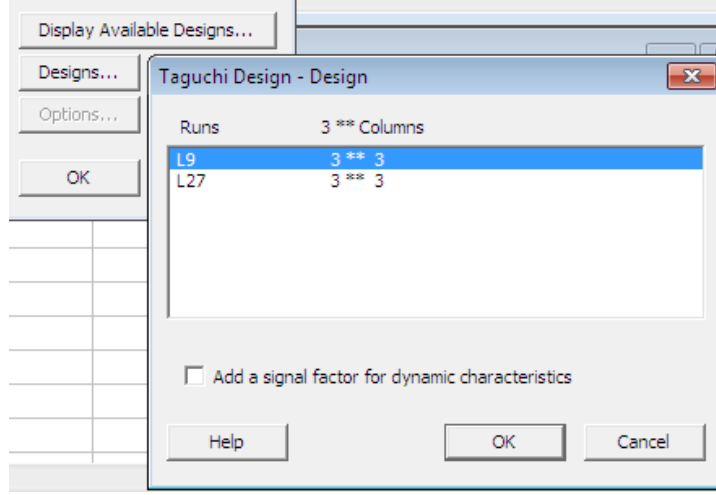
Şekil III.27: Taguchi Deney Düzeneginin Seçilmesi

- 6- Şekil III.28'de gösterildiği gibi program içinde yer alan tasarımlar sekmesi seçilerek buradan gerekli L9 deney tasarımı işaretlenir.



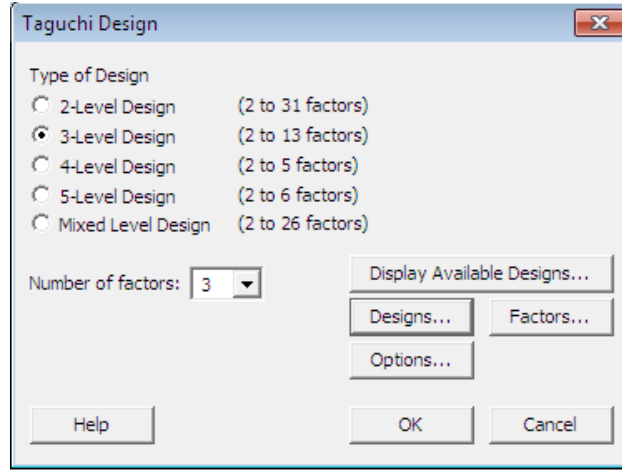
Şekil III.28: Taguchi Seviye Seçimi

- 7- Şekil III.29'da gösterildiği gibi Tasarımlar butonu seçilir ve buradan L9 3**3 sekmesi seçilerek OK tuşuna basılır.



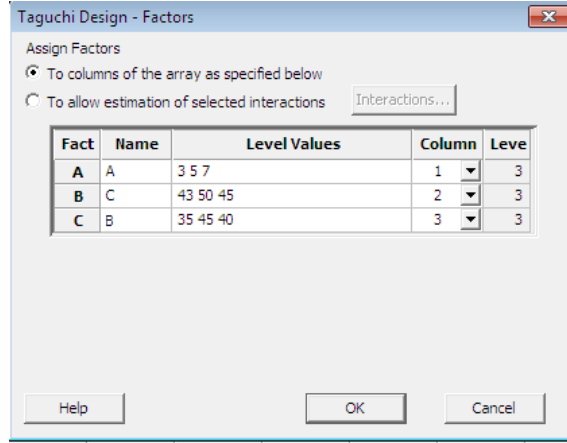
Şekil III.29: Taguchi Ortogonal Dizi Seçimi

- 8- Şekil III.30’da görüldüğü gibi Faktörler sekmesi seçilebilir hale gelir. Faktörler (Factors) sekmesi seçilir. Açılan pencereden Gerekli Faktör değerleri Şekil III.28’deki gibi ayarlanır.



Şekil III.30: Faktör Seçimi

Şekil III.31’de ayarlanan A faktörü servo voltaj değerini, B faktörü zımba konumunu ve C faktörü sistem besleme basıncını ifade etmektedir. Bu hesaplamanın amacı en büyük derinliği elde edecek şekilde deney tasarımını gerçekleştirmektir.



Şekil III.31: Faktör Değerlerinin Programa Eklenmesi

- 9- Ayarlamalar bittikten sonra **ok** butonuna basılır. Taguchi Deney Tasarımı Tablo III.6'daki gibi oluşturulmuştur.

Tablo III.6: Taguchi Deney Tasarım Dizilimi

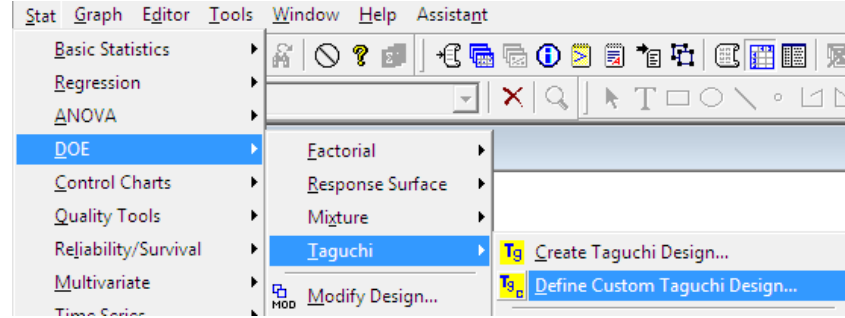
↓	C1	C2	C3
	Voltage	Position	Pressure
1	3	43	35
2	3	50	45
3	3	45	40
4	5	43	45
5	5	50	40
6	5	45	35
7	7	43	40
8	7	50	35
9	7	45	45

Hazırlanan deney tasarım tablosuna göre deneyler yapılır. Çökertme deneyi sonucunda elde edilen parçaların derinlik değerleri ölçüldükten sonra C4 sütununa yazılır.

Tablo III.7: Taguchi Tasarımı

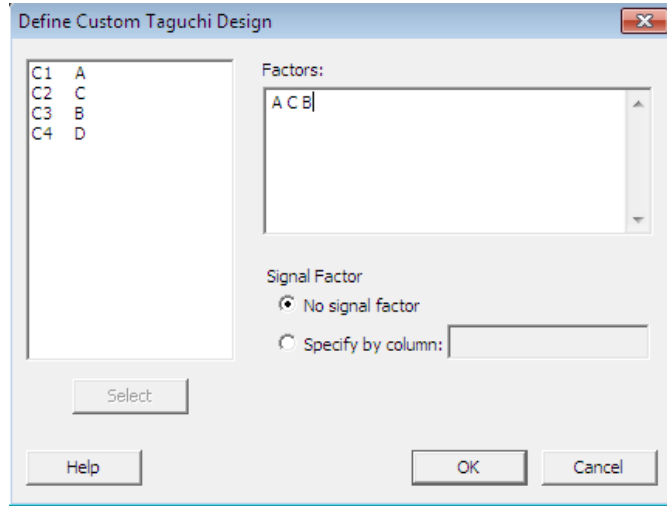
↓	C1	C2	C3	C4
	Voltage	Position	Pressure	Depth
1	3	43	35	4,77561
2	3	50	45	1,99252
3	3	45	40	5,63950
4	5	43	45	3,80165
5	5	50	40	5,59268
6	5	45	35	5,70006
7	7	43	40	5,92798
8	7	50	35	6,48269
9	7	45	45	5,66046

10- Şekil III.32’de gösterildiği gibi Minitabta Stat menüsünden DOE’den Taguchi’den Define Custom Taguchi Design sekmesi seçilir.



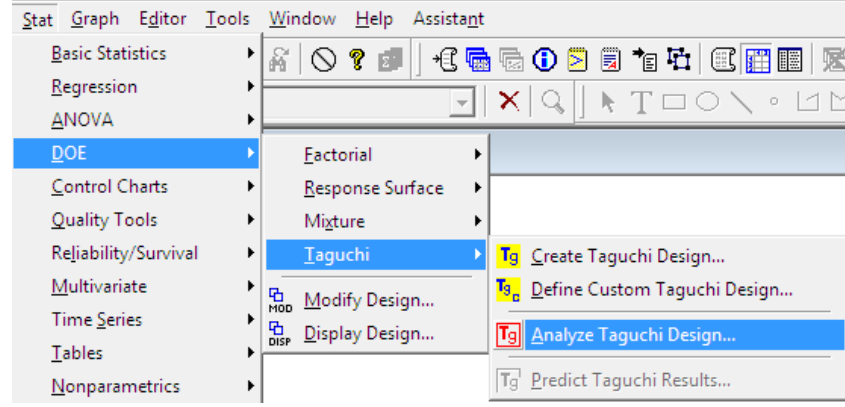
Şekil III.32: Taguchi Hesaplama İşlemi

11- Şekil III.33’teki gibi açılan pencereden faktörler kısmına A, B ve C seçilerek OK tuşuna basılır.



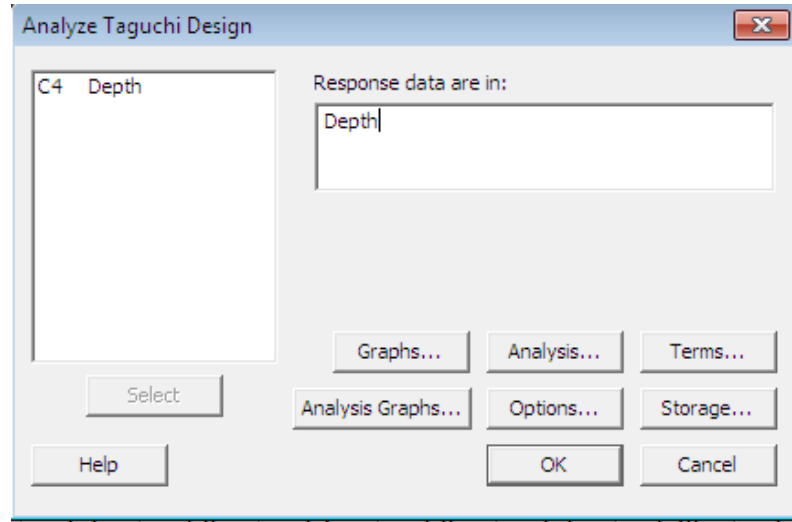
Şekil III.33: Hesaplama Faktörlerinin Belirtilmesi

12- Şekil III.34’deki gibi Analyze Taguchi Design sekmesi tercih edilerek sinyal gürültü oranları hesaplanacak şekilde ayarlamalar yapılır.



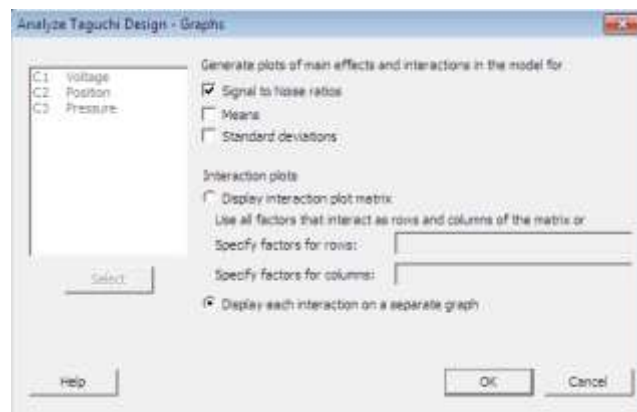
Şekil III.34: Taguchi Analiz Tasarım Seçimi

13- Şekil III.35'te gösterilen pencereden gerekli ayarlar aşağıdaki gibi sırayla yapılır.



Şekil III.35: Analiz Dizaynı Sonuç Verisi Seçimi

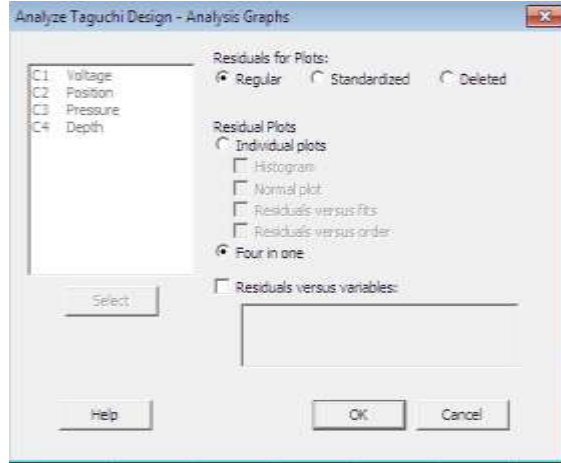
14- Şekil III.36'de gösterildiği gibi Graphs sekmesi seçilerek aşağıdaki gibi ayarlanır.



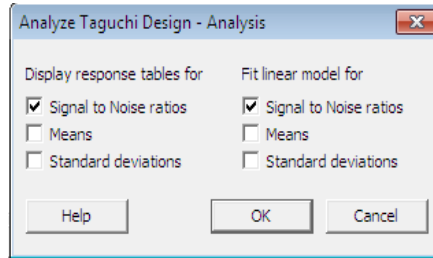
Şekil III.36: Sinyal Gürültü Oranı Grafik Çizim Seçimi

15- Şekil III.33'teki gibi analiz grafik sekmesi ayarlanır.

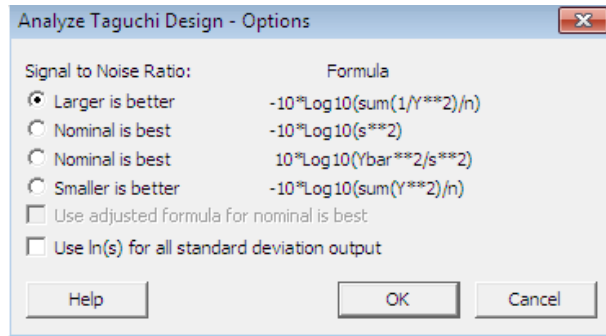
16- Şekil III.37'den Analize ve Options sekmeleri seçilir ve Şekil III.38 ve 39'daki ayarlar ile sinyal gürültü oranının hesaplanacağı formül işaretlenir.



Şekil III.37: Analysis Graphs Sekmesi Ayarı

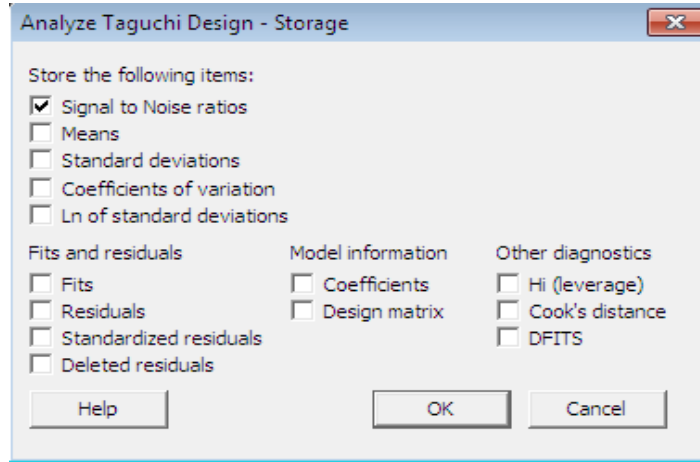


Şekil III.38: Analysis Sekmesi Ayarı



Şekil III.39: Option Sekmesi Ayarı

17- Şekil III.40'taki storage sekmesi aşağıdaki gibi ayarlanır.



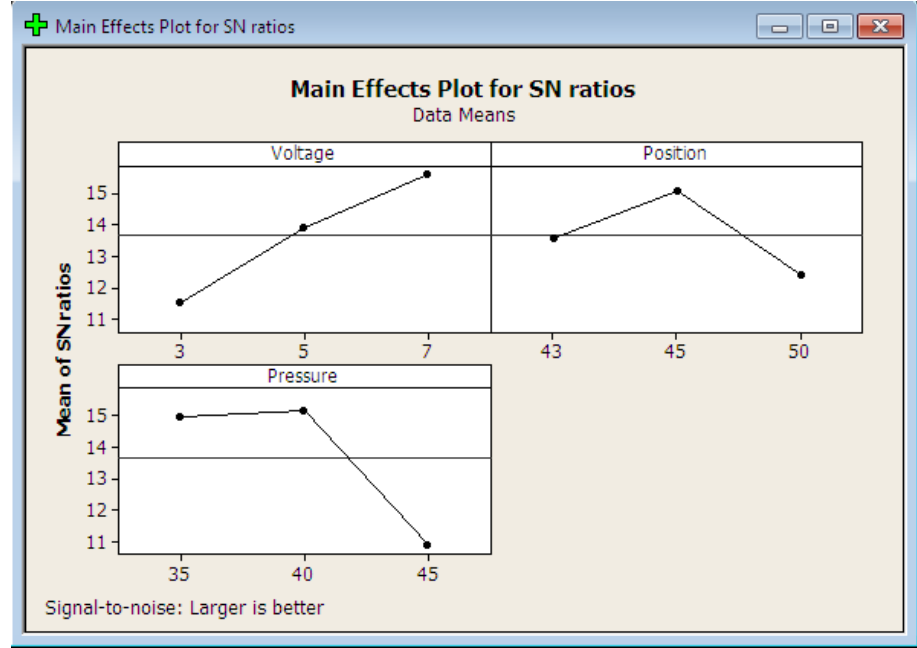
Şekil III.40: Sinyal Gürültü Oranı Seçimi

18- Tablo III.8’de hesaplanan sinyal gürültü oran değerleri gösterilmiştir.

Tablo III.8: Sinyal Gürültü Oranı Değerleri

↓	C1	C2	C3	C4	C5
	Voltage	Position	Pressure	Depth	SNRA1
1	3	43	35	4,77561	13,5806
2	3	50	45	1,99252	5,9881
3	3	45	40	5,63950	15,0248
4	5	43	45	3,80165	11,5994
5	5	50	40	5,59268	14,9524
6	5	45	35	5,70006	15,1176
7	7	43	40	5,92798	15,4581
8	7	50	35	6,48269	16,2351
9	7	45	45	5,66046	15,0570

19- Şekil III.41’de gösterildiği gibi Sinyal Gürültü Oranı için sonuç grafiklerine göre büyük olan daha iyidir. Sonuç grafiklerine göre 3. Voltaj değeri, 2. Pozisyon değeri ve 2. Basınç değeri en iyi değerlerdir.



Şekil III.41: Sinyal Gürültü Oranı İçin Sonuç Grafikleri

Taguchi deney tasarım sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

Taguchi Design

Taguchi Orthogonal Array Design

L9(3**3)

Factors: 3

Runs: 9

Columns of L9(3**4)

Array 1 2 3

Varyans analizi sonuçları , kareler ortalaması (Adj SS), toplam kareler ortalaması (Adj MS), hata (F) değerleri hesaplama sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

Taguchi Analysis: Depth versus Voltage; Position; Pressure

Linear Model Analysis: SN ratios versus Voltage; Position; Pressure

Estimated Model Coefficients for SN ratios

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	13,6681	0,7434	18,385	0,003
Voltage 3	-2,1370	1,0514	-2,033	0,179
Voltage 5	0,2217	1,0514	0,211	0,853
Position 43	-0,1221	1,0514	-0,116	0,918
Position 45	1,3984	1,0514	1,330	0,315
Pressure 35	1,3096	1,0514	1,246	0,339

Pressure 40 1,4770 1,0514 1,405 0,295

S = 2,230 R-Sq = 87,7% R-Sq(adj) = 50,6%

Analysis of Variance for SN ratios

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Voltage	2	24,853	24,853	12,426	2,50	0,286
Position	2	10,797	10,797	5,399	1,09	0,480
Pressure	2	34,986	34,986	17,493	3,52	0,221
Residual Error	2	9,948	9,948	4,974		
Total	8	80,584				

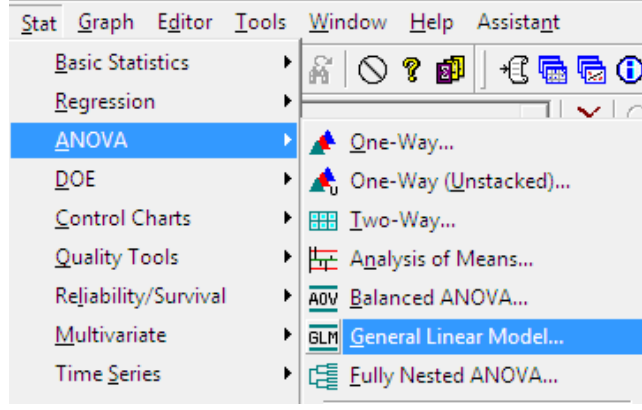
Response Table for Signal to Noise Ratios Larger is better

Hesaplama sonuçlarında **rank** ile ifade edilen etkinlik derecelerine göre; basınç birinci dereceden, voltaj ikinci dereceden ve basınç üçüncü dereceden etki etmektedir.

Level	Voltage	Position	Pressure
1	11,53	13,55	14,98
2	13,89	15,07	15,15
3	15,58	12,39	10,88
Delta	4,05	2,67	4,26
Rank	2	3	1

Sonuç: Çökertme derinliğine etki eden ve burada incelenen 3 faktör için ara değer hesaplama formülünün elde edilmesi sağlanır. Yukarıda elde edilen sonuçlarda etkinlik oranı Rank 1,2 ve 3 olarak numaralandırılmıştır. %43,42 basınç %13,40 pozisyon ve %30,83 Hız oranlarıdır. Programda basınç 1, Voltaj 2 ve pozisyon 3 numaradır. Hesaplama sonuçları da büyükten küçüğe basınç, hız ve pozisyon şeklindedir. Bu karşılaştırma hesaplama hatalarının kontrolü için yapılmıştır.

20- Şekil III.42'deki gibi **Stat** menüsünden **Anova** sekmesinden **General Linear Model** sekmesi seçilir.



Şekil III.42: Anova analizi

21- Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

General Linear Model: SNRA1 versus Voltage; Position; Pressure

Factor	Type	Levels	Values
Voltage	fixed	3	3; 5; 7
Position	fixed	3	43; 45; 50
Pressure	fixed	3	35; 40; 45

HATA ETKİNLİK:

- 9,948 / 2 = 4,974
- 24,837/2 = 12,419
- 10,793/2 = 5,397
- 34,987 /2 = 17,494
- Voltaj için 12,419 / 4,974 = 2,497
- Pozisyon için 5,397 / 4,974 = 1,085
- Basınç için 17,494/ 4,974 = 3,517

Analysis of Variance for SNRA1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Voltage	2	24,853	24,853	12,426	2,50	0,286
Position	2	10,797	10,797	5,399	1,09	0,480
Pressure	2	34,986	34,986	17,493	3,52	0,221
Error	2	9,948	9,948	4,974		
Total	8	80,584				

S = 2,23030 R-Sq = 87,65% R-Sq(adj) = 50,62%

Elde edilen sonuçlardan yararlanılarak faktörlerin % etkinlik oranları aşağıdaki gibi hesaplanır.

- $$\text{Toplam Sst} = \sum_{i=1}^n (n_i - n_m)^2$$

nm= sinyal gürültü oranı ortalaması

i= Deney sayısı

ni= i. Deney için hesaplanan sinyal gürültü oranı değeri

$$1) \quad 13,581 \Rightarrow (13,581-13,669)^2 = 7,744 \cdot 10^{-3}$$

$$2) \quad 15,02481 \Rightarrow (15,02481-13,669)^2 = 1,841$$

$$Sst = 7,744 \cdot 10^2 + 1,841 + 58,967 + 4,281 + 2,100 + 1,650 + 3,204 + 1,924 + 6,590$$

$$Sst=80,584$$

HATA :

$$Sa+Sb+Sc= 24,853 + 10,797 + 34,986 = 70,636$$

$$Sst - (Sa+Sb+Sc)= 80,584 - 70,636 = 9,948$$

Faktörlerin Etkinlik Değerleri :

$$\text{Voltaj için etkinlik } 24,853 / 80,584 = \% 30,84$$

$$\text{Pozisyon için etkinlik } 10,797 / 80,584 = \% 13,40$$

$$\text{Basınç için etkinlik } 34,986 / 80,584 = \% 43,41$$

$$\text{Hatada etkinlik } 9,948 / 80,584 = \% 12,34$$

$$\text{Toplam etkinlik } 80,565 / 80,584 = \% 100$$

BÖLÜM IV

SONUÇLAR

Bu çalışmada geleneksel yöntemlerle kontrol edilen preslerin bilgisayar kontrollü hale getirilerek; presin basınç, hız ve pozisyon kontrolünün sac şekillendirmeyi ne derecede etkilediği örnek bir çökertme deney düzeneği ve prototip hidrolik pres üzerinde araştırılmıştır. Prese, deney tasarımında belirlenen farklı parametre değerleri uygulanmıştır. Optimizasyon işleminden sonra en büyük çökertme derinliği, sacda yırtılma ve buruşma olmadan elde edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçlarla elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- Prototip sistemin kurulması; kontrolcü ve sac parça üreticisi açısından, pres parametrelerindeki değişimlerin, sistemde ve malzeme üzerindeki etkilerinin uygulamalı olarak gözlemlenmesini sağlamıştır. Böylece üretim esnasında kontrolden dolayı meydana gelebilecek aksaklıklar önceden tespit edilmeye çalışılmıştır.
- Bilgisayarlı kontrole, hızlı veri edinimi gerçekleştirilerek parça işleme esnasında malzeme üzerine uygulanan kuvvet değişimlerinin, Labview blok diyagramında grafik veya sayısal değer olarak görülmesi sağlanmıştır. Basınç sensörünün değeri çökertme deney düzeneği bağlı değilken sabit ancak parça çökertilirken değişim göstermiştir. Böylece malzeme işlenirken uygulanan basıncın parça üzerinde meydana getirdiği kuvvet değişimi ve performans değerlendirmesi için veriler elde edilmiştir.
- Veri edinim sistemlerinin hidrolik pres uygulamasında, potansiyometreden alınan geri beslemeyle presin, arzu edilen pozisyon değerinde durması sağlanmıştır. Ayrıca servo valfe uygulanan gerilim değerleri kullanıcı tarafından girilerek sistemin ileri-geri hareket hızı belirlenmiştir. Bu bize Presi istenen pozisyonda ve hızda ileri-geri hareketini sağlamıştır.
- Hazır hale getirilen sisteme 100x60 mm ebatlarında 1050 Alüminyum sac malzemeler yerleştirilerek sacın yırtıldığı pozisyon sınırının 53 mm olduğu

tespit edilmiştir. Ön deneylerden elde edilen parçalardan biri parça Şekil IV.1’de gösterilmiştir.



Şekil IV.1: Ön Deney Parçaları

- Deney tasarımı için yapılan ön deneyler sonucunda, çökertme derinliğine etki eden 3 faktör belirlenmiştir. Bunlar basınç, hız ve pozisyonudur. 3 faktörün 3 seviyesi inceleme konusu olduğunda klasik deney tasarımına göre $3^3=27$ deney yapılması gerekirken, Taguchi L9 ortogonal dizilimine göre 9 adet deney, uygun kontrol parametre değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Deney sonuçlarından elde edilen parçaların derinlik değerleri üç boyutlu tarama yöntemiyle belirlenmiştir. Elde edilen derinlik değerlerine göre optimizasyon hesaplamaları yapılarak en uygun değerler tespit edilmiştir.
- Taguchi metoduna uygun yapılan deney adı, deney şartları ve üç boyutlu tarama sonucu elde edilen derinlik değerleri aşağıda sıralanmıştır.

Deney Adı: Birinci Sac Parçası Çökertme Deneyi

Deney Şartları: Taguchi deney tasarımına göre gerçekleştirilen birinci deney şartları tablo IV.1’de gösterilmiştir.

Tablo IV.1: Birinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları

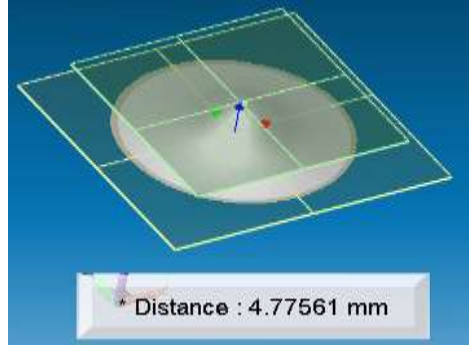
Servo Valf Voltajı (V)	3
Zımba Pozisyonu(mm)	43
Besleme Basıncı (bar)	35

Şekil VI.2’de elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil IV.2: Birinci Deney Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 35 bar besleme basıncı, 43 mm zımba pozisyon ayarı ve 3 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basınç sensöründen 16,31 bar okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.3'te gösterilmiştir.



Şekil IV.3: Birinci Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu

Deney Adı: İkinci Sac Parçası Çökertme Deneyi

Deney Şartları: Taguchi deney tasarımına göre gerçekleştirilen ikinci deney şartları tablo IV.2'de gösterilmiştir.

Tablo IV.2: İkinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları

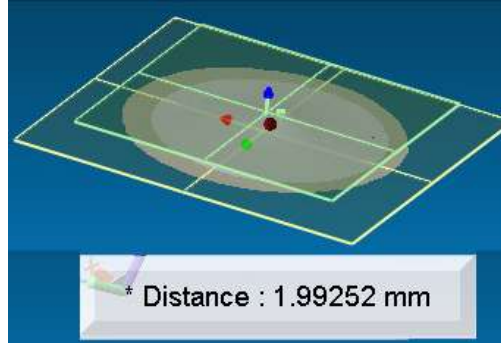
Servo Valf Voltajı (V)	3
Zımba Pozisyonu (mm)	50
Besleme Basıncı (bar)	45

Şekil VI.4'te elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil IV.4: İkinci Deney Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 45 bar besleme basıncı, 50 mm zımba pozisyon ayarı ve 3 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basınç sensöründen 23,72 bar okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.5’te gösterilmiştir.



Şekil IV.5: İkinci Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu

Deney Adı: Üçüncü Sac Parçası Çökertme Deneyi

Deney Şartları: Taguchi deney tasarımına göre gerçekleştirilen üçüncü deney şartları tablo IV.3’te gösterilmiştir.

Tablo IV.3: Üçüncü Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları

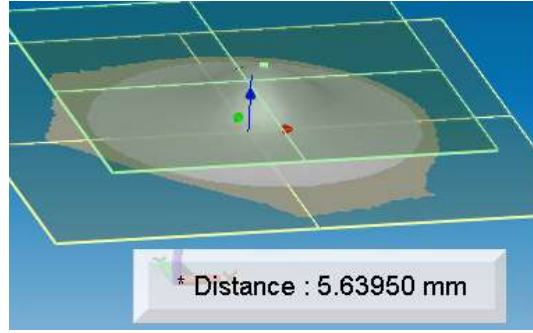
Servo Valf Voltajı (V)	3
Zımba Pozisyonu (mm)	45
Besleme Basıncı (bar)	40

Şekil VI.6’da elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil IV.6: Üçüncü Deney Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 40 bar besleme basıncı, 45 mm zımba pozisyon ayarı ve 3 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basınç sensöründen 23,22 bar okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.7’de gösterilmiştir.



Şekil IV.7: Üçüncü Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu

Deney Adı: Dördüncü Sac Parçası Çökertme Deneyi

Deney Şartları: Taguchi deney tasarımına göre gerçekleştirilen deney şartları tablo IV.4’te gösterilmiştir.

Tablo IV.4: Dördüncü Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları

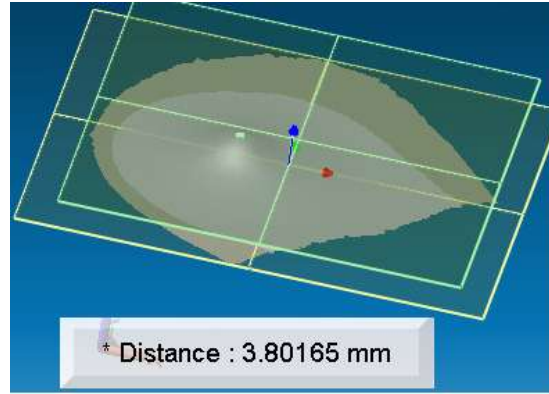
Servo Valf Voltajı (V)	5
Zımba Pozisyonu (mm)	43
Besleme Basıncı (bar)	45

Şekil VI.8’de elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil IV.8: Dördüncü Deneş Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 45 bar besleme basıncı, 43 mm zımba pozisyon ayarını ve 5 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basıç sensöründen 24,09 bar okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.9'da gösterilmiştir.



Şekil IV.9: Dördüncü Deneş Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu

Deneş Adı: Beşinci Sac Parçası Çökertme Deneş

Deneş Şartları: Taguchi deneş tasarımına göre gerçekleştirilen deneş şartları tablo IV.5'te gösterilmiştir.

Tablo IV.5: Beşinci Sac Parçası Çökertme Deneş Şartları

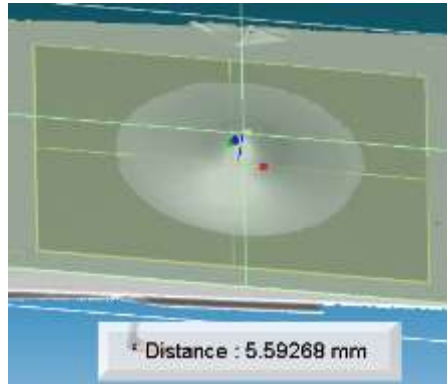
Servo Valf Voltajı (V)	5
Zımba Pozisyonu (mm)	50
Besleme Basıncı (bar)	40

Şekil VI.10'da elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil IV.10: Beşinci Deney Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 40 bar besleme basıncı, 50 mm zımba pozisyon ayarı ve 5 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basınç sensöründen 23,84 bar okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.11’de gösterilmiştir.



Şekil IV.11: Beşinci Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu

Deney Adı: Altıncı Sac Parçası Çökertme Deneyi

Deney Şartları: Taguchi deney tasarımına göre gerçekleştirilen altıncı deney şartları tablo IV.6’da gösterilmiştir.

Tablo IV.6: Altıncı Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları

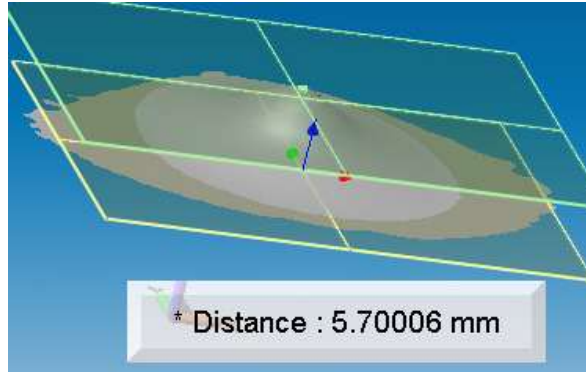
Servo Valf Voltajı (V)	5
Zımba Pozisyonu (mm)	45
Besleme Basıncı (bar)	35

Şekil VI.12’de elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil IV.12: Altıncı Deney Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 35 bar besleme basıncı, 45 mm zımba pozisyon ayarı ve 5 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basın sensöründen 23,22 bar okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.13'te gösterilmiştir.



Şekil IV.13: Altıncı Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu

Deney Adı: Yedinci Sac Parçası Çökertme Deneyi

Deney Şartları: Taguchi deney tasarımına göre gerçekleştirilen yedinci deney şartları tablo IV.7'de gösterilmiştir.

Tablo IV.7: Yedinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları

Servo Valf Voltajı (V)	7
Zımba Pozisyonu (mm)	43
Besleme Basıncı (bar)	40

Şekil VI.14'te elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil IV.14: Yedinci Deney Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 40 bar besleme basıncı, 43 mm zımba pozisyon ayarı ve 7 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basınç sensöründen 18,45 bar ve lineer potansiyometreden 2 V okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.15’te gösterilmiştir.



Şekil IV.15: Yedinci Deney Parçası 3 Boyutlu Tarama Ölçüm Sonucu

Deney Adı: Sekizinci Sac Parçası Çökertme Deneyi

Deney Şartları: Taguchi deney tasarımına göre gerçekleştirilen sekizinci deney şartları tablo IV.8’de gösterilmiştir.

Tablo IV.8: Sekizinci Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları

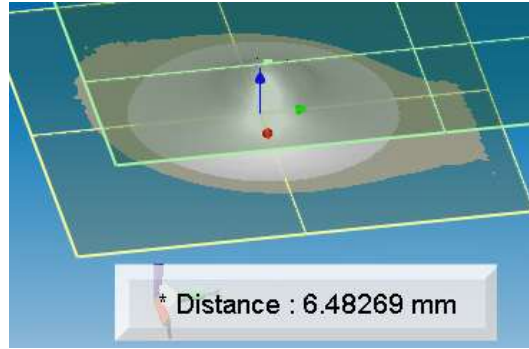
Servo Valf Voltajı (V)	7
Zımba Pozisyonu (mm)	50
Besleme Basıncı (bar)	35

Şekil VI.16’da elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



Şekil IV.16: Sekizinci Deney Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 35 bar besleme basıncı, 50 mm zımba pozisyon ayarı ve 7 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basınç sensöründen 25,73 bar okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.17’de gösterilmiştir.



Şekil IV.17: Sekizinci Deney Parçası 3 Boyutlu Ölçüm Sonucu

Deney Adı: Dokuzuncu Sac Parçası Çökertme Deneyi

Deney Şartları: Taguchi deney tasarımına göre gerçekleştirilen dokuzuncu deney şartları tablo IV.9’da gösterilmiştir.

Tablo IV.9: Dokuzuncu Sac Parçası Çökertme Deneyi Şartları

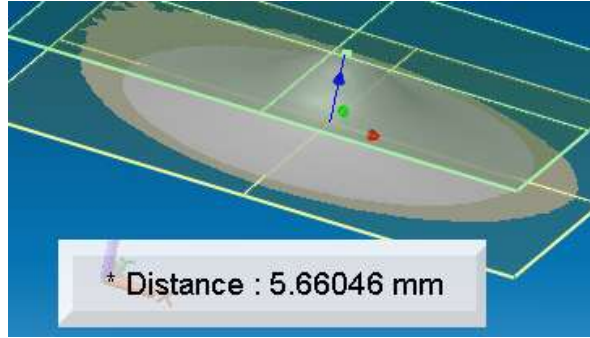
Servo Valf Voltajı (V)	7
Zımba Pozisyonu (mm)	45
Besleme Basıncı (bar)	45

Şekil VI.18’de elde edilen parçanın sırasıyla arka ve yandan çekilmiş fotoğrafları gösterilmiştir.



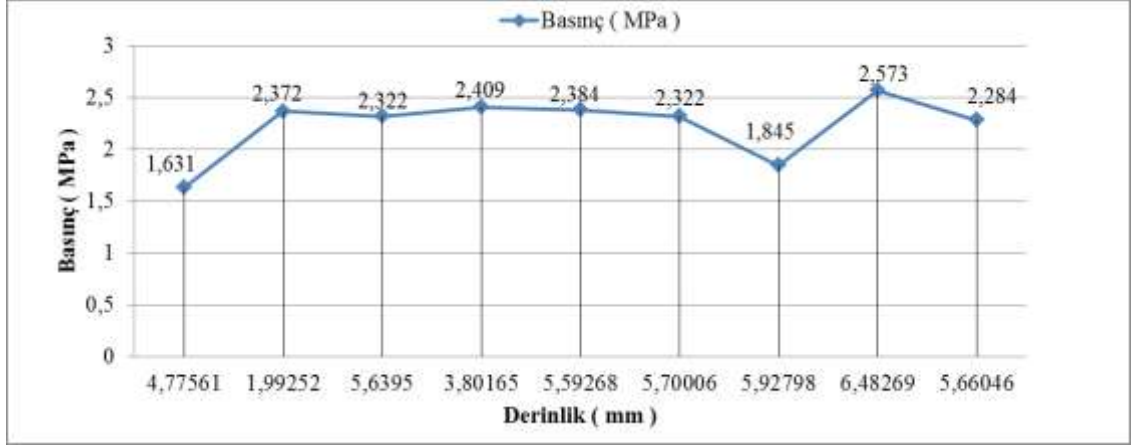
Şekil IV.18: Dokuzuncu Deney Parçası

Sonuç: Yapılan deneyde 45 bar besleme basıncı, 45 mm zımba pozisyon ayarı ve 7 V servo valf gerilimi uygulanmıştır. Basınç sensöründen 22,84 bar okunmuştur. Çökertme sonucunda elde edilen parçanın derinlik ölçümü sonucu şekil IV.19’da gösterilmiştir.



Şekil IV.19: Dozkuzuncu Deney Parçası 3 Boyutlu Ölçüm Sonucu

- Şekil III.41’deki ana etki grafiği en büyük değer en iyidir hesaplaması sonuçlarına göre; voltaj faktörünün üçüncü seviyesi, basınç faktörünün ikinci seviyesi ve pozisyon faktörünün ikinci seviyesi en uygun çökertme kontrol parametreleri olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilecek olursa; % 30,83 voltaj, %43,42 basınç ve % 12,35 pozisyonun etkilidir.
- Şekil IV.20’de Taguchi deney sonuçlarının basınç-derinlik değişim grafiği gösterilmiştir.

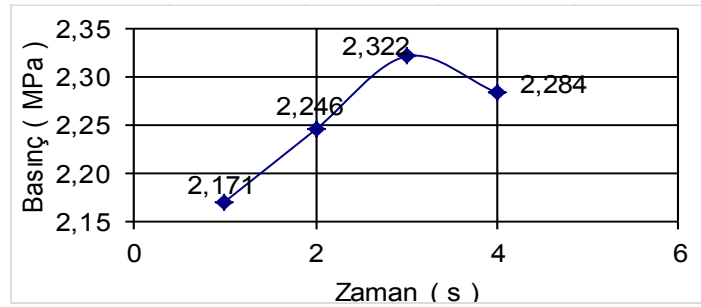


Şekil IV.20: Deney Sonuçları

Tablo IV.10: Deney Sonuçlar Tablosu I

No	Basınç (MPa)	Derinlik (mm)	No	Basınç (MPa)	Derinlik (mm)
1	1,631	4,77561	6	2,322	5,70006
2	2,372	1,99252	7	1,845	5,92798
3	2,322	5,6395	8	2,573	6,48269
4	2,409	3,80165	9	2,284	5,66046
5	2,384	5,59268			

- Şekil IV.21’de optimize edilmiş parametrelerin uygulaması sonucunda elde edilen 4 adet parçanın basınç-zaman değişim grafiği gösterilmiştir.



Şekil IV.21: Sonuç Deneyleri Basınç - Zaman Grafiği

- Sonuç olarak sistemdeki kontrol faktörlerinden basınç ve hızın çökertme derinliği üzerinde en etkili faktörler olduğu saptanmıştır. Basınç ve hız değerleri arttıkça, parça derinlik değerlerin arttığı gözlemlenmiştir. 1050

alüminyum sac malzemenin, sacda yırtılma ve buruşma olmadan en derin şekilde çökertilmesi için 7 V, 40 Bar ve 45 mm parametre değerlerinin uygulanması gerektiği belirlenmiştir. Ayrıca basınç sensöründen okunan basınç değerleri ile çökertme derinlik değerleri arasında doğru orantı olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar Şekil IV.21'deki deney grafiğinde gösterilmiştir. 1050 Al sac için okunan ortalama basınç değeri 22,5 bar olmuştur. Bazı ölçüm sonuçları ek 1.2-6 'da gösterilmiştir.

BÖLÜM V

SON DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER

Bu çalışmada bir prototip hidrolik presle sac şekillendirme işleminde, otomatik kontrol sistemlerinin kullanılarak şekillendirme işlemlerinin daha hassas bir ayarla gerçekleştirilmesi sağlanmış, böylece yapılacak sistem tasarımının, kullanılacak sac metalin plastik şekil değiştirme kabiliyetine etki eden en uygun değerleri hazırlanan proses için tespit edilmiştir.

Günümüzde Erichsen deneyi olarak bilinen ve malzemenin şekillendirme kabiliyetinin belirlenmesinde kullanılan çökertme derinlik değerine, oluşturulan kontrol düzeneğinin etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuçta gerek sac işleyicisi gerek kontrolcü açısından, bazı veriler elde edilmiştir. Bu verilerin değerlendirilmesi üretici açısından, kalitenin artırılması ve arge çalışmaları için hızlı veri ediniminin getirdiği avantajlar yönünden katkı sağlaması düşünülmektedir.

Veri edinim sistemlerinin kurulumu, pahalı olmadığı gibi geleneksel yöntemlerin kurulumu ve sonrasında oluşabilecek hataların önlenmesi için alınan tedbirler düşünüldüğünde, kullanılan farklı malzemeler ve kapladıkları yer açısından aynı fiyata geldiği söylenebilir.

Sensörler, elektromekanik veya mekatronik sistemlerin performans değerlendirmesini yapma görevini üstlenirler. Prototip sistem üzerinde yapılan deneyler sayesinde deney ekipmanlarına zarar vermeden üretimde oluşabilecek aksaklıkların tahmini açısından gerekli veriler elde edilmiş oldu. Çökertme işleminde en uygun değerlerin elde edilmesi ekipmanların çalışma ömrünün değerlendirilmesi açısından da gerek duyulan bilgileri içermektedir.

1050 serisi alüminyum sac çökertme deneyinde en etkili faktörler ve uygun değerlerin tespiti ileride ince alüminyum alaşımlı sac malzemelerin şekillendirilmesinde görülen hataların giderilmesi üzerine yapılacak bir çalışma için örnek teşkil etmektedir.

Kontrol açısından; Labview kontrol bloğunda yapılabilecek eklemelerle matematik kontrol algoritmalarının sisteme eklenmesi suretiyle sistem hatalarının daha ayrıntılı tespit edilmesi sağlanabilir. Böylece hassas hız ve pozisyon ayarında kullanılacak servo valflerin kullanım ömrü ve performansı klasik kontrol mantığıyla oluşturulan kontrol düzeneğine göre artırılabilir.

1050 serisi alüminyum sac çökertme sırasında basınç sensöründen okunan değer ile çökertme derinliğinin doğru orantılı olduğu saptanmıştır. Bu bilgi ışığında ileride yapılacak çalışmalarla bir markalama makinesinin markalayabileceği malzeme yelpazesi genişletilebilir. Otomatik sektörde kullanımı yaygınlaşmaya başlayan alüminyum alaşımlı sac malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılacak bir hidrolik pres kontrol parametreleri ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi koşuluyla malzemede hasar meydana getirmeyecek bir sistem oluşturulabilir. Böylece şekillendirme sırasında alüminyum alaşımlı ince sacların şekillendirilmesine yönelik çalışmalarda da kullanılabilir bir kontrol düzenek tasarımına yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Adam K.G.: “Design and Control of a mechatronic Hydraulic Press Stsyem”, ICM’04, Proceedings of The IEEE International Conferance on Mechatronics 2004, PP 311-315, İstanbul, Turkey, June 3-5 (2004).
- [2] İstif,İ.; Kutlu,K.:” Oransal valf kontrollu hidrolik silindir sisteminin konum kontrolü”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, Mühendislik, Cilt:3, Sayı 2-3-4-5, 77-86, (2004).
- [3] Özek,C.;Bel,M.: “ Derin Çekme Kalıplarında Matris-Zımba Radyüsü ve Çekme Oranının Et Kalınlığı Üzerine Etkisi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt No : 1, Sayfa No : 33-40, (2009).
- [4] Sun,P.; Gr’acio, J.J; Ferreira,J.A: “Control System of a mini Hydraulic Pres For Evaluating Springback in Sheet Metal Forming”, *Journal of Materials Processing Technology* 176, 55-61, (2006).
- [5] Hardt,D.E.: “ A Transfer Function Description of Sheet Metal Forming for Process Control1”, *Journal of Engineering for Industry*, Cilt No: 113, Sayfa No: 44-52, Cambridge, England, (1991).
- [6] Vasiliu,N.; Calinoiu,C.; Vasiliu, D.; Ion-Guta,D.: “Improving The Accuracy Of The Electro Hydraulic Servomecanizms By Additional Feedbacks”, *Proceedings of The Romanian Academy Series A*, Volume 10, Number 3, (2009).
- [7] Uzun, İ.; Erişken, Y.: “ *Sac Metal Kalıpcılığı*”, Birinci basılış, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul (1983).
- [8] Kayalı, E.S.; Ensari C.: “*Metallere Plastik Şekil Verme İlke ve Uygulamaları*”, İ.T.Ü Kimya-Metalurji Fakültesi Matbaası, İstanbul (1986).
- [9] Kayıran, E.:”*Malzeme Teori ve Pratik*”, İskenderun, Hatay, Eylül (1999).
- [10] Yüksel, İ.: “*Otomatik Kontrol Sistem Dinamiği ve Denetim Sistemleri*”, Dördüncü Baskı, Vipaş A.Ş. Yayınevi No:47, Uludağ Üniversitesi Görükle kampusü, Bursa (2001).
- [11] Ogata, K.: “*Modern Control Engineering*”, Dördüncü Baskı, Publisher: Prentice-Hall, New Jersey, (2002).

- [12] Marcinia,Z.; Duncan,J.L.; Hu,S.J.: “ *Mechanics of Sheet Metal Forming*”, Second Edition, Published by Butterworth-Heinemann, (2002).
- [13] Bir, A.: “*Otomatik Kontrol Sistemleri*”, Yedinci Basım, Literatür Yayıncılık,Çevik Matbaacılık,Savaş Ciltevi,Beyoğlu İstanbul, (2006).
- [14] Ataşımşek, S.: “*Plastik ve Metal Kalıpcılık Teknikleri*”, İkinci Baskı, Birsen Basımevi, İstanbul, (2006).
- [15] Akkuş,N.:”*Mekatronik ve Makine Teknolojileri için Temel Endüstriyel Ölçme Tekniği*”,Birinci baskı, Ege Basım Matbaa ve Reklam Sanatkarı Ltd. Şti.Ataşehir-İstanbul(2009).
- [16] Yılmaz, B.: “Alüminyum Alaşımlarda Faz Yapılarının Mekanik Özelliklere Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, (2002).
- [17] Sarier,H.: “Sac İşleme Makinelerinin İncelenmesi ve Ürün Maliyetlerinin Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2004).
- [18] Keskin, Z.: “ Alüminyum Kompozit Levhalarının işlenmesinde, CNC Freze Kesici Takımlarının Kaplama Seçiminin ve İşlem Parametrelerinin Taguchi Metoduyla Optimizasyonu” , Yüksek Lisans Tezi Metal Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul (2006).
- [19] Taşkan, O.: “Hidrolik Motor Sisteminin Konum Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2007).
- [20] Kasaplar, G.: “Alüminyum Yüzeyindeki Oksit Tabakasının Okzalik Asit Anodizing Yöntemiyle Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, (2007).
- [21] Demir, E.: “Alüminyum Alaşımlarda Isıl İşlem Etkilerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, (2008).
- [22] Taylan, D.: “ Taguchi Deney Tasarımı Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta (2009).
- [23] Kozan, H. : “NI DAQ Ara Birim Tasarımı”, İTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Diploma Projesi, İstanbul, Haziran (2009).

- [24] Becan, M.R.; Kuzucu A.; Kutlu K.: “Hidrolik Konum Kontrol Sistemlerinin Gerçeğe Yakın Benzetimi”, *Tr. J. of Engineering and Enviromental Sciences* 22, 125-130, (1998).
- [25] Akaya, A. V.; Boğoçlu, M.; Öztürk, R.: “Bir Hidrolik Sistemin Dinamik Davranışlarının Benzetimi”, *Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi* 3, (2002).
- [26] Gavaş, M.; Küçükrendeci, İ.: “Alüminyum Kare Kabın Derin Çekilmesinde Taslak Malzeme Şekillerinin Değerlendirilmesi”, *Dumlupınar Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı:6, (2004).
- [27] Ferreira, J.A.; Sun, P.; Gr’acio J.J.: “Close loop control of a hydraulic press for springback analysis”, *Journal of Materials Processing Technology* 177, 377–381, (2006).
- [28] Kılıç,N.: "Bol ve Kullanışlı bir madde Alüminyum", II. Alüminyum Sempozyumu ve Sergisi ve Sonuç Bildirgesi, 22-24 Mayıs, (2003).
- [29] Gürüler,H.;İstanbullu,A.;Yiğitbaşı,N.O.;Ersoy,K.O.;“Endüstride Sanal Enstrümantasyon Uygulaması ve Veri Toplama”,International XII. Turkish Symposium on Artifical Intelligence and Neural Networks-TAINN (2003).
- [30] Yazıcı,Ş.:”Servo Valfler Özellikleri ve Bakımı”, MMO yayınları HİD 17, III. Ulusal hidrolik ve pnömatik kongresi ve sergisi (193-219), İzmir, Aralık (2003).
- [31] Sıpaioğlu,C.: ”Oransal Teknolojisinde Servo Karakteristikli Valflerin Uygulamaları”, III.Ulusal hidrolik pnömatik kongresi ve sergisi, İzmir, Aralık (2003).
- [32] Porciúncula, G. S.; De Negri, V. J.; Dias, A.:” Reliability of Electrohydraulic Equipment: Systematization and Analysis”, ABCM Symposium Series in Mechatronics-Vol.2-pp.393-400, (2006).
- [33] Yiğit, S.K.; Küçükateş, S.: “Servohidrolik Kumanda Devrelerinde PID Mantığının İrdelenmesi”, V.Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, İzmir, Türkiye, Ekim, (2008).
- [34] Özcömert, M.:”İstanbul Ticaret Odası Hidrolik ve Pnömatik Ekipman Sektör Raporu”, İsanbul (2004).
- [35] Megep Dökümanı, “Hidrolik Sistemler” , Ankara (2005).
- [36] Megep Dökümanı ; “Metal Teknolojisi Soğuk Şekillendirme Kalıpları”, İstanbul (2006).

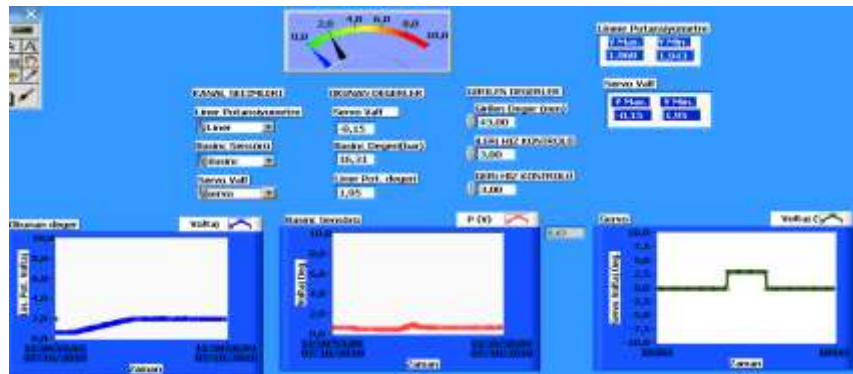
- [37] <http://www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/data-sheets/hydraulics/linear-potentiometer> (8.09.2010).
- [38] <http://www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/data-sheets/hydraulics/pressuresensor525964.htm?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4zMj4xMDkwLjU2MzE> (8.09.2010).
- [39] <http://www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/data-sheets/hydraulics/4-3-wayregulatingvalve167088.htm?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4zMj4xMDkwLjUzODU> (8.09.2010).
- [40] http://tr.wikipedia.org/wiki/Sanayi_Devrimi (19.07.2010)
- [41] <http://www.balikesir.edu.tr/~ay/lectures/iy2/lecture13.pdf> (24.08.2010)
- [42] http://tr.wikipedia.org/wiki/Otomatik_kontrol (19.07.2010)
- [43] <http://www.akcam.com.tr/vts.htm> (16.08.2010)
- [44] <http://www.balikesir.edu.tr/~ay/lectures/iy2/lecture12.pdf> (24.08.2010)
- [45] <http://www.ni.com> (5.12.2010)
- [46] Kayalı,E.S.: Kişisel Görüşme, (İ.T.Ü. Kimya ve Metalürji Fakültesi), (2010).

EKLER

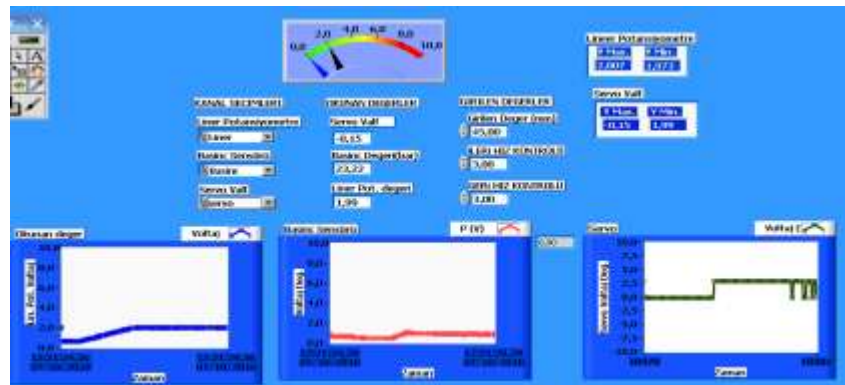
Ek-1

ACH0	24	00	ACH0
ACH1	23	07	ACH0
ACH2	23	06	ACH0
ACH3	21	00	ACH0
ACH4	20	04	ACH0
ACH5	22	03	ACH11
ACH6	22	02	ACH12
ACH7	27	01	ACH0
ACH8	28	00	ACH0
ACH9	28	00	ACH0
ACH10	24	00	ACH14
ACH11	23	07	ACH7
DAC0OUT	22	56	ACH0
DAC1OUT	21	50	ACH0
RESERVED	27	54	ACH0
DI04	19	03	DI00
DI05	18	50	DI00
DI01	17	51	DI00
DI06	16	50	DI00
DI02	18	48	DI00
+5 V	14	48	DI07
DI03	13	47	DI00
DI04	14	46	DI00
PF0TRIG1	11	42	DI00
PF0TRIG0	13	34	DI00
DI00	9	43	DI00
+5 V	8	42	DI00
DI00	7	41	DI00
PF0UPDATE	6	40	DI00
PF0WRITE	5	39	DI00
DI00	4	38	DI00
PF0PCTR1_GATE	3	37	DI00
DI0TRIG_OUT	2	36	DI00
FREQ_OUT	1	35	DI00

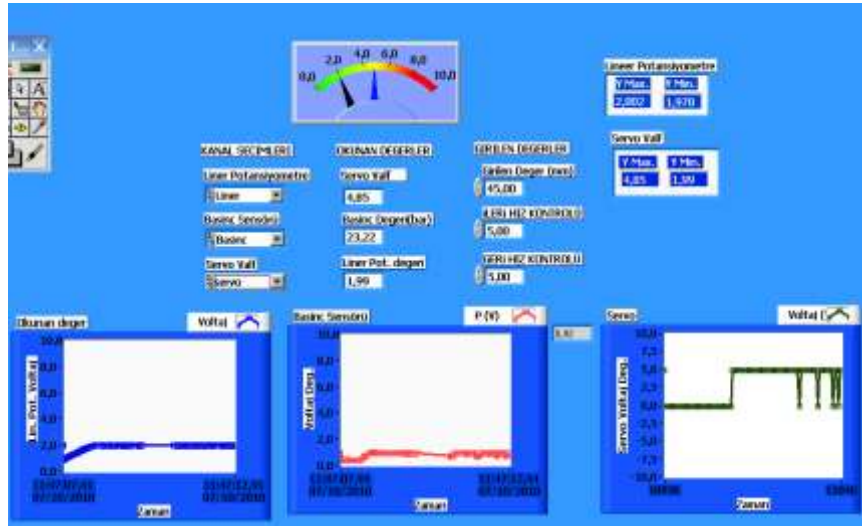
Ek-1.1: 6024 DAQ Kartı Terminal Blok Bağlantı Numaraları



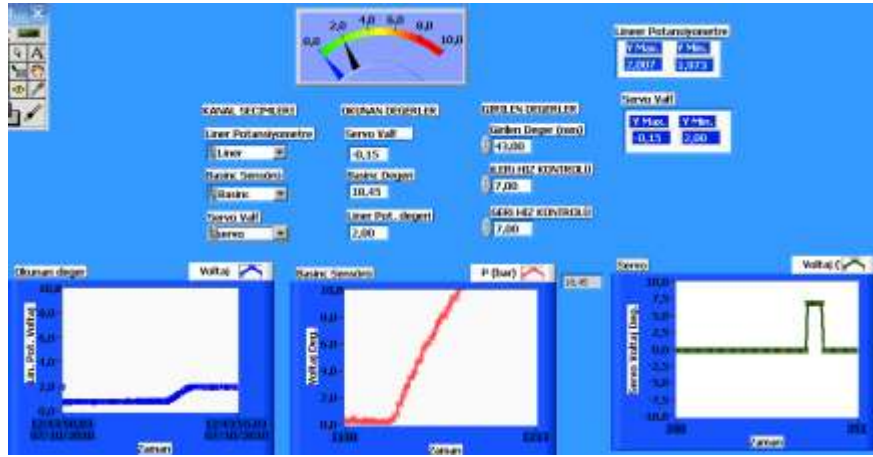
Ek-1.2: Taguchi Birinci Deney Sonuçları



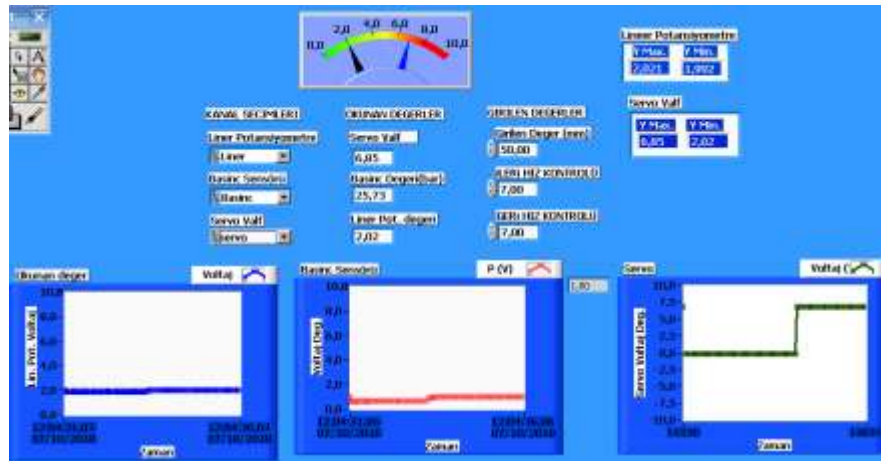
Ek-1.3: İkinci Parça Deney Sonucu



Ek-1.4: Beşinci Parça Denei Sonucu



Ek-1.5: Taguchi Yedinci Denei Sonuçları



Ek-16: Dokuzuncu Parça Denei Sonucu

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında İstanbul'da doğdu. Tuzla Teknik Lisesi Elektrik Bölümü'nü 2002 yılında tamamladı. 2007 yılında Marmara Üniversitesi Tasarım ve Konstrüksiyon Öğretmenliği Bölümü'nü bitirdi. 1 yıl İngilizce hazırlık eğitimini tamamladıktan sonra Marmara Üniversitesi Mekatronik Eğitimi Anabilim Dalı'nda 2008 yılında yüksek lisansa başlamıştır. İngilizce eğitimi için 3 ay süreyle Durham, İngiltere'de bulunmuştur. Halen, proses teknolojileri üzerinde çalışan özel bir firmada çalışmaktadır.