



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**BİR HİDROLİK DERİN ÇEKME PRES
MAKİNESİNİN PLC TABANLI BULANIK
MANTIK KONTROLÜ**

Ahmet ÇATKAFİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim
Dalı**

Aralık-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmet ÇATKAFI tarafından hazırlanan “BİR HİDROLİK DERİN ÇEKME PRES MAKİNESİNİN PLC TABANLI BULANIK MANTIK KONTROLÜ” adlı tez çalışması 26/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Cemil SUNGUR

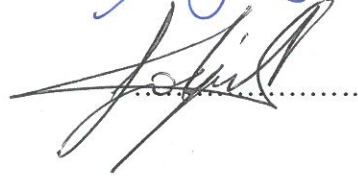
Danışman

Doç. Dr. Ömer AYDOĞDU

Üye

Prof. Dr. Hayri ARABACI

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin E. KESEN
Enstitü Müdür V.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

İmza : 

Ahmet ÇATKAFA

Tarih : 26/12/2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİR HİDROLİK DERİN ÇEKME PRES MAKİNESİNİN PLC TABANLI BULANIK MANTIK KONTROLÜ

Ahmet ÇATKAFİ

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ömer AYDOĞDU

2019, 72 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Cemil SUNGUR

Prof. Dr. Hayri ARABACI

Doç. Dr. Ömer AYDOĞDU

Özet: Hidrolik presler, endüstride baskı yapma, şekillendirme, darp etme ve sıkıştırma gibi insan gücüyle yapılamayacak, yüksek kuvvet gerektiren birçok uygulamada karşımıza çıkan makinelerdir. Bu makinelerin kontrolünde yaygın olarak oransal kontrol metodu kullanılmaktadır ve kontrol işlemi kullanılan PLC'lerin içerisinde belirli bir çevrim süresi boyunca fonksiyon blokları, ladder diyagramı veya yapısal metin (structure text) formatlarında yürütülmektedir. Bulanık mantık kontrol, matematiksel modelin elde edilmesi zor olan veya tam olarak modellenemeyen karmaşık sistemlerde kullanılan önemli bir endüstriyel kontrol yöntemidir. Bulanık Mantık Kontrol endüstriyel uygulamalarda kontrol algoritmasının yürütülmesi ile sağlanmaktadır. Bunun yanında Bulanık Mantık Kontrol bir PLC içerisinde yürütülürken ya üst düzey Bulanık Mantık Kontrol Modülü içeren bir PLC'nin kullanılması ya da Bulanık Mantık Kontrol algoritmasının PLC içerisine kodlanması ile yürütülmektedir. Bu tez çalışmasında Bulanık Mantık Kontrol Modülü içermeyen alt seviye bir PLC için Bulanık Mantık Kontrol algoritması geliştirilmiş ve bir derin çekme pres makinesinin PLC tabanlı bulanık mantık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen sistemin mevcut klasik kontrollü pres makineleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmada PLC ortamında Bulanık Mantık Denetleyiciler için bulanıklaştırma, çıkarım işlemi ve durulaştırma adımları ayrı bloklar olarak gerçekleştirilmiş, blokların program dâhilinde yürütülmesi ile kapalı çevrim kontrol işlemi gerçekleştirilmiştir. PLC ortamında gerçekleştirilen bulanık mantık kontrol programı, derin çekme pres makinesinde pratik olarak uygulanmış ve karşılaştırma amaçlı sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bulanık mantık kontrolün iyi bir çalışma performansı sağladığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık Kontrol, Derin Çekme Pres Makinesi, Hidrolik Pres, PLC

ABSTRACT

MS THESIS

PLC BASED FUZZY LOGIC CONTROL OF A HYDRAULIC DEEP DRAW PRESS MACHINE

Ahmet ÇATKAFI

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Electrical – Electronic Engineering**

Advisor: Ass. Prof. Ömer AYDOĞDU

2019, 72 Pages

**Jury
Prof. Cemil SUNGUR
Prof. Hayri ARABACI
Ass. Prof. Ömer AYDOĞDU**

Abstract: Hydraulic presses are machines that can not be made with manpower in the industry, such as printing, shaping, beating and compression, and are encountered in many applications requiring high force. Proportional control method is widely used in the control of these machines, and the control process is carried out in the function blocks, ladder diagram or structural text formats for a certain cycle period within the PLCs used. Fuzzy logic control is an important industrial control method used in complex systems that are difficult to obtain or cannot be modeled exactly. Fuzzy Logic Control is provided by execution of control algorithm in industrial applications. In addition, while Fuzzy Logic Control is executed in a PLC, it is carried out either by using a PLC with a high level Fuzzy Logic Control Module or by coding the Fuzzy Logic Control algorithm into the PLC. In this thesis, the Fuzzy Logic Control algorithm for a low level PLC without Fuzzy Logic Control Module was developed and PLC based fuzzy logic control of a deep drawing press machine was realized. Comparison of the developed system with existing conventional controlled press machines has been made. In the study, blurring, extraction process and rinsing steps for Fuzzy Logic Controllers in PLC environment were performed as separate blocks, and closed loop control operation was carried out by executing the blocks within the program. The fuzzy logic control program realized in PLC environment has been applied practically on the deep drawing press machine and results have been obtained for comparison purposes. According to the results, fuzzy logic control has been found to provide a good working performance.

Keywords: Deep Drawing Press Machine, Fuzzy Logic Control, Hydraulic Press, PLC

ÖNSÖZ

Çalışmalarım süresince yardımlarını benden esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Ömer AYDOĞDU hocama, desteklerinden dolayı Simya Hidrolik Yönetim Kurulu Başkanı Mahmut Sami ŞAHİN Bey'e teşekkür ederim.

Maddi manevi destekleriyle hep yanımda olan ailem ve Simya Hidrolik proje ekibi arkadaşlarıma sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Ahmet ÇATKAFA

KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİL, ÇİZELGE ve DENKLEMLER	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Bulanık Mantık Kontrolün Önemi ve Endüstriyel Uygulamaları.....	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1 Hidrolik Pres Üretimi ve Kullanılan Ekipmanlar	11
3.1.1 Hidrolik Güç Üniteleri	15
3.1.2 Asenkron ve Servo Motorlar.....	15
3.1.3 Koç ve Pot Tablaları	16
3.1.4 Yağ Isıtıcıları ve Soğutucuları	17
3.1.5 Hidrolik Pompalar.....	18
3.1.6 Hidrolik Silindirler.....	19
3.1.7 Hidrolik Valfler.....	20
3.1.8 Basınç Kontrol Valfleri.....	21
3.1.9 Manometreler	21
3.1.10 Hidrolik Filtreler	21
3.2. Hidrolik Pres Otomasyon Panosu ve Elektriksel Ekipmanlar	22
3.2.1 Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC).....	23
3.2.2 İnsan Makine Arayüzü (HMI)	25
3.2.3 Endüstriyel PC (IPC)	26
3.2.4 Servo Motor Sürücü.....	27
3.2.5 Basınç Sensörü.....	29
3.2.6 Lineer Pozisyon Sensörü (Lineer Cetvel).....	30
3.2.7 Oransal Basınç Valfi ve Valf Kontrol Kartı	31
3.2.8 Sıcaklık Sensörü	31
3.2.9 Ultrasonik Sensör.....	32
3.2.10 Enerji Analizörü.....	33
3.3 Bulanık Mantık	34
3.3.1 Bulanıklaştırma ve Üyelik Fonksiyonları	35
3.3.1.1 Üçgen Üyelik Fonksiyonu	36
3.3.1.2 Yamuk Üyelik Fonksiyonu	37
3.3.2 Bulanık Kurallar ve Bulanık Çıkarım	38

3.3.3 Durulaştırma	39
3.3.3.1 En Büyük Üyelik İlkesi.....	40
3.3.3.2 Ağırlık Merkezi Yöntemi.....	41
3.3.3.3 Ağırlık Ortalama Yöntemi	41
3.3.3.4 Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi.....	42
3.3.3.5 En Büyük Alan Merkezi Yöntemi	43
3.3.3.6 En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi Yöntemi	43
3.3.4 Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları	43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	46
4.1 Geleneksel PLC'lerde Kod Yazma	46
4.1.1 Merdiven (Ladder) Diyagramı Programlama Dili	46
4.1.2 Fonksiyon Blok Diyagram (FBD) Programlama Dili.....	47
4.1.3 Structured Text (ST) Programlama Dili	47
4.1.4 Instruction List (IL) Programlama Dili.....	48
4.2 PLC Tabanlı Bulanık Mantık Kontrol	49
4.3 Deneysel Sonuçlar	64
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	68
5.1 Sonuçlar	68
5.2 Öneriler	69
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	72

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

V	: Volt
Hz	: Herz
mA	: Mili Amper
Vdc	: DC Gerilim
\emptyset	: Güç Faktörü Açısı
°C	: Santigrat Derece
$\mu_A(x)$: Üyelik Fonksiyonu
a_1	: A Kümesinin 1. Elemanı
a_2	: A Kümesinin 2. Elemanı (Normal Değerli Üyelik)
a_3	: A Kümesinin 3. Elemanı
a_4	: A Kümesinin 4. Elemanı
α	: Kesim Kat Sayısı
a_1^a	: a_2 Normal Değerinin Komşuluğunu Oluşturan Aralığın Alt Sınır Değeri
a_3^a	: a_2 Normal Değerinin Komşuluğunu Oluşturan Aralığın Üst Sınır Değeri
U	: Durulaştırma Yöntemlerinde Kullanılan Üyelik Değeri
Z	: Bulanık Mantık Kontrol Çıkışı
ms	: Milisaniye
mm	: Milimetre
sn	: Saniye
Bar	: Basınç Birimi
kWh	: KiloWatt saat
dB	: Desibel
mm/sn	: Milimetre/Saniye

Kısaltmalar

PLC	: Programlanabilir Lojik Kontrolör
Ar-Ge	: Araştırma-Geliştirme
HVAC	: Isıtma Havalandırma ve Hava Kliması Sistemi
P	: Oransal

PI	: Oransal İntegral
PD	: Oransal Türev
PID	: Oransal İntegral Türev
FAC	: Bulanık Adaptif Kontrollü
SRM	: Anahtarlamalı Relüktans Motor
SCADA	: Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi
YSA	: Yapay Sinir Ağları
HES	: Hidroelektrik Santral
BM	: Bulanık Mantık
HMI	: İnsan Makine Arayüzü
PC	: Kişisel Bilgisayar
IPC	: Endüstriyel Kişisel Bilgisayar
EEPROM	: Elektrik Olarak Silinebilir Programlanabilir Yalnız Okunabilir Hafıza
PIC	: Programlanabilir Entegre Devre
CPU	: Merkezi İşlem Birimi
DC	: Doğru Akım
AC	: Alternatif Akım
ALU	: Aritmetik Lojik Birimi
RAM	: Rastgele Erişimli Bellek
RLC	: Rezistans Bobin Kapasitör
GPRS	: Genel Paket Radyo Servisi
BT	: Bilgi Teknolojileri
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
IoT	: Nesnelerin İnterneti
M2M	: Makine ile Makine Arası İletişim
IBM	: Uluslararası İş Makineleri
RFID	: Radyo Frekanslı Tanımlama
I/O	: Girişler / Çıkışlar
A/D	: Analog / Dijital
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
LD	: Ladder Diyagramı
FBD	: Fonksiyon Blok Diyagramı
ST	: Yapısal Metin
IL	: Komut Listesi

ŞEKİL, ÇİZELGE ve DENKLEMLER

Şekiller

Şekil 3.1 Hidrolik derin çekme presi	12
Şekil 3.2 Hidrolik pres sisteminin hidrolik akış şeması genel görünümü	13
Şekil 3.3 Hidrolik güç ünitesi	15
Şekil 3.4 Tipik bir asenkron motor	15
Şekil 3.5 Tipik bir servo motor	16
Şekil 3.6 Koç tablası (Üstte) ve Pot tablası (Altta)	17
Şekil 3.7 Yağ ısıtıcı	18
Şekil 3.8 Yağ soğutucu	18
Şekil 3.9 Hidrolik pompa	19
Şekil 3.10 Hidrolik silindir (Piston) çeşitleri	19
Şekil 3.11 Hidrolik valf	20
Şekil 3.12 Basınç emniyet valfi	21
Şekil 3.13 Manometre	21
Şekil 3.14 Hidrolik filtre	22
Şekil 3.15 Elektrik otomasyon panosu	22
Şekil 3.16 Sistemin elektriksel şeması blok diyagramı	23
Şekil 3.17 Siemens S7-1200 CPU 1215C DC/DC/DC	24
Şekil 3.18 PLC'nin çalışma yapısı	25
Şekil 3.19 Program tarama çevrimi	25
Şekil 3.20 Touch panel HMI	26
Şekil 3.21 Endüstriyel PC (IPC)	27
Şekil 3.22 Servo motorun sürücüsü ile bağlantı şekli	28
Şekil 3.23 Servo motor ve değişken debili hidrolik pompa	29
Şekil 3.24 Basınç sensörü	30
Şekil 3.25 Endüktif lineer pozisyon sensörü (Lineer cetvel)	30
Şekil 3.26 Oransal basınç valfi ve valf kartı	31
Şekil 3.27 Sıcaklık sensörü	32
Şekil 3.28 Ultrasonik sensör	33
Şekil 3.29 Enerji analizörü	33
Şekil 3.30 Bulanık mantık kontrol sistemi genel yapısı	34
Şekil 3.31 Sayıların komşuluğu	36
Şekil 3.32 $A=(-5,-1,1)$ Kümesinin Komşuluğu	38
Şekil 3.33 Yamuk sayı komşuluğu	38
Şekil 3.34 Min-Max çıkarım yöntemi	40
Şekil 3.35 Üyelik fonksiyonlarının max noktaları ile durulama işlemi	41
Şekil 3.36 Ağırlık merkezi yöntemi ile durulama işlemi	41
Şekil 3.37 Ağırlık ortalama yöntemi ile durulama işlemi	42
Şekil 3.38 Ortalama en büyük üyelik yöntemi ile durulama işlemi	42
Şekil 3.39 En büyük alan merkezi yöntemi ile durulama işlemi	43
Şekil 3.40 En büyük ilk veya son üyelik derecesi ile durulama işlemi	43
Şekil 4.1 Merdiven (Ladder) programlama dili örneği	46
Şekil 4.2 Fonksiyon blok diyagram (FBD) programlama dili örneği	47
Şekil 4.3 Structured text (ST) programlama dili örneği	48
Şekil 4.4 Instruction list (IL) programlama dili örneği	48
Şekil 4.5 Bulanık mantık kontrol kapalı çevrim yapısı	50
Şekil 4.6 PLC tabanlı kontrol sistemi	51
Şekil 4.7 Koç tabla basıncının üyelik fonksiyon grafiği	52

Çizelgeler

Çizelge 4.1 AC motor tahrikli sabit debili pres makinesinin koç tabla basıncının standart ve BM kontrollü test verileri	65
Çizelge 4.2 İki farklı hidrolik pres için ortak test parametreleri	66

Denklemler

Denklem 3.1 $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu	35
Denklem 3.2 $\mu_a(x)$ üçgensel üyelik fonksiyonu	36
Denklem 3.3 α bulanık mantık terminolojisinde kesim katsayısı	37
Denklem 3.4 α bulanık mantık terminolojisinde kesim katsayısı	37
Denklem 3.5 a_2 normal değerinin komşuluğunu oluşturan aralığın alt sınır değeri.....	37
Denklem 3.6 a_2 normal değerinin komşuluğunu oluşturan aralığın üst sınır değeri	37
Denklem 3.7 Üyelik fonksiyonu	37
Denklem 3.8 Yamuk üyelik fonksiyonu	38
Denklem 3.9 U ağırlık merkezi ile durulama yönteminin denklemi.....	41
Denklem 3.10 Ağırlıklı ortalama ile durulama yönteminin denklemi	42
Denklem 3.11 Ortalama en büyük üyelik ile durulama yönteminin denklemi	42
Denklem 3.12 En büyük alan merkezi ile durulama yönteminin denklemi	43

1. GİRİŞ

Fiziksel olarak var olan sistemlerin matematiksel formda modelleme yaparken, transfer fonksiyonlarını saptarken, sistemlerin doğrusal olduğunu ve zamanla değişmediğini varsayabiliriz. Oysaki doğada doğrusal sistem pek bulunmaz. Bu varsayımı belirlenmiş çalışma alanları içerisinde kabul edebiliriz. Bunların haricinde matematiksel modelinin çıkarılması epey karışık hatta imkansız sayılabilecek çok sayıda matematiksel işlemler vardır. Bu işlemler belirli kabullenmeler gerektirir (Yılmaz, 2007). Bir kişinin kafasındaki düşünce dünyasının bile tomografisi alınacak olursa, sonucunun çok renkli değişik ve hatta karmaşık yapıya sahip olduğu çok seçici olmayan figürler barındırdığı görülür. İşte bu belirsizlik durumunu, bulanık (fuzzy) diye adlandırmak mümkündür (Şen, 2001). Bulanık mantık diğer bir ifadeyle “Fuzzy Logic” kuramı ilk olarak 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından ortaya atılmıştır. Kümeler teorisinde bir eleman bir küme içerisinde ya yer alıyordur ya da almıyordur. Ancak bulanık sistemlerde bir eleman birden fazla küme içerisinde bulunabilmektedir. Bulanık sistemlerde kesinlik kavramı bulunmaz (Dağdelen, 1996). Bulanık mantık (fuzzy) karar verme mekanizması şeklinde adlandırılacak sözel ifadelerin uzman bir kişi tarafından belirtilen, kesin olmayan sınırlar içerisindeki davranışını matematiksel formda modellemeye yaramaktadır. Modelleme yapısı, kesin olmayan bulanık kümelerden kurulu olduğundan bulanık ya da fuzzy şeklinde ifade edilir. Bu adlandırmayı kişisel ya da uzman kişinin net çizgilerle ifade edemediği fakat çalışma alanları olarak yaklaşık sınırlarının belli olduğu durumlarda mantıklı sonuçlar vermektedir.

Kontrol sistemlerinde yapay zeka ve bulanık mantığın kullanımı 1975 yılında Assilian ve Mamdani tarafından bulanık mantık kavramı ilk olarak bir buhar makinasının kontrol sistemine entegre edilmesi ile ortaya çıkmıştır. “Eğer türbinin hızlanma ivmesi yükseliyorsa basınç çok düşünce buhar vanasını bir miktar aç” şeklinde kural tabanlı ile bu sistemi gerçekleştirmişlerdir (Bih, 2006). 1987 tarihinde Hitachi firması Sendai Metrosuna bulanık mantık kavramını uygulamıştır. Bu çalışmayla enerji tasarrufunda %10'luk fayda sağlanmış ve trenin istenen konumda durması üç kat daha iyileştirilmiştir. 1988 yılında Tokyo Borsasında kara Pazar olarak da adlandırılan krizin sinyallerini Yamaichi Securities tarafından oluşturulan bulanık mantık tabanlı akıllı sistem tam 18 gün önceden haberdar etmiştir. Oldukça başarılı sonuçlar veren bu çalışmaların ardından bulanık mantığa ilgi artmıştır. Bütün bu gelişmelerle birlikte 1989 yılında Omron, IBM, Toshiba, Matsuhita, SGS, Thomson gibi firmalarında aralarında

bulunduğu toplam 51 Őirket bir araya gelerek Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering (LIFE) isimli laboratuvarları kurmuŐlardır (Keskenler ve Keskenler, 2017).

1.1 Bulanık Mantık Kontrolün Önemi ve Endüstriyel Uygulamaları

Endüstriyel bir süreci denetleyebilmek için, tasarım yapılırken öncelikle o sürecin bir dinamik modeline ihtiyaç duyulur. Ancak iş pratiğe döküldüğünde bu durum her zaman mümkün olmayabilir. Süreç dahilindeki olaylar matematiksel modellemeye imkan sağlayacak ölçüde açık bir şekilde bilinmeyebilir veya bir model oluşturulsa bile bu modelin parametreleri zaman içerisinde değişiklik gösterebilir (Yılmaz ve ark., 1999). Bazı durumlarda ise doğru model kurulsa da bunun denetleyici tasarımında kullanılması karmaşık sorunları meydana getirebilir. Bu gibi sorunlarla karşılaŐıldığında çoğunlukla uzman bir kişinin bilgi ve tecrübelerine başvurulur (Özçalık ve ark., 2008). Uzman kişi dilsel niteleyiciler (linguistic variables) olarak adlandırılabilir; uygun, çok uygun değil, yüksek, fazla, çok fazla vb. günlük hayatımızda sıklıkla kullandığımız sözcükler doğrultusunda esnek bir kontrol mekanizması geliştirir. Bulanık mantık kontrol bu tür mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuş bir yaklaŐımdır (Zadeh, 1971).

Bulanık mantık ile klasik mantık (aristo mantığı) arasındaki temel fark klasik mantığın önermelerin sadece en uçtaki değerleri kullanıyor olmasıdır. Aristo mantığında bilindiği gibi bir Şey ya A kümesinin elemanıdır ya da değildir. Başka bir ifadeyle ya siyah ya da beyazdır. Gerçekte ise tam siyah veya tam beyazı bulamazsınız. Bulanık mantık ise gerçek hayata uygun bir şekilde neredeyse tamamen grilerle çalışır. Çok uç şartlarda siyah veya beyaz vardır.

Klasik mantık metotlarıyla karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek bu nedenlerden dolayı zordur, çünkü veriler tam ve net olmalıdır. Bulanık mantık insanı bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel, esnek bir tanımlama imkânı sağlar. Birisi için 38.5 yaşında demektense sadece orta yaşlı demek bir çok uygulama için yeterli bir veridir. Böylece küçümsenemeyecek boyutta bir bilgi filtrelenmesi mevzu bahis olacak ve matematiksel bir tanımlama yerine daha kolay anlaşılabilen niteliksel bir tanımlama yapılabilecektir.

Bulanık kuramının merkez kavramı bulanık (fuzzy) kümelerdir. Küme kavramı insanlara biraz matematiksel gelebilir ama anlaşılması kolaydır. Örneğin "orta yaş" kavramını ele alacak olursak, bu kavramın sınırlarının kiŐilere göre değişiklik

gösterdiğini görürüz. Kesin sınırlar belirlenemediği için kavramı matematiksel olarak da basitçe formüle dökemeyiz. Ama genel itibariyle 35 ile 55 yaşları orta yaşlılık sınırları olarak düşünülebilir. Bu kavramı grafik haline dökcek olursak karşılaşılan sonuç çan eğrisine benzer bir yapıda olacaktır. Bu eğriye "aitlik eğrisi" ismi verilir ve kavram içerisinde hangi değerin hangi ağırlıkta olduğunu gösterir.

Bulanık bir küme kendi aitlik fonksiyonu ile açık olarak ifade edilebilir. Aitlik fonksiyonu 0 ile 1 arasındaki bütün değeri alabilir. Böyle bir aitlik fonksiyonu ile "kesinlikle ait" veya "kesinlikle ait değil" arasında istenilen yoğunlukta belirleme yapmak mümkündür.

Bulanık mantık konusunda önemli bir diğer kavramda dilsel değişken kavramıdır. Dilsel değişken "sıcak" veya "soğuk" gibi sözcükler ve ifadelerle tanımlanabilen değişkenlerdir. Bir dilsel değişkenin değerleri bulanık kümeler ile ifade edilir. Örneğin oda sıcaklığı dilsel değişkeni için "sıcak", "soğuk" ve "çok sıcak" ifadeleri kullanılabilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı bulanık kümeler ile modellenir.

Bulanık mantığın sağlamış olduğu en büyük yarar ise "insana özgü tecrübe ile öğrenme" olayının basitçe modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine imkân sağlamasıdır (Sinecen, 2002). Bu sebeple doğrusal olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur. Bunun için kural tabanı oluşturulur. Kural tabanı incelenen konuya ilişkin insanlığın o güne kadar edindiği tüm gözlem, deneyim ve matematiksel bağıntıları kısacası tüm bilgiyi barındırmalıdır. Kural tabanı ne kadar iyi ve geniş yelpazede oluşturulursa o kadar hassas ve doğru sonuçlar elde edilir (Saad ve Arrofiq, 2012).

Bulanık mantık, fotoğraf makineleri, çeşitli elektronik beyaz eşyalar, füzeler, robotlar, otomasyon ve akıllı kontrol sistemleri, akıllı bina sistemleri ve otomatik iletim hatları gibi uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır. Bu avantajlar dikkate alındığında, bir hidrolik derin çekme pres makinasının bulanık mantık kontrolü ile, sistemin kararlılığı ve enerji tasarrufu sağlayacağı öngörülmektedir. Çalışmada bu doğrultuda, bir PLC elemanı kullanılarak girişine gelen geri besleme bilgisini bulanık mantık kontrol algoritması ile işleyerek kontrol çıkışını güncelleyen bir kontrol donanımı tasarlanmıştır. Böylece, derin çekme pres makinalarında daha hassas ve daha kararlı bir çalışma amaçlanarak, sistemin daha verimli hale gelmesi sağlanacaktır.

Hidrolik sektörünün geleneksel uygulama alanlarından biri olan metal şekillendirme makineleri ve presler, sanayinin pek çok alanında yüksek kalitede ve seri üretim yapılmasına imkân tanımaktadır. Yeni materyaller, ürünler ve yeni imalat prosesleri de presler için yeni uygulama alanlarının oluşmasına yol açmaktadır. Preslerde hidroliğin kullanımını büyük bir güç, etkili ve yüksek oranda üretim, aynı zamanda insan ve makine için de güvenlik sağlamıştır. Günümüzde endüstriyel hidroliğin en önemli unsuru olan hidrolik presler, başta bükme, sıvama, dövme ve ekstrüzyon işlemleri olmak üzere genel manada demir çelik sanayisinin vazgeçilmezlerindedir.

Bu çalışma kapsamında, sistemde hidrolik güç ünitesi ve yazılım ile birlikte, oluşabilecek aksaklıkların tespit edilmesine yönelik olarak sistemin test edilmesini ve sonuçların bildirimini sağlayacak sistem kurulumu konusunda Ar-Ge faaliyetleri yürütülmüştür. Pres kurulumu için iki adet hidrolik güç ünitesi yapılmıştır. Birincisi klasik hidrolik güç ünitesi, ikincisi ise servo motor tahrikli hidrolik güç ünitesidir. Her iki üniteye presleri ayrı ayrı çalıştırabilecek ve üzerindeki komponentler aracılığıyla ilgili bilgiler data toplayıcı elektronik cihaz (PLC)'de toplanacaktır. Bazı veriler harici ölçüm cihazları ile ölçülüp grafiğe dönüştürülerek sistemler arasındaki bir çevrimdeki farklılıklar izlenebilecektir.

Gerçekleştirilen uygulamada, preste birim zamanda yapılan iş ve enerji sarfiyatı ölçümü için önce klasik hidrolik ünitesi devreye alınarak çalıştırılacak birim zamanda çıkan iş parçası sayısı, harcanan güç, oluşan gürültü, yağ sıcaklığı ölçümleri yapılacak ve daha sonra yeni tasarlanan servo motor tahrikli hidrolik güç ünitesi devreye alınacak aynı şartlarda üretim yapılarak birim zamanda çıkan iş parçası sayısı, harcanan güç, oluşan gürültü, yağ sıcaklığı ölçümleri yapılarak elde edilen datalara göre verimlilik hesapları yapılacaktır. Soğuk şekillendirme presi için kullanılacak servo motor tahrikli hidrolik güç ünitesinin, elektrik enerji sarfiyatında %15'e varan oranda verimlilik sağlanması hedeflenmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, literatür taraması yapılarak bu tez çalışmasına ışık tutabilen çeşitli çalışmalar incelenmiş ve tez çalışmasına yön verecek çalışmaların ana fikirleri, metodları ve sonuçları belirli bir sentez içerisinde özet halinde sunulmuştur. Görüldüğü gibi PLC'nin kendi sistematığı içerisinde bulanık mantık denetleyici olarak kullanıldığı çalışmalar çok fazla değildir. Kaynak araştırmasında makaleler Selçuk Üniversitesi Kütüphanesinden alınarak Web of Science Direct'den yapılmıştır. Bu çalışmada faydalanılan tezler ise Ulusal Tez Merkezinden alınıp incelemesi yapılmıştır. Tez çalışmasının günümüz teknolojisine uyarlanabilmesi için ağırlıklı olarak 2006 yılı ve sonraki yılların çalışmalarına yer verilmiştir. Bazı önemli çalışmaların özetleri aşağıda verilmiştir.

Soyguder ve Alli tarafından yapılan çalışmada, ısıtma, havalandırma ve klima (HVAC) sistemi tasarlanmış ve HVAC sistemin iki farklı aktüatör pozisyonu, geleneksel PID ile kontrol edilmiştir. Aktüatör pozisyonunun birincisi ilgili iç hacim için gerekli sıcaklığı kullanarak kontrol edilirken, diğeri aynı iç hacim için gerekli nemlilik kullanılarak kontrol edilmiştir. Gerçekleştirilen sistem, ortam sıcaklığı ve nemliliği göz önünde tutularak değişken akış oranı ile bir bölgeye sahiptir. Gerekli hava akışı damperin girişine yerleştirilen sistemle sağlanmıştır. Sistemin kontrolü için, PID kontrol algoritmaları PLC kullanılmıştır. Sistem kapalı döngü tabanlı PLC ile kontrol edilmiştir. PID parametrelerinin optimum değerleri bulanık kümelerden elde edilmiştir. Sistemin performansını maksimize etmek için, bulanık adaptif kontrol kullanılmıştır. Bulanık adaptif kontrollü (FAC) geliştirilen yöntemin etkinliği başarılı bir şekilde uygulama ile gösterilmiştir (Soyguder ve Alli, 2010).

Zheng ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada anahtarlamalı relüktans motor (switched reluctance motor, SRM) tarafından sürülen bir servo hidrolik presin hacim kontrolünün yeni bir çeşidi sunulmuştur. Elektro-hidrolik pozisyon servo sistemin performansını artırmak için bulanık-PID kontrol metodu uygulanmıştır. PID parametreleri ve elektro-hidrolik pozisyon servo sisteminin cevap karakteristiği arasındaki ilişki araştırılmıştır. PID parametrelerinin adaptif ayarını mümkün kılan bulanık çıkarım kuralları; hata ve hatadaki değişim miktarına göre yapılmıştır. Birim basamak cevabı, kosinüs izleme deneyleri ve simülasyonlar SRM ile doğrudan sürülen hidrolik prese uygulanmıştır. Sonuçlar, kendi kendine ayarlanan bulanık PID metodun harici karıştırmaları kısıtladığı ve hacim kontrol elektro-hidrolik sistemin pozisyon takip kabiliyetini etkin bir şekilde artırdığını göstermiştir (Zheng ve ark., 2009).

Aydoğmuş tarafından yapılan çalışmada PLC ve SCADA kullanarak, bulanık kontrolör vasıtasıyla sıvı seviye kontrolü yapılmıştır. Bu amaçla sıvı seviye kontrol seti ve PLC bir araya getirilmiştir. Kullanılan PLC de herhangi bir Bulanık modül ve gerekli Bulanık Mantık program algoritması yazar tarafından yazılmıştır. Sugeno Tip Bulanık algoritma kullanılmıştır. yelik fonksiyon parametrelerini elde etmek için MATLAB/Simulink programı kullanılmıştır. SCADA sistemi ise tanktaki sıvı seviyesini ve valfin konumunu gösterecek şekilde yazılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı; herhangi bir bulanık mantık modülü veya yazılımı kullanmadan bu uygulamanın bir PLC ile yapılmasıdır. Aynı zamanda, yapılması amaçlanan öneri etkin fiyatlı bir çözümdür. Simülasyon ve uygulama sonuçları karşılaştırılmış ve birbirlerine çok yakın değerler elde edilmiştir (Aydogmus, 2009).

Kılıç ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada YSA gibi ileri modelleme aracı kullanarak, servo-valf kontrollü hidrolik sistemin hidrolik silindir bölme basıncı tahmin edilmiştir. Basıncın uzun dönemli tahmini için kara kutu modelinin yeterli olmamasından dolayı, doğal lineer olmayan bu sistemin basınç dinamiklerini yakalamak için yapısal sinir ağı modeli önerilmiştir. Makale; nerilen sinir ağı modelinin eğitim fazında geliştirilen modelin ağırlıklarıyla başlaması şartıyla, deneysel hidrolik test düzeneğinin basınç dinamiklerini tahmin etmek için kolayca eğitilebilir olduğunu göstermiştir (Kilic ve ark., 2012).

Balaji ve Srinivasan tarafından yapılan çalışmada, karmaşık şehir yol trafiğinin kontrolü için tip iki bulanık karar modülü ile çok etkenli sistemlerin kontrolüne bir çözüm sunulmuştur. Dağıtılmış etken mimarisi tip iki bulanık setini kullanarak yeşil ışık yanma zamanını en optimum düzeyde tutarak trafikte bekleme süresi dşrlmştir. Bu sistem Singapur'un merkezi iş bölgelerinde örnek olarak trafik işaretlerinin kontrolünde kullanılmıştır (Balaji ve Srinivasan, 2011).

Yılmaz ve arkadaşları tarafından asenkron motorun uzaktan kontrolü bulanık mantıkla yapılmıştır. Çalışma büyük lde Profibus aç yapısının, asenkron motor ve bulanık mantık kontrolün bir formudur. Bu çalışmanın amacı network kaynaklı gecikmelerin bulanık mantık aracılığı ile yüksek hızda veri transferini sağlayacak hale getirmektir. Çalışma aynı zamanda kontrolde PID denetleyici de kullanılarak da yapılmıştır. İki alışma karşılaştırılmış bulanık mantık ile yapılan uygulamada daha az hata ile sonuca varıldığı grlmştir (Yılmaz ve ark., 2010).

zdemir ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada kk HES'lerde kullanılan türbinlerin karışık hesaplamalar yerine yerel imknlarla da üretebileceğini

ortaya çıkarmıştır. Laboratuvar ortamında HES'lerin tasarımı ve kontrol metotlarının geliştirilmesi ile alakalı olarak, klasik kontrol (PI, PID, PD vs.), bulanık mantık, yapay sinir ağları ve hibrit uygulamalar gibi bir çok çalışmayı yapma imkanı sunulmuştur (Özdemir ve ark., 2011).

Omid ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada biçerdöverin eleğinde ki kayıpları azaltmak için PLC ile bulanık mantık kontrolcü geliştirilmiştir. Bulanık mantık kontrolcü ile silindir hızı, fan hızı ve ilerleme hızı kontrol edilmiştir. Bulanık mantık kontrollü ve bulanık mantık kontrolsüz durumlar arasında istatistiksel test yapılmış ve anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Omid ve ark., 2010).

Özçalık ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada katı yakıtlı buhar kazanında yakma fanının, bulanık mantık denetleyici ile kontrolü gerçekleştirilmiştir. Kömürün yanmasında ihtiyaç duyulan taze hava miktarının PLC ile bulanık denetimi gerçekleştirilmiş, kararlılığın ve performansın arttığı gözlemlenmiştir (Özçalık ve ark., 2008).

Kurt tarafından yapılan çalışmada küçük ölçekli hidroelektrik santralde türbin kontrolü bulanık mantık algoritmali PLC ile yapılmıştır. Türbinlerin devreye alınması ve devreden çıkarılması için bulanık mantık algoritmali programlanabilir mantık denetleyici kullanılmıştır. Hangi türbin(ler)in devreye alınacağı ya da devreden çıkarılacağına bulanık mantık algoritmali PLC ile karar verilmiştir. Üç adet türbinin devreye alınması ve devreden çıkarılmasında, beş üyelik fonksiyonlu bulanık kümeli ve yedi üyelik fonksiyonlu bulanık kümeli olmak üzere iki farklı bulanık mantık algoritması kullanarak elde edilebilecek enerji hesaplanmıştır. Bir adet büyük güçlü türbin kullanılmasının maliyeti ile üç adet türbinin kullanılmasının maliyeti karşılaştırılmış ve sonuçlar tartışılmıştır (Kurt ve Aslan, 2013).

Çınar tarafından yapılan çalışmada bulanık mantık ile hidrolik silindirin hassas konumlandırılması kontrol edilmiştir. Bulanık mantık algoritması (üyelik fonksiyonları) Matlab programında yazılmıştır. Deneyler sonucunda yapısı nedeniyle çokta hassas olmayan selenoid valflerin bulanık mantık yöntemi ile kontrol edilmesi sonucunda oransal valfle elde edilen değerlere yaklaştığı gözlemlenmiştir (Çınar ve ark., 2013).

Ilıca tarafından bulanık mantık yöntemi ile sıvı seviye kontrolü yapılmıştır. Bu çalışmada değişik kontrol uygulamalarında deney amaçlı olarak kullanılmak üzere bir sıvı seviye düzeneği geliştirilmiştir. Deney düzeneği seviye kontrol tüpündeki sıvı seviyesi PID ve bulanık mantık kontrol yöntemleri kullanılarak kontrol edilmiştir.

Bulanık kontrolde üyelik fonksiyonu ve kurallar iyi ayarlandığında başarılı sonuçların alındığı görülmüştür (Ünsal ve ark., 2008).

Türk tarafından yapılan çalışmada katı yakıtlı buhar kazanının bulanık mantık denetleyici ile tam otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, yakıtı kömür olan buhar kazanında, kömürün yanmasında ihtiyaç duyulan taze havanın PLC ile kontrolü sağlanmıştır. Bu kontrolü sağlarken bulanık mantık kontrol sistemi kullanılmıştır. Kazanın ürettiği buhar işletme tarafından doğrusal olmayacak bir şekilde sürekli olarak tüketilmektedir. Bu nedenle buhar basıncı sürekli değişim göstermektedir. En hassas denetleyici yöntemlerinden biri olan Fuzzy denetim algoritması kullanılmıştır (Türk, 2006).

Kabakçı tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada elektro-hidrolik bir sistemin PLC ve SCADA programı ile eş zamanlı konum kontrolü gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Bu hedefe ulaşabilmek için PLC'de bulanık mantık uygulamaları araştırılmış ve bulanık mantık kontrolü için geliştirilen yeni program sayesinde daha hızlı bir şekilde pozisyon bilgisinin okunması başarılmıştır (Kabakçı, 2007).

Bayındır ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada su depolama tankları için programlanabilir mantıksal kontrolcü (PLC) ile bir izleme ve kontrol yöntemi önerilmiştir. Yapılan deneysel çalışma geliştirilen sistemin yüksek hassasiyetli, düşük maliyetli ve geleneksel uygulamalar kadar güvenilir olduğunu göstermiştir (Bayındır ve ark., 2011).

Da Ruan ve Van der Wal tarafından yapılan çalışmada, nükleer santrallerde BM ile kontrolün çok riskli olduğu fakat insan deneyimini eklemek adına olması gereken bir uygulama olduğu belirtilmiştir. Nükleer reaktör güç seviyesi kontrolünde BM denetleyicinin de kullanılabilir bir alan olduğu üzerinde durulmuştur. Nihai amacın optimize edilmiş ve kendinden güvenli denetleyici geliştirmek olduğu belirtilmiştir. Belçika nükleer araştırma merkezinde, Belçika'nın ilk nükleer santralının bir PLC tabanlı donanım kontrolü için test yeri olarak kullanıldığı belirtilmiş, bu test ve deneyler sonucu elde edilen veriler tartışılmıştır. Bulanık kontrolör olarak da BM birimi olan PLC'nin C200HS-CPU21-E modeli kullanılmıştır. Sonuçta BM algoritmaları denetleyicilerin, klasik denetleyiciler kadar kararlı bir kontrol sağladığı belirtilmiştir (Ruan ve van der Wal, 1998).

Saad ve Arrofig tarafından indüksiyon motorun devir kontrolünün benzetimi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bir sürücü yerine BM birimi olan bir PLC ile sabit V/Hz oranı sağlanarak minimum hatalarla devir kontrolü gerçekleştirilmiştir. Buradaki

devir kontrolünün önemi ise hassas devir ayarı gereken yerlerden örnek verilerek belirtilmiştir (Saad ve Arrofiq, 2012).

Karakuzu ve Öztürk tarafından yapılan BM algoritmali çalışmada alternatif akım motorunun çok kısa sürede istenilen devir değerine ulaştığı ve bu değerde kaldığı deneysel olarak gösterilmiştir. Yapılan çalışmada BM birimi olan PLC'nin C200HS-CPU21-E modeli kullanılmıştır (Karakuzu ve Öztürk, 2013).

Ayan ve Şenol tarafından yapılan BM tabanlı uzaktan erişimli sera otomasyonu adlı çalışmada PLC tabanlı bulanık mantık kontrol ile insan gücüne ihtiyaç duymadan sera içerisindeki tüm iklimlendirme ihtiyaçları karşılanmıştır. İnsan gücü etkeni yalnızca ürün hasat vaktinde ihtiyaç duyulacak şekilde tüm sistem BM denetleyicisi tarafından kontrol edilmiştir. Kontrol edilen sistemde; nem ve sıcaklık ölçümleri, sulama, nemlendirme, havalandırma ve ısıtma işlemleri BM tabanlı olarak işletilmiştir. Toplanan verilerin tümünün 3G ile izlenmesi ve uzaktan kontrolü sağlanmıştır (Ayan ve Şenol, 2016).

Beşkardeş ve Çevik tarafından yapılan çalışmada bir fabrikanın harman neminin bulanık mantık yaklaşımıyla optimizasyonu sağlanmıştır. Sinter fabrikalarında toz cevherin kok tozu ile eriyik hale gelme işlemi yapılarak yüksek ısılı fırının en önemli malzemesi olan sinter üretimi yapılmaktadır. Toz cevherin istenen kalitede sinterlenebilmesi için sinter harmanının nem oranının çok hassas ölçülerle ayarlanması gerekmektedir (Beşkardeş ve Çevik).

González ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada endüstriyel olarak programlanabilir bir mantık denetleyicisi (PLC) ile uygulanan bulanık mantık denetleyicisinin tasarımı ve onaylanması sağlanmıştır. Seçilen cihaz S7-1200 Siemens serisine aitken, kod TIA Portal yazılımı kullanılarak Ladder Diagram dilinde geliştirilmiştir. Bulanık denetleyici Mamdani tipindedir ve bir servo motorun hızını kontrol etmek için uygulanmıştır. Simulink/Matlab bulanık denetleyicisi ile bir karşılaştırma, geliştirilen yazılım modülünü doğrulama ve PLC'nin bu tür kontrol algoritmasını yönetmek için uygulanabilirliğini göstermek amaçlanmıştır (Pérez ve ark., 2014).

Škulavík tarafından yapılan çalışmada PLC tabanlı kontrol sisteminde bir robotik kolun bulanık denetleyici ile kontrolü ve uygulaması yapılmıştır. Giriş bölümünde, robotlar ve kontrol sistemlerinin yanı sıra özellikleri ve seçilen kontrol

görevleri için olası çözümler incelenmiştir. Temel amaç, matematiksel modeli bilinmeyen bir robotik kol için kontrol önermek ve uygulamaktır. Kontrol sisteminin önerilmesi gereken robot kol ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Son bölüm, elde edilen sonuçların analizi ile ilgilidir (Škulavík, 2013).

Cingolani, P. ve Fdez, J. A., tarafından yapılan çalışmada, bulanık mantık denetleyicilerin klasik kontrol yöntemlerinin iyi sonuçlar vermediği veya matematiksel bir model elde etmenin zor olduğu mühendislik uygulamaları için uygun olduğu gösterilmektedir. Son zamanlarda, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu, bulanık kontrol uygulamalarını kontrol sistemlerine entegre etmek için temel araçların iyi tanımlanmış ortak bir anlayışını sunmak için IEC 61131 normunun 7. bölümünde bulanık kontrol programlaması için bir standart yayınlamıştır. Bu yazıda, bu standarda göre bulanık çıkarım sisteminin tamamen işlevsel ve tam bir şekilde uygulanmasını sağlayan JFuzzyLogic adlı açık kaynaklı bir Java kütüphanesi tanıtılmış ve bulanık kontrol uygulamaları için kolayca kod yazıp test etmek için bir programlama arayüzü ve eclipse eklentisi sağlanmıştır. Ayrıca JFuzzyLogic'in kullanımını gösteren bir çalışmada verilmiştir (Cingolani ve Alcalá-Fdez, 2013).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Hidrolik Pres Üretimi ve Kullanılan Ekipmanlar

Presler baskı yapma, darp etme ve sıkıştırma gibi özelliklerinden dolayı kalıp adı verilen ve üzerine bağlanan aparatlar vasıtasıyla, çeşitli ebatlardaki malzemeleri, şekil değiştirmeye yarayan makinelerdir. Kalıbı imal edecek kişi imal edeceği parçanın kalıp tasarımını, çalışma koşullarını ve özelliklerini bildiği pres makinesine göre yapmak zorundadır. Bu sayede yapacağı tasarımda presin kalıp bağlantısı sağlanacaktır. İlgili bir uygulamaya pres seçimi yaparken göz önünde bulundurulması gereken faktörler; tezgah kapasitesi (iş ve elde edilen kuvvet), hareket sistemi (hidrolik veya mekanik) ve gücün kızıklara iletilme (eksantrik, krank vs.) durumudur. Preste hareket sistemi, vurucu (hareketli) başlığını hareket ettirecek sistemdir. Presler bu duruma göre ikiye ayrılır ve kendi içerisinde de çeşitleri mevcuttur. Bunlar;

Mekanik Presler:

- Krank veya Eksantrik Milli Presler,
- Kamlı veya Mafsal Kollu Presler,
- Eksantrikli Dişli Presler.

Hidrolik Presler:

- Tek veya Çift Sütunlu Hidrolik Presler,
- Pot Baskılı veya Baskısız Hidrolik Presler,
- Tek veya Çift Tesirli Hidrolik Presler,
- Yatay veya Dikey Konumlu Presler.

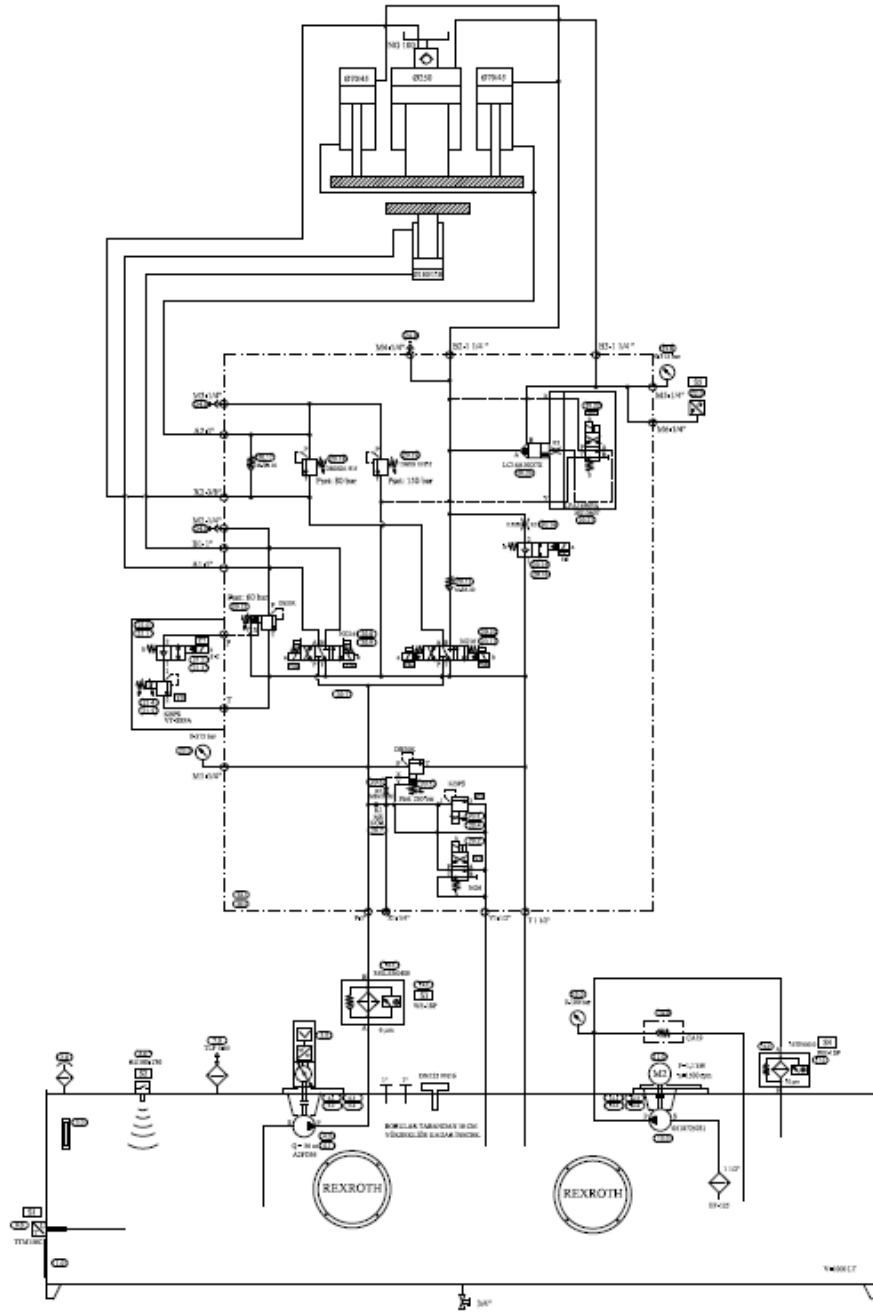
Hidrolik pres makineleri, bir elektrik motoru yada servo motor tahrikiyle çalıştırılan hidrolik pompanın, hidrolik bloğa basmış olduğu belirli basınç ve debideki hidrolik yağ ile çalışan endüstriyel araçlardır. Hidrolik blok üzerindeki valflere hidrolik güç ünitesinin elektrik mantık diyagramına göre enerjinin belirli bir sırada verilmesiyle blok hatlarından geçen basınçlı hidrolik yağ, pres makinesinin koç ve pot tablalarının silindirlerine ulaşır. Silindirlerin pistonlarını hareket ettirerek tablaların hareketi sağlanmış olur. Silindirlere aktarılan yağ oranı ve basıncı kontrol edilebildiği için presin aşağı yukarı hızları ve tonajı istenen seviyelerde ayarlanabilir. Bu özelliklerden dolayı ağırlıklı olarak derin çekme kalıplarında Şekil 3.1.'de görülen türde hidrolik presler kullanılır.



Şekil 3.1 Hidrolik derin çekme presi

Hidrolik preslerin en belirgin özelliği her vuruşta aynı kuvveti uygulamaktır. Şekillendirme presinin ihtiyacı olan gücü üreten değişken hızlı pompa, tahrik sistemlerini içerecek hidrolik güç ünitesi, hidrolik pompa, kontrolör ve servo motordan oluşan kapsamlı bir sistemi içermesiyle birlikte, çevrim karakteristiğine ve yapılandırmasına dayanan bir yazılımdan oluşmaktadır. Bu sistem, basınç ve debi kontrol sistemini temel almaktadır.

Çift etkili yani koç ve pot tablalarının bulunduğu preslerde iki adet hareket vardır. Dışta çalışan tablaya pot tablası, içte çalışan tablaya koç tablası denir. Sıvama kalıbı prese bağlandığı zaman önce pot tablası saça basarak basıncı kilitler. Daha sonra koç tablası devreye girer ve saça basarak sıvama (derin çekme) işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra koç tablası girilen basınç değerine ulaştığında pot tabla basıncı boşalır ve koç tablası yukarıya doğru kalkmaya başlar ve pot tablasını da yukarıya kaldırır. Basılan parçanın özelliğine göre pot tablasının dört köşesindeki baskı kuvvetini ayrı ayrı ayarlama imkânı vardır. Şekil 3.2.'de hidrolik pres sisteminin hidrolik akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Hidrolik pres sisteminin hidrolik akış şeması genel görünümü

Bu preslerde iki farklı mod çalışma şekli vardır;

- 1) Kademeli (Manuel Mod) çalışma da aşağı yukarı butonlarına basıldığı sürece pres aşağı ve yukarıya hareket eder.
- 2) Çift El Butonu (Otomatik Mod) çalışma da ise çift el butonlarına aynı anda bir kez basılması ile koç ve pot tablaları kademelide ki işlemi daha önceden ekrandan

girilen basınç değerlerine göre PLC'de yazılan yazılıma bağlı olarak otomatik gerçekleştirmeye çalışır.

Hidrolik preslerin en belirgin özelliği her iş sayısında aynı kuvveti uygulamaktır. Uzun alışma koşullarına uygun olan bu makineler ile kaliteli ve profesyonel işler ortaya çıkarılmaktadır. Plastik yüzeylerin birleştirilmesinde, zincir halkalarının birbirine eklenmesinde, sa paketlerin kıvrılmasında çok yaygın bir Şekilde kullanılmaktadır. Hidrolik pres makineleri ile çeşitli boyutlardaki salar kıvrılabilir ve farklı materyaller sıkıştırılarak birbirine yapıştırılabilir. Sanayide katlama ve presleme de kullanılan hidrolik sistemler ile parçalar daha sağlam ve homojen bir Şekilde kıvrılmakta ve birleştirilmektedir. Kullanım alanlarına göre çeşitli boyutlarda ve baskı kuvvetlerinde bulunan hidrolik pres makineleri sanayi işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Zamandan tasarruf sağlayarak kısa sürede çok iş çıkartıp seri üretim yapılmasını sağlamaktadırlar.

Bu çalışmada, bir servo sürücü kullanılarak, sistem yağ hacmini ve basıncını kontrol etmek için dinamik ve çok ekonomik bir çözüm ortaya konulmuştur. Ayrıca, yeni tasarlanan hidrolik üniteden elde edilen verilerin karşılaştırılması için klasik sistemle yapılmış bir hidrolik güç nitesi de çalıştırılmış ve deneysel test verileri elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılacak deneysel materyaller veya bir Hidrolik Derin ekme Pres Makinesi bileşenleri aşağıda maddeler halinde yer almaktadır.

- Hidrolik Güç niteleri
- Asenkron ve Servo Motorlar
- Koç ve Pot Tablaları
- Yağ Isıtıcıları ve Soğutucuları
- Hidrolik Pompalar
- Hidrolik Silindirler
- Hidrolik Valfler
- Basınç Kontrol Valfleri
- Manometreler
- Hidrolik Filtreler

3.1.1 Hidrolik Güç Üniteleri

Hidrolik sistemlerde çalışma prensiplerinin kaynağı olan hidrolik yağın içinde depolandığı tank şeklindeki üniteye hidrolik güç ünitesi denir. Şekil 3.3’de bu çalışmada kullanılan hidrolik güç ünitesi gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Hidrolik güç ünitesi

Hidrolik güç ünitesindeki yağ, üzerinde bulunan soğutucu tarafından soğutulur, filtre tarafından temizlenir ve dinlendirilir.

3.1.2 Asenkron ve Servo Motorlar

Asenkron Motorlar, Şekil 3.4’de görüldüğü gibi stator sargılarından aldığı elektrik enerjisi ile rotorunda dönme hareketiyle mekanik enerjiye çeviren elektrik makinasıdır. Çalışma şekli açısından bu motorlara indüksiyon motorlar adı da verilir (Küpeli, 2018).



Şekil 3.4 Tipik bir asenkron motor

Servo motorlar, bir sistemde hız ve pozisyon kontrolünün gerekli olduğu uygulamalarda, geri besleme ve bir kontrol ünitesi ile sistemin davranışını ayarlar ve son kontrolü yaparlar. Şekil 3.5'te gösterilen servo motorların normal motorlardan farkı; genel olarak geniş bir hız aralığında istenilen gücü sağlayacak biçimde tasarlanmış olmasıdır (Küpelı, 2018).



Şekil 3.5 Tipik bir servo motor

Servo motorlar komut uyarımlarını yerine getiren motorlardır. Bu komutlar pozisyon, hız ve pozisyonun bileşimi komutları olabilir. Bir servo motorun özellikleri şunlardır;

- Geniş hız aralığı içerisinde kararlı bir şekilde çalışırlar.
- Devir sayısı, hızlı ve düzgün bir şekilde değiştirilebilir.
- Küçük boyutlarda büyük tork üretebilirler.

3.1.3 Koç ve Pot Tablaları

Hidrolik preslerde kalıp üst grubunun bağlandığı kısım olup, duruma göre iki veya dört noktadan kızaklanmıştır. Hidrolik yağın basınç ve debi kuvveti, yardımcı ve ana silindirlere iletilerek koç tablası vasıtasıyla doğrusal harekete dönüştürülür ve kalıbın çalışması sağlanır. Hareketli başlığa bağlı kalıp başlıkla birlikte hareket eder ve kalıba uygun şekillendirme yapar. Şekil 3.6.'da bir hidrolik derin çekme presinde kullanılan koç ve pot tablaları gösterilmektedir.

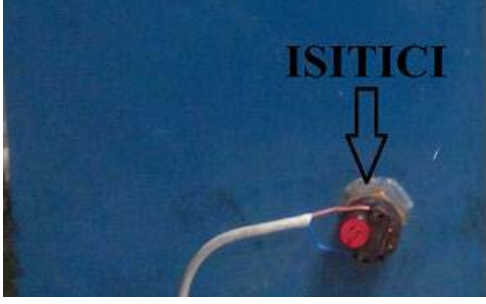


Şekil 3.6 Koç tablası (Üstte) ve Pot tablası (Altta)

Pot tablaları sıvama işlemi esnasında şekil verilecek malzemenin zarar görmemesi ve plastik şekil değişimine uğramaması (uzamaması, esnememesi veya incelmemesi) için üst kalıp ile alt kalıp arasında silindirleri yardımıyla sıkıştırılmasını sağlarlar. Sıvama işleminde, şekillendirilmemiş sac malzeme ile şekillendirilmiş ürünün aynı alana sahip olması gerekmektedir. Pot tablası uyguladığı kuvvet ile malzemenin şekil değişimi sırasında düzgün bir şekilde kalıbın içine yerleşmesini sağlarlar. Malzemenin incelmesini, buruşmasını ve yırtılmasını önlerler. Şekillendirilecek malzemelerin çeşitlerine göre pot tutma kuvvetleri de farklıdır. Kuvvetler pres silindirlerinin 1/2 veya 1/3 civarında seçilir. Çalışma şekline göre tek veya çift tesirli olarak dizayn edilirler.

3.1.4 Yağ Isıtıcıları ve Soğutucuları

Özellikle kış aylarında hidrolik sistemlerin çalışma ortam koşullarına göre sıcaklığın düşük olduğu durumlarda, hidrolik güç ünitesi içerisindeki yağın sıcaklığı düşebilir. Yağ sıcaklığının sıfırın altına düşmesi yağ akıcılığını azaltıp viskoziteyi artırarak verimi düşürür ve sistem çalışmaz. Bu yüzden hidrolik sistemlerin hassas devre elemanları soğuk şartlarda ısınmaya kadar beklenir. Yağ ısıtıcılarının emiş hattına pompa öncesinde ve deponun üzerine Şekil 3.7.'de gösterildiği gibi uç kısmı tank içerisinde olacak şekilde montajı yapılır (Kartal ve Kılınç, 2006).



Şekil 3.7 Yağ ısıtıcı

Soğuk ortamların aksine çok daha sıcak ortamlarda çalışan hidrolik sistemlerde hidrolik yağın sıcaklığı yükselir. Yağın viskozitesi düşerek akışkanlık oranı artar. Bundan dolayı beraber çalışarak birbirine sürtünen parçalar arasında yağ filmi tabakası azalır. Hatta yağ kaçağı ve sızıntılar meydana gelebilir. Bu durumun süreklilik arz etmesi halinde sistem içerisindeki yağın azalmasına ve verimin düşmesine neden olur. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için yağ soğutucuları kullanılır. Şekil 3.8’de gösterildiği gibi soğutucu montajı hidrolik yağın tanka dönüş borusu üzerine yapılır. Sistem içerisinde dolaşan yağ böylece soğutulmuş olur. Su ile çalışan ve hava üflemeli soğutucular olmak üzere ikiye ayrılırlar (Boyacı, 2008).



Şekil 3.8 Yağ soğutucu

3.1.5 Hidrolik Pompalar

Elektrik ya da servo motor tahrikiyle tank içerisindeki yağı kullanarak büyük bir basınç üretilen mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirirler. Hidrolik pompalar hidrostatik prensiplere göre çalıştıklarından hidrolik yağı tank içerisinden emerek basınç oluştururlar. Şekil 3.9’da örnek bir hidrolik pompa verilmektedir.



Şekil 3.9 Hidrolik pompa

Pompalar, hidrolik sistemlerin özelliklerine ve çalışma prensiplerine göre üretilirler. Hidrolik sistemlerin gereksinimlerine göre farklı kapasitelerde tasarlanır. Hidrolik yağın çalışma basıncı ve debisi önceden yapılan hesaplamalar doğrultusunda bulunur. Böylece sistemin ve piyasanın arz taleplerine cevap verilmiş olur. Pompanın çalışacağı şartlar göz önünde bulundurularak en optimum şekilde seçimi yapılır. Aksi takdirde sistem verimli çalışmaz.

3.1.6 Hidrolik Silindirler

Hidrolik sistemlerde doğrusal hareket elde etmek için kullanılan elemanlardır. Hidrolik pompa tarafından sağlanan hidrolik enerjiyi doğrusal olarak mekanik enerjiye dönüştürürler. Düzenli bir şekilde ileri-geri, yukarı-aşağı şeklinde hareket ederek çalışırlar. Şekil 3.10'da değişik boyutlarda hidrolik silindir çeşitleri gösterilmektedir.



Şekil 3.10 Hidrolik silindir (Piston) çeşitleri

Hidrolik silindirler çalışma şartlarına göre beşe ayrılır ve bunlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Tek Etkili Silindirler
- Çift Etkili Silindirler
- Teleskopik Silindirler
- Yastıklı Silindirler
- Tandem Silindirler

3.1.7 Hidrolik Valfler

Valfler, bir hidrolik sistemin en önemli parçalarından biridir. Elektroniğin gelişmesine bağlı olarak programlanabilen, uzaktan kumanda edilebilen valfler kullanılmaya başlanmıştır. Robotik sistemler ve uçaklarda otomatik gerçekleştirilen hareketler, endüstride yapılan otomasyon işlemleri kullanımına örnek verilebilir. Şekil 3.11.'de örnek bir hidrolik yön kontrol valfi gösterilmektedir.



Şekil 3.11 Hidrolik valf

Yön kontrol valflerinin hidrolik sistemlerdeki görevi, hidrolik yağın yön kontrolünü sağlamaktır. Çalışan elemanların istenilen yönde hareket etmelerini sağlar. Hidrolik sistem içerisindeki silindirlerin ileri-geri hareketini, hidrolik motorların sağa-sola dönme yönlerini ayarlamakta kullanılırlar. Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak otomatik kumanda edilen devrelerde, uzaktan kumandalı elektromanyetik valfler, elektro-hidrolik valfler ve servo valfler üretilmiştir.

3.1.8 Basınç Kontrol Valfleri

Hidrolik sistemlerde pompanın ürettiği hidrolik yağ basınç değerini belirli sınırlar arasında tutmaya yarar. Basınç hattı üzerine montajı gerçekleştirilir. Hidrolik devreyi ve çalışan elemanları ani ve beklenmedik tehlikeli hidrolik basınçlarından korur. Şekil 3.12.'de gösterilen basınç emniyet valfi sistem çalışma basıncının belirli bir değerin üstüne çıkmasına engel olarak sistemin düzenli ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar.



Şekil 3.12 Basınç emniyet valfi

3.1.9 Manometreler

Hidrolik sistemlerde genellikle basıncın olduğu hat üzerine takılarak ilgili hattan geçen basıncın ölçülmesinde kullanılırlar. Hidrolik sistem çalışırken çalışma basıncı değerleri manometrelerden okunur. Manometreler efektif basıncı göstermektedir. Bu basınç atmosfer basıncının üzerinde bir değerdir. Şekil 3.13.'de bulunan manometre hidrolik güç ünitelerinde sıkça kullanılmaktadır.



Şekil 3.13 Manometre

3.1.10 Hidrolik Filtreler

Hidrolik sistemlerde istenmeyen parçacıkların (kum, metal parçacıkları, pislik vb.) çalışan elemanlara zarar vermemesi ve sisteme temiz hidrolik yağı göndermek için

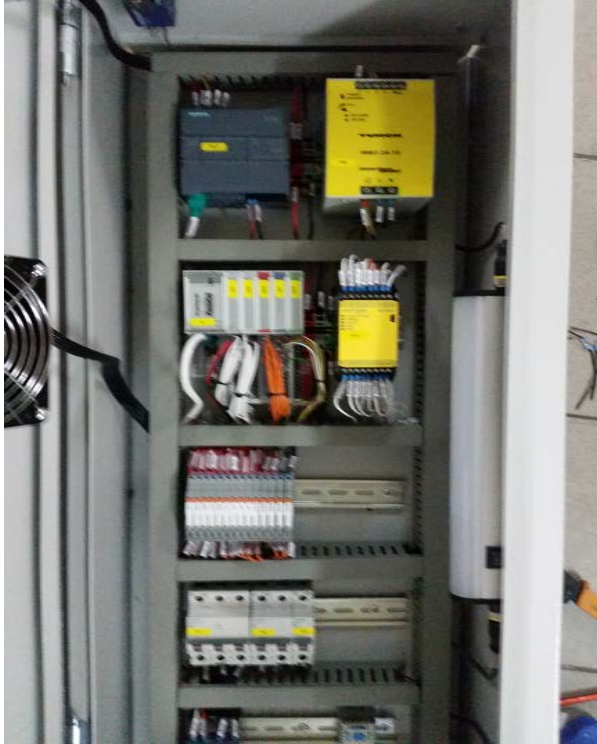
kullanılan devre elemanlarıdır. Şekil 3.14.'de gösterilen hidrolik filtre sistemin ilgili yerlerine takılarak devrede dolaşan hidrolik yağın içine kaçan partikülleri temizlemeye yarar.



Şekil 3.14 Hidrolik filtre

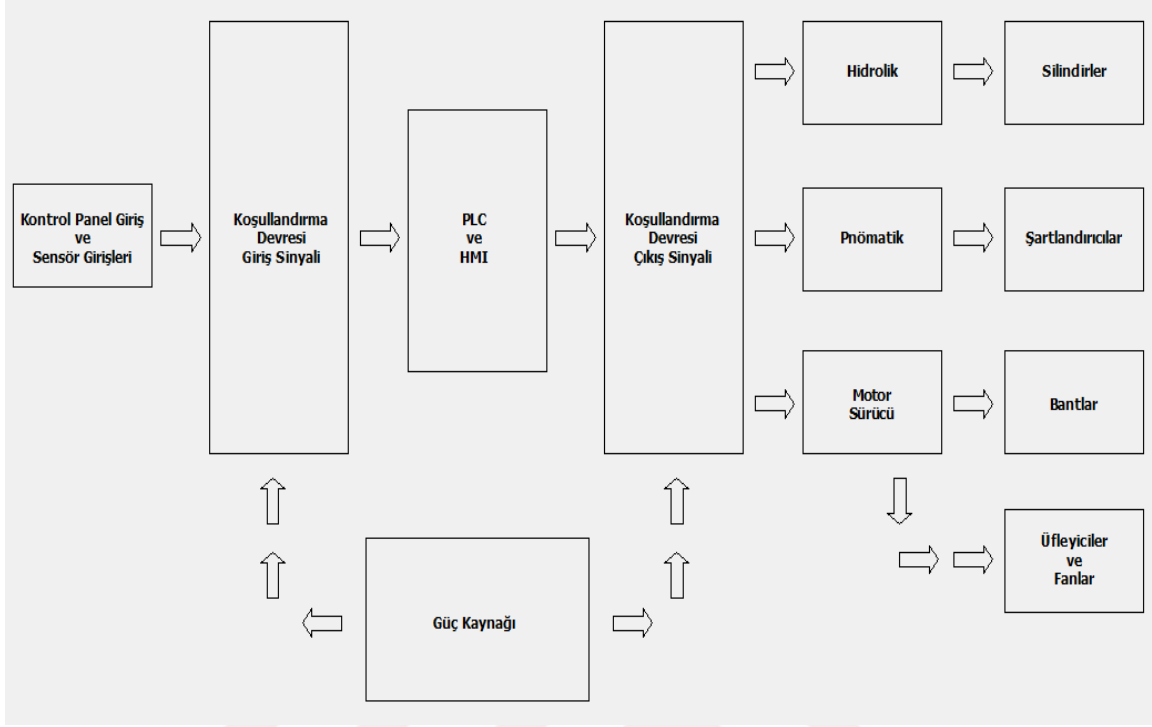
3.2. Hidrolik Pres Otomasyon Panosu ve Elektriksel Ekipmanlar

Bu çalışmada kullanılan otomasyon panosu, gerekli ve uygun seçilen elektrik, elektronik devre elemanlarının elektrik pano montaj standartlarına uygun bir şekilde belirli bir düzen içerisinde pano içlerine montajı ile gerçekleştirilmiştir. Elemanlar arası kablolama ise belirli standartlar içerisinde projeye uygun biçimde yapılmış olup, Şekil 3.15'te görüldüğü gibi hazır hale getirilmiştir.



Şekil 15 Elektrik otomasyon panosu

Çalışmada kullanılan sistemin elektriksel bağlantı şeması blok olarak Şekil 3.16'da gösterilmiştir.



Şekil 16 Sistemin elektriksel şeması blok diyagramı

Elektrik otomasyon panolarında ve makine üzerinde yer alan bazı elektriksel elemanlar aşağıda sıralanmıştır. Ayrıca testlerde kullanılan ses (gürültü) ölçüm cihazı da projede yer almaktadır.

- Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC)
- İnsan Makine Arayüzü (HMI)
- Endüstriyel PC
- Servo Motor Sürücü
- Basınç Sensörü
- Lineer Pozisyon Sensörü (Lineer Cetvel)
- Oransal Basınç Valfi ve Valf Kartı
- Sıcaklık Sensörü
- Ultrasonik Sensör
- Enerji Analizörü

3.2.1 Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC)

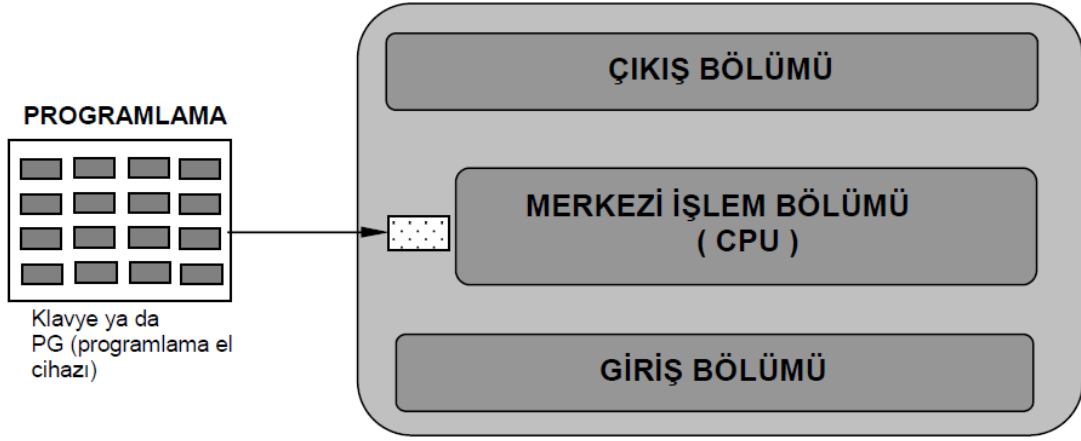
PLC, İngilizce Programmable Logic Controller kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Günümüz teknolojisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İçerisinde mikro

işlemci, RAM ve EEPROM hafıza birimleri, giriş-çıkış arabirimleri ve diğer yardımcı birimler yer almaktadır. Yapılan tez çalışmasında Şekil 3.17.'de gösterilen Simatic S7-1200 CPU 1215C DC/DC/DC modeli PLC kullanılmıştır.



Şekil 3.17 Siemens S7-1200 CPU 1215C DC/DC/DC

PLC sistemi, zor ve çok karmaşık olan otomatik kumanda problemlerinin çözümünde kolaylıklar sağlamaktadır. PLC içerisinde A/D, D/A dönüştürücüleri, transistör yada röle gibi çeşitli ve belirli sayıda kontrol elemanları olup her eleman belirli adreslerle ifade edilmektedir. PLC içerisinde yazılan belirli bir program mantığı dahilinde bu elemanlar çalıştırılarak çıkış kısmına bağlanan elektrik motoru, solenoid valf, sinyal lambası, hız kontrol cihazı dijital girişleri, kontaktör, röle gibi elemanları amaca uygun çalıştırmaktadır. PLC'de ayrıca matematiksel işlemlerle (toplama, çıkarma, çarpma, bölme, arttırma, azaltma, PID vb.) pals üretme işlemleri, analog sinyal ölçüm ve kontrolü yapılabilmektedir. PLC'nin kullanım, tamir, bakım kolaylıkları gibi özelliklerinin olması endüstride kullanım alanını önemli ölçüde arttırmıştır. Bir PLC programı yazabilmek için öncelikle sistemin çalışma mantığını ve elektrik kumanda mantığını bilmek gerekir. Girişinden aldığı bilgi ve komutlar ile çalışır. Ani temaslı buton, seçici anahtar, dijital anahtar, çeşitli elektronik sensörler vb. aldığı bilgiyi program yazılımcısı tarafından yazılan programa göre işleyen ve kontrol işaretini ilgili çıkışa aktarım sağlayarak sistemi çalıştıran mikroişlemci tabanlı bir cihazdır. Şekil 3.18.'de PLC'nin çalışma yapısı gösterilmiştir.



Şekil 3.18 PLC'nin çalışma yapısı

CPU PLC'nin en önemli kısmıdır. En önemli özelliği, girişleri okumak, kontrol programını çalıştırmak ve buna göre çıkışları güncellemektir. CPU birimi ALU, zamanlama/kontrol devreleri, akümülatör, hafıza, program sayıcısı, adres yığını ve komut kaydedicilerini içermektedir. Bir PLC, içerdiği kontrol programını Şekil 3.19.'da gösterildiği gibi sürekli tarama yaparak çalıştırır.

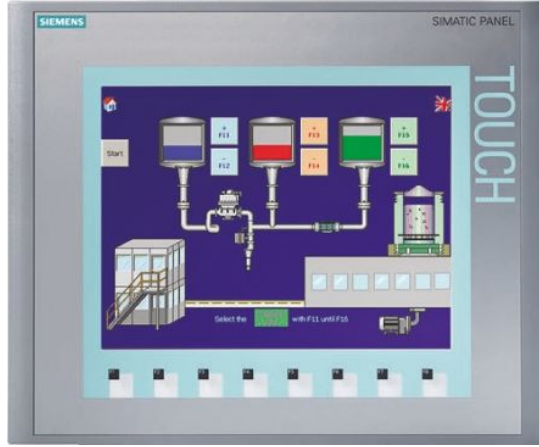


Şekil 3.19 Program tarama çevrimi

3.2.2 İnsan Makine Arayüzü (HMI)

HMI panel, PLC sistemleri kullanılarak gerçekleştirilen otomasyon sistemleri ile kullanıcı arasında etkileşimi sağlayan ürünlerdir. Endüstride çoğunlukla operatör paneli

olarak adlandırılmaktadır. Projede HMI panel olarak Şekil 3.20.'de gösterilen Simatic Touch panel kullanılmıştır.



Şekil 3.20 Touch panel HMI

HMI paneller üzerlerinde bir işletim sistemi bulunduran mikrobilgisayarlardır. Genel olarak işletim sistemleri kullanıcıya kapalıdır ve kendilerine özel editörler yardımı ile programlanırlar. HMI panelin kullanım amacı operatörün girdiği komutları otomasyon sistemine aktarmak, otomasyon sisteminden aldığı proses verilerini de ekranında görüntülemektir. Otomasyon sisteminin boyutuna göre veriler birkaç sayfada gösterilebileceği gibi, onlarca ana ve alt sayfadan oluşan karmaşık bir yapıda görülebilir. HMI paneller birçok farklı marka PLC ile haberleşebilme özelliklerini üzerinde taşıdıkları haberleşme portları ile sağlamaktadırlar. Bu çalışmada operatör paneli ile PLC arasında Ethernet tabanlı bir haberleşme sağlanmıştır. Operatör panelleri çoğunlukla kullanıcının çalışma alanına yakın bölgelere konumlandırılır.

3.2.3 Endüstriyel PC (IPC)

Bir endüstriyel PC ile masaüstü bilgisayarların aslında teknik özelliklerinin çoğu temelde aynıdır. Endüstriyel PC'lerin en önemli özelliği üretim yapılan tesisler gibi zor çevresel ortamlarda kullanılmak üzere tasarlanmış olmasıdır. Yaygın olarak aşağıda yer alan uygulamalarda kullanılır.

- Veri toplama için analiz etme, istatistiksel süreç kontrolü ve otomatik makine ekipmanları kontrol uygulamaları
- Proses donanımları, hareket kontrolü
- Üretim, hücre denetleyicileri
- Genel otomasyon ve fabrika uygulamaları

Endüstriyel bilgisayarlar, özellikle standart bilgisayarların tam yeterli gelmediği, zorlu ortam koşullarına (yüksek sıcaklık, nem, toz, vibrasyon, enerji dalgalanmaları) dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sebeple özellikle üretim yapılan yerlerde standart bilgisayarlar yerine, endüstriyel bilgisayarlar tercih edilmelidir. Bu projede servo motor tahrikli değişken debili pompa ile çalışan sistemde kullanılmak üzere Şekil 3.21’de gösterilen endüstriyel PC tercih edilmiştir.



Şekil 3.21 Endüstriyel PC (IPC)

3.2.4 Servo Motor Sürücü

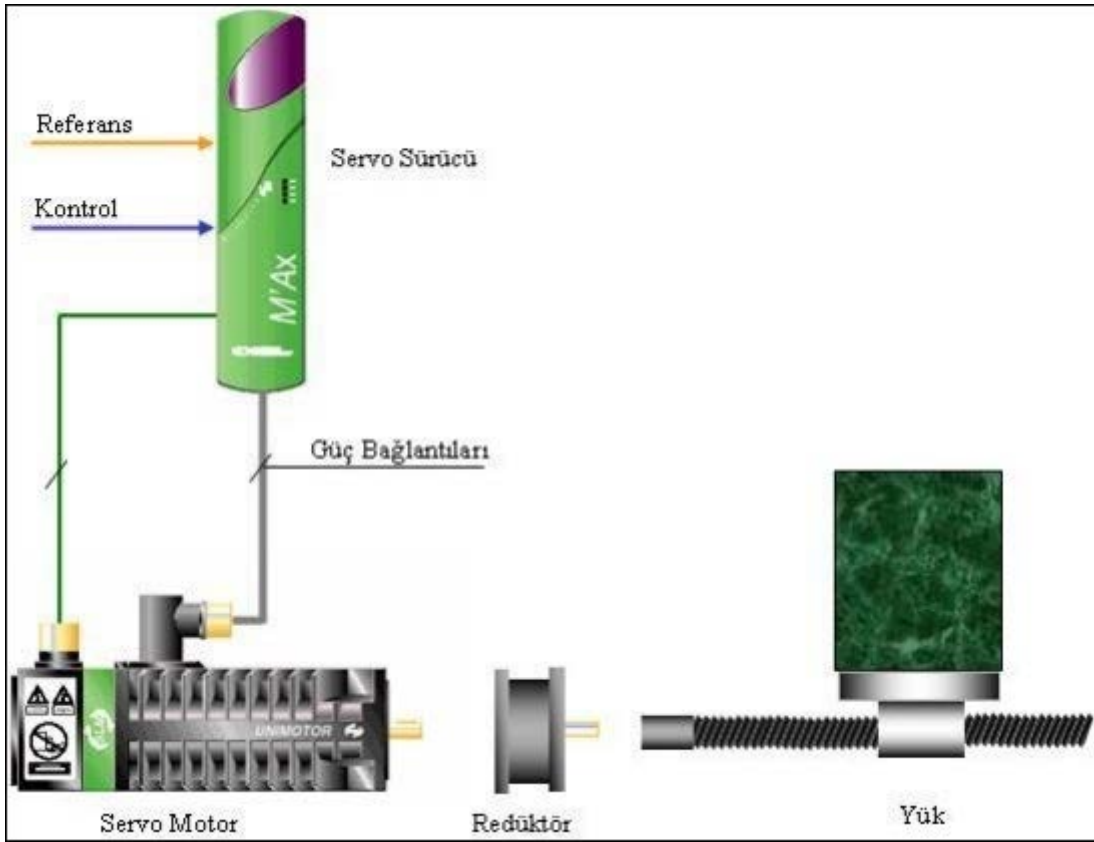
Motor, redüktör ve yükten oluşan servo sistemin tork, hız yada pozisyon değişkenlerinden herhangi birinin bu değişkenle ilgili verilen komut değerini takip ederek kontrol edilmesini sağlayan elektronik güç elemanıdır. Servo sürücüler DC ve AC servo sürücüler olarak ikiye ayrılır.

Servo motorların en önemli özelliği kendisine özel bir sürücüsünün olmasıdır. Tek başına sürücü yeterli değildir. Çünkü sürücü, kendisine aktarılan bilgileri (verileri) servo motora iletir ve pozisyonun uygun yerde ve hızda olup olmadığını, geri besleme elemanları ile kontrol eder. Sistemin özelliğine göre bu elemanlar aşağıdaki gibi seçilirler.

- Mutlak Pozisyon Ölçümü İhtiyacı: Resolver veya Sin-Cos Encoder
- Yüksek Hız Çalışma: Artımlı Encoder
- Düşük Hız Çalışma: Resolver veya Encoder

- Doğruluk (Hassasiyet): Artımlı Encoder
- Yüksek Sıcaklıkta Çalışma: Resolver

Servo sürücü devresi için Şekil 3.22’de görüldüğü gibi servo motor ve sürücüsü arasında iki bağlantı vardır. Bunlardan biri güç bağlantısı, diğeri ise servo motor üzerinde yer alan geri besleme elemanı yani bir encoder bağlantısıdır. Ayrıca sürücü üzerinde, sistemdeki diğeri cihazlarla haberleşme için haberleşme portları da yer almaktadır. Böylece motorun mili istenen sisteme bağlanabilmektedir.



Şekil 3.22 Servo motorun sürücüsü ile bağlantı şekli

Örnek olarak sonsuz vida, dişli kutusu, kayış-kasnak taşıyıcı, vs. verilebilir. Yapılan projede servo motor doğrudan değişken debili hidrolik pompaya bağlanmıştır. Servo motor tahrikli değişken debili pompa ile çalışan sistem Şekil 3.23’de gösterilmiştir.



Şekil 3.23 Servo motor ve değişken debili hidrolik pompa

3.2.5 Basınç Sensörü

Gaz yada sıvı durumdaki akışkanların basınç değerlerini ölçüp doğrusal olarak elektrik sinyallerine çeviren sensörlerdir. Bu sensörlerin farklı basınç değerlerinde ölçüm yapabilen çeşitleri mevcuttur. Mutlak basınç, basınç ve fark basınç sensörleri olarak üç farklı grupta toplanabilen basınç sensörleri, üretilişi açısından değişiklikler gösterirken, ölçüm metotları ve ölçüm elemanları yönünden birbirlerine benzerler.

Akışkan ile ölçüm yapan elemanı birbirinden ayıran bir diyafram yer almaktadır. Bu diyafram, özel ve hassas bir şekilde imal edilen paslanmaz malzemedен oluşmaktadır. Ölçüm elemanı ile diyafram arasında basıncı ileten özel bir madde bulunur. Basınçla doğrusal olarak, ölçüm elemanı üzerindeki direnç değişiminden milivolt cinsinden bir çıkış alınır. Bu çıkış, yükseltici devre vasıtasıyla yükseltilerek sensör çıkışı, ölçümü daha kolay olan 4-20 mA ya da 0-10 V gibi analog sinyal haline getirilir. Basınç sensörünün içerisinde bulunan elektronik devrede sıcaklık farklarından dolayı ölçüm çıkışında olabilecek hataları ortadan kaldırmak ve doğrusallığı artırmak için, sıcaklık dengeleme devreleri kullanılır. Sensör gövdesi ve akışkanla bağlantılı halde olan diğer tüm parçalar, paslanmadan kaynaklanabilecek ölçüm hatalarına karşı genellikle paslanmaz çelik malzemedен imal edilir. Gövde tek parça yada çok parçalı yapıda olabilir. Yapılan hidrolik pres makinelerinde yer alan hidrolik güç ünitelerinin üzerinde Şekil 3.24'te gösterilen basınç sensörü kullanılmıştır.



Şekil 3.24 Basınç sensörü

3.2.6 Lineer Pozisyon Sensörü (Lineer Cetvel)

Bir sistem içerisinde yer alan elemanın pozisyonunun lineer olarak ölçülmesini sağlayan elemanlardır. Üzerlerinde yer alan pozisyonlama elemanları sayesinde cetvelin uzunluğuna göre çıkışında elektrik sinyali üretirler. Çıkışında üreteceği sinyal opsiyonel olarak değişebileceği gibi ölçüm prensibi olarak kendi iç yapısı da değişmektedir. Günümüz teknolojisinde endüstride potansiyometrik, manyetik, indüktif vb. ölçüm prensibinde çalışan lineer cetveller bulunmaktadır. Bu proje kapsamında iki hidrolik pres makinesinde de koç ve pot tablalarının lineer pozisyonları için endüktif prensibinde çalışan lineer pozisyon sensörleri kullanılmıştır. İndüktif çalışma prensibinde ki lineer cetvellerin iç yapısında özel RLC sarımları bulunmaktadır. Elektromanyetik gürültülere karşı korumalı olan bu sensörler, indüktif yapıda oldukları için çevresindeki manyetik alan değişimlerinden etkilenmezler. Şekil 3.25'te projede kullanılan indüktif yapıdaki lineer pozisyon sensörü gösterilmiştir.



Şekil 3.25 Endüktif lineer pozisyon sensörü (Lineer cetvel)

3.2.7 Oransal Basınç Valfi ve Valf Kontrol Kartı

Bir hidrolik sistem içerisinde değişken değerlerde basıncın oluşturulması gereken durumlarda ilgili hidrolik blok hattına montaj edilen elemanlardır. Üzerinde yer alan 24 Vdc ile beslenen elektronik kart sayesinde girişine gelecek 0-10 V arasında değere göre regüle edilmiş bar aralığında içerisinde yer alan valf açıklığını oransal olarak ayarlayan elemanlardır. Üzerinde yer alan elektronik kartlar çok hassas ve maliyetli ürünlerdir. Bu çalışmada iki hidrolik pres makinesinde de koç ve pot tablalarının basıncını ayarlamak için ayrı ayrı oransal basınç valfleri hidrolik bloğunun ilgili yerlerine bağlantısı yapılmıştır. Şekil 3.26'da gösterilen oransal basınç valfi ve valf kontrol kartı projede kullanılmıştır.



Şekil 3.26 Oransal basınç valfi ve valf kartı

3.2.8 Sıcaklık Sensörü

Projede hidrolik yağ sıcaklığını ölçmek için özel prob uçlu çıkışı 4-20 mA olan sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Sıcaklık sensöründen kısaca bahsedecek olursak ucundaki prob vasıtasıyla ortamdaki sıcaklık değişimiyle direnci değişmekte olup sensör içerisinde yer alan özel entegre devre ile bu direnç değişimine göre çıkışına 4-20 mA olarak elektrik sinyali üreten elemanlardır. Sıcaklık sensörleri hidrolik güç ünitelerinin içerisinde yer alan hidrolik yağın sıcaklığını algılayabilecek şekilde uygun bir bölgeye montajları yapılmıştır. Prob uçları hidrolik yağ ile temas halindedir. Projede kullanılan sıcaklık sensörü Şekil 3.27'de gösterilmiştir.



Şekil 3.27 Sıcaklık sensörü

3.2.9 Ultrasonik Sensör

Bir cismin var olduğunu saptamak için kullanılan sensörlerden bir tanesi de ultrasonik sensörlerdir. Bu sensörler, yaydığı ses dalgalarının cisimlere çarpıp geri yansımaları prensibi ile çalışır ve bu prensip ile cismin olup olmadığı bilgisini verir. Ultrasonik dalgaların yansıma özelliği kullanılarak ultrasonik sensörler üretilmiştir. Genel itibarıyla sıvılar, sert yapıdaki cisimler vb. ürünler ultrasonik ses dalgalarının büyük bir kısmını geriye yansıtırlar. Bununla birlikte pamuklu ve yünlü ürünler ultrasonik dalgaları emerler.

Piezoelektrik seramiklere bir voltaj uygulandığında, uygulanan voltajın genliğine ve birim zamandaki periyoduna göre bir mekanik titreşim oluşur. Öte yandan bu olayın tam tersi olarak, piezoelektrik seramiklere mekanik bir titreşim uygulandığında, titreşimin şiddetine bağlı olarak bir voltaj oluşur. Bu iki prensipten yola çıkarak ultrasonik sensörler üretilmiştir. Ultrasonik sensörlerde alıcı ve verici olmak üzere iki bileşen bulunmaktadır. Ultrasonik dalgayı oluşturan verici ve vericinin gönderdiği dalgayı döndüğünde algılayan alıcının yapısında ince piezoelektrik seramikler yer almaktadır. Ultrasonik sensörlerde bu alıcı, verici yapısı birbirinden bağımsız olabileceği gibi birleşik olarak da bulunabilir.

Ultrasonik sensörler genel olarak endüstriyel uygulamalarda kullanıldığı gibi farklı alanlarda da kullanımları mevcuttur. Örnek olarak; otomatik kapı sensörleri, araç park sensörleri, hırsız algılama sensörleri gibi sensörler ultrasonik sensörlerin kullanıldığı bazı alanlardır. Endüstriyel uygulamalarda ise sıvı seviyesi algılama, sert cisimlerin var yok uygulamalarında ve daha birçok uygulamada kullanılırlar. Projede hidrolik güç ünitesi içerisinde yer alan hidrolik yağın seviye ölçümü için ultrasonik sensörler kullanılmış olup, hidrolik güç ünitesi üzerine montajı yapılmıştır. Projede kullanılan ultrasonik sensör Şekil 3.28’de gösterilmiştir.



Şekil 3.28 Ultrasonik sensör

3.2.10 Enerji Analizörü

Enerji analizörleri bir elektrik sistemindeki akım, gerilim ve güç gibi değerleri ölçmek için tasarlanmış cihazlardır. Ölçülen değerler cihazın üzerinde bulunan display de görülebildiği gibi, veri olarak bir işlemciye de aktarılabilir. Parametre ayarları ile ayarlanabilir röle çıkışlarına sahip olan enerji analizörleri sayesinde diğer sistemlere bilgi gönderilebilir ve bu sistemler kontrol edilebilir. Yeni nesil enerji analizörleri sayesinde ölçüm bilgilerini GPRS ile internetten kontrol etmek bile mümkün hale gelmiştir.

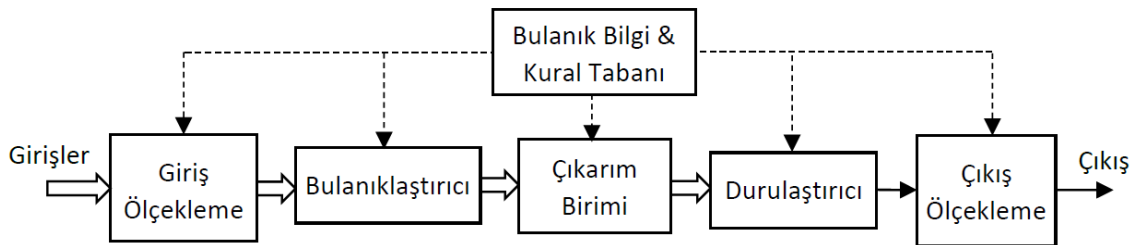
Enerji analizörleri ile her bir faz için faz gerilimi, fazdan çekilen akım ve güç değerleri ile birlikte şebeke frekansı, güç çarpanı gibi değerler gözlemlenebilir. Projede Şekil 3.29’da gösterilen PAC3200 tipi enerji analizörü kullanılmıştır.



Şekil 3.29 Enerji analizörü

3.3 Bulanık Mantık

Dünyamız karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşıklık genel itibariyle kesin düşünce ve kararların verilmemesinden kaynaklanan belirsizlikten dolayıdır. Birçok iktisadi, teknik ve sosyal konularda insan düşüncelerinin tam anlamıyla olgunlaşmamış olmasından dolayı hep bir belirsizlik vardır. İnsanlar aracılığıyla geliştirilmiş olan bilgisayarlar, bu tarz belirsizlikleri işleyemezler ve çalışmalarını için sayısal bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bilgisayarların, insanların eksik ve belirsiz bilgi içeren düşünme kabiliyetinden farklı olarak veri ile işlem yapabilme yeteneği vardır. Genel itibariyle karmaşık, belirsiz, eksik ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık kaynaklar adı verilir. Zadeh tarafından, dünyada ki sorun ne kadar çok detaylı incelenirse, çözümünde o kadar çok kararsız ve bulanık bir hal alacağı ifade edilmiştir (Zadeh, 1996). Bulanık mantık ile ilgili ilk bilgiler, Azerbaycan asıllı Lütfü Askerzade Zadeh tarafından literatüre girmiştir, ama bu fikirler batı dünyasında şüpheli bir yaklaşıma ve çok sayıda eleştiriye maruz kalmıştır. Fakat 1970'li yıllardan itibaren doğu dünyasında ve özellikle Japonya'da bulanık mantık kavramlarının önem kazanmasıyla birlikte, bulanık mantığın teknolojik cihaz yapım ve işleyişinde kullanılıyor olmasıyla bu kavramının tüm dünya üzerinde tanınmasına neden olmuştur. 1975 senesinde Assilian ve Mamdani tarafından yapılan gerçek bir kontrol uygulaması sayesinde bulanık mantık kavramı ve sistemlerinin dünyada farklı araştırma merkezlerinde dikkat çekmesi sağlanmıştır. Bu araştırmacılar ilk kez bir buhar makinesinin bulanık mantık ile kontrolünü gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma ile, bulanık sistemlerle çalışmanın etkili bir yöntem olduğu anlaşılmıştır (Şen, 2004). Bulanık mantık kontrol, Şekil 3.30'da görüldüğü gibi en genel haliyle 5 temel bileşenden oluşur. Bunlar; giriş ölçekleme, bulanıklaştırıcı, çıkarım birimi, durulaştırıcı ve çıkış ölçekleme bileşenleridir (Altaş, 1999).



Şekil 3.30 Bulanık mantık kontrol sistemi genel yapısı

Bulanık mantık denetim işlemi optimum çıkışı elde etmek için genel olarak giriş bilgilerinin 0-1 aralığında bulanık küme (set) değerlerine dönüşmesiyle başlar. Daha sonra bilgi tabanına göre gerekli çıkarımlar sağlanarak oluşturulan kural tabanına göre uygun çıkış için bulanık küme (set) değerleri oluşturulur. En sonunda bu bulanık set değerlerinden durulaştırılmış kontrol çıkışı elde edilir (Özdemir, 2012).

Bulanık sistemde bilgi tabanı 2 kısımdan oluşur. Bunlardan veri tabanı kısmında karar verme biriminin kural tabanında da kullanılan bilgilerini içeren verileri, kural tabanı kısmında ise denetim amaçlarına uygun dilsel denetim kuralları bulunur (Aydogmus, 2009). Bilgi tabanından, dilsel denetim kurallarının tanımlanmasında ve bulanık mantık denetimindeki bulanık bilgi işleme sürecinde yararlanır. Kurallar kümesi denetimin amaçlarını, sürecini ve stratejisini belirler. Denetimi yapılan sistemle ilgili, bulanıklaştırma (fuzzification), bulanık çıkarım, durulaştırma (defuzzification) işlemleri sırasında gerek duyulan üyelik işlevi ve kural çizelgesi bilgileri veri tabanından (data base) kullanıma sunulur (Elmas, 2007).

3.3.1 Bulanıklaştırma ve Üyelik Fonksiyonları

Bulanık mantık için karar aşamasında bir durum bir sayı ile ifade ediliyorsa, bahsedilen durumun geçerlilik kazanması o sayının elde edilmesiyle mümkündür. Fakat bahsi geçen sayıya yakın olan sayılar karar aşamasının bir parçası şeklinde değer görmeyecektir. Öte yandan belli bir katsayı içerisinde bu sayısal değerlerin farklı kümelerin üyeleri şeklinde öne sürmekte istatistiksel yönden doğru olmayacaktır. Misal bir tezgah üzerinde işlem gören malzemenin sıcaklık değeri 38 °C'ye ulaşmış olması, tezgahın bakım aşamasını tetikleyen bir durumsa, sıcaklığın 35 °C'ye ulaşmış olması da benzer bakım aşamasının tetiklenmesi için bir ön şart olarak sınırlandırılabilir. Bu süreçte benzer temel hedefin içerisinde yer alan sayısal değerlerin komşuluğu üzerine konuşmak mümkündür.

Eğer $\forall R \in (-\infty, +\infty)$ 'da, bahsedilen kümenin bir ögesi ise $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu $R \rightarrow [0,1]$ değerleri arasında oluşur. Başka bir ifade ile A kümesi $A=[a_1, a_3]$ aralığında ise genel itibariyle $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu (3.1) eşitliğiyle gösterilebilir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ 1, & a_1 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases} \quad (3.1)$$

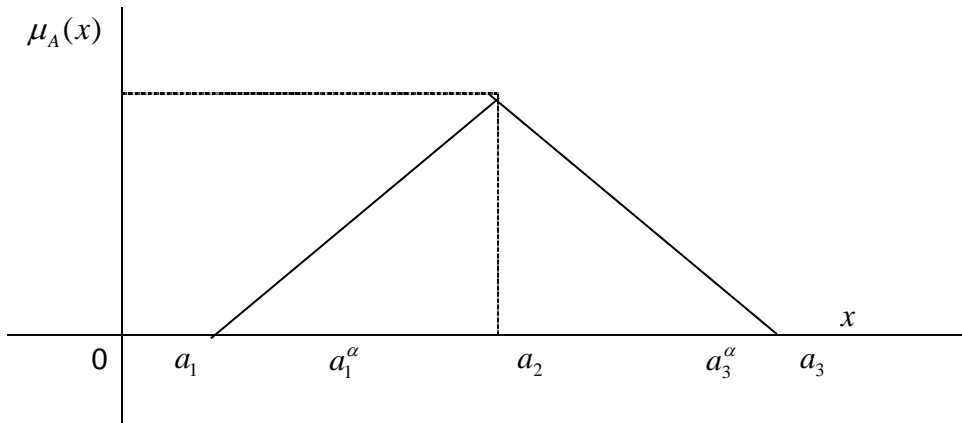
Üyelik fonksiyonları genel olarak, üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları başlıkları altında incelenmektedir.

3.3.1.1 Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Bulanıklaştırma amacıyla kullanılan $\mu_a(x)$ üçgensel üyelik fonksiyonu, (3.2) eşitliğinde tanımlanmıştır.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (3.2)$$

Bu ifadeye göre; küme $A=(a_1, a_2, a_3)$ olmalıdır. Burada a_2 normal değerli üyelik şeklinde tanımlanabilir. Bulanık mantık bu durumda bir α katsayısına bağlı bir şekilde a_2 'ye yakın değerlerin, bu değer üzerindeki anlamı ile gösterileceğini varsaymaktadır. Başka bir ifade ile a_2 'deki belirsiz durum, varsayılacak ya da dağılıma göre elde edilecek bir α katsayısı ile tolere edilebilir. Bahsedilen komşuluk Şekil 3.31'de gösterilmiştir. α katsayısı bulanık mantık kuramında kesim katsayısı şeklinde adlandırılmaktadır. a_1^α ve a_3^α sayısal değerleri ise a_2 normal değerinin yakınlığını oluşturan aralığın alt ve üst sınır değerleridir. Diğer bir ifade ile a_1^α ve a_3^α aralığındaki tüm sayısal değerler a_2 normal değeri ile aynı anlama sahiptir. a_1^α ve a_3^α değerleri (3.3) ve (3.4) denklemleri yardımıyla bulunabilir.



Şekil 3.31 Sayıların komşuluğu

$$\frac{a_1^\alpha - a_1}{a_2 - a_1} = \alpha \quad (3.3)$$

$$\frac{a_3 - a_3^\alpha}{a_3 - a_2} = \alpha \quad (3.4)$$

(3.3) ve (3.4) denklemlerinden $\forall \alpha \in [0,1]$ için $A_\alpha = [\alpha_1^\alpha, \alpha_3^\alpha]$ aralığı elde edilebilir. α_1^α ve α_3^α değerleri (3.5) ve (3.6) denklemlerinde gösterilmiştir.

$$a_1^\alpha = \alpha(a_2 - a_1) + a_1 \quad (3.5)$$

$$a_3^\alpha = a_3 - (a_3 - a_2)\alpha \quad (3.6)$$

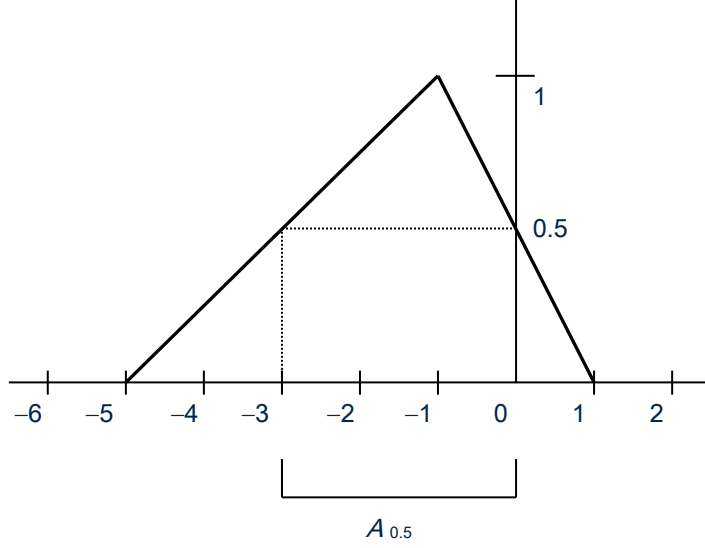
Örnek olarak üçgensel bulanık mantık sayısal değerlerine ait küme $A = (a_1, a_2, a_3) = (-5, -1, 1)$ ise bu durumda (3.7) denklem kümesinden üyelik fonksiyonu,

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < -5 \\ \frac{x+5}{4}, & -5 \leq x \leq -1 \\ \frac{1-x}{2}, & -1 \leq x \leq 1 \\ 0, & x > 1 \end{cases} \quad (3.7)$$

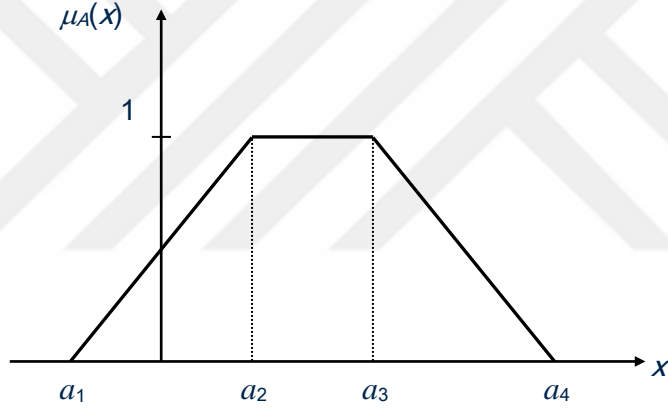
olarak elde edilir. Eğer karar veren α kesim katsayısını 0,5 olarak saptarsa -1 normal değerinin komşuları (3.5) ve (3.6) denklemlerinden $\alpha_1^{0,5} = -3$ ve $\alpha_3^{0,5} = 0$ olarak elde edilecektir. Başka bir ifadeyle -1 normal değeri ile benzer anlam seviyesinde yer alan sayılar kümesi $[-3,0]$ aralığıdır. Bahsedilen ilişik Şekil 3.32’de gösterilmiştir.

3.3.1.2 Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Bulanık mantık sayısal değerleriyle alakalı kümede normal olarak kabul gören iki değer varsa başka bir ifadeyle küme, $A = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$ şeklinde dört farklı değerden oluşursa böyle bir durumda üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyon tipinde elde edilecektir. Söz konusu komşuluk Şekil 3.33’deki gibi elde edilecektir (Yaralıoğlu, 2015). Burada $\mu_a(x)$ yamuk üyelik fonksiyonu (3.8) denkleminde gösterilmiştir.



Şekil 3.32 $A=(-5,-1,1)$ Kümesinin Komşuluğu



Şekil 3.33 Yamuk sayı komşuluğu

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (3.8)$$

3.3.2 Bulanık Kurallar ve Bulanık Çıkarım

İnsanlar sözel ifadeler ile etkileşim içerisinde oldukları zaman bu ifadeleri analiz ederek problemle alakalı tarafları eleştirme ve ilişki kurma sonucunda bazı kurallar ortaya koyarlar. Bu kurallardan bazıları, mantıksal süzgeçten geçip kabul edilebilir

olanları, günümüz matematiğinde kullanılan yöntemler olan diferansiyel ve integral hesaplamalarıyla somutlaştırmanın mümkün olmadığını söyleyebiliriz. Çünkü bu yöntemleri kullanılabilmesi için belirginlik gerekmektedir. İhtiyaç duyulan çözümlere erişebilmek için basit bulanık küme hesaplamaları ile bulanık alt kümeler arasında geçerli bağıntıyı kuracak bulanık küme kural yapılarının iyi bir şekilde biliniyor olması gerekmektedir. Doğal diller ne derece bulanık ve karmaşık olurlarsa olsunlar, insanlar arası iletişimin temelini oluşturmaları açısından önem arz etmektedirler. Bunun için bulanık söz ifadelerini işleyebilecek kural, kümeler ve işlemlere ihtiyaç duyulur (Şen, 2004). Bulanık terimler, dilsel “eğer”, “ise” (“if,””then”) kurallarından sonuç elde etmek için kullanılır.

Örnek olarak;

- Eğer hava “az sıcak” ise pencereyi “az aç”
- Eğer hava “sıcak” ve oda “nemli” ise pencereyi “çok aç”

Bulanık mantık sisteminin kural listesi ve üyelik fonksiyonları için genel olarak uzman kişilerden elde edilen bilgiler kullanılır. YSA ve benzeri metotlar da bulanık kuralları ve üyelik derecelerini belirlemek için kullanılabilir (Yaralıoğlu, 2015). Bulanık çıkarımın belirlenmesinde yaygın kullanılan dört farklı metot bulunmaktadır. Bunlar;

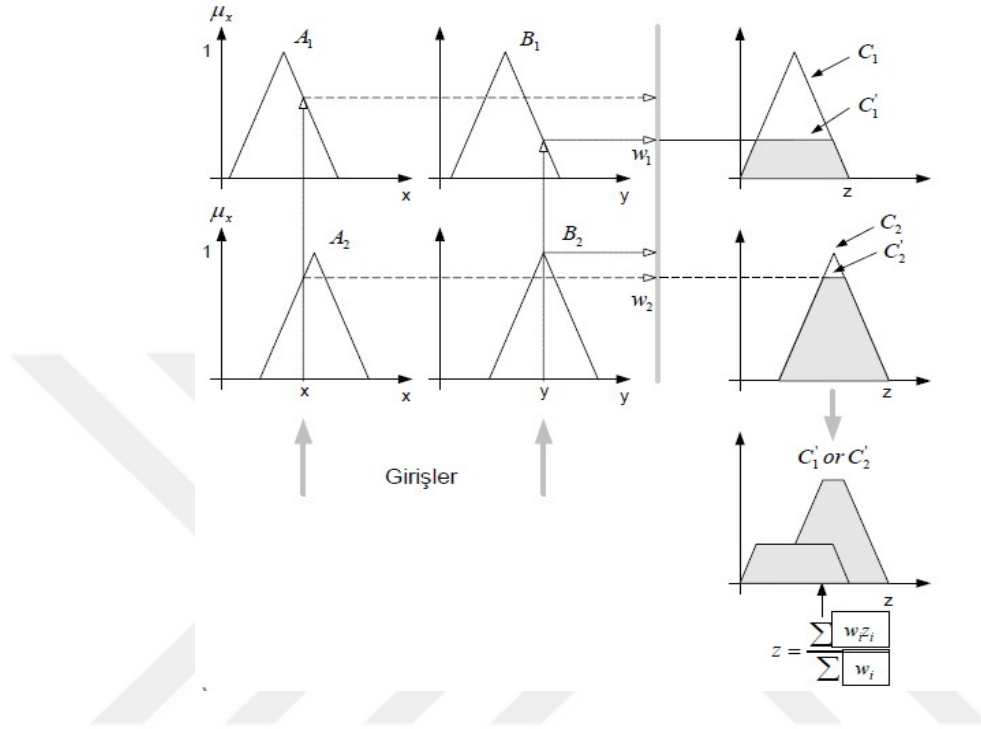
- Min-Max (Mamdani)
- Max-Dot (Mamdani)
- Sugeno
- Tsukamoto‘ dur.

Bu çalışmada, PLC ortamında yürütülmesi açısından sisteme en uygun çıkarım yöntemi olarak Min-Max yöntemi kullanılmasına karar verilmiştir. Şekil 3.34’te Min-Max çıkarım yöntemi gösterilmiştir.

3.3.3 Durulaştırma

Pratik uygulamalar içerisinde, özellikle aygıt ve mühendislik hesaplamalarında boyutlandırma işlemleri için kesin sayısal değerlere ihtiyaç vardır. Bu gibi durumlarda bulanık çıkarımlar yapılarak ya da verilen bilgilerden faydalanılarak gereken cevapların verilmesi için bulanık haldeki bilgilerin durulaştırılmasına ihtiyaç vardır. İnsanlık için yapay zeka çalışmalarında bulanık değişken küme, mantık ve sistemlerin önem arz etmesinin akabinde, bunların bulanık olabilecek çıkarımlarının kesin değerlere

çevrilmesi gerekmektedir. Bulanık halde bulunan bilgilerin kesin sonuçlar haline çevrilmesi için gerçekleştirilen işlemlerin hepsi durulaştırma işlemleri olarak adlandırılır (Şen, 2004).

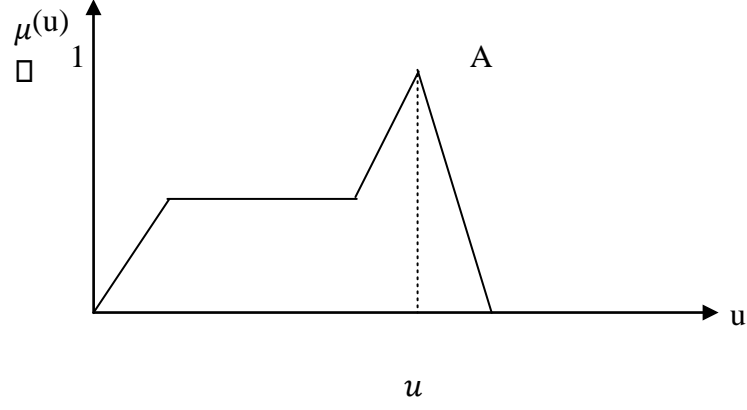


Şekil 3.34 Min-Max çıkarım yöntemi

Durulaştırma yöntemleri içerisinde altı farklı durulaştırma işleminin esasları anlatılacaktır. Bunlardan hangisinin kullanılıp kullanılmayacağına araştırma veya tasarım yapan mühendisin, elinde bulunan problemin çeşidine bağlı olarak karar vermesi gerekmektedir.

3.3.3.1 En Büyük Üyelik İlkesi

Yükseklik yöntemi olarak da bilinen bu ilkenin kullanılması için tepeleri olan bulanık çıkarım kümelerine ihtiyaç vardır. En büyük üyelik ilkesi ile durulama yöntemi Şekil 3.35.'te gösterilmiştir.



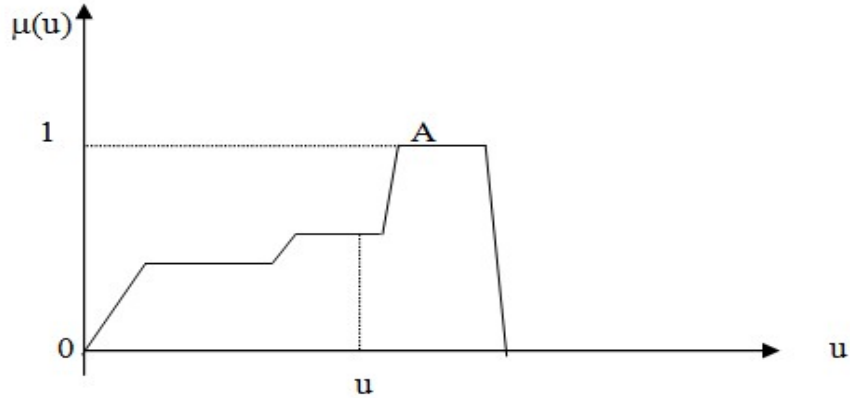
Şekil 3.35 Üyelik fonksiyonlarının max noktaları ile durulama işlemi

3.3.3.2 Ağırlık Merkezi Yöntemi

Bu yöntem durulaştırma işlemlerinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Ağırlık merkezi ile durulama yönteminin denklemi (3.9)'da ve grafiği Şekil 3.36'da gösterilmiştir.

$$U = \frac{\int \mu(u).u.du}{\int \mu(u).du} \quad (3.9)$$

Burada; u parametresi kümenin merkeze olan uzaklığını, $\mu(u)$ ise üyelik değerini ifade etmektedir.



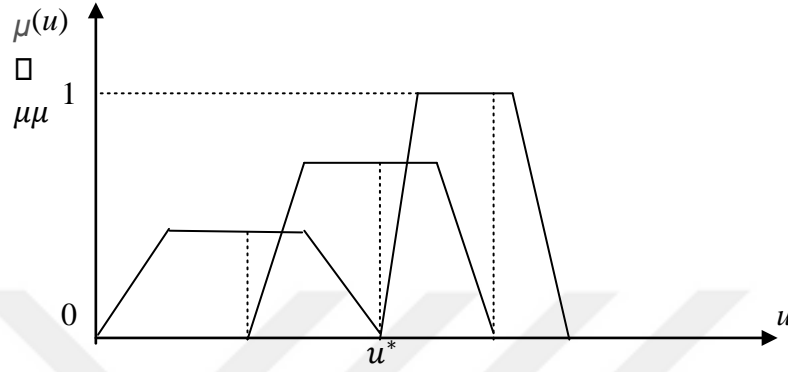
Şekil 3.36 Ağırlık merkezi yöntemi ile durulama işlemi

3.3.3.3 Ağırlık Ortalama Yöntemi

Bu yöntem sadece simetrik çıkışlı üyelik fonksiyonları için kullanılmaktadır. Her bir simetrik üyelik değerinin tepe noktası saptanarak, ortalamaların alınmasıyla

yapılmaktadır. Ağırlıklı ortalama ile durulaştırma yönteminin denklemi (3.10)'da ve grafiği Şekil 3.37'de gösterilmiştir.

$$u = \frac{\sum \mu(u) \cdot u}{\sum \mu(u)} \quad (3.10)$$

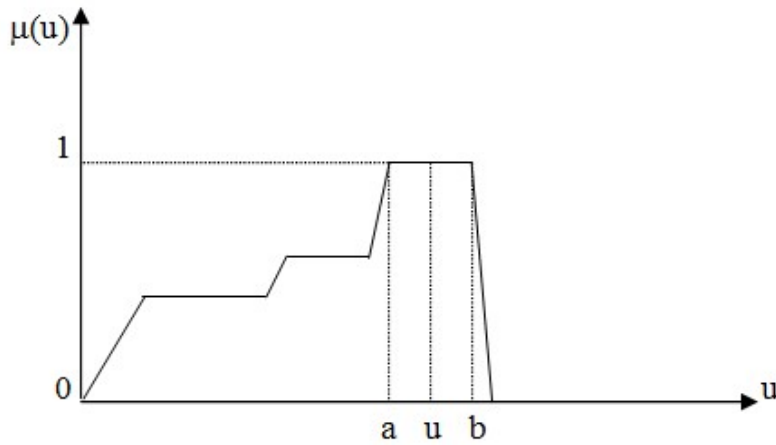


Şekil 3.37 Ağırlıklı ortalama yöntemi ile durulama işlemi

3.3.3.4 Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi

Bu yöntem en büyük üyelik ilkesi yöntemine benzemektedir. En büyük üyeliklerin ortalaması alınır. Ortalama en büyük üyelik ile durulaştırma yönteminin denklemi (3.11)'de ve grafiği Şekil 3.38.'de gösterilmiştir.

$$u = \frac{a+b}{2} \quad (3.11)$$

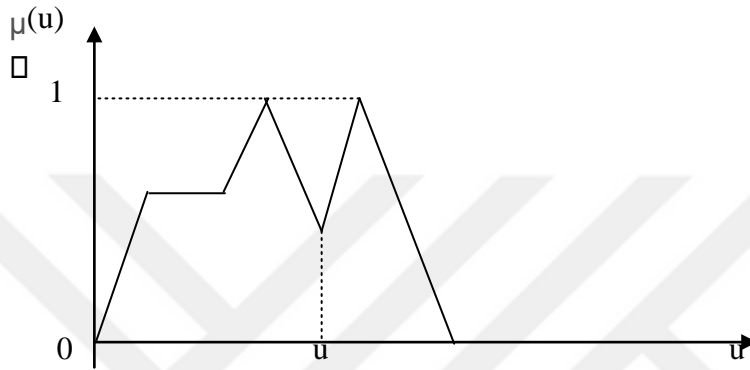


Şekil 3.38 Ortalama en büyük üyelik yöntemi ile durulama işlemi

3.3.3.5 En Büyük Alan Merkezi Yöntemi

Eğer bulanık çıkarımlar en az iki tane dışbükey üyelik elemanından oluşuyorsa bu yöntem tercih edilebilir. Bu yöntemde dışbükey olmayan üyelik değerlerinin bileşkeleri parçalanarak durulanır. En büyük alan merkezi ile durulama yönteminin denklemi (3.12)'de ve grafiği Şekil 3.39.'da gösterilmiştir.

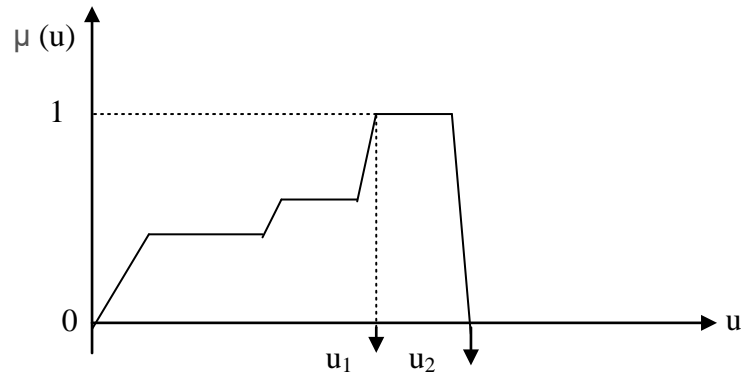
$$u = \frac{\int \mu_{AK}(u).u.du}{\int \mu_{AK}(u).du} \quad (3.12)$$



Şekil 3.39 En büyük alan merkezi yöntemi ile durulama işlemi

3.3.3.6 En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi Yöntemi

Bu yöntem tüm bulanık çıkarımlarda kullanılabilir bir yöntemdir. En büyük ilk veya son üyelik derecesi ile durulama yönteminin grafiği Şekil 3.40'ta gösterilmiştir.



Şekil 3.40 En büyük ilk veya son üyelik derecesi ile durulama işlemi

3.3.4 Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları

Kullanılan bulanık mantık denetleyicilerle ilgili başlıca avantajlar, eleştiriler ve dezavantajlar bu bölümde açıklanmıştır. Avantajları sıralayacak olursak;

- Günlük hayatımızda olduğu gibi belirsiz, zaman içerisinde deĐiŐiklik gösteren, karmaşık yapıda, tanımını iyi yapılmamıŐ sistemlerin kontrolüne anlaşılır basit çözümler getirir.
- Sistem basit bir matematiksel modelleme ile tanımını yapılabilen bir sistemse bu durumda standart bir kontrol kfi olacaktır. Ama karmaşık bir sisteme standart bir mantığı uygulamak hem çok g hem de maliyetler açısından yüksek değerlere ulaŐabilmektedir. Öte yandan bulanık mantık kontrolü standart mantığa göre sistemi daha iyi çözümlenebileceği gibi daha ekonomik bir yapıdadır.
- Bulanık mantık kontrolde iŐaretlerin bir ön işleme tabi olmaları ve oldukça geniş bir alanda yer alan değerlerin olabildiğince minimum sayıda üyelik fonksiyonlarına indirgenmeleri sebebiyle bulanık kontrol genel olarak daha basit bir yazılımla daha hızlı bir Şekilde sonuçlanır.
- Bulanık mantık denetimin sağladığı avantajlardan biride doğrudan kullanıcı girdilerine ve kullanıcının deneyimlerinden yararlanabilmesine olanak sağlamaktır.

Bulanık denetleyicilere yönelik bazı eleŐtirilerde yapılmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

- Bulanık mantık kontrolcülerinin süreç hakkında daha çok bilgiye ve algılama elemanına gereksinim duyması nedeniyle hem maliyetli hem de daha az güven vermesi ki bu durum her zaman için doğru değildir. Örneğin Mitsubishi tarafından üretilen klimalardan birinde, standart kontrolcüye göre daha az algılama elemanı kullanılmıştır.
- Bulanık mantık kontrolcüleri standart kontrolcülere göre kıyaslanacak olursa sergilediği yüksek performans doğrusal olmayan kontrolcü aracılığıyla da elde edilebilir. Bu durum gerçekleŐse bile yüksek ihtimalle doğrusal olmayan kontrolcüde olduğu gibi daha küçük kapasiteli bir işlemci ile gerçekleŐtirilemeyecektir.

Dezavantajlarından bahsedecek olursak;

- Bulanık denetimde ortaya atılan ve kullanılan kurallar deneyimlere yüksek ölçüde bağlıdır.
- yelik fonksiyonlarının seçilmesinde belirlenmiş bir yöntem bulunmamaktadır. En optimum fonksiyon denenerak bulunmamaktadır. Bu durum çok uzun sürebilir.

- Kontrol edilen sistemin bir kararlılık analizi yapılamamaktadır ve sistemin sürece nasıl tepki vereceği öncesinden kestirilemez. Yapılabilecek tek şey benzetme çalışmasıdır (Yaralıoğlu, 2015).



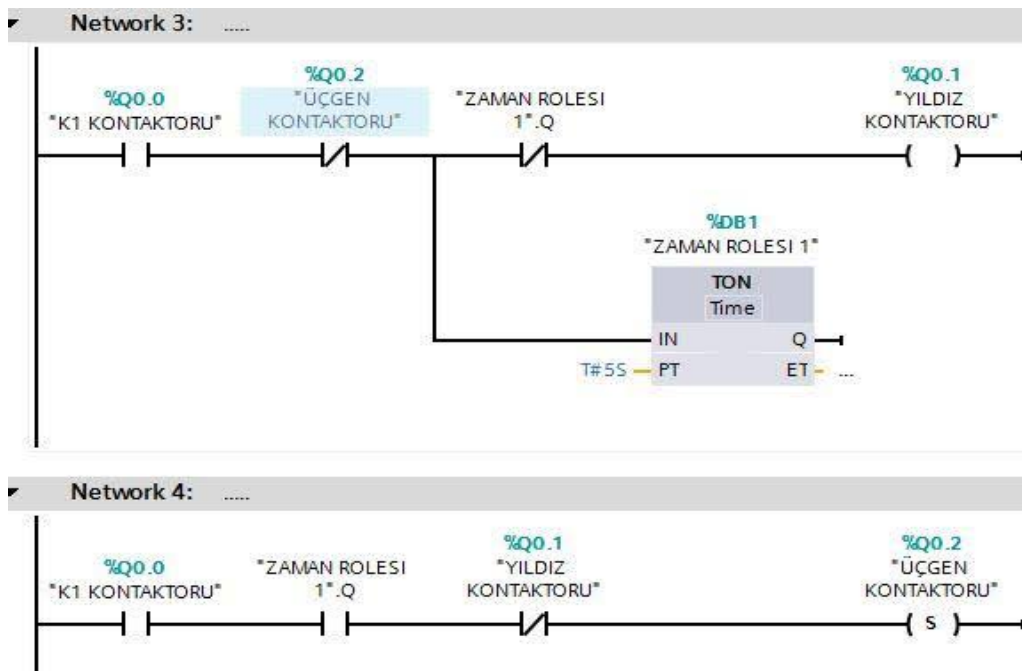
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Geleneksel PLC'lerde Kod Yazma

PLC'ler (Programlanabilir Mantıksal Denetleyiciler), fabrikalardaki üretim bölümlerinde veya makinelerin kontrolü gibi işlemlerin denetiminde kullanılan otomasyon cihazıdır. Normal bilgisayarların aksine PLC'nin birçok giriş ve çıkışı (I/O) vardır. En büyük artıları ise elektriksel gürültülere, sıcaklık farklarına ve mekanik darbelere karşı dayanıklı tasarlanırlar. Bu denetleyici sistem, giriş bilgilerini gözle görülmeyecek hızlarla tarayarak buna uygun çıkış bilgilerini gerçek zamana yakın, cevap verecek şekilde çalışır. PLC, kısa sürede daha çok ve kaliteli ürün üretme, çok düşük hata oranlarına sahip üretim yapma gibi unsurların ön plana çıkmasında büyük rol oynar. PLC içerisine yazılan programlama dilleri, genel itibariyle merdiven (ladder) diyagramı, fonksiyon bloğu, yapısal metin (structure text) ve komut listesi (instruction list) şeklinde sıralanabilir.

4.1.1 Merdiven (Ladder) Diyagramı Programlama Dili

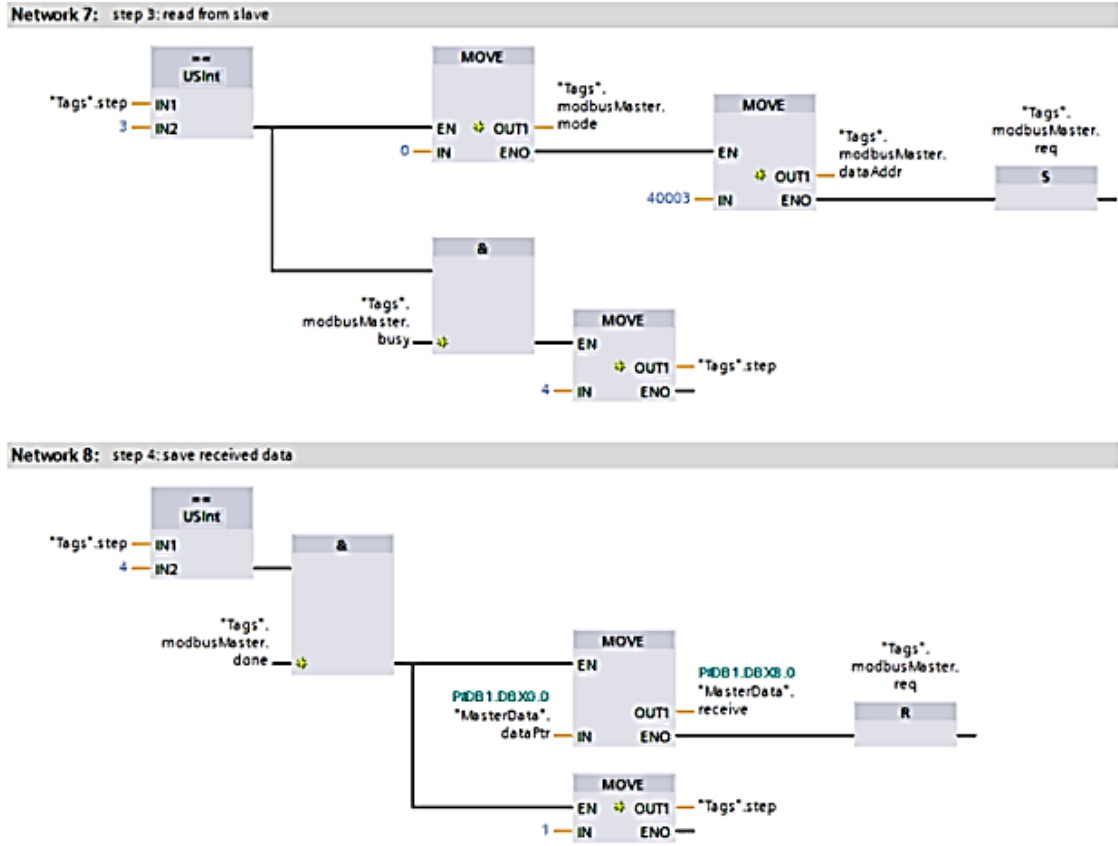
PLC programlama yapılırken en yaygın kullanılan dillerden biridir. Elektrik devrelerini temel alan programlama dilidir. Kısaca LD (Ladder Diagram) olarak bilinmektedir. Programlama yapılırken yazılan komutlar alt alta yazıldığı için merdiven görünümü oluşturmaktadır. Bu yüzden Merdiven (Ladder) diyagramı programlama dili denir. Şekil 4.1'de merdiven (ladder) programlama dili örneği yer almaktadır.



Şekil 41 Merdiven (Ladder) programlama dili örneği

4.1.2 Fonksiyon Blok Diyagram (FBD) Programlama Dili

Sinyal ve veri akışını fonksiyon blokları üzerinden anlatmak için kullanılan grafiksel bir dildir. Fonksiyon blok diyagramı, kontrol sistemleri algoritmaları ile mantık kapıları arasındaki ara bağlantıyı ifade etmek için çok kullanışlıdır. Şekil 4.2’de fonksiyon blok diyagram (FBD) programlama dili örneği yer almaktadır.



Şekil 42 Fonksiyon blok diyagram (FBD) programlama dili örneği

4.1.3 Structured Text (ST) Programlama Dili

Yapısal programlamayı teşvik eden üst düzey bir programlama dilidir. PASCAL’a çok benzer bir yapısı (sözdizimi) vardır. Yani daha çok programlamayı bilenleri hedef almaktadır. Şekil 4.3’te structured text (ST) programlama dili örneği yer almaktadır.

```

IF... CASE... FOR... WHILE... (*...*) REGION
OF... TO DO... DO...

1 REGION REGION 1
2   FOR #i := 0 TO 4 DO
3     IF #myArray[#i] = 3 THEN
4       #bAnElementIs3 := TRUE;
5       EXIT;
6     END_IF;
7   END_FOR;
8 END_REGION
9
10 REGION REGION 2
11  FOR #i := 0 TO 4 DO
12    IF #myArray[#i] = 3 THEN
13      #bAnElementIs3 := TRUE;
14      EXIT;
15    END_IF;
16  END_FOR;
17 END_REGION
18
19 REGION REGION 3
20  FOR #i := 0 TO 4 DO
21    IF #myArray[#i] = 3 THEN
22      #bAnElementIs3 := TRUE;
23      EXIT;
24    END_IF;
25  END_FOR;
26 END_REGION
27

```

Şekil 43 Structured text (ST) programlama dili örneği

4.1.4 Instruction List (IL) Programlama Dili

Benzer talimatlara dayanan assembler benzeri düşük seviyeli bir PLC programlama dilidir. Şekil 4.4'te instruction list (IL) programlama dili örneği yer almaktadır.

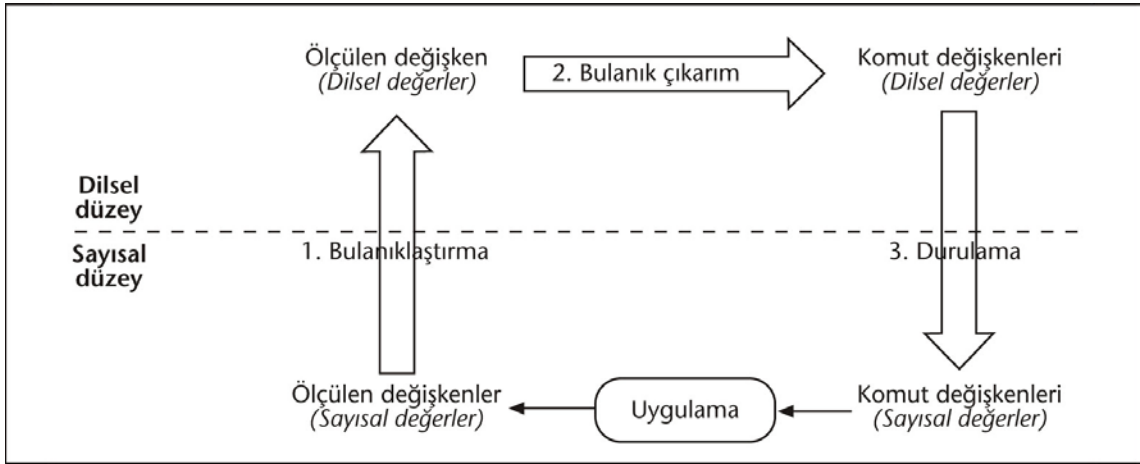
Network 1:				RLO	Value
1	A	"Motor_1_Enabled"	1	1	
2	AN	"Motor_1_EmergencyStop"	0	1	
3	JC	n_OK	1		
4	=	"Motor_1_Start"	1	1	
5	AN	"Motor_1_SpeedOK"	0	1	
6	AN	"Motor_1_BreakesEnabled"	0	0	
7	=	"Motor_1_Stop"	0	0	
8	JU	End			
9	n_OK: SET				
10	AN	"Motor_1_BreakesEnabled"			
11	=	"Motor_1_Stop"			
12	End: NOP	0	0		

Şekil 44 Instruction list (IL) programlama dili örneği

Bu çalışmada, kullanılan PLC içerisinde yazılan programda yazılım dili olarak genel itibariyle anlaşılır olabilmesi adına merdiven (ladder) diyagramı kullanılmıştır. Bulanık mantık kontrol gibi merdiven (ladder) diyagramı ile yazılması zor program kısımlarında ise yapısal metin (structured text) yazılım dili tercih edilmiştir. Yapısal metin (Structured text) yazılım dili, programlama mantığına daha çok hakim yazılımcılar tarafından zor, karmaşık algoritmaların daha kısa süren kodlamalar ile yazılıma aktarılmasını sağlamaktadır. Yapısal metin (Structured text) formatı bu açıdan hem kolaylık sağlamakta hem de programın çevrim süresini daha kolay bir şekilde yerine getirmesini sağlamaktadır. Merdiven (Ladder) diyagramı basit ve karmaşık seri PLC'lerde yazılabildiği gibi, yapısal metin (structured text) yazılım dili sadece karmaşık seri PLC'lerde kullanılabilir.

4.2 PLC Tabanlı Bulanık Mantık Kontrol

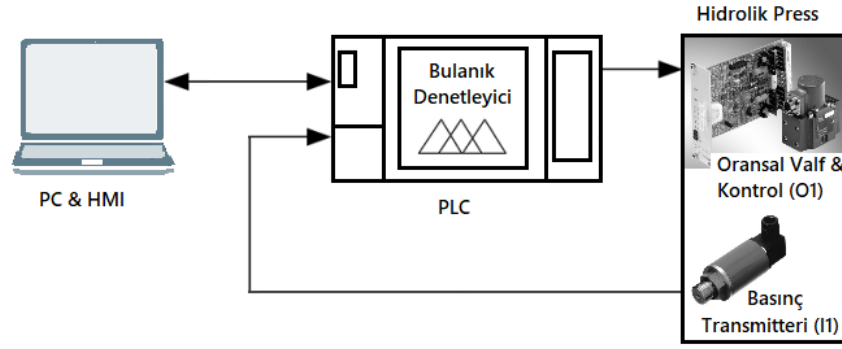
Yapılan çalışmada asenkron motor tahrikli hidrolik pompa ile çalışan standart hidrolik pres makinesi incelenmiş ve koç tabla basıncı üzerinde oluşabilecek değişiklikleri olabildiğince minimum seviyelere çekerek sistemin daha optimum bir şekilde bulanık mantık denetleyici kullanılarak çalıştırılması hedeflenmiştir. Hidrolik pres makinelerinde optimum iş yapılabilmesi için koç tabla basıncının her bir çevrimde sabit kalması gerekmektedir. Basıncın, çok küçükte olsa sabit kalmama nedenleri arasında, sistemdeki ısı kayıpları, basıncın olduğu bölümlerdeki mekanik kayıplar, koç tabla basıncının ölçüldüğü sensörün ölçüm hassasiyeti yada PLC'den gerekli analog sinyalin gönderildiği basınç oransal valflerinin çalışma hassasiyetleri gösterilebilir. Uygulama üzerinde PLC'nin Bulanık Mantık (BM) modülünü kullanarak ilgili parametre ayarları ile modül aktif edilip PLC içerisine yazılan yazılımla bu işlem gerçekleştirilebileceği gibi, BM modülünü kullanmadan PLC içerisinde BM kontrol modelleri yaparak da daha kompleks bir yazılım ile basınç kontrolü sağlanabilir. BM kontrol tercih edilmesinin avantajları; genel kontrol algoritması, hızlı tepki vermesi ve en optimum karar alınması olarak sıralanabilir (Karakuzu ve Öztürk, 2013). Çalışmada kullanılan BM kontrol kapalı çevrim yapısı Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 45 Bulanık mantık kontrol kapalı çevrim yapısı

Çalışmada, hidrolik derin çekme pres makinesinin mekanik aksını tasarlandıktan sonra Şekil 3.15'te gösterilen otomasyon panosunda yer alan PLC içerisinde bulanık mantık kontrol yazılımı geliştirilmiştir. Makine üzerindeki hidrolik güç ünitesinde hidrolik blok yer almaktadır. Bu hidrolik blok üzerinde yer alan ve bulunduğu hattın basıncını ölçen basınç sensöründen alınan analog sinyal, PLC içerisinde yazılan bulanık mantık kontrol ile işlenmiştir. İşlenen bu sinyal daha hızlı ve daha kararlı bir şekilde analog bir kontrol sinyaline dönüştürülerek blok hattına basıncı sağlayan oransal valf kartına verilmiştir. Böylece kapalı çevrim bulanık mantık kontrol sistemi amaçlanmıştır. Kapalı çevrim bulanık mantık kontrol sisteminde, klasik sistemdeki basınç kontrolüne göre daha hassas ve koç tabla basıncının olması gereken değerleri, operatörün panelden girerek istemiş olduğu sistem basınç değerlerine daha yakınlık göstermiştir. PLC, girişinden okumuş olduğu analog sinyali kullanarak kendi içerisindeki yazılımla çıkışına daha kararlı bir kontrol sinyali aktardığı gözlemlenmiştir. Böylece ortaya çıkacak ürünün daha düzgün olması için gerekli basınç ve tonaj değeri ne ise sistem daha kararlı sağlamıştır. Sistemin istenen basıncı birebir aynı değeri verememesi, basınç sensörünün ve oransal valf kartının ölçüm hassasiyetlerinden ve sistemdeki kayıplardan kaynaklanmaktadır.

Şekil 4.6'da bulanık mantık kontrol algoritmalarının yürütüldüğü PLC tabanlı kontrol sistemi blok şeması görülmektedir. Input-1 (I1) sistemin basıncını ölçen ve çıkışında analog bir sinyal veren basınç sensörünü, Output-1 (O1) ise girişine gelen analog sinyale göre basıncın uygulanmasını sağlayan basınç oransal valf ve kartını göstermektedir.



Şekil 46 PLC tabanlı kontrol sistemi

Sistem operatör HMI ekranından çalıştırıldıktan sonra pres makinesi yapması gereken işlevi gerçekleştirirken I1 basınç sensöründen okunan analog sinyal PLC’de bir dizi içerisinde kaydedilir. PLC’de yer alan BM kontrollü program devreye girer.

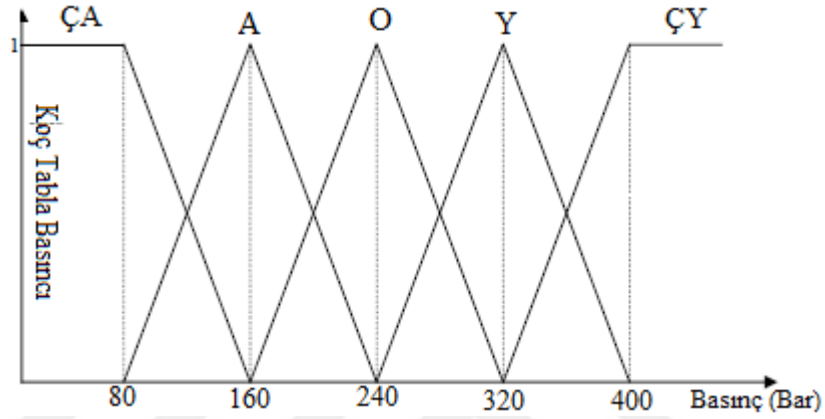
Bulanık mantık kontrol sisteminin giriş verileri olarak koç tabla basıncı ve sisteme basıncı sağlayan oransal basınç valfinin basıncı ile sistemden basınç sensörü ile ölçülen basınç değeri arasındaki fark basıncı sistem çalışmasına uygun olacak biçimde belirlenerek hassasiyetin mümkün olduğunca yüksek olması adına beş üyelik kümeli olması uygun görülmüştür. Üyelik kümelerinin değer aralıklarının belirlenmesi sırasında yapılan testlerde hidrolik sistemin verdiği tepkiler ve alanında uzman olan mühendislerin görüşleri dikkate alınmıştır.

Koç tabla basıncını ölçen basınç sensöründen gelen 0-10 V basınç verisi PLC içerisinde 0-15000 değerleri arasında ölçülmektedir. Başlangıç olarak ilgili değerler PLC’de matematiksel komutlar ile gerçek basınç değerlerine çevrilmiştir. Yani giriş değerleri ölçeklenmiştir. Daha sonra bu çözünürlük değeri program içerisinde uygun gerçek basınç değer aralığı olan 0-400 bar değer aralığına aşağıdaki gibi normalize edilmiştir. Bulanık denetleyicide 2 giriş (hata, e_1 ve hatanın türevi, e_2) ve bir çıkış (kontrol sinyali, u) bulunmaktadır. Bunun için giriş ölçekleme oranları $N_1=0.026$ ve $N_2=0.015$ olarak alınmıştır. Giriş $e_1=Ölçülen e_1 * N_1$ ve Giriş $e_2=Ölçülen e_2 * N_2$ şeklinde ifade edilir. Bu işlemi gerçekleştiren **PLC Program-1** içerisinde yazılmıştır.

PLC Program-1:

```
ei[0] := e1 * N1; // Normalize değerler
ei[1] := e2 * N2; // Normalize değerler
ui := DINT#1; // ei[1]=15000*0.026=400; ei[2]=15000*0.015=225;
```

Yazılan programda ilk olarak bulanıklaştırma işlemi yapılmış ve her iki girişin bulanıklaştırılması için 5 elemanlı aşağıda Şekil 4.7’de verilen üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Burada 5 elemanlı üçgen üyelik fonksiyonları için **Çok Az (ÇA)**, **Az (A)**, **Orta (O)**, **Yüksek (Y)**, **Çok Yüksek (ÇY)** dilsel değişkenleri kullanılmıştır. PLC içerisinde yürütülen bulanıklaştırma işlemi için kodlar aşağıda **PLC Program-2** olarak listelenmiştir. Aşağıdaki Şekil 4.7’de koç tabla basıncının üyelik fonksiyon grafiği verilmiştir.



Şekil 47 Koç tabla basıncının üyelik fonksiyon grafiği

PLC Program-2:

```
// BULANIKLAŞTIRMA İŞLEMİ AŞAĞIDA YAPILMAKTADIR
```

```
FOR #n := 0 TO 1 DO
```

```
  #a1[#n] := 3 * #ei[#n];
```

```
  #a2[#n] := #mm2[#n] * #ei[#n];
```

```
  #a3[#n] := #mm1[#n] * #ei[#n];
```

```
IF (#e[#n] <= - #a1[#n]) THEN
```

```
  #mu_E[0] := 1;
```

```
  #E_1[0] := 1;
```

```
  #mu_E[1] := 1;
```

```
  #E_1[1] := 1;
```

```
  #mu_E[2] := 1;
```

```
  #E_1[2] := 1;
```

```
  #mu_E[3] := 1;
```


#E_1[3] := 1;

ELSIF (#e[#n] > - #a1[#n]) AND (#e[#n] <= - #a2[#n]) THEN
#mu_E[0] := (1 - ((#e[#n] + #a1[#n]) / (#a1[#n] - #a2[#n])));
#E_1[0] := 1;
#mu_E[1] := (1 - ((- #a2[#n] - #e[#n]) / (#a1[#n] - #a2[#n])));
#E_1[1] := 2;
#mu_E[2] := (1 - ((#e[#n] + #a1[#n]) / (#a1[#n] - #a2[#n])));
#E_1[2] := 1;
#mu_E[3] := (1 - ((- #a2[#n] - #e[#n]) / (#a1[#n] - #a2[#n])));
#E_1[3] := 2;

ELSIF (#e[#n] > - #a2[#n]) AND (#e[#n] <= - #a3[#n]) THEN
#mu_E[0] := (1 - ((#e[#n] + #a2[#n]) / (#a2[#n] - #a3[#n])));
#E_1[0] := 2;
#mu_E[1] := (1 - ((- #a3[#n] - #e[#n]) / (#a2[#n] - #a3[#n])));
#E_1[1] := 3;
#mu_E[2] := (1 - ((#e[#n] + #a2[#n]) / (#a2[#n] - #a3[#n])));
#E_1[2] := 2;
#mu_E[3] := (1 - ((- #a3[#n] - #e[#n]) / (#a2[#n] - #a3[#n])));
#E_1[3] := 3;

ELSIF (#e[#n] > - #a3[#n]) AND (#e[#n] <= 0) THEN
#mu_E[0] := (1 - ((#e[#n] + #a3[#n]) / #a3[#n]));
#E_1[0] := 3;
#mu_E[1] := (1 + (#e[#n] / #a3[#n]));
#E_1[1] := 4;
#mu_E[2] := (1 - ((#e[#n] + #a3[#n]) / #a3[#n]));
#E_1[2] := 3;
#mu_E[3] := (1 + (#e[#n] / #a3[#n]));
#E_1[3] := 4;

ELSIF (#e[#n] > 0) AND (#e[#n] <= #a3[#n]) THEN
#mu_E[0] := (1 - (#e[#n] / #a3[#n]));

```

#E_1[0] := 4;
#mu_E[1] := (1 - ((#a3[#n] - #e[#n]) / #a3[#n]));
#E_1[1] := 5;
#mu_E[2] := (1 - (#e[#n] / #a3[#n]));
#E_1[2] := 4;
#mu_E[3] := (1 - ((#a3[#n] - #e[#n]) / #a3[#n]));
#E_1[3] := 5;

```

```

ELSIF (#e[#n] > #a3[#n]) AND (#e[#n] <= #a2[#n]) THEN
  #mu_E[0] := (1 - ((#e[#n] - #a3[#n]) / (#a2[#n] - #a3[#n])));
  #E_1[0] := 5;
  #mu_E[1] := (1 - ((#a2[#n] - #e[#n]) / (#a2[#n] - #a3[#n])));
  #E_1[1] := 6;
  #mu_E[2] := (1 - ((#e[#n] - #a3[#n]) / (#a2[#n] - #a3[#n])));
  #E_1[2] := 5;
  #mu_E[3] := (1 - ((#a2[#n] - #e[#n]) / (#a2[#n] - #a3[#n])));
  #E_1[3] := 6;

```

```

ELSIF (#e[#n] > #a2[#n]) AND (#e[#n] < #a1[#n]) THEN
  #mu_E[0] := (1 - ((#e[#n] - #a2[#n]) / (#a1[#n] - #a2[#n])));
  #E_1[0] := 6;
  #mu_E[1] := (1 - ((#a1[#n] - #e[#n]) / (#a1[#n] - #a2[#n])));
  #E_1[1] := 7;
  #mu_E[2] := (1 - ((#e[#n] - #a2[#n]) / (#a1[#n] - #a2[#n])));
  #E_1[2] := 6;
  #mu_E[3] := (1 - ((#a1[#n] - #e[#n]) / (#a1[#n] - #a2[#n])));
  #E_1[3] := 7;

```

```

ELSIF (#e[#n] >= #a1[#n]) THEN
  #mu_E[0] := 1;
  #E_1[0] := 7;
  #mu_E[1] := 1;
  #E_1[1] := 7;
  #mu_E[0] := 1;

```

```
#E_1[0] := 7;
#mu_E[1] := 1;
#E_1[1] := 7;
END_IF;
END_FOR;
```

```
MOVE_BLK(IN := #mu_E[0],
          COUNT := UINT#1,
          OUT => #mu_E[0]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #mu_E[1],
          COUNT := UINT#1,
          OUT => #mu_E[1]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #mu_E[2],
          COUNT := UINT#1,
          OUT => #mu_E[2]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #mu_E[3],
          COUNT := UINT#1,
          OUT => #mu_E[3]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #E_1[0],
          COUNT := UINT#1,
          OUT => #E_1[0]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #E_1[1],
          COUNT := UINT#1,
          OUT => #E_1[1]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #E_1[2],
          COUNT := UINT#1,
          OUT => #E_1[2]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #E_1[3],  
COUNT := UINT#1,  
OUT => #E_1[3]);
```

Bulanık kurallar farklı basınç ve basınç farklılıklarında alınan değerler ve sistemin verdiği tepkiler göz önünde bulundurularak sözel ifadelerden oluşturulmuştur. Bunun için tanımlanan aşağıdaki dilsel ifadeler göz önüne alınarak 5x5=25 adet bulanık kural liste olarak tanımlanmıştır.

- Basınç Oransal Valfinin Sağladığı Basınç Çok Az
- Basınç Oransal Valfinin Sağladığı Basınç Az
- Basınç Oransal Valfinin Sağladığı Basınç Orta
- Basınç Oransal Valfinin Sağladığı Basınç Yüksek
- Basınç Oransal Valfinin Sağladığı Basınç Çok Yüksek

Bulanık Kural Listesi:

1. Eğer koç tabla basıncı **Çok Az** ve basınç farkı **Çok Az** ise oransal valfe gelen değer **Orta** olsun,
2. Eğer koç tabla basıncı **Az** ve basınç farkı **Çok Az** ise oransal valfe gelen değer **Az** olsun.
3. Eğer koç tabla basıncı **Orta** ve basınç farkı **Çok Az** ise oransal valfe gelen değer **çok Az** olsun.
4. Eğer koç tabla basıncı **Fazla** ve basınç farkı **Çok Az** ise oransal valfe gelen değer **Çok Az** olsun.
5. Eğer koç tabla basıncı **Çok Fazla** ve basınç farkı **Çok Az** ise oransal valfe gelen değer **Çok Az** olsun.
6. Eğer koç tabla basıncı **Çok Az** ve basınç farkı **Az** ise oransal valfe gelen değer **Fazla** olsun.
7. Eğer koç tabla basıncı **Az** ve basınç farkı **Az** ise oransal valfe gelen değer **Orta** olsun.
8. Eğer koç tabla basıncı **Orta** ve basınç farkı **Az** ise oransal valfe gelen değer **Az** olsun.
9. Eğer koç tabla basıncı **Fazla** ve basınç farkı **Az** ise oransal valfe gelen değer **Çok Az** olsun.

10. Eğer koç tabla basıncı **Çok Fazla** ve basınç farkı **Az** ise oransal valfe gelen değer **Çok Az** olsun.
11. Eğer koç tabla basıncı **Çok Az** ve basınç farkı **Orta** ise oransal valfe gelen değer **Fazla** olsun.
12. Eğer koç tabla basıncı **Az** ve basınç farkı **Orta** ise oransal valfe gelen değer **Çok Fazla** olsun.
13. Eğer koç tabla basıncı **Orta** ve basınç farkı **Orta** ise oransal valfe gelen değer **Orta** olsun.
14. Eğer koç tabla basıncı **Fazla** ve basınç farkı **Orta** ise oransal valfe gelen değer **Az** olsun.
15. Eğer koç tabla basıncı **Çok Fazla** ve basınç farkı **Orta** ise oransal valfe gelen değer **Orta** olsun.
16. Eğer koç tabla basıncı **Çok Az** ve basınç farkı **Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Çok Fazla** olsun.
17. Eğer koç tabla basıncı **Az** ve basınç farkı **Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Çok Fazla** olsun.
18. Eğer koç tabla basıncı **Orta** ve basınç farkı **Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Fazla** olsun.
19. Eğer koç tabla basıncı **Fazla** ve basınç farkı **Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Orta** olsun.
20. Eğer koç tabla basıncı **Çok Fazla** ve basınç farkı **Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Fazla** olsun.
21. Eğer koç tabla basıncı **Çok Az** ve basınç farkı **Çok Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Çok Fazla** olsun.
22. Eğer koç tabla basıncı **Az** ve basınç farkı **Çok Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Çok Fazla** olsun.
23. Eğer koç tabla basıncı **Orta** ve basınç farkı **Çok Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Çok Fazla** olsun.
24. Eğer koç tabla basıncı **Fazla** ve basınç farkı **Çok Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Fazla** olsun.
25. Eğer koç tabla basıncı **Çok Fazla** ve basınç farkı **Çok Fazla** ise oransal valfe gelen değer **Fazla** olsun.

Bulanık çıkarım için birçok yöntem bulunmaktadır. Bulunan yöntemler arasında en sık kullanılanları Min-Max (Mamdani), Max-Dot (Mamdani), Sugeno ve Tsukamoto yöntemleridir. Bu tez çalışmasında, hidrolik sistem için çıkarım yöntemi olarak en yaygın kullanılan Min-Max yöntemi tercih edilmiştir.

PLC analog modül girişine gelen sinyalin bulanıklaştırılmasının ardından PLC içerisinde bir kural çıkarım fonksiyonu yazılmış olup bu çıkarım işlemi aşağıda verilen **PLC Program-3** kodlarıyla ifade edilmiştir. Bulanıklaştırılan değerler belirli bir kural çıkarım tabanı ile irdelenmektedir.

PLC Program-3:

(* Kural Çıkarım (IF e is PB AND Delta_e is PB THEN delta_u is PB gibi) *)

```
#U[0] := #rule_base[#E_1[0]-1],[#E_1[2]-1];  
#U[1] := #rule_base[#E_1[0]-1],[#E_1[3]-1];  
#U[2] := #rule_base[#E_1[1]-1],[#E_1[2]-1];  
#U[3] := #rule_base[#E_1[1]-1],[#E_1[3]-1];
```

```
MOVE_BLK(IN := #U[0],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #U[0]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #U[1],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #U[1]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #U[2],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #U[2]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #U[3],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #U[3]);
```

Çalışmada PLC içerisine yazılan BM tabanlı kontrol programında bulanık çıkarım işleminde Min-Max yöntemi tercih edilmiş ve Min-Max yönteminde minimum ve maksimum alma işlemlerinin PLC yazılımı gösterilmiştir. Kullanılan bu yöntemde gerçekleştirilen bulanık çıkarım işlemi için yazılan PLC kodları aşağıda verilmiştir.

PLC Program-4:

(* Bulanık çıkarım işlemi (min max yöntemi ile) *)

```
#h[0] := MIN(IN1 := #mu_E[0] IN2 := #mu_E[2]);
```

```
#h[1] := MIN(IN1 := #mu_E[0] IN2 := #mu_E[3]);
```

```
#h[2] := MIN(IN1 := #mu_E[1] IN2 := #mu_E[2]);
```

```
#h[3] := MIN(IN1 := #mu_E[1] IN2 := #mu_E[3]);
```

```
#h[4] := MAX(IN1 := #mu_E[0] IN2 := #mu_E[2]);
```

```
#h[5] := MAX(IN1 := #mu_E[0] IN2 := #mu_E[3]);
```

```
#h[6] := MAX(IN1 := #mu_E[1] IN2 := #mu_E[2]);
```

```
#h[7] := MAX(IN1 := #mu_E[1] IN2 := #mu_E[3]);
```

```
MOVE_BLK(IN:=#h[0],  
          COUNT:=UINT#1,  
          OUT=>#h[0]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #h[1],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #h[1]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #h[2],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #h[2]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #h[3],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #h[3]);
```

```
MOVE_BLK(IN:=#h[4],  
          COUNT:=UINT#1,  
          OUT=>#h[4]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #h[5],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #h[5]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #h[6],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #h[6]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #h[7],  
          COUNT := UINT#1,  
          OUT => #h[7]);
```

Bulanık mantık kontrolün son kısmı olan durulaştırma tarafında çıkarım ünitesinden gelen bulanık veriler hidrolik sistemin anlayabileceği sayısal değerlere çevrilmiştir. Durulaştırma yöntemi olarak Ağırlık Merkezi Yöntemi, denklem (3.9), tercih edilmiştir. Koç tabla oransal basınç valfinin kontrolünü sağlamak için kullanılan koç tabla basınç sensörünün basınç ölçümünde kullanılan analog giriş modülü 0-10V aralığında çalışmaktadır. Bu modül girişine 0V geldiğinde koç tabla basıncı sıfır, 10V geldiğinde koç tabla basıncı sınırlanan maksimum sınır seviyesindedir. Koç tabla oransal basınç valfinin analog girişi PLC'nin analog çıkış modülünden beslenmiştir. PLC'nin analog çıkış modülü 0-10V aralığında çıkış vermektedir. Bunun için çıkış ölçekleme katsayısı N_u kullanılarak kontrol çıkışı elde edilmiştir. Aşağıda **PLC Program-5** olarak yazılmış olan kodlar ile tüm bu işlemler gerçekleştirilmektedir.

PLC Program-5:

```
// Durulaştırma (Defuzzification)
```

```
#area[0] := ((DINT#2 * #ui[0] * #h[0]) * (DINT#1 - (#h[0] / DINT#2))); // Ağırlık  
Merkezi Yöntemi
```


#area[1] := ((DINT#2 * #ui[0] * #h[1]) * (DINT#1 - (#h[1] / DINT#2))); // Ağırlık
Merkezi Yöntemi

#area[2] := ((DINT#2 * #ui[0] * #h[2]) * (DINT#1 - (#h[2] / DINT#2))); // Ağırlık
Merkezi Yöntemi

#area[3] := ((DINT#2 * #ui[0] * #h[3]) * (DINT#1 - (#h[3] / DINT#2))); // Ağırlık
Merkezi Yöntemi

#area[4] := ((DINT#2 * #ui[0] * #h[4]) * (DINT#1 - (#h[4] / DINT#2))); // Ağırlık
Merkezi Yöntemi

#area[5] := ((DINT#2 * #ui[0] * #h[5]) * (DINT#1 - (#h[5] / DINT#2))); // Ağırlık
Merkezi Yöntemi

#area[6] := ((DINT#2 * #ui[0] * #h[6]) * (DINT#1 - (#h[6] / DINT#2))); // Ağırlık
Merkezi Yöntemi

#area[7] := ((DINT#2 * #ui[0] * #h[7]) * (DINT#1 - (#h[7] / DINT#2))); // Ağırlık
Merkezi Yöntemi

MOVE_BLK(IN:=#area[0],
COUNT:=UINT#1,
OUT=>#area[0]);

MOVE_BLK(IN := #area[1],
COUNT := UINT#1,
OUT => #area[1]);

MOVE_BLK(IN := #area[2],
COUNT := UINT#1,
OUT => #area[2]);

MOVE_BLK(IN := #area[3],
COUNT := UINT#1,
OUT => #area[3]);

MOVE_BLK(IN:=#area[4],
COUNT:=UINT#1,
OUT=>#area[4]);

```
MOVE_BLK(IN := #area[5],  
COUNT := UINT#1,  
OUT => #area[5]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #area[6],  
COUNT := UINT#1,  
OUT => #area[6]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #area[7],  
COUNT := UINT#1,  
OUT => #area[7]);
```

```
#umc[0] := DINT#-3 * #ui[0]; // Durulaştırma için üyelik fonksiyonu  
#umc[1] := -#mm2[2]*#ui[0]; // umc: center of membership func. of u  
#umc[2] := - #mm1[2] * #ui[0];  
#umc[3] := DINT#0;  
#umc[4] := #mm1[2] * #ui[0];  
#umc[5] := #mm2[2] * #ui[0];  
#umc[6] := DINT#3 * #ui[0];
```

```
MOVE_BLK(IN:=#umc[0],  
COUNT:=UINT#1,  
OUT=>#umc[0]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #umc[1],  
COUNT := UINT#1,  
OUT => #umc[1]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #umc[2],  
COUNT := UINT#1,  
OUT => #umc[2]);
```

```
MOVE_BLK(IN := #umc[3],
```

```

COUNT := UINT#1,
OUT => #umc[3]);

MOVE_BLK(IN := #umc[4],
COUNT := UINT#1,
OUT => #umc[4]);
MOVE_BLK(IN := #umc[5],
COUNT := UINT#1,
OUT => #umc[5]);

MOVE_BLK(IN := #umc[6],
COUNT := UINT#1,
OUT => #umc[6]);

FOR #n := 0 TO 7 DO

#h[#n] := #umc[#U[#n] - 1];
#sum1 := #sum1 + (#h[#n] * #area[#n]);
#sum2 := #sum2 + #area[#n];

MOVE_BLK(IN := #h[#n],
COUNT := UINT#1,
OUT => #h[#n]);

#sum1 := #sum1;
#sum2 := #sum2;

END_FOR;

```

Durulaştırma sonrası elde edilen her bir değer bütünü PLC analog çıkışına gönderilmek üzere çıkış değerine aktarımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen çıkış değerleri çıkarılan kural tabanı ile karşılaştırılması yapılarak kapalı çevrim çalışma yapısına sahiptir.

Çıkarım ünitesinden gelen değerlerden en ağırlıklı olanı yazılan yazılım ile tespit edilmiş ve çıkış üyelik derecesi katsayısı ile çarpılıp oransal basınç valf çıkışına aktarılmıştır (**PLC Program-6**).

PLC Program-6:

```
#out := #out + (#sum1 / (#sum2 + 0.0001));
```

```
// iref=u/kt;
```

```
// IF (iref>ibase) iref=ibase;
```

```
// end;
```

```
// IF (iref<-ibase) iref=-ibase;end;
```

```
#out := #out;
```

```
MOVE_BLK(IN := #rule_base[0],
```

```
    COUNT := UINT#1,
```

```
    OUT => #rule_base[0]);
```

Böylece PLC içerisinde yazılan BM tabanlı kapalı çevrim kontrol kodları ile en optimum şekilde analog çıkışa kontrol sinyalin gönderimi sağlanmaya çalışılmıştır. Makine üzerinde koç tabla basıncı kontrolü için kullanılan geleneksel kontrol programından daha kararlı bir yapıda kontrolün sağlandığı gözlemlenmiştir.

4.3 Deneysel Sonuçlar

Çalışmada, deneylerin yapılabilmesi için öncelikle özel bir firma tarafından üretilen, boyut ve kullanılan malzeme bakımından aynı özelliklere sahip iki adet hidrolik pres makinesinden yararlanılmıştır. Aynı şekilde bu pres makineleri için üretilen, ve şaselerin üst kısmına montaj edilen iki adet hidrolik güç ünitesi denemeler için kullanılmıştır. Her iki sistemin çalıştırılması için ihtiyaç duyduğu elektrik tesisatı oluşturulup panoları yapılmıştır. Gerekli kontroller yapıp makineler devreye alındıktan sonra her iki sistemde deneylerin yapılmasına hazır hale gelmişlerdir.

Çalışmada AC motor tahrikli sabit debili pres makinesi üzerinde PLC tabanlı BM kontrolün uygulaması gerçekleştirilmiş olup, koç tabla basıncı üzerinde standart basınç kontrolüne göre karşılaştırılması Çizelge 4.1’de verilmiştir. Diğer makine BM kontrol uygulanmadan önce standart kontrol yapılarak 15 iş çevrim adedi boyunca

çalıştırılmış ve koç tabla basıncının durumu gözlemlenmiştir. Ardından makineye BM kontrol uygulanarak aynı iş çevrim adedi boyunca çalıştırılarak koç tabla basıncının durumu tekrar gözlemlenmiştir. Pres makinesi üzerindeki koç ve pot tablalarının hareket mesafeleri aynı tutulmuş olup bu değerler Çizelge 4.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. AC motor tahrikli sabit debili pres makinesinin koç tabla basıncının standart ve BM kontrollü test verileri

AC Motor Tahrikli Sabit Debili Pres Makinesi Koç Tabla Basıncının Standart Kontrollü Test Verileri		
Test No	Koç Tabla Presleme Mesafesi Basınç Değeri	Koç ve Pot Tabla Sıvama Mesafesi Basınç Değeri
1	7,4-8 Bar	22,8-24,3 Bar
2	7-7,9 Bar	22,5-24,3 Bar
3	7,5-8,3 Bar	22,4-24,2 Bar
4	7,6-8,7 Bar	22-23,9 Bar
5	7,4-8,7 Bar	22,3-24,1 Bar
6	6,9-8,1 Bar	23,2-24,7 Bar
7	7,5-8,3 Bar	22,6-24,4 Bar
8	7,2-8,4 Bar	22,9-24,4 Bar
9	7,6-8,7 Bar	22-24 Bar
10	7,3-8,8 Bar	23,1-24,3 Bar
11	6,8-7,9 Bar	22,7-24,8 Bar
12	7,1-8,4 Bar	22,4-24,2 Bar
13	6,9-8 Bar	22,5-24,1 Bar
14	6,7-7,6 Bar	22,6-24,1 Bar
15	7,4-8,5 Bar	22,3-24 Bar

AC Motor Tahrikli Sabit Debili Pres Makinesi Koç Tabla Basıncının BM Kontrollü Test Verileri		
Test No	Koç Tabla Presleme Mesafesi Basınç Değeri	Koç ve Pot Tabla Sıvama Mesafesi Basınç Değeri
1	7,4-7,7 Bar	23,2-23,6 Bar

2	7,3-7,7 Bar	22,9-23,7 Bar
3	7,9-8,1 Bar	23-23,5 Bar
4	7,8-8,3 Bar	22,8-23,2 Bar
5	7,9-8,2 Bar	23,1-23,5 Bar
6	7,6-7,9 Bar	23,8-24,3 Bar
7	7,8-8,1 Bar	23,2-23,7 Bar
8	7,8-8,2 Bar	23,5-23,9 Bar
9	7,9-8,3 Bar	22,9-23,5 Bar
10	7,7-8,1 Bar	23,6-23,9 Bar
11	6,9-7,3 Bar	23,1-24,5 Bar
12	7,7-8 Bar	22,7-23,4 Bar
13	7,4-7,8 Bar	23,2-23,7 Bar
14	7-7,4 Bar	23,1-23,5 Bar
15	7,8-8,2 Bar	23-23,4 Bar

Çizelge 4.2. İki farklı hidrolik pres için ortak test parametreleri

Koç ve Pot Tablalarının Almış Olduğu Yol Mesafeleri	
Koç Tabla Hızlı İniş Mesafesi	200 mm
Koç Tabla Presleme Mesafesi	80 mm
Koç ve Pot Tabla Sıvama Mesafesi	80 mm
Koç Tabla Alınan Toplam Mesafe	360 mm
Test Süreleri	
Birim İş Adedi Boyunca Geçen Süre	18.8-18.9 sn
Malzemeyi Alma ve Yerleştirme Süresi	11.38 – 11.49 sn
Test Boyunca Geçen Toplam Süre	20 dk
Koç ve Pot Tablalarının Sıvama Esnasındaki Basınç Değerleri ve Toplam İş Adedi	
Koç Tablasının Basınç Değeri	40 – 42 Bar
Pot Tablasının Basınç Değeri	101 Bar
Toplam İş Adedi	40 Adet

Kapalı çevrim BM kontrollü sistem test verilerine bakıldığında standart kontrole göre % 20-25 oranında daha kararlı ve hassas bir yapıda çalıştığı gözlemlenmiştir.

Standart kontrolde hassas bir kapalı çevrim yapısı olmadığından, basınç sensöründen okunan bilgi doğrultusunda belirli bir mantık içerisinde yazılan kodlar ile, koç tabla basınç oransal valfine belirli bir kontrol değeri atanmaktadır. Ancak klasik yöntemin koç tablasının üç farklı aşamadaki hareketlerinde basınç değerlerindeki anlık değişimlere BM kontroldeki kadar kararlı ve hassas bir yapıya sahip olmadığı görülmektedir. Kapalı çevrim BM kontrolde, tabla hareketlerindeki anlık basınç değişimlerinde, yazılan kodlar ağırlık ortalaması yöntemi ile basınç farklarını minimize ettiği gözlemlenmiştir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Hidrolik pres makineleri endüstri dünyasında uzun bir süredir kullanılmaktadır. Ülkemizde ise bu makineler belirli bir deneyim, ustalık bilgi ve tecrübesine bağlı bir iş olarak imal edilmektedir. Yapılan araştırmalar göstermektedir ki bu makineler bugüne kadar çoğunlukla mühendislik hesapları yapılmadan, gereğinden fazla mukavemetli üretilmiştir. Bu süreç en fazla imalatçı firmalara ve dolaylı olarak ülke ekonomisine zarar vermektedir. Bu çalışmada kullanılan pres makineleri gereken mühendislik hesaplamalarının ve Ar-Ge süreçlerinin yapılmasından sonra en optimum şekilde makinelerin üretimi sağlanmaya çalışılmıştır. Klasik hidrolik pres makinelerinin günümüze kadar kullanım aşamalarında yüksek enerji tüketimlerinin olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Ayrıca makinenin üzerinde yer alan komponentlerden dolayı gürültülü çalışması da istenmeyen fakat mecbur kalınan bir durumdur. Seri üretim gerektiren uygulamalarda ise makinenin en optimum şekilde hızlı iş sürelerine sahip olması üretim gücünü arttırmaktadır.

Hidrolik presler imal edilmeye başlandığı ilk andan itibaren zaman içerisinde elektrik otomasyona bağlı olarak üretim safhaları geçirmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte sistemin kontrol tarafının da gerekli hassasiyet, yüksek hız, doğruluk ve kararlılık gerektirmesi sistemin elektrik otomasyonunun geliştirilme süreçlerinin yaşanmasına neden olmuştur. Böylece optimum bir şekilde ürünlerin üretimi hedeflenmiştir. Bu nedenlerle çalışmanın temel amacı PLC tabanlı olarak yazılan bulanık mantık kodları ile koç tabla basıncındaki kararlılığı en optimum şekilde sağlamak ve oluşabilecek hataları olabildiğince minimum seviyelere çekmektir. Böylece üretilen ürünün en uygun seviyelerde kalıp içerisinde şeklinin ortaya çıkması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada ilk olarak hidrolik preslerin çalışma prensibi anlatılmıştır. Daha sonra çeşitli testlerin yapılabilmesi için tahrik sistemi iki farklı motor tarafından yapılan iki farklı hidrolik pres makinesinin üretiminden bahsedilmiştir. Klasik hidrolik presin PLC kontrolünde kullanılacak olan bulanık mantığın ne olduğundan ve sisteme kazandıracığı faydalarından bahsedilmiştir. Bulanık mantık, sistemi kontrol eden PLC'ye uyarlanmış ve koç tabla basıncının kontrolünde daha yüksek bir optimizasyon sağlanmıştır.

Bu çalışmada, koç tabla basıncının kontrolü PLC içerisine yazılan kapalı çevrim BM kontrollü program ile sağlanmaktadır. Standart kontrolün aksine koç tablasının üç

farklı aşamada hareketi esnasında koç tabla basınç sensöründen okunan bilgi sürekli olarak program içerisinde analiz edilip koç tabla basınç oransal valfine daha optimum şekilde değer yüklemesi yapılmaktadır. Klasik oransal kontrolde basınç sensöründen okunan değere göre aynı basınçta sistemi tutabilmek için standart yazılım kodları kullanılmaktadır. BM kontrolde ise yazılan kodlar basınç üzerindeki küçük değişimleri kendi içerisinde analiz ederek birbirine çok daha yakın basınç değerlerinde koç tablasını tutmaktadır. Basınçtaki bu değişimleri ağırlık ortalaması yöntemi ile basınç bilgisinin anlık olarak en çok okunduğu değerde sabitlemeye çalıştığı gözlemlenmiştir. İki program yapısının karşılaştırılması sonucu elde edilen test verileri Çizelge 4.1'de gösterilmektedir. Test verilerinden elde edilen sonuçla BM kontrolün endüstriyel uygulamalarda kullanımı standart kontrollere göre çok daha kararlı ve hassas bir yapıda çalıştığı, yazılan kodların kendi içerisinde analitik bir yapıya sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışma sonunda;

- Bulanık mantık, PLC içerisinde bulanıklaştırma işlemi yapıldıktan sonra Min-Max çıkarım yöntemi, Ağırlık Ortalaması Yöntemine göre gerçekleştirilen Durulaştırma, Çıkış Yüzdesinin elde edildiği yazılım ile entegre edilmiştir. Eklenen bu yazılım ile koç tabla basıncının daha iyi sonuçlar ile kontrolünün yapılması sağlanmıştır.

- Bu çalışmada kullanılan ve anlatılan yöntemin birçok hidrolik sisteme uyarlanabileceğini söylemek mümkündür.

- Yapılan bu çalışma ile elde edilen sonuçların diğer çalışmalarda referans alınabileceğini, bulunan sonuçların geliştirmeye açık olduğunu, anlatılan özelliklerin benzer çalışmalara ve literatüre ışık tutacağını söylemek mümkündür.

5.2 Öneriler

Çalışmadan elde edilen tecrübe ve deneyimler neticesinde aşağıdaki öneriler sunulabilir.

- PLC içerisine yazılan bulanık mantık kodlarında örneklemeler artırılıp geliştirilerek, hidrolik sistemler üzerinde basınç ve buna benzer diğer kontroller iyileştirilebilir.

- Sistem içerisinde küçükte olsa basıncın sabit kalmasını etkileyen, kayıplara neden olan diğer faktörler analiz edilerek olabildiğince hassas hale getirilip aynı şekilde testler yapıldığında sistemin daha kararlı çalışıp çalışmadığı gözlemlenebilir.

KAYNAKLAR

- Altaş, İ. H., 1999, Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı, *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, 62, 80-85.
- Ayan, M. ve Şenol, R., 2016, Bulanık Mantık Tabanlı-Uzaktan Erişimli Sera Otomasyonu, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (2).
- Aydogmus, Z., 2009, Implementation of a fuzzy-based level control using SCADA, *Expert Systems with Applications*, 36 (3), 6593-6597.
- Balaji, P. ve Srinivasan, D., 2011, Type-2 fuzzy logic based urban traffic management, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 24 (1), 12-22.
- Bayındır, R., Kaplan, O., Bayyığıt, C., Sarıkaya, Y. ve Hallaçlıoğlu, M., 2011, PLC ve SCADA kullanılarak bir endüstriyel sistemin otomasyonu, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 27 (1), 107-115.
- Beşkardeş, A. ve Çevik, S., Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Sinter Fabrikasında Nem Kontrolü.
- Bih, J., 2006, Paradigm shift-an introduction to fuzzy logic, *IEEE potentials*, 25 (1), 6-21.
- Boyacı, Ö., 2008, Bulanık mantık kullanılarak PLC ile hidrolik pres pistonunun konum kontrolü, Master, *Kırıkkale Üniversitesi*, 108.
- Cingolani, P. ve Alcalá-Fdez, J., 2013, jFuzzyLogic: a java library to design fuzzy logic controllers according to the standard for fuzzy control programming, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 6 (sup1), 61-75.
- Çınar, E., Ulaş, H. B. ve Bilgin, M., 2013, Hidrolik silindirin bulanık mantık yöntemi ile konum kontrolü, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 30 (3), 214-219.
- Dağdelen, U., 1996, Bulanık Mantık İle Adım Motor Kontrolü, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.
- Elmas, Ç., 2007, Yapay zeka uygulamaları:(yapay sinir ağı, bulanık mantık, genetik algoritma), Seçkin Yayıncılık, p.
- Kabakçı, A., 2007, Elektro-hidrolik Bir Sistemin Programlanabilir Lojik Denetleyicilerin Ve Scada Programının Kullanımı İle Gerçek Zamanda Konum Kontrolü, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Karakuzu ve Öztürk, 2013, PLC ile BM tabanlı hata düzeltmeli üç fazlı motor hız kontrolü.
- Kartal, F. ve Kılınç, A., 2006, Immobilization of pancreatic lipase on polyvinyl alcohol by cyanuric chloride, *Preparative biochemistry & biotechnology*, 36 (2), 139-151.
- Keskenler, M. F. ve Keskenler, E. F., 2017, Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi, *Takvim-i Vekayi*, 5 (1), 1-10.
- Kilic, E., Dolen, M., Koku, A. B., Caliskan, H. ve Balkan, T., 2012, Accurate pressure prediction of a servo-valve controlled hydraulic system, *mechatronics*, 22 (7), 997-1014.
- Kurt, H. ve Aslan, Y., 2013, Bulanık Mantık ve PLC ile Kayaboğazı Barajı Türbin Modellemesi.
- Küpeli, M., 2018, Servo motor tahrikli bir hidrolik sistemde enerji kazanımlarının deneysel incelenmesi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Omid, M., Lashgari, M., Mobli, H., Alimardani, R., Mohtasebi, S. ve Hesamifard, R., 2010, Design of fuzzy logic control system incorporating human expert knowledge for combine harvester, *Expert Systems with Applications*, 37 (10), 7080-7085.

- Özçalık, H. R., Ali, T., Yıldız, C. ve Zafer, K., 2008, Katı Yakıtlı Buhar Kazanında Yakma Fanının Bulanık Mantık Denetleyici ile Kontrolü, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 11 (1), 52-58.
- Özdemir, M. T., Orhan, A. ve Cebeci, M., 2011, Çok küçük hidrolik potansiyellerin enerji üretim amacı ile yerel imkanlarla değerlendirilmesi, *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, Elazığ*.
- Pérez, I. G., Godoy, A. J. C. ve Godoy, M. C., 2014, Fuzzy controller based on PLC S7-1200: Application to a servomotor, *2014 11th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO)*, 156-163.
- Ruan, D. ve van der Wal, A. J., 1998, Controlling the power output of a nuclear reactor with fuzzy logic, *Information Sciences*, 110 (3-4), 151-177.
- Saad, N. ve Arrofiq, M., 2012, A PLC-based modified-fuzzy controller for PWM-driven induction motor drive with constant V/Hz ratio control, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28 (2), 95-112.
- Sinecen, M., 2002, Klima sistem kontrolünün bulanık mantık ile modellenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Škulavík, T., 2013, PLC-based fuzzy control system for a robotic manipulator, p.
- Soyguder, S. ve Alli, H., 2010, Fuzzy adaptive control for the actuators position control and modeling of an expert system, *Expert Systems with Applications*, 37 (3), 2072-2080.
- Şen, Z., 2001, Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri, *Bilge Kültür Sanat, İstanbul*.
- Şen, Z., 2004, Mühendislikte bulanık (fuzzy) mantık ile modelleme prensipleri, Su Vakfı, p.
- Türk, A., 2006, Katı Yakıtlı Buhar Kazanının Bulanık Mantık Denetleyici İle Tam Otomasyonunun Gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri ...*
- Ünsal, A., Duysak, A. ve Ilıca, A., 2008, Eğitim Amaçlı Bir Kontrol Deney Seti Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi The Design and Implementation of an Educational Control Testbed.
- Yaralıoğlu, K., 2015, Bulanık Mantık.
- Yılmaz, C., Gürdal, O. ve Koşalay, İ., 2010, Network induced delay of asynchronous motor connected to Profibus-DP networks using fuzzy logic control algorithm, *Expert Systems with Applications*, 37 (4), 3248-3255.
- Yılmaz, S., Cakir, B., Gedik, A. ve Dincer, H., 1999, Speed control of a conveyor system by means of fuzzy control aided PLC, *ISIE'99. Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics (Cat. No. 99TH8465)*, 1328-1332.
- Yılmaz, S., 2007, Bulanık mantık ve mühendislik uygulamaları, Kocaeli Üniversitesi Yayınları, p.
- Zadeh, L., 1971, On Fuzzy Algorithms, *Electron. Res. Lab, Univ. California, Berkeley, Memo. M-325*.
- Zadeh, L. A., 1996, On fuzzy algorithms, In: fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers By Lotfi A Zadeh, Eds: World Scientific, p. 127-147.
- Zheng, J.-m., Zhao, S.-d. ve Wei, S.-g., 2009, Application of self-tuning fuzzy PID controller for a SRM direct drive volume control hydraulic press, *Control engineering practice*, 17 (12), 1398-1404.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmet ÇATKAFA
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KARATAY 1992
Telefon : 05543275288
Faks :
E-Posta : ahmetcatkafa@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Konya Anadolu Lisesi	Meram	KONYA	2010
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi	Selçuklu	KONYA	2015
Yüksek Lisans:	Konya Teknik Üniversitesi	Selçuklu	KONYA	
Doktora	:			

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015-2017	Simya Hidrolik Otomasyon Elk. Mak. İml. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Proje – Satış Mühendisi
2018-Halen	Seca Mühendislik Otomasyon Elk. Elt. San. Tic. Ltd. Şti.	Proje Mühendisi

UZMANLIK ALANI

Kumanda ve Kontrol Sistemleri, Endüstriyel Otomasyon

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR*

Bir Hidrolik Derin Çekme Pres Makinesinin PLC Tabanlı Bulanık Mantık Kontrolü ve Endüstri 4.0 Uygulaması, Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi DergiPark Cilt:7 – Sayı:3 (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır)