

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KUŞE KARTON ÜRETEBİR KAĞIT FABRİKASI'NIN  
HAMUR HAZIRLAMA BÖLÜMÜNÜN  
SCADA ve OTOMASYONU**

**128738**

**Elektrik Müh. Bülent HOŞ**

**F.B.E Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı**

**: Prof.Dr. Galip CANSEVER**

*Galip Cansever*

*128738*

**İSTANBUL, 2002**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vi
KISALTIMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ÖNSÖZ.....	xiv
ÖZET.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Genel Tanımı.....	1
1.2 Tezin Genel Amacı.....	1
2. HAMUR HAZIRLAMA PROSESİNİN TANITILMASI.....	2
2.1 Hamur Hazırlama Proses Tanımı.....	2
2.2 Hamur Hazırlamada Kullanılan Ekipmanların Özellikleri ve Görevleri.....	2
2.2.1 Konveyör.....	3
2.2.2 Pulper.....	3
2.2.3 Büte.....	5
2.2.4 Koyu Hamur Temizleyici.....	6
2.2.5 Koyu hamur basınçlı elek.....	7
2.2.6 Sarsak Elek.....	8
2.2.7 Parçalayıcı.....	9
2.2.8 Öğütücü.....	10
2.2.9 Çift Elekli Pres.....	14
2.2.10 Disperger.....	14
2.2.11 İnce hamur temizleyici.....	15
2.2.12 İnce hamur basınçlı elek.....	16
2.3 Hamur Hazırlama İşletme Mantığı.....	17
2.3.1 Alt Kat Hamur Hazırlama İşletme Mantığı.....	17
2.3.2 Orta Kat Hamur Hazırlama İşletme Mantığı.....	18
2.3.3 Üst Kat Hamur Hazırlama İşletme Mantığı.....	20
2.4 Hamur Hazırlama Saha Planı.....	22
2.4.1 Hamur Hazırlama Vaziyet Planı.....	22
2.4.2 Hamur Hazırlama Motor Yerleşim Planı.....	23
2.4.3 Hamur Hazırlama Genel Görünümler.....	24
2.4.4 Kağıt Makinesinden Genel Görünümler.....	37

3.	SİSTEM MİMARİSİ ve KONTROL MANTIĞI .....	43
3.1	P&I Diyagramlarında Kullanılan Kodlama Sistemi .....	43
3.2	Hamur Hazırlama P&I Diyagramları .....	45
3.2.1	Alt Kat Hamur Hazırlama P&I Diyagramı .....	45
3.2.2	Orta Kat Hamur Hazırlama P&I Diyagramı .....	46
3.2.3	Üst Kat Hamur Hazırlama P&I Diyagramı .....	47
3.3	Hamur Hazırlama PLC ve SCADA Haberleşme Mimarisi .....	48
3.4	Otomatik Kontrol Sistemleri .....	49
3.4.1	Kontrol Sistemleri ve Türleri .....	49
3.4.2	Temel Kontrol Sistemleri ve Endüstriyel Kontrol Organları .....	50
3.4.3	Temel Kontrol Teknikleri ve Kontrol Organları .....	52
3.4.4	PID Kontrol Organı .....	54
3.4.5	PID Kontrolün Temel Özellikleri .....	55
3.5	Hamur Hazırlama Kontrol Mantığı .....	58
3.5.1	Konveyör Ağırlık Kontrolü .....	58
3.5.2	Pulper Kesafet Kontrolü .....	58
3.5.3	Pulper Seviye Kontrolü .....	58
3.5.4	Pulper Halat Tutucu Kontrolü .....	58
3.5.5	Büte Kesafet Kontrolü .....	59
3.5.6	Büte Seviye Kontrolü .....	59
3.5.7	Büte Karıştırıcı Kontrolü .....	59
3.5.8	Koyu Hamur Temizliyiçi Akış Kontrolü .....	59
3.5.9	Parçalayıcı Basınç Kontrolü .....	60
3.5.10	Öğütücü Basınç Kontrolü .....	60
3.5.11	Sarsak Elek Seviye Kontrolü .....	60
3.5.12	Çift Elekli Pres Motor Hız Kontrolü .....	60
3.5.13	Disperger Sistemi Kontrolü .....	61
4.	PROSES ve EKİPMAN BİLGİLERİ .....	63
4.1	Enstrüman Bilgileri .....	63
4.1.1	Ekipman Seçiminde Genel Şartlar .....	63
4.1.1.1	Standartlar .....	63
4.1.1.2	Tasarım Esasları .....	63
4.1.1.3	Ekipman Seçimi .....	63
4.2	Akış Enstrümanları .....	63
4.2.1	Akışmetreler .....	64
4.2.2	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	66
4.2.3	Elektriksel İşaret Çevrimi .....	67
4.3	Seviye Enstrümanları .....	67
4.3.1	Seviye Vericileri .....	67
4.3.1.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	70
4.3.1.2	Elektriksel İşaret Çevrimi .....	70
4.3.2	Seviye Anahtarları .....	71
4.3.2.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	72
4.3.2.2	Elektriksel İşaret Çevrimi .....	72
4.4	Basınç Enstrümanları .....	73
4.4.1	Basınç Vericileri .....	73
4.4.1.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	75
4.4.1.2	Elektriksel İşaret Çevrimi .....	75
4.5	Elektrik Enstrümanları .....	75

4.5.1	Akım Konvertörü.....	75
4.5.1.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	76
4.5.1.2	Elektriksel İşaret Çevrimi.....	77
4.5.2	Gerilim Konvertörü.....	77
4.5.2.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	78
4.5.2.2	Elektriksel İşaret Çevrimi.....	78
4.5.3	Enerji Analizörleri .....	78
4.5.3.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	80
4.5.3.2	Elektriksel İşaret Çevrimi.....	80
4.6	Akış Kontrol Vanaları.....	81
4.6.1.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	82
4.6.1.2	Elektriksel İşaret Çevrimi.....	83
4.7	Kesafet Enstrümanları.....	83
4.7.1	Kesafet Vericileri.....	83
4.7.1.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	90
4.7.1.2	Elektriksel İşaret Çevrimi.....	90
4.8	Yük Hücresi.....	90
4.8.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	93
4.8.2	Elektriksel İşaret Çevrimi.....	93
4.9	Motor Hız Kontrol Cihazları .....	93
4.9.1	Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar .....	94
4.9.2	Elektriksel İşaret Çevrimi.....	94
4.10	Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC) .....	95
4.10.1	Dijital Giriş Kartı Seçimi .....	96
4.10.2	Dijital Çıkış Kartı Seçimi .....	96
4.10.3	Analog Giriş Kartı Seçimi.....	96
4.10.4	Analog Çıkış Kartı Seçimi .....	97
4.11	Ekipman Listesi .....	97
5.	PLC SİSTEMİ .....	100
5.1	PLC Mimarisi .....	100
5.2	İşaret Listesi .....	102
5.3	Fonksiyon Blokları .....	116
5.3.1	Analog İşaret Bloğu, SE_ Fonksiyon Bloğu 10 .....	116
5.3.2	Analog İşaret Bloğu, SE_ Fonksiyon Bloğu 10 Programının Yazılması.....	117
5.3.3	Akış Kontrol Vanası Bloğu, Cpidv_ Fonksiyon Bloğu 20 .....	119
5.3.4	Akış Kontrol Vanası Bloğu, Cpidv_ Fonksiyon Bloğu 20 Programının Yazılması.....	120
5.3.5	Pnömatik Vana Bloğu, Vp_ Fonksiyon Bloğu 11 .....	122
5.3.5.1	Pnömatik Vananın Durum Diyagramı .....	123
5.3.5.2	Pnömatik Vana Bloğu, Vp_ Fonksiyon Bloğu 11 Programının Yazılması .....	125
5.3.6	Dijital Durum Bloğu (DST) .....	128
5.3.7	Dijital Komut Bloğu (DCMD) .....	129
6.	SCADA SİSTEMİ .....	130
6.1	SCADA'nın Genel Yapısı.....	130
6.1.1	SCADA Sisteminde İletişim .....	130
6.1.2	Gerçek-zamanlı Veri ve İhbar İşleme.....	131
6.1.3	Merkezi Yazılım .....	131
6.2	SCADA Veri Mimarisi .....	132
6.3	SCADA Yazılımı PARAGON TNT.....	133
6.4	SCADA Ekran Mimarisi .....	134



7. TARTIŖMALAR ve SONUÇLAR.....	143
KAYNAKLAR.....	144
Ek 1 Akışmetre veri dokümanı .....	146
Ek 2 Seviye vericisi dokümanı .....	147
Ek 3 Seviye anahtarı dokümanı .....	148
Ek 4 Basınç vericisi dokümanı .....	149
Ek 5 Akım konvertörü dokümanı .....	150
Ek 6 Gerilim konvertörü dokümanı .....	151
Ek 7 Enerji analizörü dokümanı .....	152
ÖZGEÇMİŞ.....	153



## SİMGE LİSTESİ

<i>A</i>	Elektrik Akım Birimi (Amper)
<i>bar</i>	Basınç Birimi
<i>g/l</i>	Akış Birimi (Gram/Litre)
<i>g</i>	Ağırlık Birimi (Gram)
<i>h</i>	Yükseklik Birimi
<i>Hz</i>	Elektrik Frekans Birimi (Hertz)
<i>kg</i>	Ağırlık Birimi (Kilogram)
<i>kV</i>	Elektrik Gerilim Birimi (Kilovolt)
<i>mA</i>	Elektrik Akım Birimi (Miliamper)
$\mu A$	Elektrik Akım Birimi (Mikroamper)
$m^3/h$	Akış Birimi (metreküp/saat)
$m^3$	Akış Birimi (metreküp)
<i>m/d</i>	Hız Birimi (metre/dakika)
<i>m/s</i>	Hız Birimi (metre/saniye)
<i>mmH<sub>2</sub>O</i>	Basınç Birimi (milimetre su sütünü)
<i>ms</i>	Zaman Birimi (milisaniye)
$\rho$	Sıvı Yoğunluğu
<i>SR°</i>	Öğütüm Birimi (şoper)
<i>V</i>	Elektrik Gerilim Birimi (Volt)
<i>W</i>	Elektrik Güç Birimi (Watt)
$^\circ$	Açı
$^\circ C$	Sıcaklık Birimi
$\Omega$	Elektrik Birimi (Ohm)

## KISALTMA LİSTESİ

<i>AC</i>	Alternatif Akım
<i>AI</i>	Analog Giriş
<i>ANSI</i>	Amerikan Ulusal Standartları Enstitüsü
<i>AO</i>	Analog Çıkış
<i>AT</i>	Akım Ölçüm Transformatörü
<i>BS</i>	İngiliz Standartları
<i>CK</i>	Kompanzasyon Kondansatör Kesicisi
<i>CPU</i>	Merkezi İşlemci Birimi
<i>CSIC</i>	Kesafet Vericisi
<i>CSV</i>	Kesafet Kontrol Vanası
<i>DB</i>	Data Blok
<i>DC</i>	Doğru Akım
<i>DCMD</i>	Dijital Komut
<i>DI</i>	Dijital Giriş
<i>DO</i>	Dijital Çıkış
<i>DST</i>	Dijital Durum
<i>FB</i>	Fonksiyon Bloğu
<i>FC</i>	Fonksiyon
<i>FCV</i>	Akış Kontrol Vanası
<i>FE</i>	Debi Vericisi
<i>FS</i>	Akış Anahtarı
<i>HHS</i>	Hamur Hazırlama SCADA
<i>HHM</i>	Hamur Hazırlama Mimik
<i>I/O</i>	Giriş / Çıkış
<i>IEC</i>	Uluslararası Elektrik Komitesi
<i>IP</i>	Koruma Sınıfı
<i>K</i>	Kesici
<i>L</i>	Yük Hücresi
<i>LAH</i>	Yüksek Seviye Alarmı
<i>LAL</i>	Alçak Seviye Alarmı
<i>LE</i>	Seviye Transmitteri
<i>LED</i>	Işık Yayan Gösterge
<i>MK</i>	Motor Kesicisi
<i>MAT</i>	Motor Akım Ölçüm Trafosu
<i>MV</i>	Manuel Vana
<i>NaOH</i>	Sodyum Hidroksit
<i>OB</i>	Organizasyon Blok
<i>P</i>	Pompa
<i>PE</i>	Basınç Vericisi
<i>PLC</i>	Programlanabilir Lojik Kontrolör
<i>SCADA</i>	Supervisor Control and Data Acquisition
<i>SITOP</i>	24 VDC Güç Kaynağı
<i>TR</i>	Güç Trafosu
<i>VDE</i>	Alman Standartları Enstitüsü
<i>VT</i>	Gerilim Ölçüm Transformatörü
<i>P</i>	Oransal
<i>I</i>	İntegral
<i>D</i>	Türev
<i>PI</i>	Oransal Artı İntegral
<i>PD</i>	Oransal Artı Türev

<i>PID</i>	Oransal Artı İntegral Artı Türev
<i>PB</i>	Oransal Etki Bandı
<i>K<sub>p</sub></i>	Orantı Kazancı
<i>T<sub>i</sub></i>	İntegral Etki Zamanı
<i>T<sub>d</sub></i>	Türev Etki Zamanı



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Konveyör .....	3
Şekil 2.2 Pulper (Rotor dipte) (Eroğlu, 1985) .....	5
Şekil 2.3 Pulperlerin basitleştirilmiş klasik montaj şemaları (Smook, 1992) .....	5
Şekil 2.4 Büteler (a) Çift karıştırıcılı yatay hamur bütresi (b) Düşey hamur bütresi (Eroğlu, 1985).....	6
Şekil 2.5 Koyu hamur temizleyici (a) Temel şekil (b) Çalışma prensibi (Smook, 1992).....	7
Şekil 2.6 Koyu hamur basınçlı elek (a) Temel şekil (b) Çalışma prensibi (Smook, 1992).....	8
Şekil 2.7 Sarsak elek .....	8
Şekil 2.8 Parçalayıcı (a) Temel şekil (b) Çalışma prensibi (Eroğlu, 1985) .....	9
Şekil 2.9 Konik öğütücü (Smook, 1992).....	11
Şekil 2.10 Geniş açılı konik öğütücü (Eroğlu, 1985).....	11
Şekil 2.11 Disk öğütücü (Smook, 1992).....	12
Şekil 2.12 Disk öğütücü genel görünüş (Eroğlu, 1985).....	12
Şekil 2.13 Diskve konik öğütücü bıçak ayarları (Smook, 1992).....	13
Şekil 2.14 Disk öğütücü çalışma şekilleri (a) Tek yönlü (b) Çift yönlü (Smook, 1992).....	13
Şekil 2.15 Çift elekli pres .....	14
Şekil 2.16 Disperger (Smook, 1992).....	15
Şekil 2.17 İnce hamur temizleyicilerin montaj şeması (Eroğlu, 1985).....	16
Şekil 2.18 İnce hamur basınçlı elek (Smook, 1992).....	17
Şekil 2.19 Hamur hazırlama vaziyet planı .....	22
Şekil 2.20 Hamur hazırlama motor yerleşim planı .....	23
Şekil 2.21 Konveyör .....	24
Şekil 2.22 Pulper .....	24
Şekil 2.23 Pulperin çalışırken görüntüsü.....	25
Şekil 2.24 Pulper boşken içinin mekanik görüntüsü.....	25
Şekil 2.25 Koyu hamur basınçlı elek .....	26
Şekil 2.26 Koyu hamur basınçlı eleklerin seviye kasaları ile önden görüntüsü.....	26
Şekil 2.27 Çift elekli pres .....	27
Şekil 2.28 Çift elekli pres üstten görünüş .....	27
Şekil 2.29 Çift elekli pres yandan görünüş.....	28
Şekil 2.30 Koyu hamur temizleyiciler .....	28
Şekil 2.31 Seviye kasası .....	29
Şekil 2.32 Parçalayıcılar .....	29
Şekil 2.33 Parçalayıcının önden görünüşü .....	30
Şekil 2.34 Öğütücüler.....	30
Şekil 2.35 Disk öğütücünün önden görünüşü .....	31
Şekil 2.36 Sarsak eleğin yandan görünüşü .....	31
Şekil 2.37 Sarsak eleğin önden görünüşü.....	32
Şekil 2.38 Dispergerin yandan görünüşü .....	32
Şekil 2.39 Dispergerin önden görünüşü .....	33
Şekil 2.40 Motorlu kesafet vericisi .....	33
Şekil 2.41 Bıçaklı kesafet vericisi.....	34
Şekil 2.42 İnce hamur basınçlı eleklerin önden görünüşü .....	34
Şekil 2.43 İnce hamur basınçlı elek .....	35
Şekil 2.44 Orta kat ince hamur temizleyiciler .....	35
Şekil 2.45 Alt kat ince hamur temizleyiciler .....	36
Şekil 2.46 Hamur hazırlama kullanılan kimyasal tanklar .....	36
Şekil 2.47 Kağıt makinesinin eleklerinin görüntüsü.....	37

Şekil 2.48 Yaş kısımda kağıdın keçe üzerindeki görüntüsü.....	37
Şekil 2.49 Baskı valsleri (Jumbo presler).....	38
Şekil 2.50 Perdah silindiri (Yankee).....	38
Şekil 2.51 Haube sistemin görüntüsü.....	39
Şekil 2.52 Kuşe tatbik ünitesi (Air knife) .....	39
Şekil 2.53 Kuşe tatbik ünitesi (Blade) .....	40
Şekil 2.54 Kuşe tatbik ünitesi (Blade) .....	40
Şekil 2.55 Kağıdın kalite kontrol sistemindeki tarayıcısının görüntüsü .....	41
Şekil 2.56 Kağıdın tampona sarılması .....	41
Şekil 2.57 Bobin kesme makinesinin görüntüsü.....	42
Şekil 2.58 Makas kesme makinesinin görüntüsü.....	42
Şekil 3.1 Alt kat P&I diyagramı .....	45
Şekil 3.2 Orta kat P&I diyagramı .....	46
Şekil 3.3 Üst kat P&I diyagramı.....	47
Şekil 3.4 Hamur hazırlama PLC ve SCADA haberleşme mimarisi .....	48
Şekil 3.5 Temel tanımları gösteren genelleştirilmiş geribeslemeli sistem blok şeması (Yüksel, 1997).....	49
Şekil 3.6 (a) Açık döngü kontrol sistemi (b) Kapalı döngü kontrol sistemi (Yüksel, 1997) ...	49
Şekil 3.7 Kapalı döngü kontrol sistemi (Yüksel, 1997).....	51
Şekil 3.8 Orantı etki ile çalışan kontrol sistemi (Yüksel, 1997).....	52
Şekil 3.9 PI kontrolün dinamik özellikleri (Yüksel, 1997) .....	53
Şekil 3.10 İki konumlu seviye kontrol sistemi (Yüksel, 1997) .....	53
Şekil 3.11 Türev etkinin sistem cevabına etkisi (Yüksel, 1997) .....	53
Şekil 3.12 PD kontrolün dinamik özellikleri (Yüksel, 1997).....	54
Şekil 3.13 PID kontrolün temel şekli (Yüksel, 1997).....	55
Şekil 3.14 Çeşitli kontrol etkilerinin karşılaştırılması (Yüksel, 1997) .....	57
Şekil 4.1 Elektromanyetik akışmetre (a) Elektromanyetik prensipler (b) Şematik olarak (Parr, 1997).....	65
Şekil 4.2 Akış ölçümü işaret çevrim diyagramı.....	67
Şekil 4.3 Hidrostatik basınçtan seviye ölçümü (a) Seviye ile orantılı gösterge basıncı (b) Düşü hatası (Parr, 1997) .....	68
Şekil 4.4 Basınç altındaki depolarda diferansiyel basınca dayalı seviye ölçümü (a) Basit yöntem (b) Yoğunlaşabilen buharla seviye ölçümü (Parr, 1997) .....	69
Şekil 4.5 Seviye ölçümü işaret çevrim diyagramı .....	70
Şekil 4.6 Seviye anahtarı işaret çevrim diyagramı .....	72
Şekil 4.7 Basıncın tanımları (a) Diferansiyel basınç (b) Gösterge basıncı (c) Mutlak basınç (d) Düşü basıncı (Parr, 1997) .....	73
Şekil 4.8 Piezo-dirençli diferansiyel basınç transdüseri (Parr, 1997).....	73
Şekil 4.9 Basınç ölçümü işaret çevrim diyagramı .....	75
Şekil 4.10 Akım ölçümü işaret çevrim diyagramı .....	77
Şekil 4.11 Gerilim ölçümü işaret çevrim diyagramı .....	78
Şekil 4.12 Enerji ölçümleri işaret çevrim diyagramı .....	80
Şekil 4.13 Akış kontrol vanası işaret çevrim diyagramı .....	83
Şekil 4.14 Bıçaklı kesafet vericisinin genel şekli (BTG, 1992).....	84
Şekil 4.15 Bıçaklı kesafet vericisinin ölçme prensibi (BTG, 1992).....	85
Şekil 4.16 Bıçaklı kesafet vericisinin montaj prensibi (BTG, 1992).....	86
Şekil 4.17 Motorlu kesafet vericisinin genel şekli (BTG, 1996).....	87
Şekil 4.18 Motorlu kesafet vericisinin ölçme prensibi (BTG, 1996).....	87
Şekil 4.18 Motorlu kesafet vericisinin montaj prensibi (BTG, 1996) .....	87
Şekil 4.19 Motorlu kesafet vericisinin kalibrasyonu ve çalışma eğrisi (BTG, 1996).....	88
Şekil 4.20 Kesafet ölçümü işaret çevrim diyagramı .....	90
Şekil 4.21 Kuvvet dengeli (sıfır denge) tartı aleti (a) Prensip (b) Hidrolik uygulama (Parr,	



1997).....	91
Şekil 4.22 Tipik bir yük hücresinin yapısı (Parr, 1997).....	91
Şekil 4.23 Yük hücresi tipleri (a) Pratik bir yük hücresi (b) S tipi yük hücresi (Parr, 1997). 92	92
Şekil 4.24 Yük hücresi ölçümü işaret çevrim diyagramı .....	93
Şekil 4.25 Motor hız kontrol cihazının işaret çevrim diyagramı .....	94
Şekil 5.1 PLC mimarisi (normal çalışma konumunda).....	100
Şekil 5.2 PLC mimarisi (simülasyon konumunda).....	101
Şekil 5.3 Analog işaret bloğu .....	116
Şekil 5.4 Akış kontrol vanası bloğu.....	119
Şekil 5.5 Pnömatik vana bloğu .....	122
Şekil 5.6 Pnömatik vana durum diyagramı .....	123
Şekil 5.7 Dijital durum bloğu .....	128
Şekil 5.8 Dijital komut bloğu .....	129
Şekil 6.1 SCADA'nın genel veri haberleşme mimarisi .....	132
Şekil 6.1 Alt kat hamur hazırlamanın SCADA'daki genel görünümü .....	134
Şekil 6.2 Orta kat hamur hazırlamanın SCADA'daki genel görünümü .....	135
Şekil 6.3 Üst kat hamur hazırlamanın SCADA'daki genel görünümü .....	136
Şekil 6.4 Pulperin SCADA'daki genel görünümü (a) Pulper çalışırken görünümü (b) Pulper duruyorken görünümü (c) Pulper arızalı ve manueldeyken görünümü.....	137
Şekil 6.5 Büte karıştırıcısının SCADA'daki genel görünümü (a) Büte karıştırıcısı çalışırken görünümü (b) Büte karıştırıcısı duruyorken görünümü (c) Büte karıştırıcısı arızalı ve manueldeyken görünümü.....	137
Şekil 6.6 Öğütücünün SCADA'daki genel görünümü (a) Öğütücü çalışırken görünümü (b) Öğütücü duruyorken ve manueldeyken görünümü (c) Öğütücü arızalıyken görünümü.....	138
Şekil 6.7 Parçalayıcının SCADA'daki genel görünümü (a) Parçalayıcı çalışırken ve manueldeyken görünümü (b) Parçalayıcı duruyorken görünümü (c) Parçalayıcı arızalıyken görünümü .....	138
Şekil 6.8 Koyu hamur basınçlı eleğin SCADA'daki genel görünümü (a) Koyu hamur basınçlı elek çalışırken görünümü (b) Koyu hamur basınçlı elek duruyorken ve manueldeyken görünümü (c) Koyu hamur basınçlı elek arızalıyken görünümü.....	138
Şekil 6.9 Sarsak eleğin SCADA'daki genel görünümü (a) Sarsak elek çalışırken görünümü (b) Sarsak elek duruyorken görünümü (c) Sarsak elek arızalı ve manueldeyken görünümü.....	138
Şekil 6.10 Dispergerin SCADA'daki genel görünümü (a) Disperger çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Disperger duruyorken görünümü (c) Disperger arızalı ve manueldeyken görünümü .....	139
Şekil 6.11 Çift elektrikli presin SCADA'daki genel görünümü (a) Çift elektrikli pres çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Çift elektrikli pres duruyorken görünümü (c) Çift elektrikli pres arızalı ve manueldeyken görünümü .....	139
Şekil 6.12 Pompaların SCADA'daki genel görünümü (a) Pompa çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Pompa duruyorken görünümü (c) Pompa arızalı ve geçiş konumundayken görünümü .....	139
Şekil 6.13 Pnömatik vanaların SCADA'daki genel görünümü (a) Pnömatik vana çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Pnömatik vana geçiş konumunda ve arızalıyken görünümü (c) Pnömatik vana duruyorken görünümü .....	140
Şekil 6.14 Akış kontrol vanalarının SCADA'daki genel görünümü (a) Akış kontrol vanası çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Akış kontrol vanası geçiş konumunda ve arızalıyken görünümü (c) Akış kontrol vanası duruyorken görünümü .....	140
Şekil 6.15 Akış kontrol vanasının SCADA'daki vana kontrol ekranının genel görünümü ...	140
Şekil 6.16 Motor akım ekranının genel görünümü .....	141
Şekil 6.17 Alarm ekranının genel görünümü .....	141
Şekil 6.18 Trend ekranının genel görünümü .....	142

Şekil 6.18 Trend ekranının genel görünümü .....	142
Şekil 6.19 İnteraktif trend ekranının genel görünümü .....	142



## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 P&I şeması kodlama listesi .....	44
Çizelge 3.2 Tek hat şeması kodlama listesi .....	44
Çizelge 4.1 Akışmetrelerin listesi .....	66
Çizelge 4.2 Seviye vericilerinin listesi .....	69
Çizelge 4.3 Seviye anahtarlarının listesi .....	71
Çizelge 4.4 Basınç vericilerinin listesi .....	74
Çizelge 4.5 Akım konvertörlerinin listesi .....	76
Çizelge 4.6 Gerilim konvertörü listesi .....	77
Çizelge 4.7 Eneji analizörlerinin listesi .....	79
Çizelge 4.8 Akış kontrol vanalarının listesi .....	82
Çizelge 4.9 Kesafet vericilerinin listesi .....	89
Çizelge 4.10 Yük hücrelerinin listesi .....	92
Çizelge 4.11 Motor hız kontrol cihazlarının listesi .....	94
Çizelge 4.12 Hamur hazırlama ekipman listesi .....	97
Çizelge 5.1 Hamur hazırlama PLC işaret listesi .....	102
Çizelge 5.2 Pnömatik vana doğruluk tablosu .....	123



## ÖNSÖZ

Hammaddesi yaşam kadar değerli ormanlarımız olan ve tarih boyunca önemli işlevleri olan kağıdın günümüzde çok farklı kullanım alanları bulunmaktadır. Ekonomi dünyası içinde ambalajdan basım-yayına, sağlıktan gıdaya kadar çok pek çok sektörün en önemli maliyet unsurlarından birisini kağıt ve kağıt türevi ürünler oluşturmaktadır. Kağıt geçmişte olduğu gibi gelecekte de insan oğlunun hayatındaki önem ve değerini her zaman koruyacaktır. Elbette, bu kadar değerli bir ürünün üretim aşamalarındaki her bir prosesin önemi de aşikardır. Bu tezde, kağıt üretim aşamalarının ilki ve en önemlilerinden birisi olan Hamur Hazırlama prosesinin PLC-SCADA Otomasyon projesi ile daha etkili bir şekilde izlenebilirliğinin sağlanması, kalitesinin artırılması ve üretim maliyetinin düşürülmesi hedeflenmiştir.

Bu tezin hazırlanmasında büyük emeği geçen başta Prof.Dr. Galip Cansever'e, Fabrika Müdürlüğümüz Sn. M.Necati Akyıldız'a, aynı imkanı ve gönülden desteğini esirgemeyen kıymetli büyüğüm, şefim Sn. Gürkan Fayiz'e, İşletme Şefi Adnan Şen'e, İşletme Teknisyeni Sn. Metin Orhan'a, arkadaşım Yüksek Makine Mühendisi Tuncay Özdemir'e, yardımlarını esirgemeyen eniştem Ufuk Sönmez ile tüm emeği geçen değerli iş arkadaşlarıma ve haftalar boyu tezi bitirmemi bekleyen ve kendilerine zaman ayıramadığım aileme teşekkürü bir borç bilirim.

## **ÖZET**

Kağıt, temel olarak selüloz, dolgu malzemeleri ve kimyasallardan oluşur. Kağıt makinesi proses açısından su uzaklaştırma makinesi olarak düşünülür. Hamur hazırlama prosesi kağıt hamuru süspansiyonunun hazırlandığı kısımdır. Bu süreçte üretilen yarı mamül olarak isimlendirilen kağıt hamuru kesafet ve temizleme parametrelerine sahiptir. Buna bağlı olarak seviye, basınç ve akış kontrollerinden sözedilebilir. İyi temizlenen ve öğütülen kağıt hamuru, standart ve kaliteli ürünün temel yapısıdır.

Hamur hazırlama proses kontrol sistemi Otomasyon ve SCADA'dan oluşur. Böylece bu sistem kontrol edilebilir ve izlenebilir.

**Anahtar Kelimeler :** Hamur Hazırlama, Kontrol, SCADA, Otomasyon.



## **ABSTRACT**

Paper, basically is formed cellulose, filling and chemical materials. Paper machine is considered as a dewatering machine. The Stock preparation process is part of preparing suspension of paper pulp fibers. The paper pulp, is called that semi product and is produced in this process, has a consistency and cleaning parameters. Also as it depends on, It can be mentioned level, pressure and flow controls. The paper pulp that is good cleaned and refined, is basic structure in a standard and quality production.

The Stock Preparation process control system is formed by Automation and SCADA. Thus this system could be under control and watch.

**Key Words :** Stock Preparation, Control, SCADA, Automation.





## 1. GİRİŞ

### 1.1 Tezin Genel Tanımı

Bu tez Kombassan AŞ. MURATLI Tesisinde üretilmekte olan Kuşe kaplamalı kartonun temelini oluşturan baz kartonun hammaddesi olan kağıt hamurunun hazırlandığı prosesi ihtiva etmektedir. Burada mevcut proses fonksiyonu, alt prosesleri ve ekipmanları bazında ele alınarak yapılacak olan Otomasyon ve SCADA projesi tüm hatlarıyla ele alınacaktır.

### 1.2 Tezin Genel Amacı

Hamur Hazırlama prosesinin ayırık ve kullanıcı kontrollü çalışmasını sürekli, izlenebilir ve kontrol edilebilir hale getirilerek hamur kalitesinin artırılması ve enerji tasarrufunu sağlanması hedeflenmektedir.

Hamur Hazırlama Otomasyon ve SCADA Projesi neticesinde alt, orta ve üst kat hamur öğütüm, kesafet ve büte seviyeleri ile beslemeleri kontrol altına alınacaktır. Sistemden alınan akış, basınç, seviye bilgileri ile akış kontrol vanalarının pozisyonları, motor ve pompalarının durumları izlenebilecektir. Hamur Hazırlama prosesinde raporlanmasını istediğimiz kontrol ve durum bilgileri veritabanına kaydedilecektir. Veritabanına kaydedilen bilgiler ile geçmişe yönelik grafiksel kontrol yapılabilir olacaktır.

## **2. HAMUR HAZIRLAMA PROSESİNİN TANITILMASI**

### **2.1 Hamur Hazırlama Proses Tanımı**

Hamur Hazırlama Prosesinde amaç kağıt makinesine istenen özellik ve nitelikte kağıt hamuru süspansiyonu vermektir.

Hamur Hazırlama Prosesinin belli başlı aşamaları şunlardır :

#### **1. Liflerin Açılması**

Safiha veya topaklar halinde bulunan kağıt hamurunun daha sonraki işlemlere uygun hale gelmesi için su içinde dağıtılarak bireysel lifler haline getirilmesidir.

#### **2. Liflerin Dövülmesi ve Öğütülmesi**

Liflere plastik özellik kazandırma, fibrillendirme, saçaklandırma, lif yüzey alanını artırma, liflerin birbirleriyle temas olasılığını dolayısıyla hidrojen bağı oluşturma şansını artırma ve muhtemelen lif boylarının kısaltılması işlemidir.

#### **3. Temizleme**

Elekler ile ince ve koyu hamur temizleyiciler yardımıyla kağıt oluşumunu bozan şekilleri yönünden liflerden farklı çeşitli yabancı ve kaba maddelerin uzaklaştırılmasıdır.

#### **4. Seyreltme (sulandırma)**

Kağıt içinde liflerin mümkün olduğu kadar düzenli dağılımı ve liflere dağılım için yeterli özgürlüğü sağlamak için lif süspansiyonu olanak ölçüsünde sulandırılır. Kağıt makinesine girişte konsantrasyon 2-14 g/l arasında değişir. Yani üretilecek bir ton kağıt için kullanılan su muazzam olup 10-25 ton arasında değişir. (Eroğlu, 1985)

Yukarıdaki işlemler birbirleriyle bağımlı olarak çalışan ekipmanların bir bütünü oluşturduklarından sistemin kararlı çalışması gerekmektedir.

### **2.2 Hamur Hazırlamada Kullanılan Ekipmanların Özellikleri ve Görevleri**

Hamur Hazırlama Prosesi üç üniteden oluşmaktadır :

- 1. Alt Kat Hamur Hazırlama Ünitesi**
- 2. Orta Kat Hamur Hazırlama Ünitesi**
- 3. Üst Kat Hamur Hazırlama Ünitesi**

Bu üç ünite de kullanılan ekipmanlar aynı olmakla beraber farklılıklar mevcuttur. Aşağıda Hamur Hazırlama Prosesinde kullanılmakta olan ekipmanların özellikleri ve görevleri anlatılmaktadır.

### 2.2.1 Konveyör

Elyaf ve gazete vb. maddeleri pulpere taşıyan mekanizmadır. Bant sistemiyle dönerek 0,00 kodundan yüklenen selüloz, gazete, karton vb. maddeleri 5.00 koduna çıkarır ve bunları pulper ağzından vermeye yarar.



Şekil 2.1 Konveyör

### 2.2.2 Pulper

Pulper kesik koni biçiminde krom saçtan yapılmış, alt kısmında 10 mm çapında delikleri olan ve bu deliklerin üzerine yerleştirilmiş bir bıçak yardımıyla içerisine dökülen elyaf veya kuru kağıtları suyla karıştırarak % 4.5 - 5 kesafete kadar koyulaştırarak hamur haline getiren ekipmandır. Lif süspansiyonu rotor tarafından şiddetli bir karıştırmaya uğratılır. Liflendirme etkisi şiddetli türbulans liflerin mekanik sürtünmesi ve rotor bıçaklarına temas sonucu oluşur. Düşey ve yatay akımları yönlendirmek için silindirik tankın iç yüzeylerine deflektörler yerleştirilmiştir. Rotorun altında liflendirilmiş süspansiyonu tahliye etmek için bir deşarj

odası vardır. Hamurun boşaltılması rotorun altındaki delikli bir sac tarafından yapılır, bu şekilde açılmayan hamurlar sac tarafından tutulur.

Tank gövdesi dökme demir, yumuşak çelik, paslanmaz çelik veya seramikten olabilir. Sarsıntı olmaması için gövde ağır olmalıdır.

Pulperler kuru kağıt hamurunu sulu ortamda liflendirilmesi görevini yaparlar. Böylece elde edilen lif suspansiyonu kolayca pompalanabilir, öğütücülerde dövülebilir, eleklerde ve siklonlarda temizlenebilir. Öğütücüler hamuru ancak süspansiyon halinde kabul ederler, lifleri açamazlar. Bu yüzden ve kağıt makinesinin hızının artmasından dolayı sürekli çalışan pulperler ve öğütücüler standart lif hazırlama aleti haline gelmişlerdir.

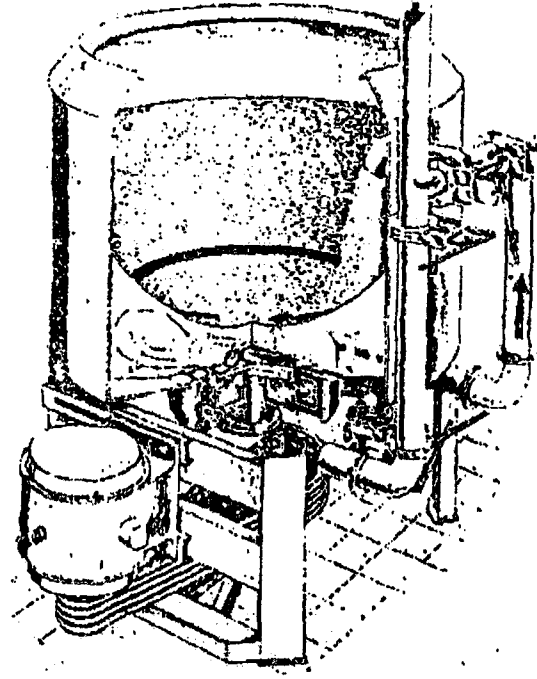
Pulperin taban kısmında veya yan duvarlarında bulunan rotor iki görev yerine getirir :

- Tank içindeki lifleri ve suyu etkili bir şekilde karıştırır.
- Lifleri didikleyip etkili bir şekilde birbirlerinden ayırır.

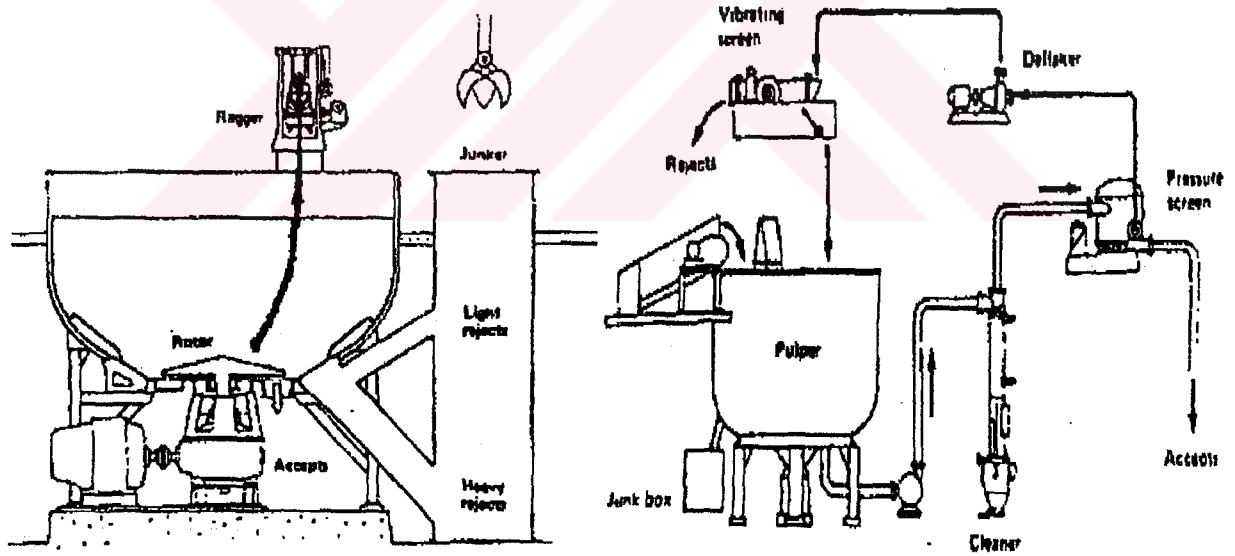
Eğer rotor dipte ise liflendirme daha iyi ve istendiği kadar hamurla çalışabilir. Buna karşılık güç tüketimi oldukça fazladır. Rotor yanda ise daha yüksek kesafetlerde çalışılabilir. Buna karşılık pulper daima dolu tutulmalıdır. Rotor genellikle paslanmaz çelikten yapılır. Çevresel hızı yaklaşık 1000 m/d'dır. Son zamanlarda rotor üzerine hem dönen hem de sabit bıçaklar konarak bir sürtünme ve parçalanma zonu oluşturulmuştur. Rotorun göbeği konik yapıda olup süspansiyon bıçaklara doğru yöneltir, böylece tank içinde şiddetli karıştırma ve sirkülasyon sağlanır. Bazı pulperlerde rotor kanatları uzun çubuklar şeklindedir ve çarpma etkisiyle açma yaparlar.

Pulperler dolgu ve katkı maddelerinin hamura katılmasında, topak veya safiha halindeki liflendirilmesinde, kağıt makinesinin ıslak ve kuru kopma artıklarının açılmasında, eski kağıtların liflendirilmesinde kullanılırlar. Eski kağıtlar genellikle % 1-3 gibi düşük konsantrasyonlarda açılırlar. Böylece yabancı maddelerin ayrılması kolaylaşır, kaba yabancı maddeleri ayırmak için pulper içine ip sarkıtılır, bu ip atıkları sararak hamurdan ayırır.

Kesintili liflendirme % 5-7 kesafette yapılmakta ve her işlem için lifsel madde bant üzerinde hazırlanır ve yeterli su ile birlikte verilerek belirli bir konsantrasyonda çalışma sağlanır. Tam bir liflendirme için gerekli süre hamur türüne bağlıdır. Örneğin ağartılmamış kraft için 15-30 dakika olup, ıslak dayanıklı kağıtlar için bu süre uzun ve sıcak su kullanımı, kimyasal madde katılması (NaOH) gibi özel işlemler süreyi kısaltmak açısından gereklidir. (Eroğlu, 1985)



Şekil 2.2 Pulper (Rotor dipte) (Eroğlu, 1985)



Şekil 2.3 Pulperlerin basitleştirilmiş klasik montaj şemaları (Smook, 1992)

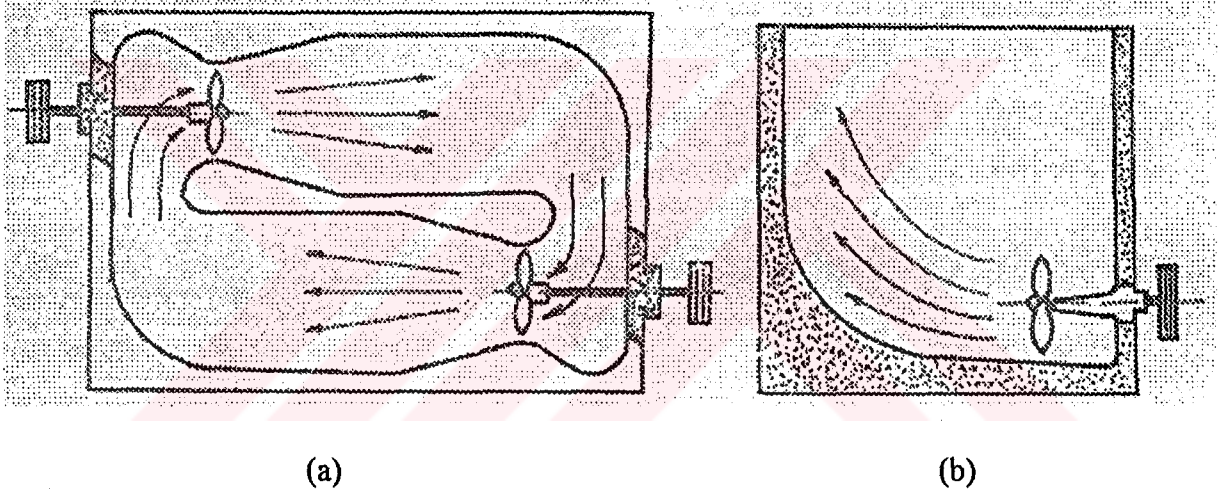
### 2.2.3 Büte

Büte hamurun depolandığı yerdir. Bütelere betondan yapılıp, sıva ve beton parçaları koparak hamura karışmaması için üzerleri kaygan seramik tipi kaplama ile örtülü olabileceği gibi, genel olarak paslanmaz çelikten yapılır. Yerleşmeleri dikey ve yatay olabilir ve her iki halde



de hamurun homojenliğini sağlamak ve dibe çökmesini engellemek için % 4.5 - 5 kesafetteki hamuru homojen karıştırarak güçte üç kanatlı karıştırıcıya sahiptir.

Büteler fonksiyonlarına göre boşaltma, stok, Makine-1 ve Makine-2 diye dört gruba ayrılır. Boşaltma büteleri her hatta birer adettir ve hacimleri  $60 \text{ m}^3$ 'dür. Boşaltma bütésinin amacı pulperde lifleri açılan hamur hep aynı karakterde olmadığı için belli bir hacimde karıştırılması gerekmektedir. Bu yüzden  $26 \text{ m}^3$ 'lük bir pulper en az iki katı bir boşaltma bütésine ihtiyacı vardır. Boşaltma bütésinde homojen olarak karıştırılan hamur stok büteye alınır. Bu büte adında anlaşıldığı gibi biriktirme bütésidir. Stok büteden hamur Makine-1 bütésine alınırken kesafet kontrolü yapılarak % 3.5 kesafete ayarlanır. Makine-1 bütésinden hamur Makine-2 bütésine giderken kesafet kontrolü yapılarak kullanıma hazır hale getirilir. Makine-2 bütésinden seviye kasasına gönderilen hamurun kesafeti kontrol amacıyla ölçülür ve gramaj kontrolünde kullanılır.

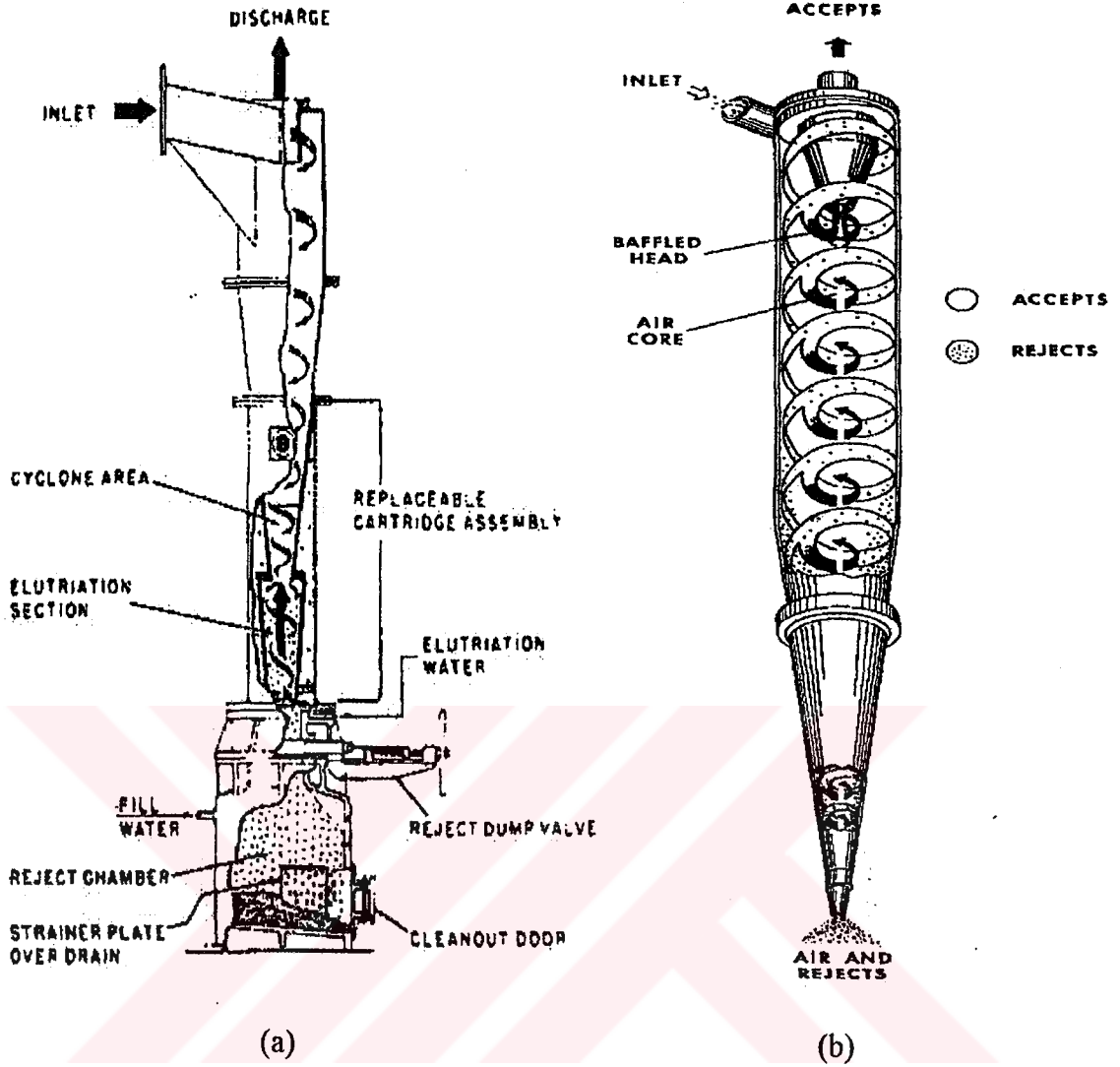


Şekil 2.4 Büteler (a) Çift karıştırıcılı yatay hamur bütési (b) Düşey hamur bütési (Eroğlu, 1985)

#### 2.2.4 Koyu Hamur Temizleyici

Hamurun içerisindeki taş, kum, cam, metal parçalarını vb. eleyen sistemdir ve basınçlı su ile çalışır. Yaklaşık % 4.5 - 5 kesafet ile koyu hamur temizleyicisine gelen hamur cam hazne ve geldiği hattın temizleyici girişinde aldığı kavis ile vida şeklinde dönerek aşağıya inmek eğiliminde iken aşağıdan gelen suyun basıncıyla karşılaşınca aradaki küçük fark basınçtan etkilenen hamur kendi oluşturduğu girdabın içinden yukarıya doğru koyu hamur temizleyici çıkış hattına ilerlerken ağır maddeler, taş, çakıl, cam parçaları, metal parçaları, zımba teli, raptiye vb. aşağıya çöker ve alt kısımda bulunan atık bölmesinde birikir. Daha sonra burada toplanan atıklar boşaltılarak kanala atılır.





Şekil 2.5 Koyu hamur temizleyici (a) Temel şekil (b) Çalışma prensibi (Smook, 1992)

### 2.2.5 Koyu hamur basınçlı elek

Yaklaşık % 4.5 - 5 kesafetle Koyu hamur basınçlı eleğe gelen hamurun içindeki kağıt harici açılmayan elyaf, naylon tahta parçası cam parçası vb. temizlemeye yarayan sistemdir. İnce hamur basınçlı eleğin çalışma prensibiyle aynıdır ve ince hamur basınçlı eleğe göre daha kaba temizleme işlemi yapar.

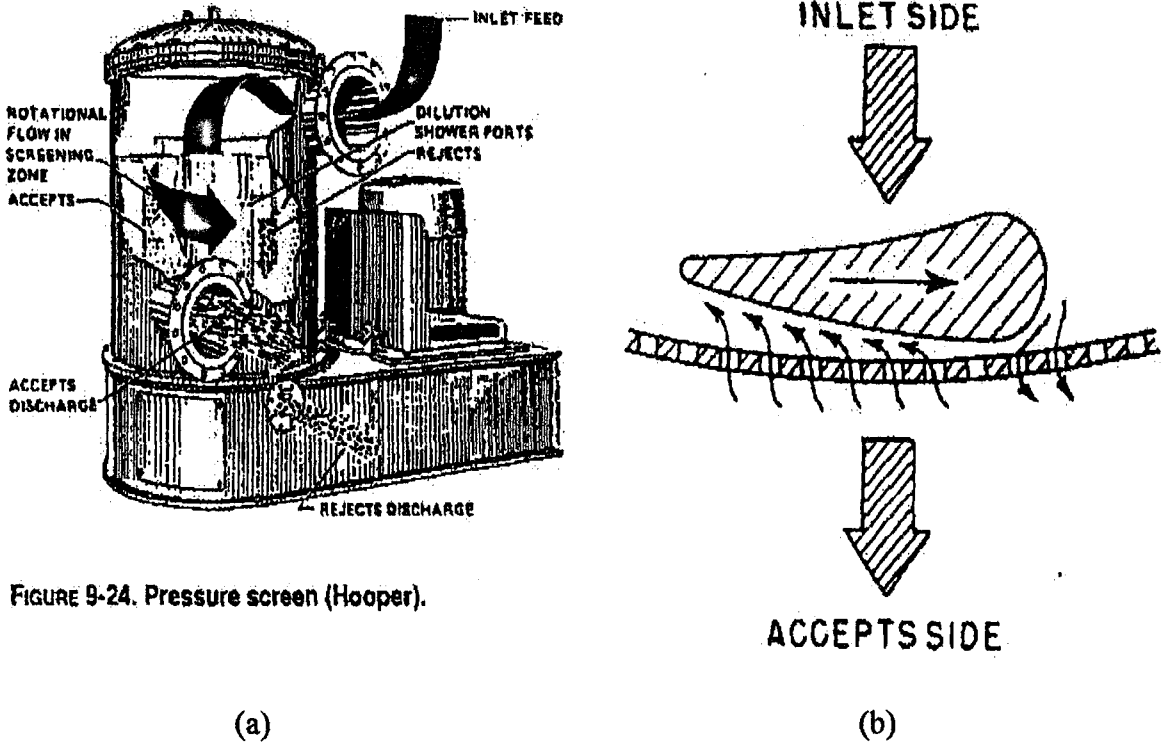


FIGURE 9-24. Pressure screen (Hooper).

Şekil 2.6 Koyu hamur basınçlı elek (a) Temel şekil (b) Çalışma prensibi (Smook, 1992)

### 2.2.6 Sarsak Elek

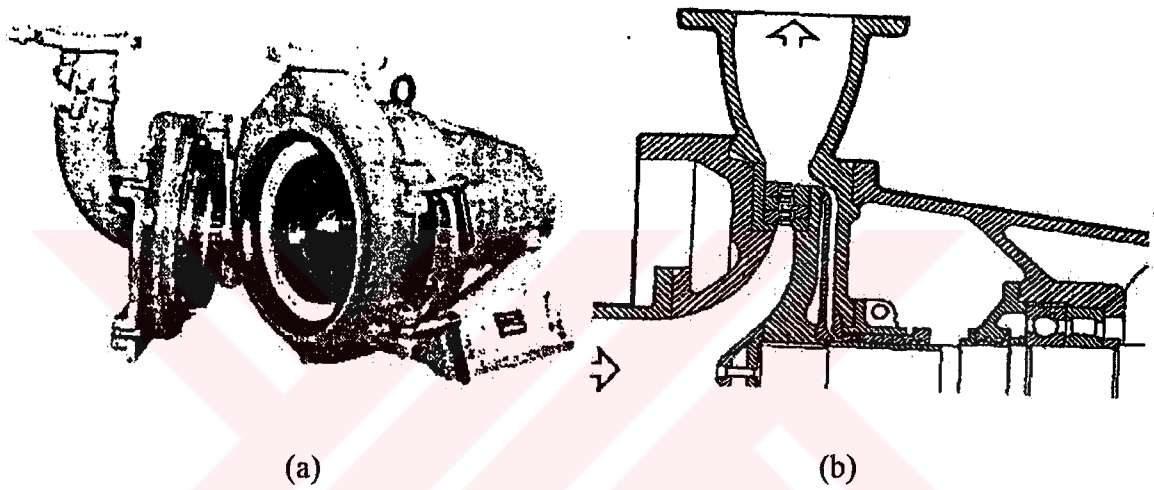
Koyu hamur basınçlı elek veya dikey ince hamur basınçlı elekden gelen atığı temizler, ayırdığı ince elyafları boşaltma bütesine geri kazandıran sistemdir. Sarsak elekte bulunan motorun ayaklarınının bağlı olduğu yaylanma hareketini veren düzenek vasıtasıyla buraya gelen hamurun içindeki son katı atıkları eleyerek atık çıkışından kanala atılır. Hamurun işe yarayan kısmı ise ilgili hattın boşaltma bütesine geri kazandırılır, tekrar temizleme işlemine tutulmak üzere sisteme karıştırılır.



Şekil 2.7 Sarsak elek

### 2.2.7 Parçalayıcı

Pulperlerde başlangıçta liflerin açılması çok hızlı olup belirli bir liflendirmeden sonra etki azalır. Pulperden bu noktadan sonra lifleri açmak için çok enerji harcadıklarından işlem durdurularak kalan lif demetleri ve düğümler parçalayıcı tarafından liflendirilir. Bundan dolayı parçalayıcılar pulperlerin kapasitesini önemli ölçüde artırırlar. Islak dayanıklı kağıtların açılmasında eski kağıtların açılması ve yabancı maddelerin ayrılmasında kullanılır. Ancak genel kullanım amacı daha homojen ve bireysel liflere ayrılmış hamur elde etmektir. Parçalayıcılar daha az enerji tükettiklerinden düğüm ve lif demetlerinin açılmasında bu aşamada daha etkili olduklarından tercih edilirler.



Şekil 2.8 Parçalayıcı (a) Temel şekil (b) Çalışma prensibi (Eroğlu, 1985)

Pulperlerden çıkan lif süspansiyonu içindeki belirli miktardaki düğümler, pastiller ve lif demetlerinin dövmeden önce açılması iyi bir kağıt yapımı için gereklidir. Düğüm birbirleriyle iç içe geçmiş lif topaklarıdır. Pastil genellikle açılmamış küçük hamur veya kağıt parçacıklarıdır. Lif demeti ise iki veya daha fazla lifin birbirine yapışık olmasıdır.

Parçalayıcılar kağıt hamurunun bireysel lifler haline gelmesini sağlarlar ve pulperlerle öğütücüler arasında yer alırlar. Parçalayıcının etkisi hidrolik ve mekaniktir. Görünüşte öğütücüye benzeyen, nisbeten daha basit dizaynlı, rotor ve stator açıklığı belirli olan aletlerdir. Rotor ve stator üzerinde bıçaklar, çubuklar veya delikler bulunur. Parçalayıcı düğüm ve pastilleri açıcı frekansı 2500 Hz olan türbülanslar oluşturur. Hızlı çalıştıklarından herhangi bir metalik yabancı cisim aşınmaya veya zarara sebep olur. Hamur parçalayıcıya girmeden önce koyu hamur temizleyiciden ve Koyu hamur basınçlı elekden geçirilmelidir. Rotor ve stator birbirine değmez ve aradaki açıklık zamanla değiştiğinden yeniden ayarlanmalıdır. (Eroğlu, 1985)

### 2.2.8 Öğütücü

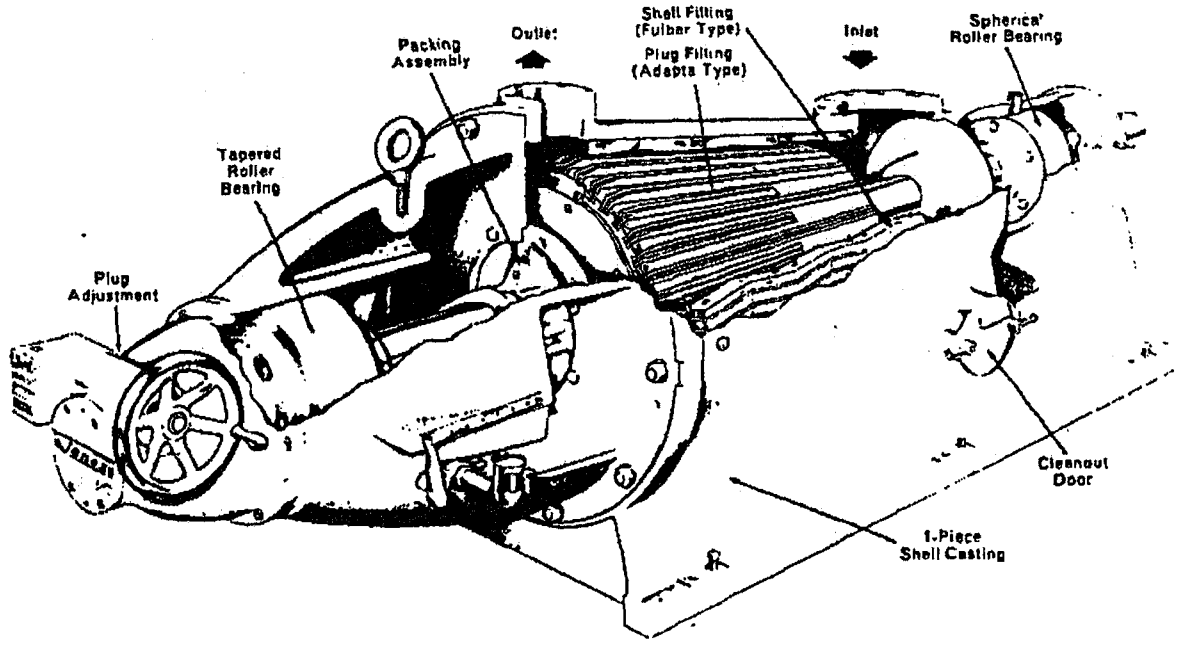
Öğütücüler bir yüzey üzerine yerleştirilmiş metal bıçakların yine benzer bir yüzeye karşı yer değiştirme ilkesine göre çalışırlar. Hamur bu iki yüzey arasından geçerken lifler sert hareketlere, basınç, çekme ve sürtünmeye uğrayarak yapıları gevşer. Böylece hamur öğütülmüş olur. Bu etkiler sonucu suyun daha önce yeterince giremediği lif içine nüfuzu sağlanmış olmaktadır. Öğütücülerde iki bıçak arasında türbülansın çok şiddetli olduğu, bıçakların özelliğinin önemli olduğu, bıçak şeklinin etkisi olduğu bilinmektedir. Öğütücüler birçok dövücüden farklı aşağıdaki özelliklere sahiptir :

- Her çarpmada etkilenen lif sayısı ve oranı,
- Birim zamandaki çarpma sayısı,
- Çarpmanın şiddeti.

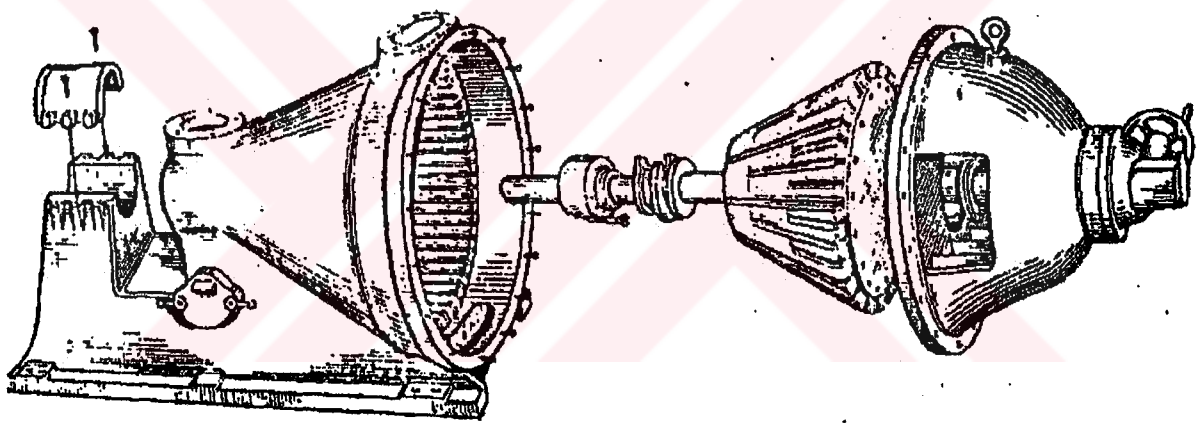
Öğütücüler konik ve disk olmak üzere iki modeli bulunmaktadır. Öğütücünün konik ya da disk olması hamuru öğüten mekanizma şekli ile ilgilidir.

Konik öğütücü bıçakları iç içe geçmiş konik bir rotor ve bir stator üzerine eksene paralel olarak dizilmiştir. Konik öğütücü simetrik kapalı bir birim oluşturur. Konik açı  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$  arasında olup saft bir motora bağlanmıştır. Hamur genellikle % 3 - 5 kesafette sürekli olarak ince uçtan verilir. Rotor ve statorun bıçakları arasından geçtikten sonra koninin geniş tarafından çıkar. Çalışmaya başlamadan önce uygun rotor ve stator açıklığı ayarlanmalıdır. Durdurmadan önce de açıklık artırılarak metal metal teması sonucu öğütücünün kilitlemesi önlenmelidir. Dövme basıncının artmasıyla enerji tüketimi ve sıcaklık artar. Konik öğütücüler lif başına çarpma sayısı az, fakat çarpma şiddeti yüksek ve akım bıçaklara paralel yönde olduğu için kesme etkisi fazladır ve enerji tüketimi yüksektir. Boşa harcanan güç % 40'tır.

Pulperlerde başlangıçta liflerin açılması çok hızlı olup, belirli bir liflendirmeden sonra etki azalır. Bundan dolayı konik öğütücülerin geniş açılı tipleri üretilmiştir. Bıçaklara paralel akışını azaltmak, kesmeyi azaltıp liflendirme etkisini arttırmak için yüksek hızlı, konik açısı  $60^{\circ}$  dolayında, rotor ve statorun tamamı değiştirilebilir olması nedeniyle geniş bir uygulama alanı bulmuştur.



Şekil 2.9 Konik öğütücü (Smook, 1992)

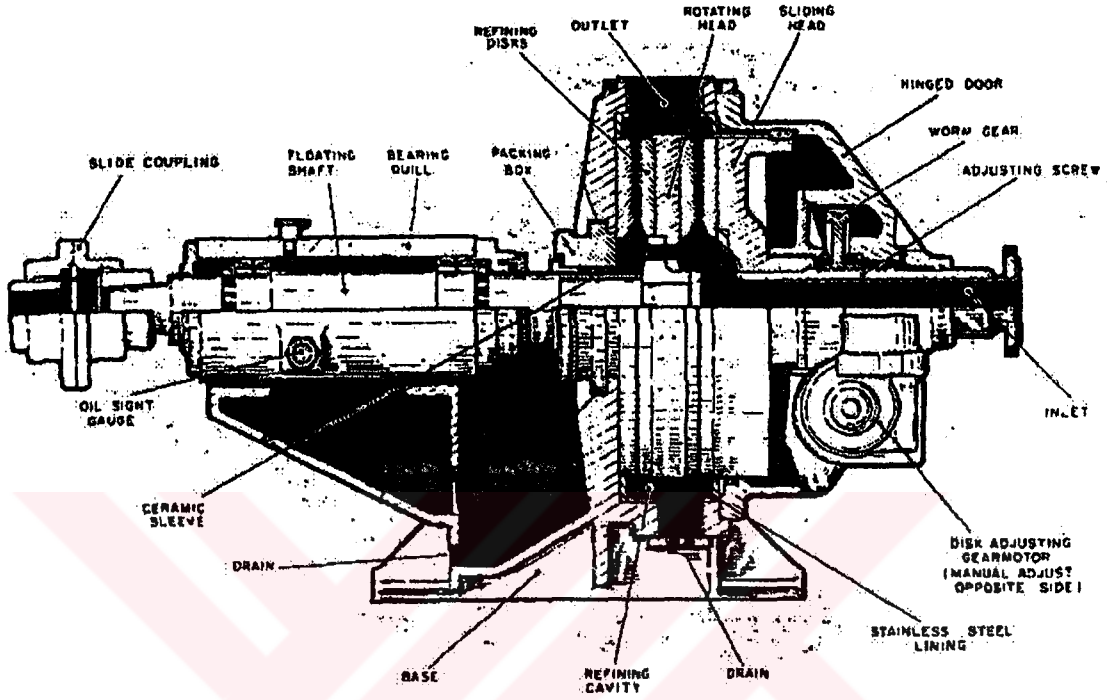


Şekil 2.10 Geniş açılı konik öğütücü (Eroğlu, 1985)

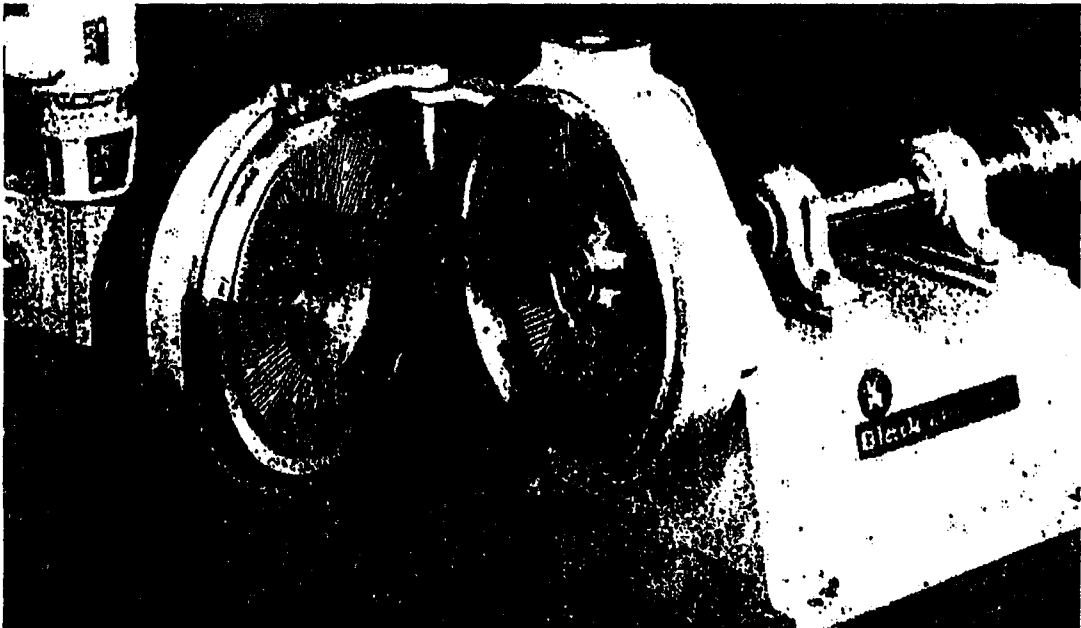
Disk öğütücü üzerinde eğimli olarak dizilmiş ve dizaynları çok değişik olan bıçaklar bulunan, stator denen bir sabit ve rotor denen bir döner diskten ibarettir. İki stator ve bir rotorlu üç diskli öğütücü kağıtçılıkta öğütme amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu öğütücüler tek yönlü ve çift yönlü şekilde çalışabilirler. Fazla dövme için tek yönlü, debi değişimleri halinde kolay ayarlama için çift yönlü çalışma önerilir. Disk öğütücülerde hamur diskler arasından geçerek dışarı çıkar. Lifleri dövme etkileri daha iyi, enerji kullanımı daha etkili, birim dövülen lif miktarı için harcanan enerji daha az, sacaklandırma etkisi fazladır. Boşa harcanan güç % 20-25 olup, diğer öğütücülerden daha iyidir. Bıçakların geometrik şekli ve büyüklüğü kullanma amacına göre değişir. Geniş bıçaklar şişme ve fibrillendirmeyi artırır, ince bıçaklar kesme etkisi yapar. Liflerin kesilmesi daha çok enerji harcadığından kısa



lif kullanmak daha iyidir. Disk öğütücüler basınç altında ve kapalı bir sistem olarak çalışmaktadır. Düzenli ve uygun bir besleme için uygun pompaların kullanılması gereklidir. Disk öğütüçlere uygulanan basınç minimum 2.1 bar, maksimum 4.5 bar olmalıdır. Debi ayarı çıkışta bulunan vana ile yapılır. Böylece çıkış basıncı giriş basıncından düşük olup, 0.3-1.0 bar bir basınç farkı sağlanır.



Şekil 2.11 Disk öğütücü (Smook, 1992)

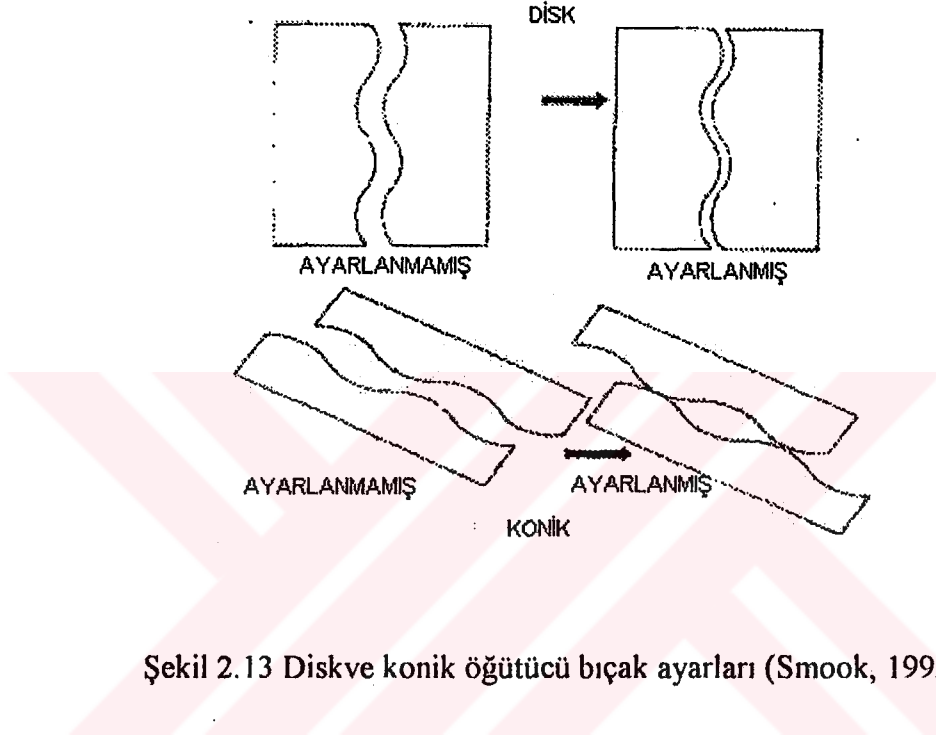


Şekil 2.12 Disk öğütücü genel görünüş (Eroğlu, 1985)

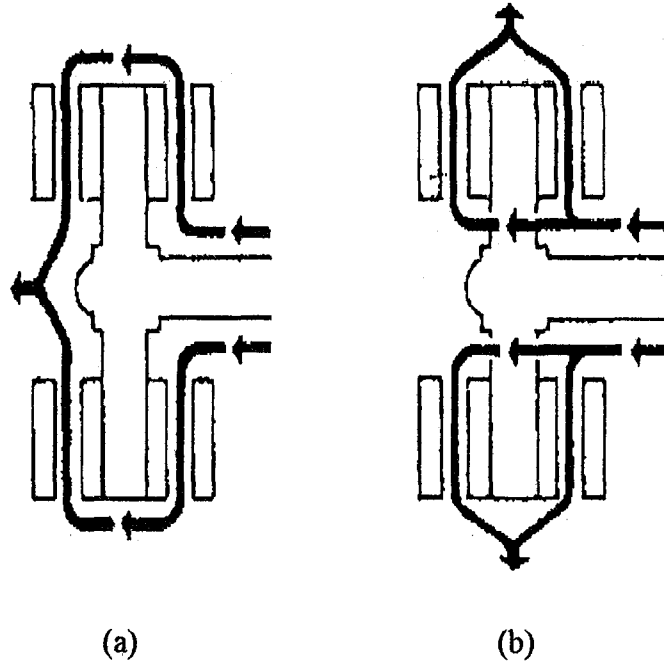


Disk öğütücülerin konik öğütücülere oranla aşağıdaki avantajları şunlardır :

1. Dövme etkisi yüksektir. Boşa çalışma daha azdır. Dolayısıyla % 20-50 oranında enerji tasarrufu sağlanır.
2. Lifler üzerinde etki düzenlidir. Dövülen hamur daha homojen, şişme etkisi daha iyi, lif kesilmesi azdır, dolayısıyla yırtılma direnci yüksektir.
3. Düşük şoper ( $SR^\circ$ ) derecelerinde aynı fiziksel özellikler elde edilir. Dolayısıyla sonsuz elek üzerinde süzülme daha kolaydır. Aynı  $SR^\circ$  için kağıdın yoğunluğu daha yüksektir.
4. Malzemesi daha ucuz ve yerleştirilmesi ile ayarı kolaydır, bakım masrafı azdır.
5. kW başına yatırım daha düşüktür. (Eroğlu, 1985)



Şekil 2.13 Diskve konik öğütücü bıçak ayarları (Smook, 1992)



Şekil 2.14 Disk öğütücü çalışma şekilleri (a) Tek yönlü (b) Çift yönlü (Smook, 1992)

### 2.2.9 Çift Elekli Pres

Çift elekli presin girişine ortalama % 5 kesafet ile gelen hamur preslenerek ortalama %26 - 27 kesafete çıkartılarak dispergere kuru maddesi yükseltilmiş hamur göndermek için kullanılan bir sistemdir. Her kısımda alt ve üst olmak üzere iki elek vardır. Elekler çevirici motor ile tahrik edilir ve devir ayarları mekanik olarak yapılmaktadır. Alt ve üst eleğin kaymasını önlemek için iki elekte de klapeler mevcuttur. Bu klapeler regüle valslerine kumanda ederek eleğin düzgün gitmesini sağlar. Sisteme hamur girişinde, seviye kasasının altında pnömatik vana vardır. Pnömatik vana çift elekli pres helezon motoru ile irtibatlı çalışır. Helezon motor devreden çıkınca pnömatik vana otomatik olarak kapanır. Elek vasıtası ile valsler arasında dolaştırılarak suyu süzülen hamur helezona boşaltılır. Helezon ile dispergere gönderilir. Sistem devreye alındığında eleklerin üzerine yıkama amacı ile sürekli su verilmektedir. Çift elekli presin çalışabilmesi için disperger giriş helezon motorunun çalışması gerekmektedir.

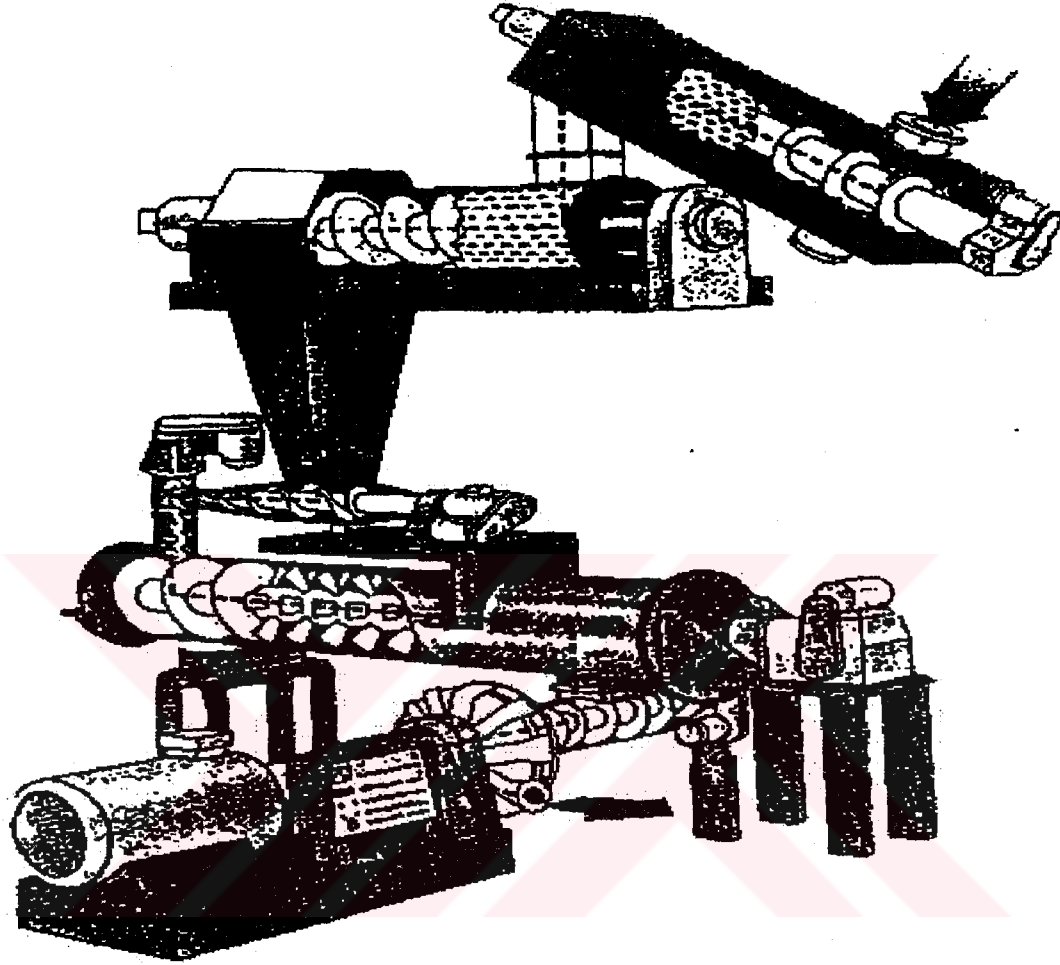


Şekil 2.15 Çift elekli pres

### 2.2.10 Disperger

Disperger çift elekli presten gelen hamurun içerisindeki kağıt cinsi hariç atık maddelerin yüksek sıcaklıkla eritildiği mikropartiküller haline getirildiği ve imalata temiz hamur göndermek için kullanılan bir sistemdir. Çift elekli presten gelen hamur giriş helezonu vasıtası ile ayırıcıya gelir. Ayırıcı hamuru ısıtıcıya iletmek kullanılır. Isıtıcı gelen hamura buhar uygulayarak hamur içerisindeki tutkallı maddelerin eritildiği gövdedir. Isıtıcıdan geçen hamur besleyiciye iletilir. Besleyiciye gelen hamur, disperger motoru ile çevrilen ve hamurun mikropartiküller yapıda öğütmeye yarayan parçalayıcı bıçaklara iletir. Hamurun öğütülmesi

esnasında su ilave edilerek kesafeti istenilen değere ayarlanır. Burada hamurun kesafeti ortalama % 4.5 olarak ayarlanır. Dispergerde öğütülen ve kesafeti ayarlanan hamur çıkış basıncı ayarlanarak disperger bütesine gönderilir.



Şekil 2.16 Disperger (Smook, 1992)

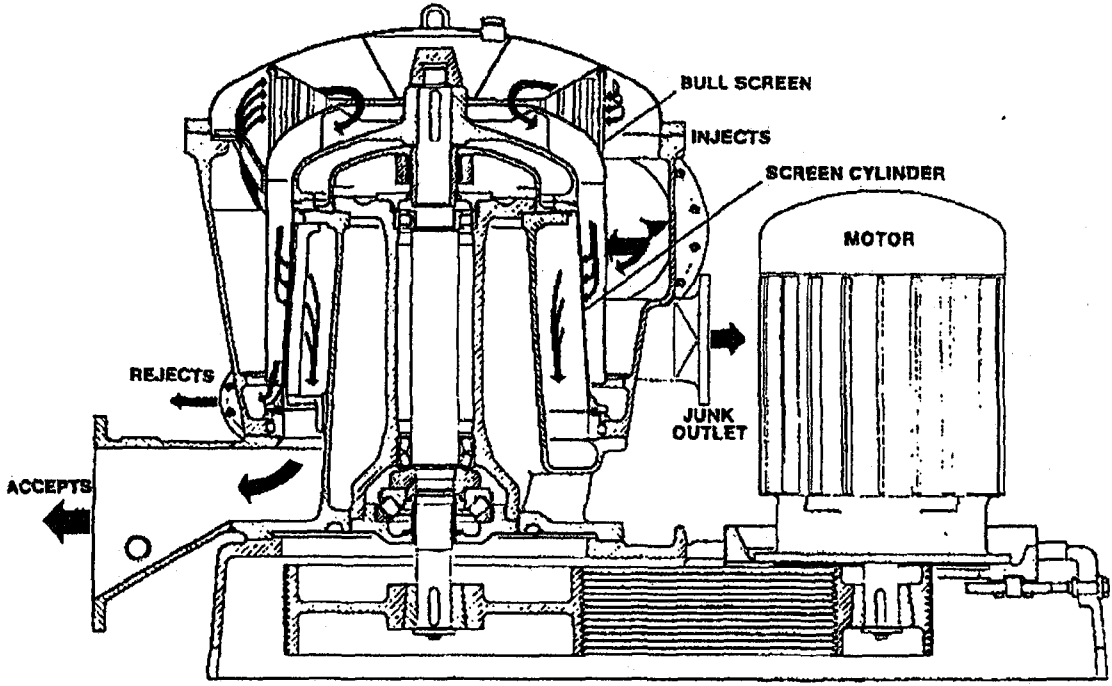
### 2.2.11 İnce hamur temizleyici

Hamurun içindeki ince kum tanelerini temizler. Çalışma prensibi koyu hamur temizleyici gibidir, fakat daha küçük maddeleri ayırır. Buraya gelene kadar işe yaramayan büyük maddeler temizlenmiştir. İnce hamur temizleyicilerin hepsi % 1 kesafetin altında çalışırlar.

İnce hamur temizleyicilerin çalışma prensibi şöyledir : Birinci kademe fan pompası ile birinci kademe ince hamur temizleyiciden temiz hamur ince hamur basınçlı eleğe gönderilir. Birinci kademe ince hamur temizleyicinin kirlisi, ikinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderilir. İkinci kademe ince hamur temizleyici temiz birinci kademe emisine, ikinci kademe ince hamur temizleyicinin kirlisi üçüncü kademe ince hamur temizleyiciye gönderilir. Üçüncü







Şekil 2.18 İnce hamur basınçlı elek (Smook, 1992)

### 2.3 Hamur Hazırlama İşletme Mantığı

Hamur hazırlama prosesinde hamur liflerinin açılması, dövülmesi, öğütülmesi, temizlenmesi ve seyreltme (sulandırma) işlemleri baz kartonun katlarını oluşturan alt, orta ve üst katlar için ayrı ayrı çalışma prensipleriyle aşağıda detaylı anlatılacaktır.

#### 2.3.1 Alt Kat Hamur Hazırlama İşletme Mantığı

Alt kat konveyörü ile iade gazete kağıtları alt kat pulperine taşınır. Pulper içinde iade gazete kağıtları pulper bıçakları ile istenilen kesafetli hamur elde edilene kadar karıştırılırken bir yandan da halat tutucular vasıtasıyla hamurun içindeki tel parçaları, bez parçaları vb. istenmeyen malzemeler temizlenir. İstenilen kesafetli hamur elde edildikten sonra pulper boşaltma pompası ile pulper boşaltma bütesine basılır. Boşaltma bütesi içerisinde karıştırıcı ile karıştırılan hamur boşaltma bütesinden koyu hamur temizleyicisine basılır. Koyu hamur temizleme ekipmanından geçen hamurun içerisindeki taş, kum, cam, metal parçaları ayıklanarak temizlenen hamur, seviye kasasına basılırken hamurdan çıkan atıklarsa, koyu hamur temizleyicilerin altından bütün katlar için ortak olan ve tam altlarında bulunan büteye ve uzantısı da aşağısında bulunan atık tankına gönderilir. Seviye kasasına gelen temiz hamur buradan Koyu hamur basınçlı eleğe aynı basınçla girer. Koyu hamur basınçlı elekde de hamurun içerisindeki kağıt harici açılmayan elyaf, naylon tahta parçası cam parçası vb.

istenmeyen malzemeler temizlenir. Koyu hamur basınçlı elekde temizlenen hamur stok büte de depolanır. Depolanan hamur kullanılmak üzere stok büte pompası vasıtasıyla alt kat ve döküntü parçalayıcılarıdan geçirilirken düğümleri açılan hamur Makine-1 bütesine depolanır. Hamur Makine-1 bütesinden Makine-2 bütesine gönderilir. Makine-2 bütesinden hamur kesafet kontrolüyle seviye kasasına basılır. Seviye kasasından birinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderilen hamurun akışına göre gramaj kontrolü yapılır. Birinci kademe fan pompası elek altı bütesinden aldığı suyla seviye kasasından gelen hamuru karıştırıp % 0.5 kesafete düşürerek birinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderir. Birinci kademe ince hamur temizleyicide temizlenen hamur ince hamur basınçlı eleğe, kirlisi ikinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderilir. İkinci kademe ince hamur temizleyici temizi birinci kademe emisine, ikinci kademe ince hamur temizleyicinin kirlisi üçüncü kademe ince hamur temizleyiciye gönderilir. Üçüncü kademe ince hamur temizleyici temizi, ikinci kademe emisine, üçüncü kademe ince hamur temizleyicinin kirlisi atığa gönderilerek kanala atılır. Birinci kademe ince hamur temizleyicide temizlenen hamur ince hamur basınçlı elekde son temizliği yapılarak distribütörden vasıtasıyla yuvarlak eleklerle verilir.

### **2.3.2 Orta Hamur Hazırlama İşletme Mantiği**

Orta katta iki adet pulperimiz vardır. Bu iki pulper birlikte kullanılabilirdiği gibi tek tek olarak da kullanılabilirler. Pulper içinde toplama gazete kağıtları pulper bıçakları ile istenilen kesafetli hamur elde edilene kadar karıştırılırken bir yandan da halat tutucular vasıtasıyla hamurun içindeki tel parçaları, bez parçaları vb. istenmeyen malzemeler temizlenir. İstenilen kesafetli hamur elde edildikten sonra pulper boşaltma pompası ile pulper boşaltma bütesine gönderilir. Boşaltma bütesi içerisinde karıştırıcı ile karıştırılan hamur boşaltma bütesinden koyu hamur temizleyicisine basılır. Koyu hamur temizleyicileri alt ve üst katta birer adet iken orta katta iki adettir. Burada hamurun içerisindeki taş, kum, cam, metal parçalarını temizlenen hamur seviye kasasına basılır. Seviye kasasına gelen hamur buradan Koyu hamur basınçlı eleğe iner. Hamurdan çıkan atıklarsa koyu hamur temizleyicilerin altından bütün katlar için ortak olan ve tam altlarında bulunan büteye ve uzantısı da aşağıda bulunan atık tankına gönderilir. Seviye kasasına gelen temiz hamur buradan Koyu hamur basınçlı eleğe aynı basınçla girer. Koyu hamur basınçlı elek hamurun içerisindeki kağıt harici açılmayan elyaf, naylon tahta parçası cam parçası vb. temizlenir. Koyu hamur basınçlı elekde temizlenen hamur, stok büte de depolanır. Koyu hamur basınçlı elek atık çıkışı ise sulandırılarak iki adet sarsak elek içine akar. Burada Koyu hamur basınçlı elekden sızan yararlı maddeler tekrar temizlenerek sisteme aktarılırken en son çıkan atıklarsa sarsak eleğin sarsarak attığı uç



kısından boru ile kanala gönderilir. Stok bütede depolanan hamur orta kat parçalayıcılarına gönderilir. Parçalayıcılarda kullanılabilir kıvama getirilen hamur ikinci seviye kasasına basılır. Seviye kasasından çift elekli prese gönderilir. Seviye kasasındaki oluşan taşıntı boşaltma bütmesine atık yapılır. Çift elekli pres dispergere kuru maddesi yükseltilmiş hamur göndermek için kullanılan bir sistemdir. Çift elekli presin girişine ortalama % 5 kesafet ile gelen hamur ortalama % 26-27 kesafete çıkartılır. Her kısımda alt ve üst olmak üzere iki elek vardır. Elekler çevirici motor ile tahrik edilir ve devir ayarları mekanik olarak yapılmaktadır. Elek vasıtası ile valsler arasında dolaştırılarak suyu süzölen hamur helezona boşaltılır. Helezon ile dispergere gönderilir. Sistem devreye alındığında eleklerin üzerine yıkama amacı ile sürekli su verilmektedir. Çift elekli presin çalışabilmesi için disperger giriş helezon motorunun çalışması gerekmektedir. Disperger çift elekli presten gelen hamurun içerisindeki kağıt cinsi hariç atık maddelerin yüksek sıcaklıkla eritildiği ve mikropartiköller haline getirilerek imalata temiz hamur göndermek için kullanılan bir sistemdir. Çift elekli presten gelen hamur giriş helezonu vasıtası ile ayırıcıya gelir. Ayırıcı hamuru ısıtıcıya iletmek kullanılır. Isıtıcıya gelen hamura buhar uygulanarak hamur içerisindeki tutkallı maddelerin eritildiği gövdedir. Isıtıcıdan geçen hamur besleyiciye iletilir. Besleyiciye gelen hamur, disperger motoru ile çevrilen ve hamurun mikropartiköller yapıda öğötmeye yarayan parçalayıcı bıçaklara iletir. Hamurun öğötölmesi esnasında su ilave edilerek kesafeti istenilen değere ayarlanır. Burada hamurun kesafeti ortalama % 4.5 olarak ayarlanır. Dispergerde öğötölen ve kesafeti ayarlanan hamur çıkış basıncı ayarlanarak disperger bütmesine gönderilir. Disperger büttesinden kesafet kontrolöyle hamur Makine-1 bütmesine gönderilir. Makine-1 bütmesine gelen hamur Makine-2 bütmesine gönderilir. Makine-2 büttesinden hamur kesafet kontrolöyle seviye kasasına basılır. Seviye kasasından birinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderilen hamurun akışına göre gramaj kontrolü yapılır. Birinci kademe fan pompası elek altı büttesinden aldığı suyla seviye kasasından gelen hamuru karıştırıp % 0.5 kesafete düşürerek birinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderir. Birinci kademe ince hamur temizleyicide temizlenen hamur ince hamur basınçlı eleğe, kirlisi ikinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderilir. İkinci kademe ince hamur temizleyici temizi birinci kademe emisine, ikinci kademe ince hamur temizleyicinin kirlisi üçüncü kademe ince hamur temizleyiciye gönderilir. Üçüncü kademe ince hamur temizleyici temizi ikinci kademe emisine, üçüncü kademe ince hamur temizleyicinin kirlisi atığa gönderilerek kanala atılır. Birinci kademe ince hamur temizleyicide temizlenen hamur ince hamur basınçlı elekde son temizliği yapılarak distribütörden vasıtasıyla yuvarlak eleklerle verilir.

### 2.3.3 Üst Kat Hamur Hazırlama İşletme Mantiğı

Üst kat hamur akışında elyaf kullanıldığından dolayı alt ve orta kat hamur akışlarında olduğu gibi temizleme ekipmanlarına ihtiyaç duyulmaz. Üst kat hamur akışı daha basittir. Üst katta uzun ve kısa iki çeşit elyaf kullanılmaktadır. İkisinin farklı özellikleri ve görevleri vardır. Uzun elyaf açılarak uzar ve kısa elyaf bu yapının aralarını doldurarak halı biçiminde örgü gibi bir yapı oluşur. Hamur akış hattında ki akış yollarında da farklılıklar vardır. Uzun ve kısa elyaf hamur hazırlama kısmında hiç karşılaşmadan yaş kısmın sorumluluğunun başladığı Makine-2 bütesinin üzerindeki karışım tankına ulaşır. Uzun ve kısa elyaf ilk defa burada karşılaşır ve karışırlar. Üst kat konveyörü ile taşınan elyaf su ile birlikte pulper içerisinde pulper bıçakları sayesinde parçalanarak istenilen kesafet elde edilene kadar karıştırılırken, bir yandan da halat tutucular vasıtasıyla elyaf içerisindeki tel ve bez parçaları gibi büyük ve uzun atıklar temizlenmiş olur. İstenilen kesafetli hamur elde edildikten sonra pulper boşaltma pompası ile pulper boşaltma bütesine gönderilir. Pulperden çıkan uzun elyaf üst kat boşaltma bütesine basılır. Boşaltma bütesi uzun elyaf hamurunun biriktirilmesi için kullanılır ve uzun elyaf Makine-1 bütesine girmez. Boşaltma bütesi içerisinde karıştırıcı ile karıştırılan hamur boşaltma bütesinden koyu hamur temizleyicisine basılır. Bütün koyu hamur temizleyiciler aynı prensiple çalışırlar. Burada hamurun içerisindeki taş, kum, cam, metal parçalarını temizlenir. Hamurdan çıkan atıklarsa, koyu hamur temizleyicilerin altından bütün katlar için ortak olan ve tam altlarında bulunan büteye ve uzantısı da aşağıda bulunan atık tankına gönderilir. Hamur burada temizlendikten sonra parçalayıcıya basılır. Parçalayıcıda düğümleri açıldıktan sonra disk öğütücüye gönderilir. Öğütücüde istenilen şoper değerine kadar öğütülen hamur Makine-2 bütesine gönderilir. Pulperden çıkan kısa elyaf üst kat Makine-1 bütesine basılır. Makine-1 bütesi kısa elyaf hamurunun biriktirilmesi için kullanılır ve kısa elyaf boşaltma bütesine girmez. Makine-1 bütesi içerisinde karıştırıcı ile karıştırılan hamur direkt disk öğütücüye basılır. Öğütücüde istenilen şoper değerine kadar öğütülen hamur Makine-2 bütesine gönderilir. Uzun ve kısa elyaf, beyazlatılmış odun selelozu olup, Makine-2 bütesinde karıştırılan her iki elyaf türü karıştırıcı sayesinde homojen bir şekilde karıştırılır. Homojen olarak karıştırılan hamur, kesafet kontrolüyle seviye kasasına basılır. Seviye kasasından birinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderilen hamurun akışı debimetreye ölçülür. Birinci kademe fan pompası, elek altı bütesinden aldığı suyla seviye kasasından gelen hamuru karıştırıp % 0.5 kesafete düşürerek birinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderilir. Birinci kademe ince hamur temizleyicide temizlenen hamur ince hamur basınçlı eleğe, kirlisi ikinci kademe ince hamur temizleyiciye gönderir. İkinci kademe ince hamur temizleyici temizi birinci kademe emisine, ikinci kademe ince hamur temizleyicinin kirlisi üçüncü

kademe ince hamur temizleyiciye gönderilir. Üçüncü kademe ince hamur temizleyici temizi, ikinci kademe emisine, üçüncü kademe ince hamur temizleyicinin kirlisi atığa gönderilerek kanala atılır. Birinci kademe ince hamur temizleyicide temizlenen hamur ince hamur basınçlı elekde son temizliği yapılarak distribütörden vasıtasıyla yuvarlak eleklerle verilir

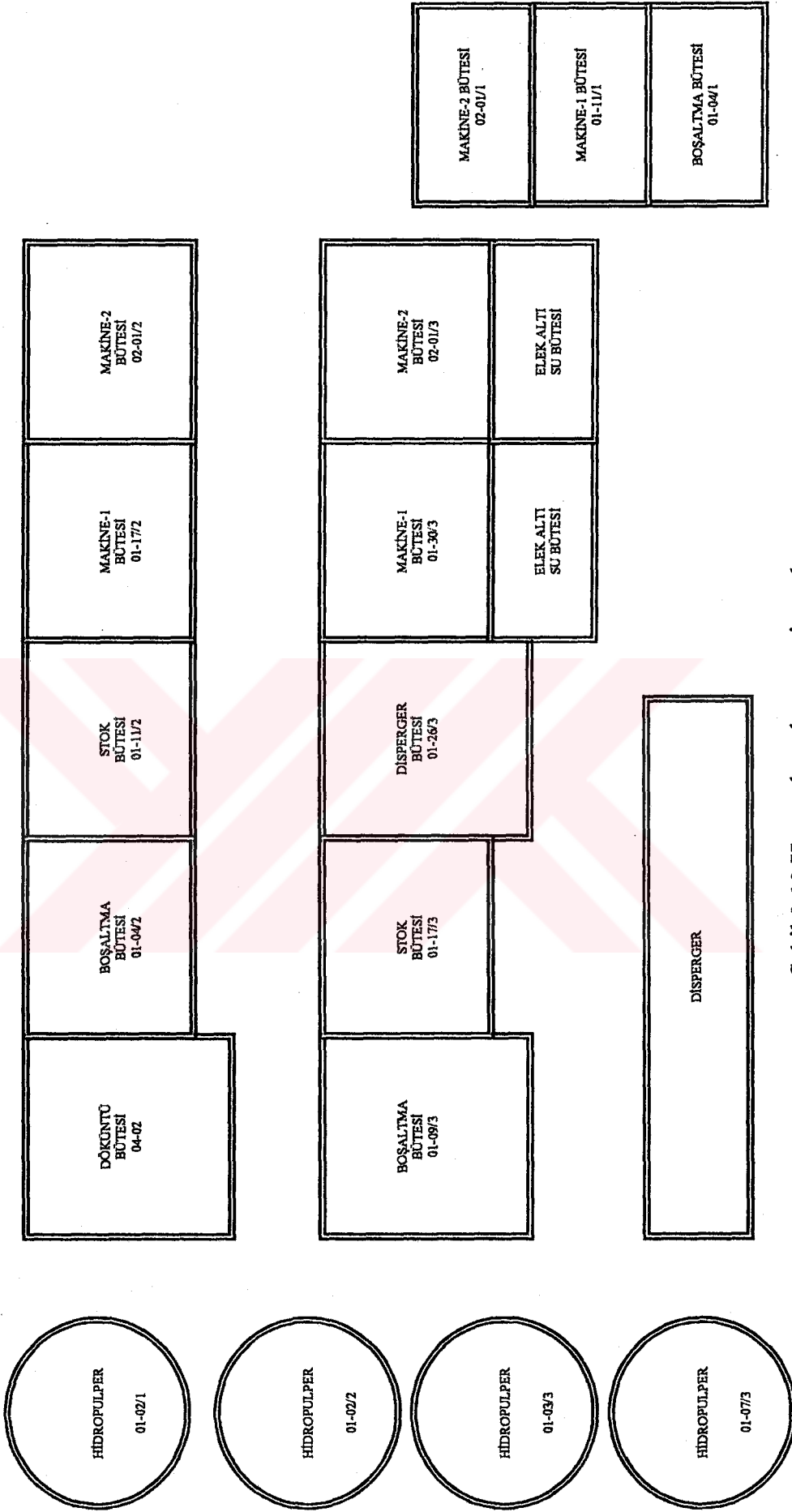
Bu arada nişasta hazırlama tankındaki toz halindeki nişastayı su ile karıştırarak buhar yardımıyla 90°C'ye kadar ısıtılır ve tankın üstünden radyal karıştırıcı ile karıştırılır. Her şarjda 10 cm ile kontrol vanası kullanılarak pulper içerisine akışı sağlanır.

Ayrıca pulpere çivit, optik beyazlatıcı, kostik vb. kimyasallar istenilen imalat cinsine göre ilave edilirler.



## 2.4 Hamur Hazırlama Saha Planı

### 2.4.1 Hamur Hazırlama Vaziyet Planı



Şekil 2.19 Hamur hazırlama vaziyet planı





### 2.4.3 Hamur Hazırlama Genel Görünümler

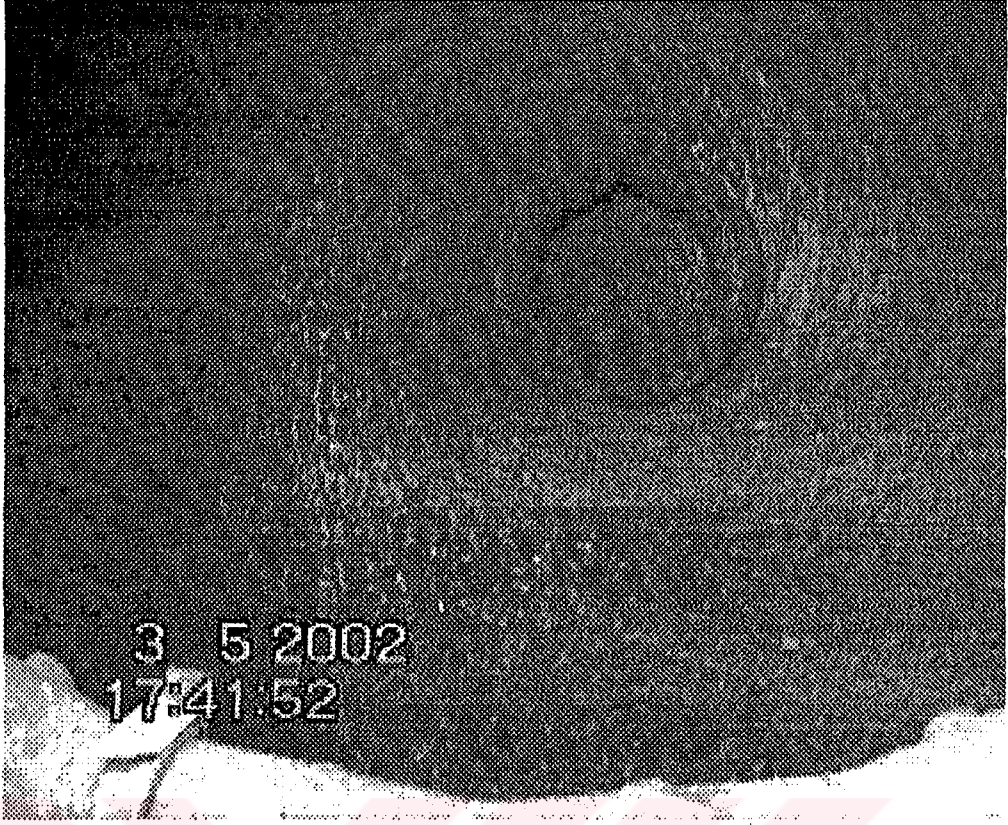


Şekil 2.21 Konveyör



Şekil 2.22 Pulper





Şekil 2.23 Pulperin çalışırken görüntüsü

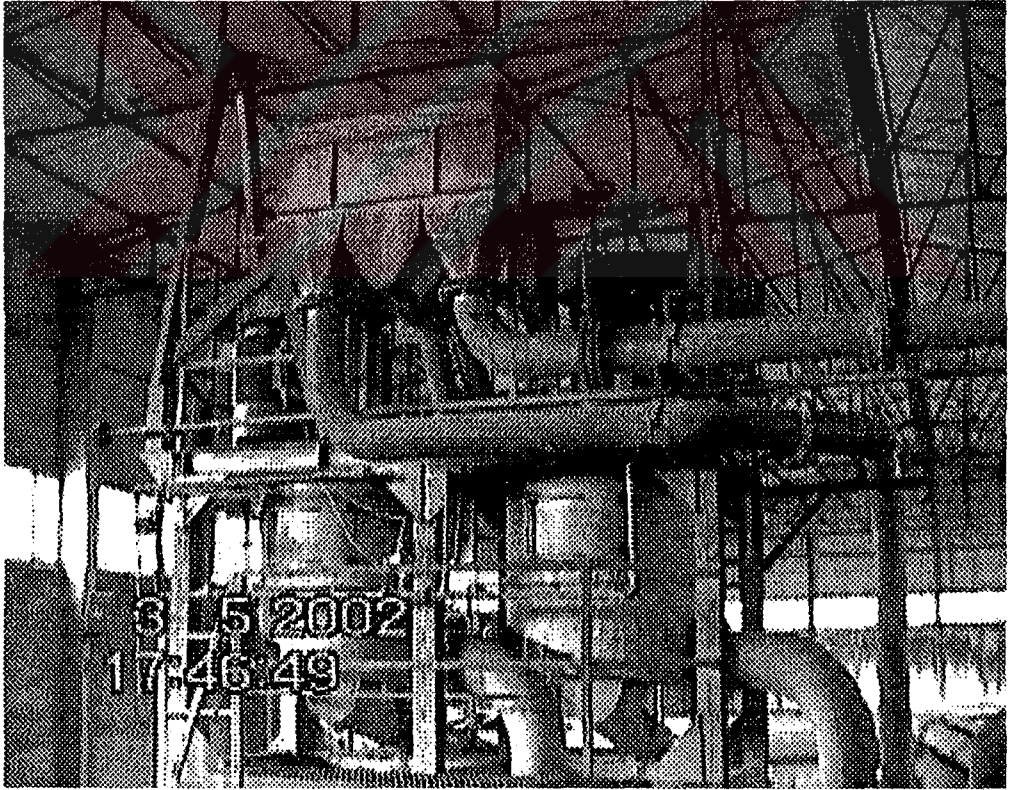


Şekil 2.24 Pulper boşken içinin mekanik görüntüsü





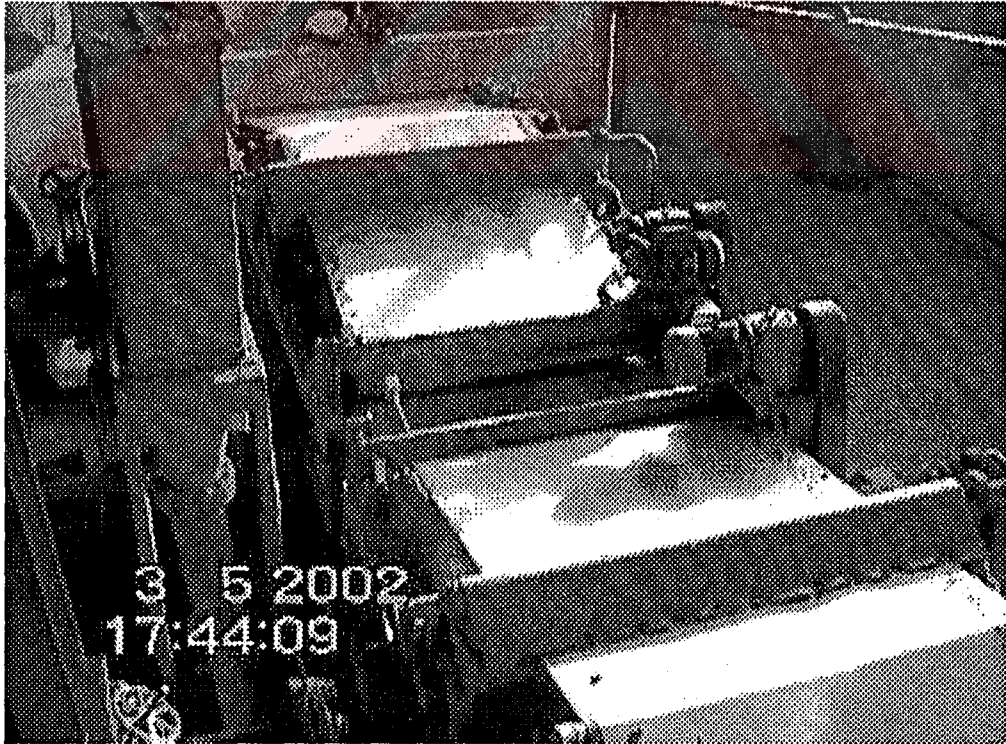
Şekil 2.25 Koyu hamur basınçlı elek



Şekil 2.26 Koyu hamur basınçlı eleklerin seviye kasaları ile önden görüntüsü



Şekil 2.27 Çift elekli pres



Şekil 2.28 Çift elekli pres üstten görünüş





Şekil 2.29 Çift elekli pres yandan görünüş

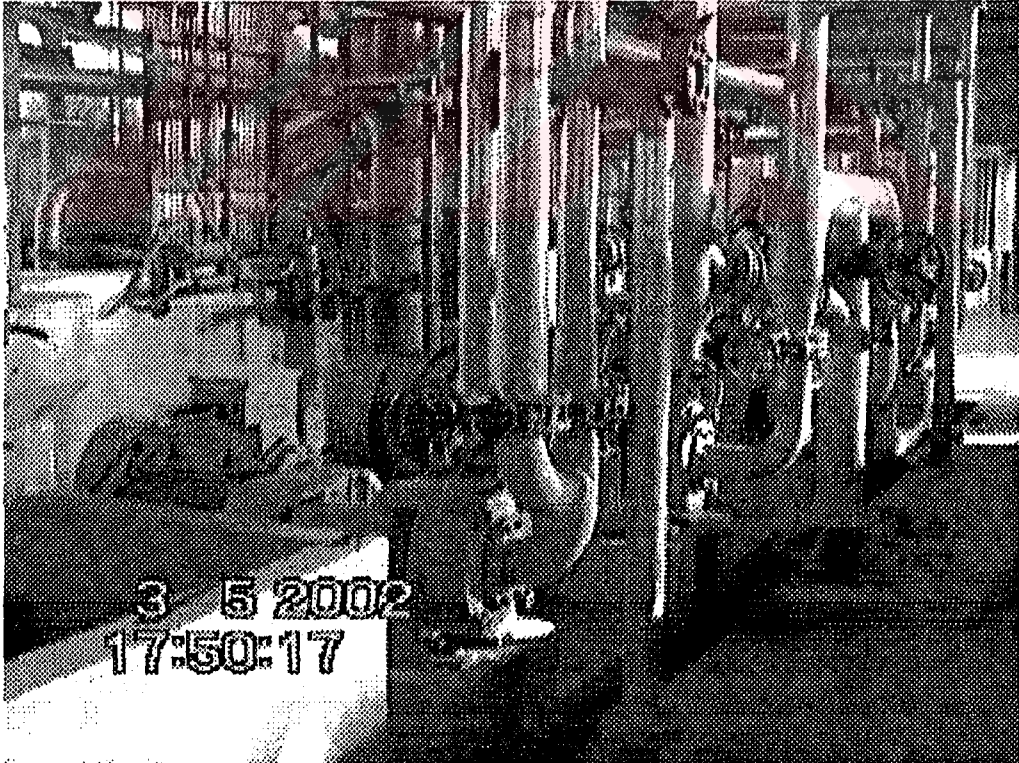


Şekil 2.30 Koyu hamur temizleyiciler





Şekil 2.31 Seviye kasası



Şekil 2.32 Parçalayıcılar



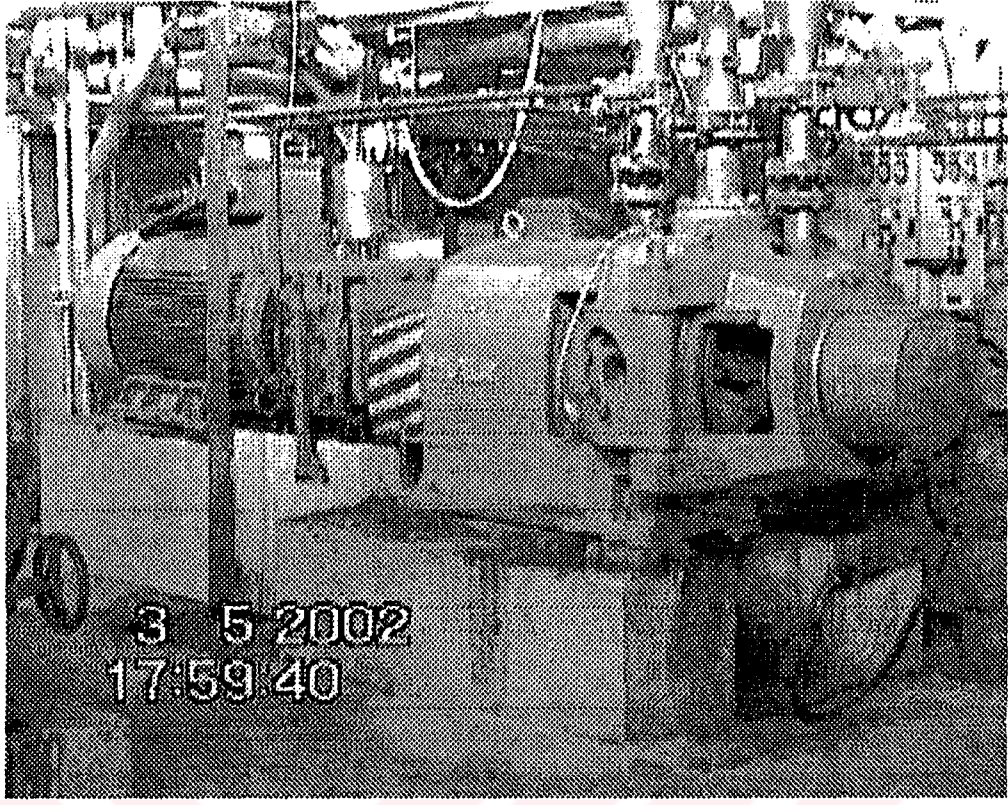


Şekil 2.33 Parçalayıcının önden görünüşü

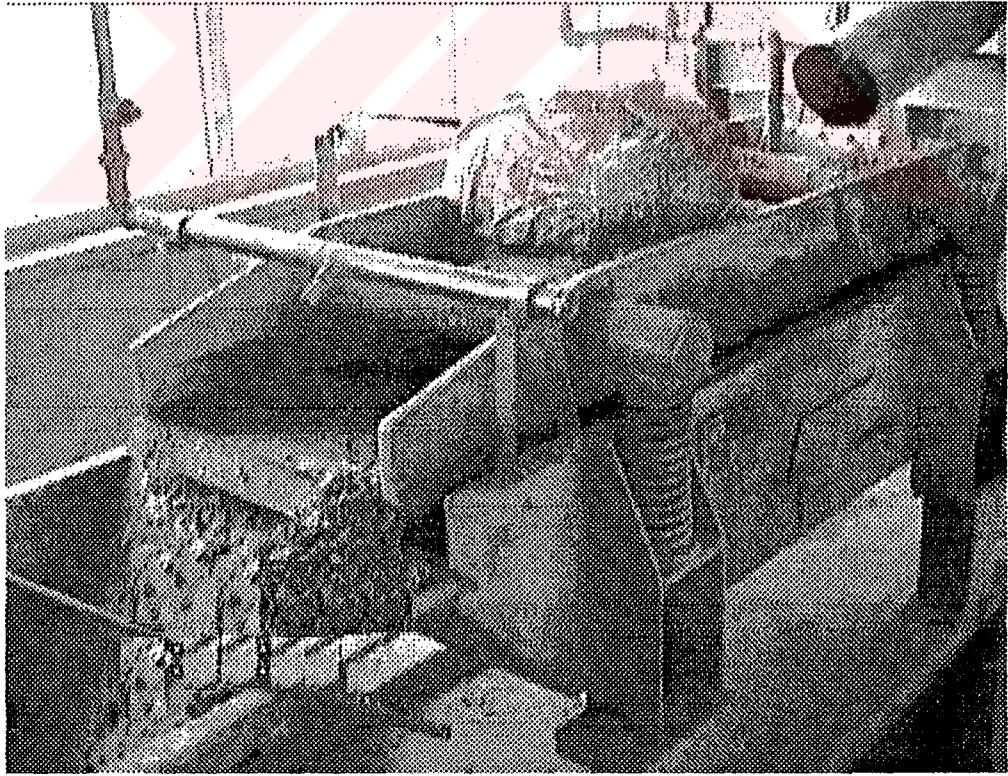


Şekil 2.34 Öğütücüler



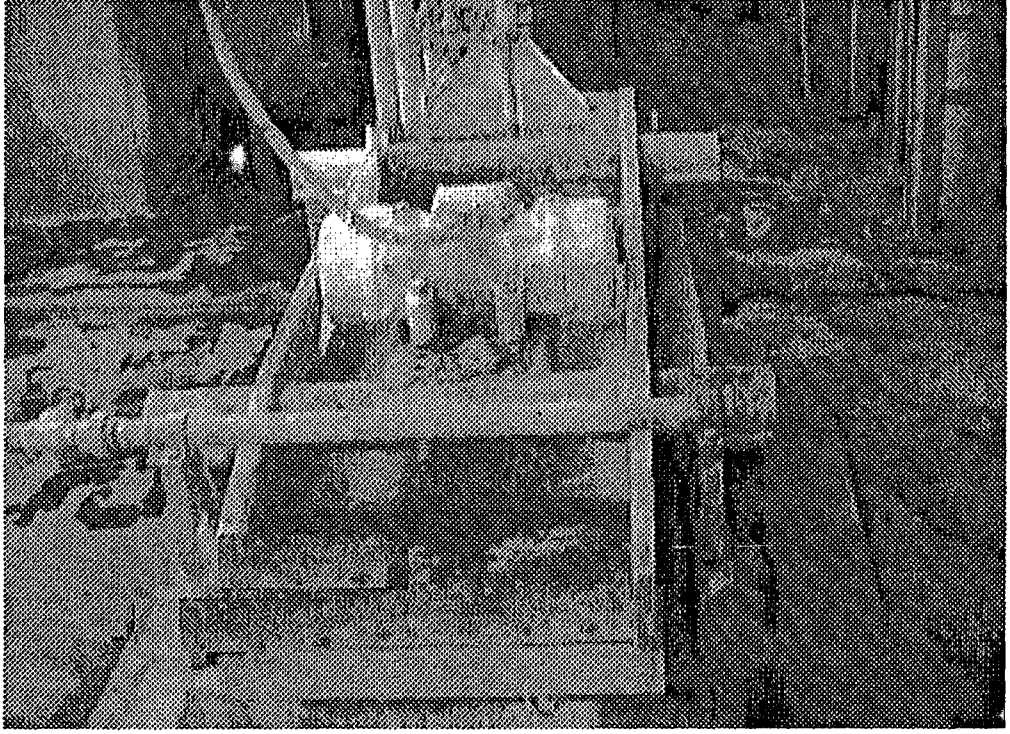


Şekil 2.35 Disk öğütücünün önden görünüşü

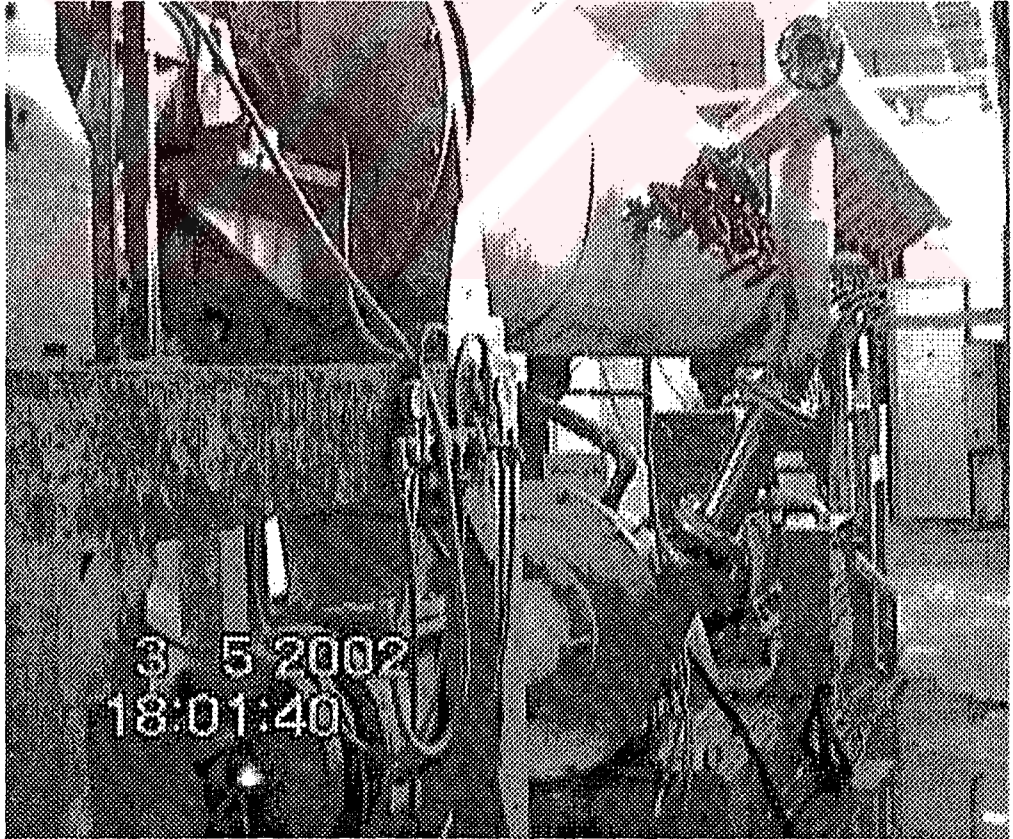


Şekil 2.36 Sarsak eleğin yandan görünüşü





Şekil 2.37 Sarsak eleğin önden görünüşü



Şekil 2.38 Dispergerin yandan görünüşü



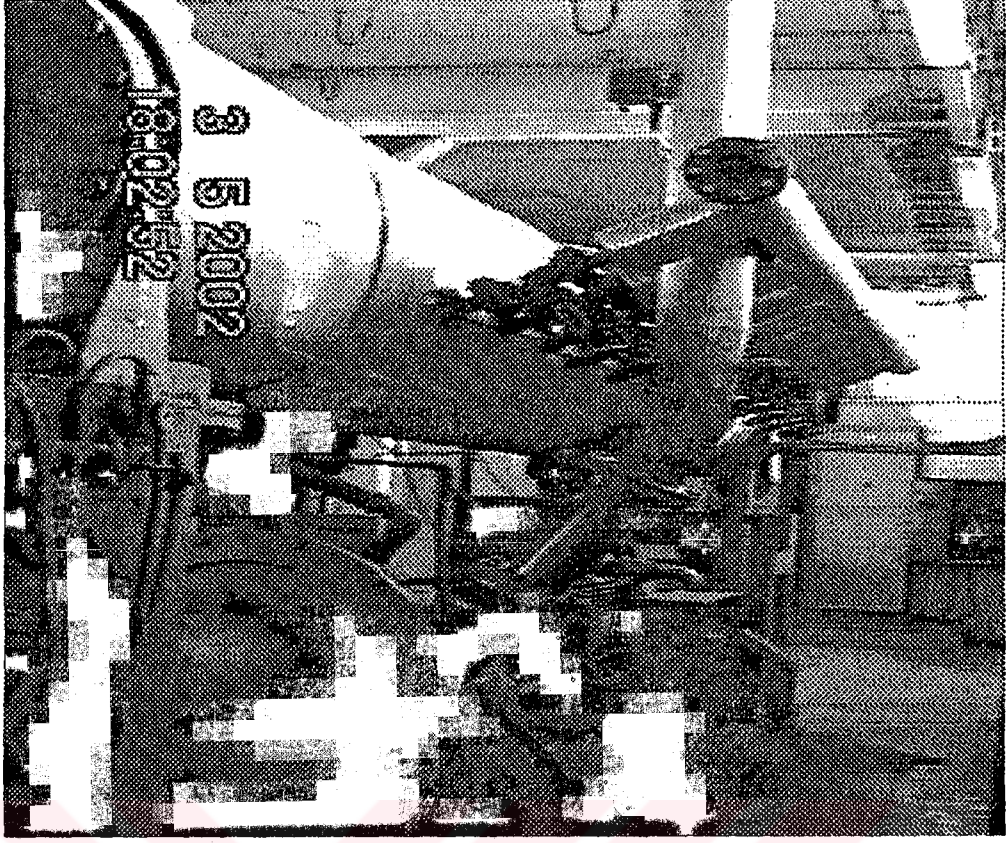


Şekil 2.39 Dispergerin önden görünüşü



Şekil 2.40 Motorlu kesafet transmitteri





Şekil 2.41 Bıçaklı kesafet vericisi



Şekil 2.42 İnce hamur basınçlı eleklerin önden görünüşü



Şekil 2.43 İnce hamur basınçlı elek



Şekil 2.44 Orta kat ince hamur temizleyiciler





Şekil 2.45 Alt kat ince hamur temizleyiciler



Şekil 2.46 Hamur hazırlama kullanılan kimyasal tanklar



#### 2.4.4 Kağıt Makinesinden Genel Görünümler

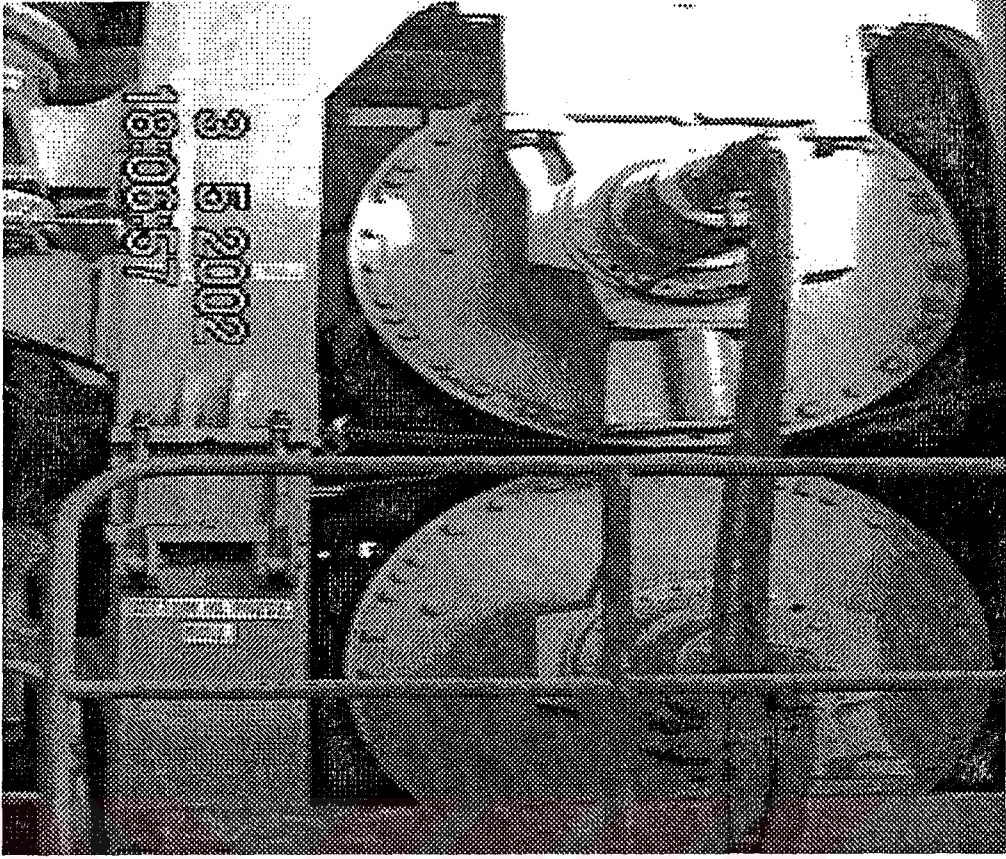


Şekil 2.47 Kağıt makinesinin eleklerinin görüntüsü



Şekil 2.48 Yaş kısımda kağıdın keçe üzerindeki görüntüsü





Şekil 2.49 Baskı valsleri (Jumbo presler)

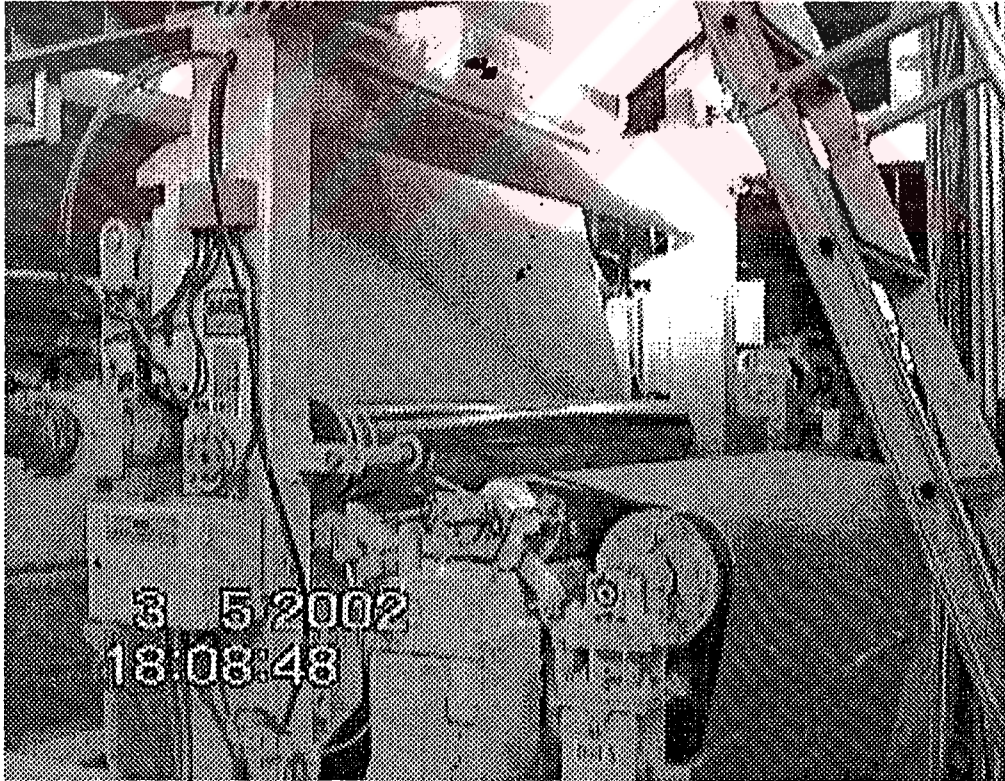


Şekil 2.50 Perdah silindiri (Yankee)





Şekil 2.51 Håube sistemin görüntüsü



Şekil 2.52 Kuşe tatbik ünitesi (Air Knife)





Şekil 2.53 Kuşe tatbik ünitesi (Blade)



Şekil 2.54 Kuşe tatbik ünitesi ( Blade)





Şekil 2.55 Kağıtın kalite kontrol sistemindeki tarayıcısının görüntüsü



Şekil 2.56 Kağıdın tampona sarılması





Şekil 2.57 Bobin kesme makinesinin görüntüsü



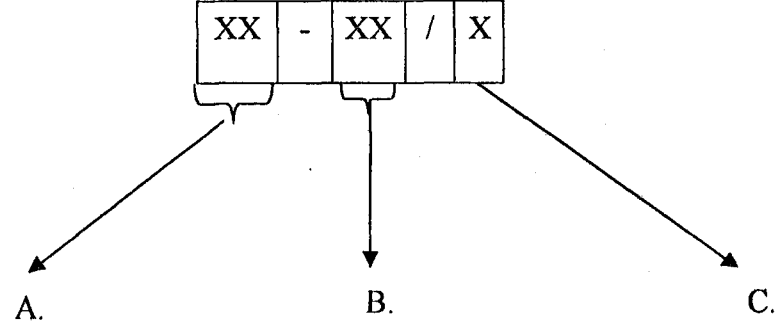
Şekil 2.58 Makas kesme makinesinin görüntüsü



### 3. SİSTEM MİMARİSİ ve KONTROL MANTIĞI

#### 3.1 P&I Diyagramlarında Kullanılan Kodlama Sistemi

Hamur Hazırlama prosesinde bulunan ekipmanların notasyonu için kullanılan işaretleme sisteminin açıklaması aşağıdaki gibidir:



Ekipmanın Hangi Prosesine Ait Olduğunu Gösterir.	Hatlar Üzerindeki Ekipmanların Sıralamasını Gösterir.	Ekipmanın Hangi Hatta Ait Olduğunu Gösterir.
--	---	--

A : Ekipmanın hangi prosesine ait olduğunu gösterir.

- 01 – Hamur Hazırlama
- 02 – Sabit Kısım
- 03 – Pulper Suları
- 04 – Döküntü Hattı
- 05 – Flatasyon Hattı
- 06 – Temiz Su Hattı
- 07 – Vakum Hattı
- 08 – Yuvarlak Elek Kısım

B : Hatlar üzerindeki ekipmanların sıralamasını gösterir.

C : Ekipmanın hangi hatta ait olduğunu gösterir.

- 01 – Üst Kat Hattı
- 02 – Orta Kat Hattı
- 03 – Alt Kat Hattı

Örnek :

01 – 10 / 1 → Üst Kat Hattında, Hamur Hazırlama Kısımının 10 no.lu makine ekipmanını gösterir.

02 – 08 / 2 → Alt Kat Hattında, Sabit Kısımdaki 8 no.lu makine ekipmanını gösterir.

Ekipman türünü belirleyen harflerin sayısı 1, 2 veya 3 olabilir. Kullanılan harflerin açıklamaları aşağıdaki listede verilmiştir.

Çizelge 3.1 P&I şeması kodlama listesi

Başharfler	Açıklaması
CSV	Kesafet Kontrol Vanası
FCV	Akış Kontrol Vanası
P	Pompa
FS	Akış Anahtarı
MV	Manuel Vana
PE	Basınç Vericisi
FE	Akışmetre
LE	Seviye Vericisi
LAH	Yüksek Seviye Alarmı
LAL	Alçak Seviye Alarmı
CSIC	Kesafet Vericisi
L	Yük Hücresi
TIC	Sıcaklık Vericisi

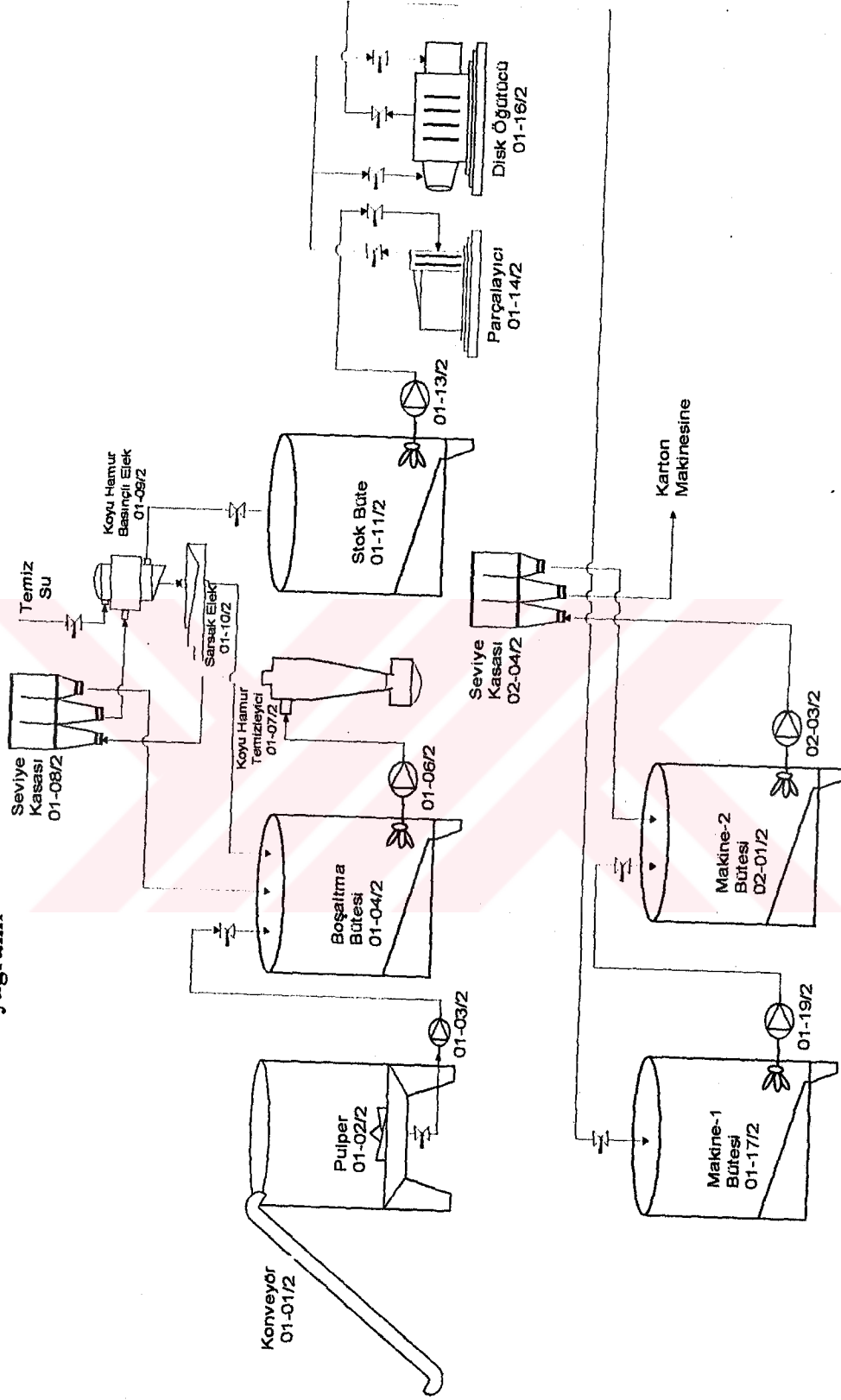
Enerji Besleme Tek Hat Şemasında kullanılan kodlamadaki harflerin açıklamaları aşağıdaki listede verilmiştir.

Çizelge 3.2 Tek hat şeması kodlama listesi

Başharfler	Açıklaması
K	Kesici
AT	Akım Ölçüm Transformatörü
VT	Gerilim Ölçüm Transformatörü
TR	Güç Trafosu
MK	Motor Kesicisi
CK	Kompanzasyon Kondansatör Kesicisi
MAT	Motor Akım Ölçüm Trafosu

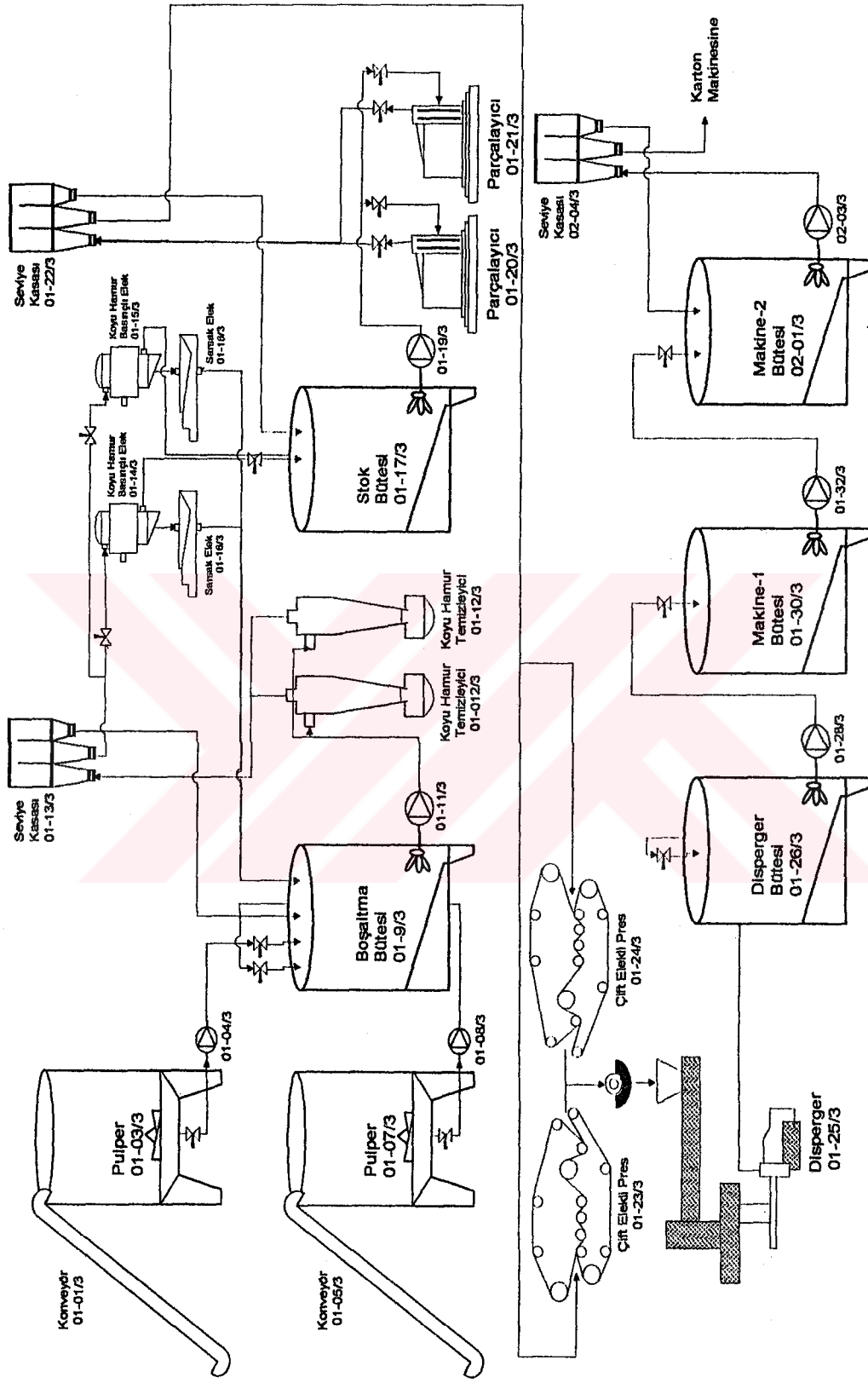
### 3.2 Hamur Hazırlama P&I Diyagramları

#### 3.2.1 Alt Kat Hamur Hazırlama P&I Diyagramı



Şekil 3.1 Alt kat P&I diyagramı

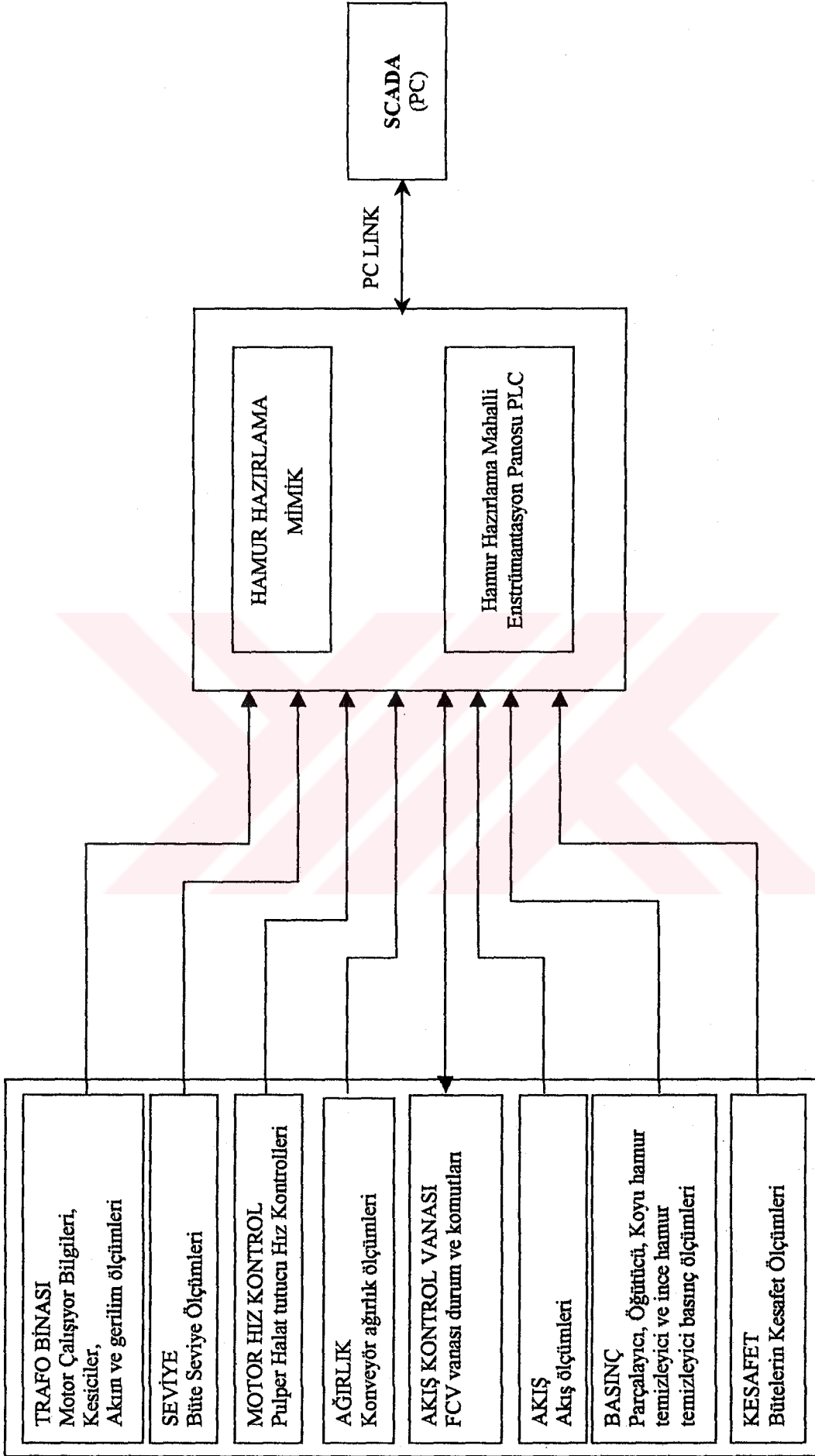
ŞİŞE İÇERİ İLAHİNE İZAZİTİNE GÖİ DİYAGRAMI



Şekil 3.2 Orta kat P&I diyagramı







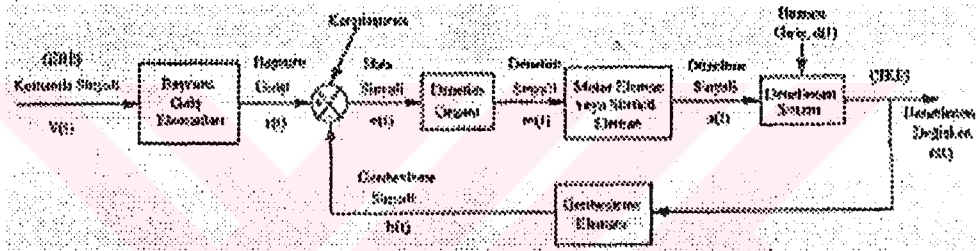
Şekil 3.4 Hamur hazırlama PLC ve SCADA haberleşme mimarisi

### 3.4 Otomatik Kontrol Sistemleri

Otomatik kontrol sistemleri günümüzde ileri toplumların günlük yaşantısına girmiş ve hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Sistemlerin kontrolü bilimlararası bir konudur ve tüm mühendislik alanlarına girer. Bu nedenle kontrol sistemleri farklı üretimler yapan değişik türde işlemlerde çalışan veya çalışacak olan makine, elektronik, elektrik, tekstil, kimya, uçak, nükleer v.b. mühendisleri çok yakından ilgilendirmektedir.

#### 3.4.1 Kontrol Sistemleri ve Türleri

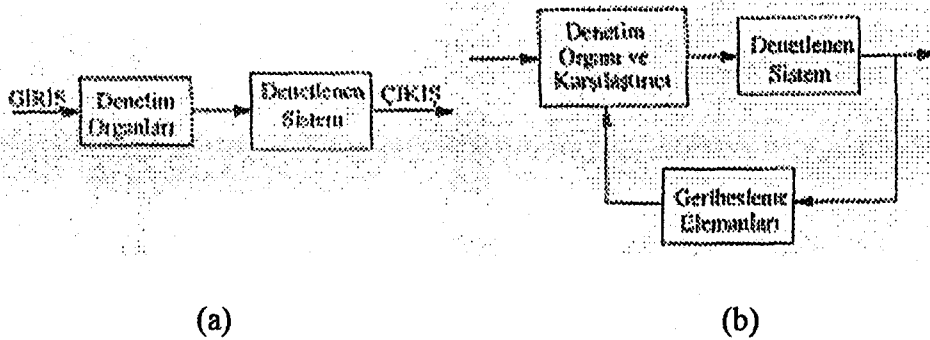
Kontrol sistemi kendisini veya diğer bir sistemi kumanda etmek, yönlendirmek veya ayarlamak üzere birleştirilen fiziksel organlar kümesidir. Kontrol sistemleri denetlenen niceliklerin değerlerini sabit tutar ya da bu değerleri önceden belirlenmiş biçimde değişmesini sağlar. (Yüksel, 1997)



Şekil 3.5 Temel tanımları gösteren genelleştirilmiş geribeslemeli sistem blok şeması (Yüksel, 1997)

Kontrol sistemleri kontrol etkisi açısından iki ana sınıfa ayrılır :

- Açık döngü kontrol sistemleri
- Kapalı döngü kontrol sistemleri.



Şekil 3.6 (a) Açık döngü kontrol sistemi (b) Kapalı döngü kontrol sistemi (Yüksel, 1997)

Açık döngü kontrol sistemlerinde kontrol eylemi sistem çıkışından bağımsızdır. Dolayısıyla sistemin girişi çıkış bilgisinden haberdar olmaz. Kapalı döngü kontrol sistemlerinde kontrol etkisi sistem çıkışına bağımlıdır. Sistemin çıkışı ölçülüp geribesledikten sonra arzu edilen giriş değeri ile karşılaştırılır. Böylece sistemin girişi çıkıştan haberdardır. Geribesleme etkisi negatif ve pozitif geribesleme olmak üzere iki şekilde olmaktadır.

Negatif geribeslemede çıkıştaki değişimler girişe ters yönde etki eder. Böyle bir sistemde çıkış, arzu edilen değere göre bir artış gösterecek olursa kontrol etkisinin azaltılarak çıkışın istenen değere geri dönmesi sağlanır. Negatif geribesleme endüstriyel sistemlerin en önemli özelliğidir ve daima hatayı en küçük değer de tutmaya veya sıfır yapmaya çalışır.

Pozitif geribesleme çıkış girişe aynı yönde etki eder. Buna göre çıkışta herhangi bir artış meydana gelecek olursa bu giriş ile toplanarak hata işaretinde bir artış ve dolayısıyla da kontrol işaretinde bir artış meydana getirir. Bu sistemde çıkışı daha da arttıracak yönde bir etki yaratır. Pozitif geribesleme iç döngüler hariç bir kapalı döngü kontrol sistemimde kullanılmaz.

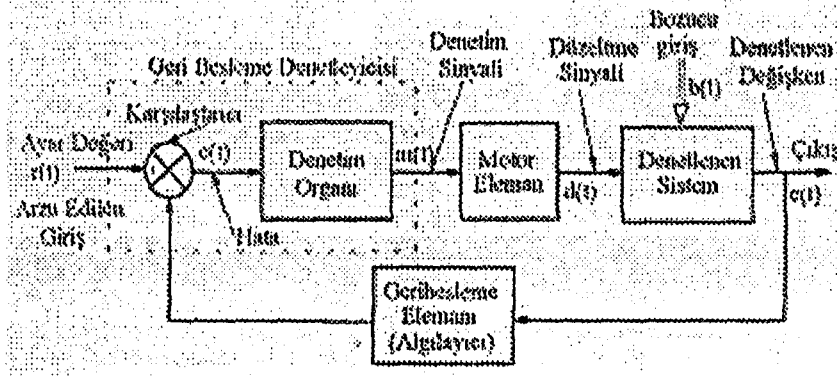
Otomatik kontrol sistemleri dinamik sistemlerdir. Dinamik sistemlerin ise, biri geçici durum ve diğeri de kalıcı durum olmak üzere iki tür davranışı görülür. Geçici durum davranışı, sistemin belli bir dış uyarı karşısında belli bir başlangıç değerinden bir nihai duruma kadar zaman değişimine bağlı olarak gösterdiği davranıştır. Kalıcı durum davranışı ise sistemin geçici durum davranışı tamamlandıktan sonra zaman sonsuza uzanırken koruduğu davranıştır. (Yüksel, 1997)

### **3.4.2 Temel Kontrol Sistemleri ve Endüstriyel Kontrol Organları**

Kapalı döngü kontrol sistemi esas olarak denetlenen sistem ile kontrol organları donanımı olmak üzere iki ana bölümden ibarettir. Denetlenen sistem veya süreç bize verilmiş olup, buna uygun kontrol organı donanımı seçmek kontrol mühendisinin görevidir.

Kontrol organları donanımı ise kendi içinde, karşılayıcı veya hata seçici, kontrol organı, motor elemanı ve ölçme elemanı birimlerinden meydana gelmiştir. Şekilde kontrol organları donanımın denetlenen sistem ile birlikte ayrıntılı bir blok şeması verilmiştir. Karşılaştırıcı, arzu edilen giriş değeri ile çıkış büyüklüğünün ölçülen gerçek değerini karşılaştırır ve aradaki farkı bir hata işareti olarak verir. Kontrol organı, bu hatayı giriş olarak alır ve hatanın şekline ve kendi kontrol etkisine bağlı olarak bir karar hazırlar. Hazırlanan bu karar bir kumanda işareti şeklinde son kontrol organı birimine gönderilir.





Şekil 3.7 Kapalı döngü kontrol sistemi (Yüksel, 1997)

Son kontrol organı sistemde bir kumanda işareti ile hareket eden bir motor eleman olup bir valfin veya şalterin açılması veya kapanması yönünde bir hareket meydana getirir. Bu hareket sonucu ise kapalı döngü kontrol sisteminde hatayı küçültecek bir değişme meydana gelmiş olur. Karşılaştırıcıda giriş büyüklüğü ile sistemin denetlenen çıkış büyüklüğünün aynı birim cinsinden olması gerekir. Geribesleme yolu üzerinde yer alan ölçme elemanı çıkış büyüklüğünü giriş büyüklüğü ile karşılaştırılabilecek uygun bir elektriksel yer değiştirme, basınç v.b. işarete dönüştürür. Bu şekli ile ölçme elemanı çıkış büyüklüğünü hem ölçen ve hem de uygun bir elektriksel işarete dönüştüren elemandır. Ölçme elemanı ise kendi içinde duyarga, kuvvetlendirme, işaret şartlandırma ve gösterge gibi işlevsel kısımlardan ibarettir. Duyarga kısmı ölçülen fiziksel büyüklüğü algılayan ve buna uygun bir işarete dönüştüren elemandır. Genellikle düşük güçlü olan bu işaret kuvvetlendirilip uygun şekle sokulduktan sonra karşılaştırıcıya ulaştırılır. Ayrıca gerekli görüldüğünde ölçülen işaret bir gösterge üzerinde değerlendirilir.

Pratikte kontrol organları donanımı içinde yer alan elemanların her biri fiziksel olarak birbirinden ayrılmış birimler şeklinde olmayabilir. Örneğin karşılaştırıcı, kontrol organı bir bütün içinde yer alabilir. Bu birim içinde genellikle zayıf güçlü hata işaretini kuvvetlendirmek için gerekli elemanlar da yer bulunur. Kontrol organları donanımının esas kısmını teşkil eden bu birimde sistem için arzu edilen giriş değerinin ayarlandığı bir ayar noktası da yer alır. Ayar değeri, bu birim içinde geribesleme üzerinden gelen çıkış büyüklüğü birimi cinsine dönüştürülür. Motor eleman genellikle sistemin enerji giriş ağzında ve ölçme elemanının duyarga kısmı ise sistemin çıkış ağzında yer alabilir. (Yüksel, 1997)

### 3.4.3 Temel Kontrol Teknikleri ve Kontrol Organları

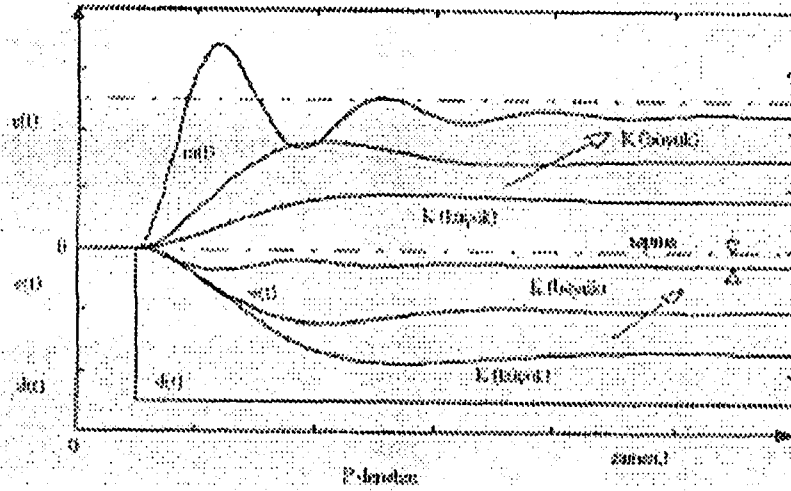
Bir kapalı döngü sistemi içinde kontrol organının görevi ölçme elemanı üzerinden geri beslenen çıkış büyüklüğünü, başvuru giriş büyüklüğü ile karşılaştırmak ve karşılaştırmadan ortaya çıkabilecek hata değerinin yapısına ve kendi kontrol etkisine bağlı olarak uygun bir kumanda veya kontrol işareti üretmektir. Kontrol organlarında kullanılan belli başlı dört temel kontrol etkisi vardır. Bunlar;

1. İkili veya aç-kapa (on-off) kontrol etkisi
2. Orantı kontrol etkisi (P etki)
3. İntegral kontrol etkisi (I etki)
4. Türev kontrol etkisi (D etki)

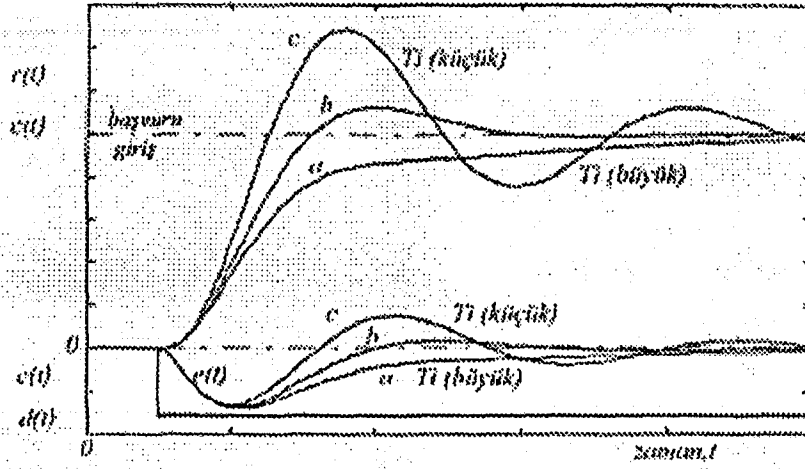
Bu temel kontrol etkilerinin bir veya birkaçının bir arada uygun şekilde kullanılmasıyla değişik kontrol etkilerinde çalışan kontrol organları oluşturulur. Kontrol etkilerine göre çalışan endüstriyel kontrol organlarını aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz.

1. Aç-kapa tipi kontrol organı (on-off tipi)
2. Orantı tipi kontrol organı (P-tipi)
3. İntegral tipi kontrol organı (I-tipi)
4. Orantı artı integral tipi kontrol organı (PI-tipi)
5. Orantı artı türev tipi kontrol organı (PD-tipi)
6. Orantı artı integral artı türev tipi kontrol organı (PID-tipi)

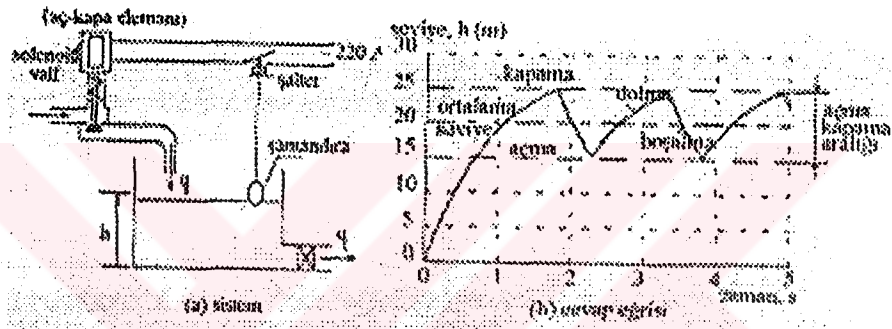
Kontrol organlarını dinamik davranışına göre, kesikli çalışan ve sürekli çalışan kontrol organları şeklinde de sınıflandırmak mümkündür. Aç-kapa tipi kontrol organı kesikli çalışan ve orantı, integral ve türev etkileri ile çalışan kontrol organları da sürekli çalışan kontrol organları türündendir.



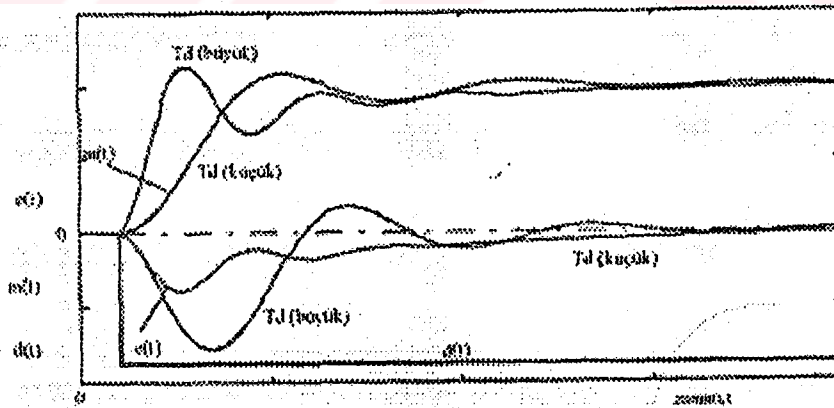
Şekil 3.8 Orantı etki ile çalışan kontrol sistemi (Yüksel, 1997)



Şekil 3.9 PI kontrolün dinamik özellikleri (Yüksel, 1997)

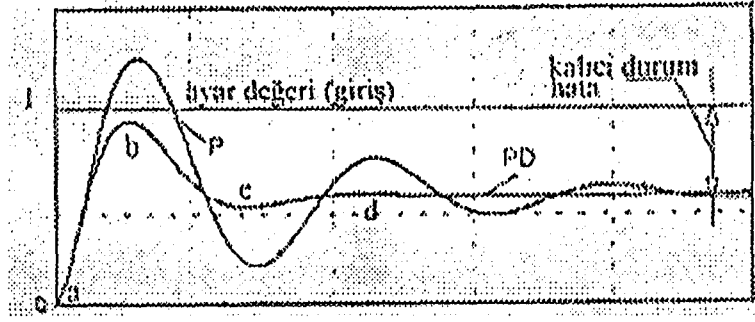


Şekil 3.10 İki konumlu seviye kontrol sistemi (Yüksel, 1997)



Şekil 3.11 Türev etkinin sistem cevabına etkisi (Yüksel, 1997)





Şekil 3.12 PD kontrolün dinamik özellikleri (Yüksel, 1997)

Endüstriyel kontrol organlarının büyük bir çoğunluğu güç kaynağı olarak elektrik veya basınçlı hidrolik yağ veya hava (gaz) akışkanı kullanırlar. Çalışmalarında kullandıkları güç türüne göre kontrol organları ayrıca pnömatis, hidrolik veya elektronik kontrol organları olarak sınıflandırılabilir. Kapalı döngü kontrol sisteminde hangi sınıftan bir kontrol organının seçileceğini denetlenen sistemin yapısı, çalışma şartları, emniyet, ekonomiklik, güvenilirlik, hassasiyet, sağlama kolaylığı, ağırlık ve boyutlar gibi pek çok etken belirler. (Yüksel, 1997)

#### 3.4.4 PID Kontrol Organı

PID kontrol Şekil 3.13 de verildiği gibi üç temel kontrol etkisinin (P,I,D) birleşiminden meydana gelmiştir. PID kontrol organının çıkışı veya kontrol yasası

$$m(t) = K_p e(t) + \frac{K_i}{K_p} \int_0^t e(t) dt + \frac{K_d}{K_p} \frac{de}{dt} \quad (3.1)$$

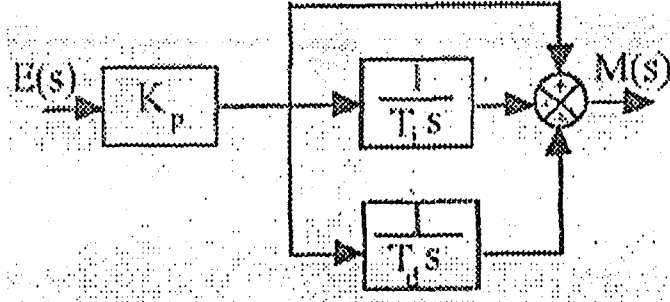
veya

$$m(t) = K_p \left( e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de}{dt} \right) \quad (3.2)$$

şeklinde ifade edilir ve buradan transfer fonksiyonu

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (3.3)$$

olarak elde edilir.



Şekil 7.11 Orantı artı integral artı türev (PID) denetim

Şekil 3.13 PID kontrolün temel şekli (Yüksel, 1997)

PID kontrol üç temel kontrol etkisinin üstünlüklerini tek bir birim içinde birleştiren bir kontrol etkisidir. İntegral etki kontrol sistemde ortaya çıkabilecek kalıcı-durum hatasını sıfırlarken türev etkide, yalnızca PI kontrol etkisi kullanılması haline göre sistemin aynı bağıl kararlılığı için cevap hızını artırır. Buna göre PID kontrol organı sistemde sıfır kalıcı-durum hatası olan hızlı bir cevap sağlar.

PID kontrol organ değerlerine göre daha karmaşık yapıda olup o oranda pahalıdır. Burada  $K_p$ ,  $T_i$  ve  $T_d$  parametrelerinin uygun bir ayarı ile uygun bir kontrol sağlanabilir. Eğer bu katsayılar uygun bir şekilde ayarlanmayacak olursa, PID kontrolün sağlayacağı üstün özelliklerden yararlanılamaz. (Yüksel, 1997)

### 3.4.5 PID Kontrolün Temel Özellikleri

Denetlenecek sistemin dinamik yapısına bağlı olarak üç temel kontrol etkisinin mümkün olan en basit bileşimleri kullanılır. Burada genelleştirilmiş bir PID tipi kontrol organı içinde orantı etki ve buna integral ve türev etki ilavesinin sağlayacağı özellikler ve bunlara bağlı temel parametre özellikleri ele alınacaktır.

PID tipi kontrol organının genel transfer fonksiyonunu tekrar ele alacak olursak,

$$G_d(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (3.4)$$

- **P kontrol**

$T_i \longrightarrow \infty$  ve  $T_d \longrightarrow 0$  halinde kontrol organı yalnızca orantı etki ile çalışır. Burada orantı kazancı  $K_p$  nin ayarı ile kontrol organın kontrol duyarlılığı artırılabilir. Pratikte genellikle orantı etki bandı (PB) cinsinden ayarlanır.

- **PI kontrol**

Orantı etkiye integral etki ilavesi ile elde edilen PI tipi kontrol organı yapısı nispeten basit olup özellikle süreç kontrol sistemlerinin %75-90 arasında kullanılır. En yaygın kullanım alanları; basınç, seviye, akış kontrol sistemleridir.

İntegral etki denetlenen çıkış büyüklüğünde meydana gelebilecek kalıcı-durum hatalarını ortadan kaldırır. İntegral etkinin kullanım amacı sistemin değişen talepleri üzerinde yeterli bir kontrol etkisi sağlamaktır.

- **PD kontrol**

Orantı etkiye türev etki ilavesi ile elde edilen PD kontrol; kalıcı-durum hatasını sınırlayamamakla beraber, bozucu girişten doğan kalıcı-durum hatasının fazla önemsenmediği, fakat buna karşılık orantı etkiye göre geçici-durum davranışının iyileştirilmesi istenen konum servomekanizmalarında tercih edilir. Türev etki ilavesi kararsız veya kararsızlığa yatkın bir sisteme sönüm ilave ederek sistemi daha kararlı bir hale getirebilir. Türev etki ilavesinin en önemli sakıncası kontrol işaretleri yanında sistemde ortaya çıkan gürültü (parazit) işaretlerini de kuvvetlendirmesidir. Bunun sonucu olarak son kontrol organı (düzeltme elemanı) çıkışında salınımlı bir hareket meydana gelebilir.

- **PID kontrol**

Uzun ölü zaman gecikmelerinin ortaya çıktığı süreç kontrol sistemlerinde, PI kontrolde integral etkinin tamamlayıcısı olarak türev etki kullanılır. Sıcaklık, pH, yoğunluk, karışım v.b. ölçümlerinde ortaya çıkan ölü zaman gecikmeleri PID tipi kontrol organı kullanılarak telafi edilebilir. Bu kontrol organı aynı zamanda üç ifadeli kontrol organı adını da alır.

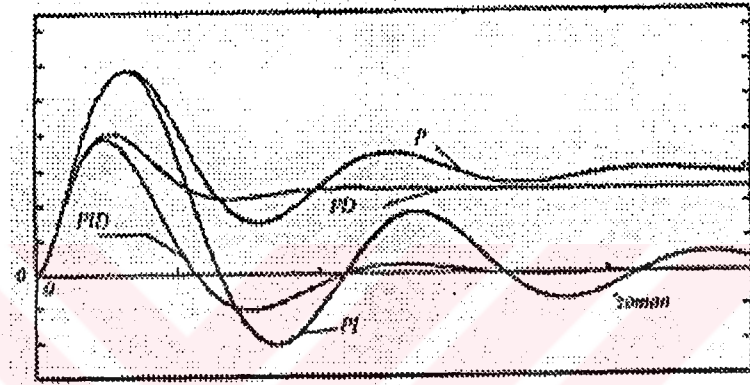
Düşük şiddetli bozucu girişlere maruz bir sistemin PI etki ile denetlenmesi halinde PB orantı bandı ayarının geniş ve türev etki kazancı ( $K_i = 1/T_i$ ) ayarının düşük tutulması tercih edilir. Bu ayarlar altında, sisteme geniş zaman aralıkları içerisinde büyük şiddetli bozucu girişler etki edecek olursa, PI etki tek başına hatada meydana gelen değişimleri izlemeye ve düzeltmeye yeterli olamaz. Bu durumda bir türev etki ilavesi orantı kazancı ayarının daha yüksek tutulmasına (orantı bandının daralması) olanak tanıyarak kontrol organı tepki süresinin hızlandıracaktır. Çok küçük sönüm katsayısına sahip servomekanizmalarda PI kontrol yeterli olmamaktadır. Bu durumda da türev etki ilavesi, sistemde fazla bir kararsızlık problemi yaratmadan  $K_p$  orantı kazancının yüksek tutulmasını sağlayarak sistemin kararsızlığa



yatkınlığı önlenmiş olur. Böylece PID kontrol etkisi ile bir taraftan kalıcı-durum hatası sıfırlanırken diğer taraftan da sistemin geçici durum davranışı iyileştirilmiş olur.

Şekil 3.11 da sistemde bir basamak bozucu giriş etki etmesi halinde; hata işareti ve kontrol işaretindeki değişimlerin durumları verilmiştir. Burada P, PI ve PID kontrolün çeşitli parametre değişimlerine ( $K_p$ ,  $T_i$ ,  $T_d$ ) bağlı olarak sistemin geçici durum davranışındaki durumları gösterilmiştir.

Şekil 3.14 de kontrol organı tipine bağlı olarak bir basamak bozucu giriş karşısında hata işaretinde ortaya çıkan değişimler verilmiştir. Bu eğrilerin birbirileri ile karşılaştırılmasından;



Şekil 3.14 Çeşitli kontrol etkilerinin karşılaştırılması (Yüksel, 1997)

1. Yalnızca P kontrol halinde, cevap eğrisi birkaç salınım yaptıktan sonra kalıcı-durum halinde olması gerektiği noktadan belli bir sapma gösterir.
2. PI kontrol halinde, benzer biçimde bir cevap eğrisi edilmekle beraber kalıcı-durum halinde bir sapma meydana gelmez. Bununla beraber orantı etkiye türev etkisi ilavesi sistemin kararsızlığa yatkınlığını artırır. Bu durumu denkleştirmek için orantı kazancı, yalnızca orantı etki uygulamasına göre azaltılmalıdır. Bu durumda da hatadaki düzeltme işlemi, yalnız orantı etkide olduğu kadar hızlı olmaz ve başlangıç hatası da daha yüksek olarak ortaya çıkar.
3. PD kontrolde; hata ortaya çıkar çıkmaz hem orantı etki ve hem de türev etki hatayı azaltır ve dolayısıyla hatanın ilk en yüksek değeri daha küçük olur. Bu en yüksek değerden sonra orantı etki halen hatayı düşürmeye çalışır. Fakat buna karşılık hatanın değişim oranı ters yönde etki ederek değişimi önlemeye çalışır. Bu nedenle türev kontrol sistem üzerinde kararlılık kazandırıcı bir etki yaratarak daha kuvvetli bir orantı etki kazancı kullanma olanağı sağlar. Eğriden de görüldüğü gibi PD kontrolle ile, P kontrole göre, daha az başlangıç sapması ve daha az kalıcı-durum hatası ortaya çıkar.
4. PID kontrolde daha büyük bir başlangıç hatası ortaya çıkmasına rağmen kalıcı-durum hatası tamamen sıfır olur.

Yukarıda anlatılan PID kontrol sistemiyle Hamur Hazırlama prosesinde seviye, basınç ve kesafet kontrolleri yapılacaktır. Bu kontrollerle ilgili detaylı bilgi Hamur Hazırlama kontrol mantığı kısmında verilecektir.

### 3.5 Hamur Hazırlama Kontrol Mantığı

#### 3.5.1 Konveyör Ağırlık Kontrolü

Konveyör ağırlık kontrolü pulperde kullanılacak kağıt miktarının belli olmasını sağlar. Konveyöre belirli bir miktarda kağıt konularak konveyördeki ağırlık miktarı ölçülür. Konveyöre eşit miktarda kağıt konulması için limit anahtar konulmuştur. Limit anahtar devreye girdiğinde yükleme durdurulur ve fazla konulan kağıt geri alınır. Konveyöre eşit miktarlarda kağıt yüklemesi yapıldıktan sonra sisteme start verilir. Start verildiğinde konveyör çalışmaya hazır işareti geldiğinde lamba yeşil yanar, konveyörün çalışmaya hazır işareti gittiğinde lamba kırmızı yanar. Pulperde istenilen kesafet elde edilene kadar konveyör çalışmaya devam eder. Konveyör kontrol sistemi manuel / otomatik çalıştırılabilir. Sistem otomatik çalıştığında konveyörün sonunda bulunan mal alma fotoseli devreye girer ve kesafet ölçümüne göre pulperde istenilen kesafete göre konveyörü durdurur veya çalıştırır.

#### 3.5.2 Pulper Kesafet Kontrolü

Pulperde kesafet % 4.5-5 civarında istenmektedir. Kesafet ölçümü iki şekilde yapılabilir : Birincisi pulpere geri dönüş sistemi kullanılarak hamur sirkülasyonu ile kesafeti palalı tip kesafet vericisiyle ölçümleriz. İkincisi pulperde oluşan girdabın vorteks kesafet vericisi ile ölçülmesidir. Vorteks kesafet vericisi aynı zamanda seviye ölçümünde yapabilmektedir. İstenilen kesafet değerine göre kağıt hammaddesi veya su pulpere verilir. Eğer kesafet değeri düşükse pulpere belirli miktarda kağıt hammaddesi verilir. Kesafet değeri yükselirse pulpere su ilave verilir.

#### 3.5.3 Pulper Seviye Kontrolü

Başlangıçta pulperin içerisi belli bir seviyede su ile doldurulur. Bunun üzerine kağıt hammaddesi atılır. Pulperdeki hamur seviyesi, pulperin çalıştırılması ile sistemden verilmiş olan set değerini sağlayacak şekilde, kesafet değeri de göz önüne alınarak ayarlanır. Pulper seviyesinin en optimum şekilde kullanılması enerji tasarrufu anlamına gelmektedir.

#### 3.5.4 Pulper Halat Tutucu Kontrolü

Pulper içinde kağıt hamuru, istenilen kesafetli hamur elde edilinceye kadar karıştırılarak pulper bıçakları sayesinde parçalanırken, halat tutucular vasıtasıyla hamurun içindeki tel ve bez parçaları gibi büyük ve uzun atıklardan temizlenmiş olur. Kullanılan kağıt hammaddesi ne kadar kirli olursa halat tutucular o kadar kirlenecek ve üzerinde büyük miktarda atık

toplanacaktır. Bu istenmeyen bir durumdur. Bunu önlemek için halat tutucuların hızının istenildiği şekilde kontrolü yapılması ile düzgün çalışma ortamı sağlanır.

### **3.5.5 Büte Kesafet Kontrolü**

Proseste bir büteden diğer bir büteye hamur gönderilirken belirli bir kesafette gönderilmesi gerekir. Modern sistemlerde genelde her bütenin çıkışında kesafet vericisi bulunmaktadır. Burada ölçülen kesafet değerine göre sistemden verilmiş olan set değeri ayarlanır. Kesafet aktüel değeri, set değerini geçtiğinde sulandırma suyu vanasına açma yönünde işaret göndererek kağıt hamuruna daha fazla su gitmesini sağlar. Aktüel değer, set değerinin altına düştüğü zaman ise vanaya kapama yönünde işaret gönderilerek hamur hattına giden su miktarı azalır. Kesafet kontrolü yapılarak kağıt hamurunun daha homojen yapıya sahip karışım elde edilmesi anlamına gelir.

### **3.5.6 Büte Seviye Kontrolü**

Bütenin hacminden tam istifade edebilmek için seviye kontrolü gerekir. Büte seviyesi set değeri bir önceki pompanın hızı kontrol edilerek yapılır. Büte seviyesi düştükçe büteye hamur basan pompa daha hızlı, büte seviyesi yükseldikçe büteye hamur basan pompa daha yavaş çalışacaktır. Büte seviyesinin en optimum şekilde kontrol edilmesi hamurun daha homojen yapıya sahip karışım elde edilmesi anlamına gelir.

### **3.5.7 Büte Karıştırıcı Kontrolü**

Belli bir büte seviyesinin altında karıştırıcı kanatları hamurun dışına çıkacağından pompanın içine hava girme riski meydana gelir. Bunu önlemek için büte seviyesi ölçümünden gelen işarete göre büte seviyesi belirlenen minimum noktada karıştırıcı ve pompanın durdurulması sağlanır. Böylelikle pompanın hava yapması engellenmiş olur. Ancak seviye minimum değerini üstüne çıktıktan belli bir süre sonra karıştırıcı tekrar otomatik devreye girer.

### **3.5.8 Koyu Hamur Temizleyici Akış Kontrolü**

Koyu hamur temizleyici, düşük ve yüksek basınçta istenilen düzeyde temizlik işlemi yapamaz. Koyu hamur temizleyici çalışma basıncında sabit tutulması gerekir. Hattın giriş ve çıkışına konulacak basınç vericileri ile büteye girerken geri dönüş vanası kontrol edilerek basınç sabit tutulur.



### 3.5.9 Parçalayıcı Basınç Kontrolü

Giriş / çıkış basıncı kontrol edilerek elyafları düğümlerinin açılma efektini arttırmak veya azaltmak için basınç kontrolü yapılır. Yapılan basınç kontrolü ile parçalayıcının daha randımanlı çalışabilmesi için içerisinde hamurun sıkışarak bıçaklara daha fazla sürtünmesi sağlanır. Çıkış basıncı giriş basıncından fazla olmalıdır. Çıkış basıncı fazla olmazsa hamur parçalayıcının dışına çıkamaz. Çıkış kısmında bulunan hamur vanası gereğinden fazla kapatılırsa elyafların düğümleri çok güzel açılır, fakat hamur kapasitesi yeterli gelmez. Parçalayıcılarda basınç kontrolü kapasite ve enerji tasarrufu olarak düşünülür.

### 3.5.10 Öğütücü Basınç Kontrolü

Parçalayıcının basınç kontrolü prensibi öğütücülerde benzerdir. Rifanrlar parçalayıcılar gibi düğüm açıcı değil öğütüm amacıyla kullanılır. Öğütücünün kapasitesi şopere yani hamurun öğütüm derecesine bağlıdır. Öğütücü içerisinde hamurun bıçaklara daha fazla sürtünmesi soperin iyi, hamur kapasitesinin az olması anlamına gelir. Kapasitenin daha fazla olması için giriş basıncının çıkış basıncından düşük olması gerekir.

### 3.5.11 Sarsak Elek Seviye Kontrolü

Sarsak eleğin daha randımanlı çalışmasını sağlamak ve oluşan titreşimden dolayı hamurun sıçratmasını önlemek için çalışma seviyesinde tutulması gerekir. Sarsak eleğin çıkış hattı boşalırsa karışımın içine hava girme riski vardır. Boru içine hava girerse pompa düzgün basmaz ve köpük yapar. Bu istenmeyen bir durumdur. Seviye normal olduğunda bu problemler olmayacağından kontrolün önemi burada ortaya çıkar.

### 3.5.12 Çift Elekli Pres Motor Hız Kontrolü

Çift elekli pres dispergere kuru maddesi yükseltilmiş hamur göndermek için kullanılan bir sistemdir. Çift elekli presin girişine ortalama % 5 kesafet ile gelen hamur ortalama % 26-27 kesafete çıkartılır. Her kısımda alt ve üst olmak üzere iki elek vardır. Elekler çevirici motor ile tahrik edilir ve devir ayarları mekanik olarak yapılmaktadır. Sistemde her elek için dört adet limit anahtar bulunmaktadır. Bunlardan ikisi eleğin kaymasını kontrol etmekte, diğer ikisi gergi valslerini kontrol etmekte kullanılır. Limitler birbirine seri bağlıdır. Limitlerden biri devreyi açtığı takdirde çevirici motor devreye girmez. Alt ve üst eleğin kaymasını önlemek için iki elekte de klapeler mevcuttur. Bu klapeler regüle valslerine kumanda ederek eleğin düzgün gitmesini sağlar. Sisteme hamur girişinde, seviye kasasının altında pnömomatik ventil

vardır. Pnömatik ventil çift elekli pres helezon motoru ile irtibatlı çalışır. helezon motoru devreden çıkınca pnömatik ventil otomatik olarak kapanır. Elek vasıtası ile valsler arasında dolaştırılarak suyu süzülen hamur helezona boşaltılır. Buradan da helezon ile dispergere gönderilir. Sistem devreye alındığında eleklerin üzerine yıkama amacı ile sürekli su verilmektedir. Çift elekli presin çalışabilmesi için disperger giriş helezon motorunun çalışması gerekmektedir.

### 3.5.13 Disperger Sistemi Kontrolü

Disperger çift elekli presten gelen hamurun içerisindeki kağıt dışındaki atık maddelerin yüksek sıcaklıkla eritilerek mikropartiküller haline getirilmesi ve sistemden uzaklaştırılması için kullanılır. Çift elekli presten gelen hamur giriş helezonu vasıtası ile ayırıcıya gelir. Ayırıcı hamuru ısıtıcıya iletir. Isıtıcı, gelen hamura buhar uygulanarak hamur içerisindeki tutkallı maddelerin eritildiği gövdedir. Isıtıcıdan geçen hamur besleyiciye iletir. Besleyiciye gelen hamur, disperger motoru ile çevrilen ve hamurun mikropartiküller yapıda öğütmeye yarayan parçalayıcı bıçaklara iletir. Hamurun öğütülmesi için istenen kesafet % 4.5'tur. Bunun için de sisteme su verilerek kesafet ayarı yapılır. Dispergerde öğütülen ve kesafeti %4.5'e getirilen hamur, çıkış basıncı da ayarlanarak disperger bütesine gönderilir.

Disperger sistemindeki motorlar şu sıra ile çalışmaktadır :

- Hidrolik yağ pompası, merkezi yağlama sistemini çalıştırır. Devresinde bulunan zaman rölesi ile devreden çıktıktan sonra hemen devreye alınması önlenmiştir. Ayarlanan zaman sonunda tekrar devreye alınabilir.
- Disperger motoru, öğütücü bıçakları tahrik eden motordur.
- Besleyici motoru, öğütücü bıçaklara hamuru taşıyan helezonu tahrik eden motordur. Kumanda devresi, sulandırma suyu hattında bulunan basınç anahtarının kontağından dolaşır.
- Isıtıcı motoru, buhar verilerek atık maddelerin eritildiği haznede bulunan helezonu tahrik eden motordur.
- Ayırıcı motoru, ayırıcı kısmında bulunan helezonu tahrik eden motordur.
- Giriş helezonu motoru, çift elekli presten gelen hamuru ayırıcıya taşıyan helezonu tahrik eden motordur.

Motor kumandaları birbirlerinin kontaktörlerinden dolaştığı için bu sıralama haricinde devreye alınamaz. Motorlardan herhangi biri termik attığında kendinden sonraki motorlar devreden çıkar. İstenildiği takdirde herhangi bir motorun devreye alınabilmesi için pano üzerindeki anahtarın konumu değiştirilerek devreye alınabilir.

Sistemde kullanmakta olduğumuz kontrol gurupları şunlardır :

- Gövde buhar sıcaklığı

Gövdeye bağlı PT 100 ile okunan sıcaklık göstergeden okunur. Bu değere göre kullanıcı, gövdedeki sıcaklığı ayarlamak için gövde üzerindeki el vanaları ile sıcaklığı ayarlar.

- Sulandırma suyu basıncı

Bu kontrol çevriminde devri motor hız kontrol cihazıyla ayarlanan pompa motoru mevcuttur. Sistem çalışmaya başladığında pompa çıkışında bulunan selenoid ventil açılır. Hattaki basınç pompa çıkışındaki bulunan basınç vericisinden okunarak motor hız kontrol cihazına gönderilir. Motor hız kontrol cihazı verilen setpointe göre motor devrini artırarak veya azaltarak basıncı ayarlar. Ayrıca hat üzerinde bir adet basınç anahtarı bulunmaktadır. Bu anahtar besleyiciye kontak vererek herhangi bir basınç düşmesine karşı sistemi korur.

- Kesafet kontrolü

Disperger çıkışında bulunan palalı tip kesafet vericisi ile sulandırma suyu vanası sayesinde bıçaklara verilen su ile sulandırılmış olan hamurun kesafetini ölçer. Ölçülen değeri ile pnömatik sulandırma suyu vanasına gönderilir.

- Backpressure kontrolü

Disperger çıkış hattında bağlı bulunan basınç vericisi ile okunan basınç değeri ile aynı hat üzerindeki 4-20 mA kumandalı pnömatik vana kontrol edilir.

- Giriş helezon sıcaklığı

Giriş helezonuna bağlı termocouple sayesinde okunan değer verilen alarm değerine ulaşırsa buhar basıncı kontrolörüne dijital işaret olarak gider. Bunun sonucunda buhar kontrolü manuele geçer ve buhar basıncı kontrol vanasını kapatır.

- Buhar basıncı kontrolü

Buhar hattında bulunan basınç vericisi ile ölçülen basınç değeri kontrolöre girer. Kontrolör çıkışında buhar hattı üzerindeki I/P kumandalı buhar vanasına gönderilir. Bu kontrol gurubunda kontrolörün iki adet dijital girişide kullanılmıştır. Bu işaretler giriş helezon sıcaklığı göstergesine ait alarm kontağından ve çift elekli pres helezon motoru kontaktöründen gelmektedir. Giriş değerleri lojik "1" olduğu zaman kontrolör manuele geçer ve vanayı kapatır.



## 4. PROSES ve EKİPMAN BİLGİLERİ

### 4.1 Enstrüman Bilgileri

Bu bölüm öngörülen ölçümlerin gerçekleştirilmesi, PLC sistemine bağlanması için ekipman seçimini yapmak üzere gereken proses verilerini kapsamaktadır.

Proses bilgileri tablolarla beraber ve aşağıdaki dokümanlarla birlikte kullanılacaktır :

- İşaret Listesi,
- P&I Diyagramlar,
- Yerleşim Planları.

#### 4.1.1 Ekipman Seçiminde Genel Şartlar

##### 4.1.1.1 Standartlar

Bütün enstrümanlar, aksesuarlar, montaj malzemesi ve yedek parçalar en azından ANSI, BS, VDE, IEC, Amerikan veya Avrupa standartlarının en az birinin en son ilgili baskılarına uyacaktır.

##### 4.1.1.2 Tasarım Esasları

1. Bütün enstrümanlar prosesin işletme ve çevre koşullarına göre tasarlanacaktır.
2. Kağıt hamurunun ısı aralığı 20°C ile 60°C'dir.
3. PLC sistemine bağlı bütün dönüştürücüler, vericiler ve sınır değer anahtarları, PLC I/O cihazlarının giriş modülleriyle uyumlu standart çıkışlara sahip olacaktır.
4. Enstrümanlar imalatçının standart cinsinden olacak ve skala ile ölçü aralığı seçiminde standartizasyona önem verilecektir.

##### 4.1.1.3 Ekipman Seçimi

1. Proses ortamıyla temasta olan malzeme ölçülen sıvının korozyon ve erozyon özelliklerine dayanacak nitelikte olacaktır.
2. Mümkün olduğu yerlerde enstrümanlar elektronik türden olacaktır.
3. Araziye yerleştirilmiş bütün enstrümanlar hava şartlarına dayanır şekilde olacaktır. (IEC'ye göre en azından IP 54 )
4. Bütün panolara yerleştirilmiş enstrümanlar gömme tip olacaktır. Panolara yerleştirilmiş vericiler - konvertörler standart rafa takılı, geçmeli cinsten olacaktır.

### 4.2 Akış Enstrümanları

Akış ölçüm enstrümanı akışmetrelerden oluşmaktadır. Akış belli bir noktadan birim zamanda içinde geçen bir akışkanın hacmini ölçmek için kullanılmaktadır. Akış ölçümü söz konusu akışkanın sıcaklık ve basıncına bağlı olarak değişir. Akış hızı terimi ise akışkanın belli bir noktadan geçiş hızıdır. Hız bir boru veya menfez boyunca eşit olmadığından bunun

ölçülmesinde dikkatli davranılmalıdır. Akışın ölçülmesi hemen hemen tüm endüstriyel sürecin önemli bir parçasını oluşturmakta ve bu konu ile ilgili bir çok teknik geliştirilmiş bulunmaktadır.

Aşağıda kullanılacak akışmetrelerin çalışma prensipleri, özellikleri ile ilgili detaylı bilgiler verilecektir.

#### 4.2.1 Akışmetreler

Hamur Hazırlama Prosesinde akış ölçme işleminde elektromanyetik akışmetre kullanılacaktır. Proseste beş adet akışmetremiz mevcuttur. Anlık ve toplam debi değerleri, Mimikte ve Scada bilgisayarında görülecektir.

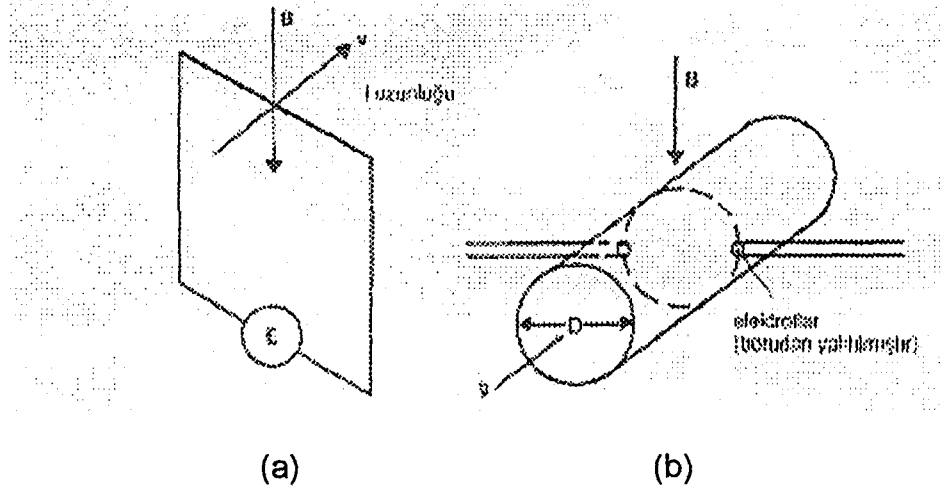
Elektromanyetik akışmetrenin çalışma prensibi aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi uzunluğu  $l$  olan bir iletken, akım yoğunluğu  $B$  olan manyetik alana dikey olarak hızla hareket etmektedir. Faraday'ın elektromanyetik endüksiyon kanunu gereğince aşağıdaki denkleme göre bir  $E$  gerilimi indüklenir :

$$E = Blv \quad (4.1)$$

Elektromanyetik akışmetre işte bu yukarıda verilen denkleme dayanmakta, iletkenin yerini burada akışkan almaktadır. Şekilde görüldüğü gibi bir iletken akışkan  $v$  ortalama hızı ile bir boru boyunca akmaktadır. Yalıtılmış bir kısmı boruya sokularak akışa dikey olarak bir  $B$  manyetik alanı uygulanır. İki adet elektrot akışkandan boru çapı  $D$  uzunluğunda bir hareketli iletken oluşturacak şekilde yalıtılmış kısımdan akışkana sokulur. Bu durumda elektrotlar arasında aşağıdaki denklemden bulunan bir  $E$  gerilimi indüklenir :

$$E = BDv \quad (4.2)$$

formülünden elektromanyetik akışmetre ortalama akış hızını ölçmektedir. Elektrotların elektroliz etkisini önlemek ve ayrıca meydana gelen gerilimle aynı genlikte olan termoelektrik ve elektro-kimyasal etkilerden kaynaklanan DC gerilimden ileri gelen hataları en aza indirmek için bir AC elektromanyetik alan kullanılır. DC akımın gerçekte akışı deforme etme olasılığı manyetohidrodinamik etkisinden dolayı mevcuttur. (Parr, 1997)



Şekil 4.1 Elektromanyetik akışmetre (a) Elektromanyetik prensipler (b) Şematik olarak (Parr, 1997)

Bir akışmetre enstrümanını seçerken olması gereken özellikler şunlardır:

1. Akış ölçerler elektromanyetik türden olacaktır.
2. Ölçü düzenleri tercihen yassı uyarma bobinleri veya sabit bir manyetik akı yoğunluğu elde edecek şekilde manyetik alan düzeltme faktörlü karmaşık bobinlerle teçhiz edilmiş olacak ve yüksek basınç tarafında fazla uzun düz boru hattına ihtiyaç göstermeyecektir. Ölçü düzenleri IP 68 koruma sınıfına haiz olacaktır.
3. Bobinlerin uyarma akımı darbeli cinsten olacaktır.
4. Çıkış işaretinin yüzlerce metre öteye yollanabilmesi için ölçü düzenleri tercihen sistem içinde mevcut ön kuvvetlendiricilerle teçhiz edilmiş olmalıdır.
5. Ölçü tüpü paslanmaz çelik, içi korozyon ve sürtünme aşınmasına dayanıklı bir maddeyle kaplı olacaktır.
6. Elektrotlar paslanmaz çelik, Hastelloy veya benzeri olacaktır. Elektrotlar tübü sökmeksizin dışardan temizlenip değiştirebilecek tipten olacaktır.
7. Konvertör / verici mikroişlemci ile donatılmış tam elektronik türden olacaktır.
8. İki yönlü akış ölçümü istendiğinde konvertör / verici çıkışı göstergelere ve PLC'ye anahtarlanacak iki yönlü olacaktır.
9. Standard 4-20 mA, ölçeklenmiş darbe, frekans darbesi çıkışları olacaktır.
10. Konvertör / vericiler IP 68 koruma sınıfına haiz olacaktır.
11. Besleme gerilimi 24 VDC olacaktır.
12. Konvertör / verici alfanümerik olarak programlanabilen bir gösterge ünitesi ile donatılacaktır. En az 18 karakter, iki satır, akış gösterge okuması ( $m^3/h$  olarak), toplam akış okuması, alarm pozisyonu, akış yönü vs. içerecektir.
13. Ölçüm hata toleransı  $\pm\% 1$  tam ölçeği geçmeyecektir.
14. Akışmetre 0.5 m/s hıza kadar ölçme yapabilecektir.
15. Proses ortamıyla temasta olan malzeme, ölçülen sıvının korozyon ve erozyon özelliklerine dayanacak nitelikte olacaktır.



Hamur hazırlama prosesinde kullanılacak akışmetre ile ilgili proses bilgileri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.1 Akışmetrelerin listesi

No.	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası (m <sup>3</sup> /h)	Nominal Basınç	Koruma Sınıfı
1	FE 01-17/2	Alt Kat Makine-1 Çıkış Akışmetresi	4500	4	68
2	FE 01-16/2	Alt Kat Öğütücü Çıkış Akışmetresi	4500	4	68
3	FE 01-08/1	Üst Kat Öğütücü Çıkış Akışmetresi	4500	4	68
4	FE 01-29/3	Üst Kat Öğütücü Çıkış Akışmetresi	4500	4	68
5	FE 01-25/3	Orta Kat Disperger Çıkış Akışmetresi	4500	4	68

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen akışmetrenin özellikleri aşağıdadır.

Üretici Firma	: Yokogawa
Model	: Admag AE
Basınç	: 10 bar
Besleme	: 24 VDC
Güç	: 12.5 W
Verici çıkışı	: 4-20 mA
Pulse çıkışı	: 30 ms
Maksimum akış	: 4500 m <sup>3</sup> /h
Çevre sıcaklığı	: -20°C / +60°C
Rutubet	: % 5 / 80 (+40°C)
Akışkan sıcaklığı	: +20°C / 60°C
İç direnç	: 750Ω
IP sınıfı	: 67

#### 4.2.2 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

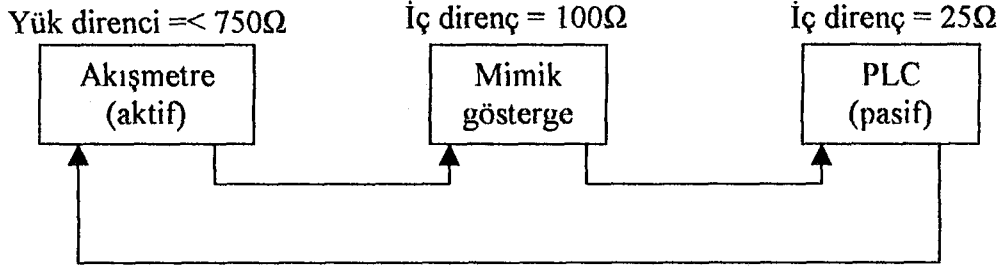
Konvertörden elde edilen 4-20 mA akış işareti seri olarak mimik göstergeye oradan da PLC'nin analog girişine gidecektir.

Konvertörden elde edilen pulse çıkışı toplam debiyi hesaplamak için kullanılacak ve mekanik göstergeli 6 haneli sayacın elektriksel girişine ve PLC dijital girişine bağlanacaktır. Mekanik sayaç PLC Panoya yerleştirilecektir.

Mimikte gösterilmek üzere kullanılacak gösterge girişi 4-20 mA, sıfır dijitten yuvarlatmalı, bir saniye aralıklarla güncellenen, kırmızı göstergeli, 4 dijitle ve beslemesi 24 VDC'tur.

### 4.2.3 Elektriksel İşaret Çevrimi

Akış ölçümü işaret çevrim diyagramında görüldüğü gibi işaret seri olarak ilk önce mimik göstergeye oradan da PLC'nin analog girişine gelmektedir.



Şekil 4.2 Akış ölçümü işaret çevrim diyagramı

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi akışmetremizin maksimum yük direnci  $750\Omega$ 'dur. Yukarıdaki bağlantıya göre hattın toplam direnci  $125\Omega$ 'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.

### 4.3 Seviye Enstrümanları

Seviye ölçüm enstrümanları seviye vericileri ile seviye anahtarları diye iki gruptan oluşmaktadır. Sıvı veya katı maddelerin kullanıldığı, depolandığı veya taşındığı yerlerde bunların seviyelerinin belirlenmesi için ölçüm yapılması gerekir.

Aşağıda kullanılacak seviye vericileri ile seviye anahtarlarının çalışma prensipleri, özellikleri ile ilgili detaylı bilgiler verilecektir.

#### 4.3.1 Seviye Vericileri

Seviye ölçümü ile ilgili bir çok teknik geliştirilmiş yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır :

1. Şamandıra ile çalışan sistemler,
2. Basınçla çalışan transdüserler,
3. Direkt elektrikli problemler,
4. Ultrasonik yöntemler,
5. Nükleonik yöntemler.

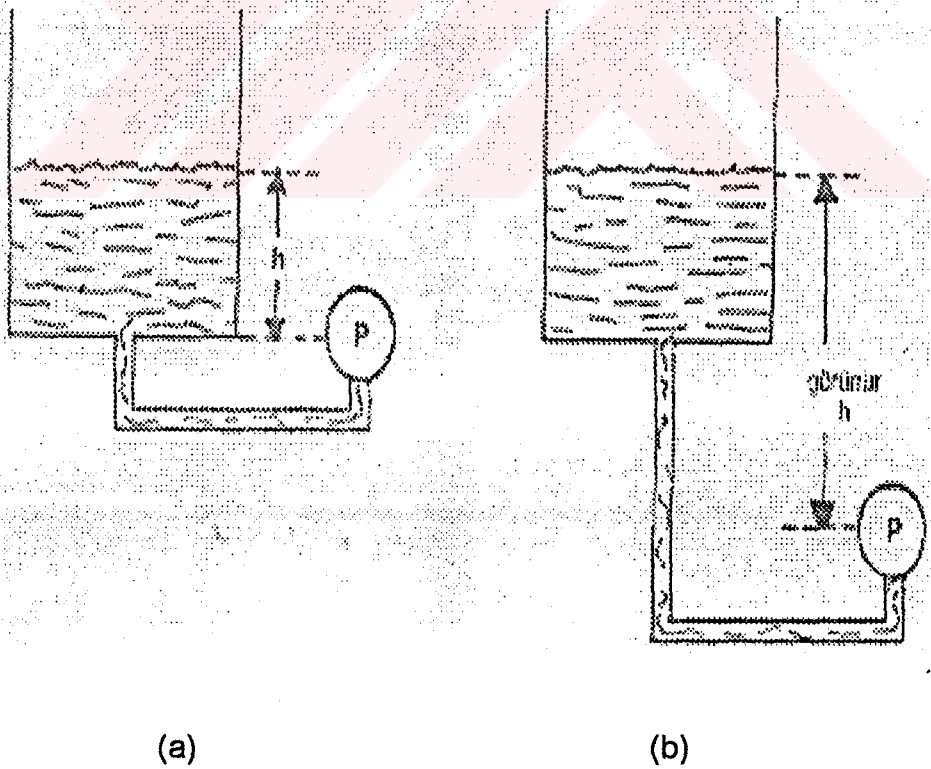
Seviye ölçümünün çok yaygın bir yöntemi olan elektriksel bir işarete çevrilebilen bir diferansiyel fark basıncına dönüştürülmesidir. Diferansiyel basınç, transdüserine uygulanan iki basınç arasındaki farktır. Seviye vericisinin çalışma prensibi deponun dip kısmındaki mutlak basıncın iki ögesi vardır ve bunlar atmosferik basınç ve sıvının düşüşünden doğan basınçtır. Bu durumda mutlak basınç aşağıdaki gibidir :

$$P = \rho gh + \text{atmosfer basıncı} \quad (4.3)$$

Pratikte basıncı atmosfere göre ölçen bir gösterge basıncı transdüseri kullanılır. Gösterge basıncı aşağıdaki gibi olacaktır :

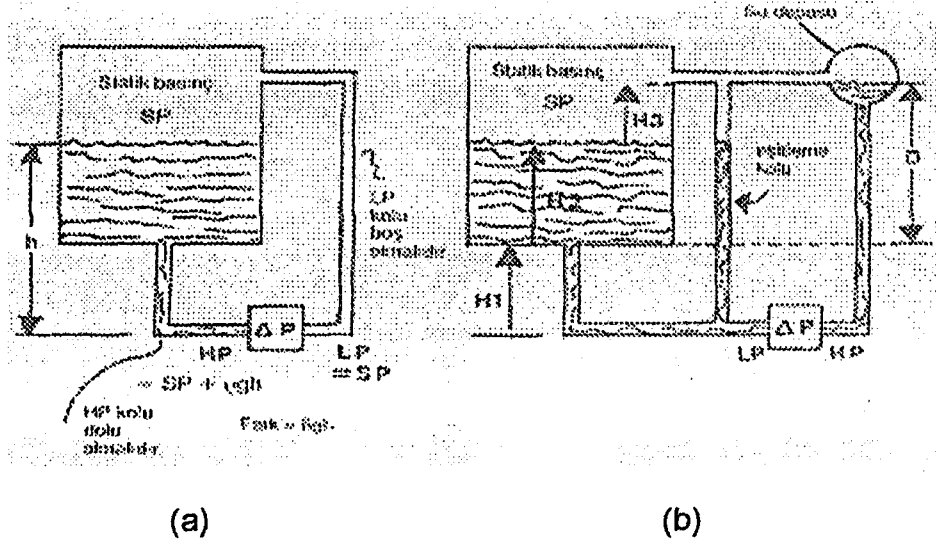
$$P = \rho gh \quad (4.4)$$

Bu ifade sıvı seviyesi ile doğrusal olarak ilişkilidir. Denklemdaki h seviyesinin deponun tabanından itibaren değil, basınç transdüserinin kendi seviyesine göre ölçülmekte olmasıdır. Aşağıdaki şekil basınç altındaki depolarda diferansiyel basınca dayalı seviye ölçümünün şematik gösterilmesidir. (Parr, 1997)



Şekil 4.3 Hidrostatik basınçtan seviye ölçümü (a) Seviye ile orantılı gösterge basıncı (b) Düşü hatası (Parr, 1997)





Şekil 4.4 Basınç altındaki depolarda diferansiyel basınca dayalı seviye ölçümü (a) Basit yöntem (b) Yoğunlaşabilen buharla seviye ölçümü (Parr, 1997)

Hamur hazırlama prosesinde çeşitli noktalarda kullanılan seviye vericisi ile ilgili proses bilgileri çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.2 Seviye vericilerinin listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası (mmH <sub>2</sub> O)	Koruma Sınıfı
1	LE 01-04/2	Alt Kat Boşaltma Büte Seviye Ölçümü	0 – 5000	67
2	LE 01-11/2	Alt Kat Stok Büte Seviye Ölçümü	0 – 5000	67
3	LE 01-17/2	Alt Kat Makine-1 Büte Seviye Ölçümü	0 – 5000	67
4	LE 02-01/2	Alt Kat Makine-2 Büte Seviye Ölçümü	0 – 5000	67
5	LE 01-09/3	Orta Kat Boşaltma Büte Seviye Ölçümü	0 – 4750	67
6	LE 01-17/3	Orta Kat Stok Büte Seviye Ölçümü	0 – 4750	67
7	LE 01-26/3	Orta Kat Disperger Büte Seviye Ölçümü	0 – 4825	67
8	LE 01-30/3	Orta Kat Makine-1 Büte Seviye Ölçümü	0 – 4750	67
9	LE 02-01/3	Orta Kat Makine-2 Büte Seviye Ölçümü	0 – 4750	67
10	LE 01-04/1	Üst Kat Boşaltma Büte Seviye Ölçümü	0 – 5000	67
11	LE 01-11/1	Üst Kat Makine-1 Büte Seviye Ölçümü	0 – 5000	67
12	LE 02-01/1	Üst Kat Makine-2 Büte Seviye Ölçümü	0 – 5000	67

PHamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen seviye vericisinin özellikleri aşağıdadır.

Üretici Firma	: Yokogawa
Model	: EJA210
Sensör	: Flanş Montajlı Diferansiyel Basınç Transdüseri
Besleme	: 24 VDC
Güç	: 0.9 W
Verici çıkışı	: 4-20mA
Maksimum seviye	: 10000 mmH <sub>2</sub> O
Çalışma sıcaklığı	: -40°C / +85°C
Rutubet	: % 5-100 (+40°C)
İç direnci	: 650Ω
IP sınıfı	: 67

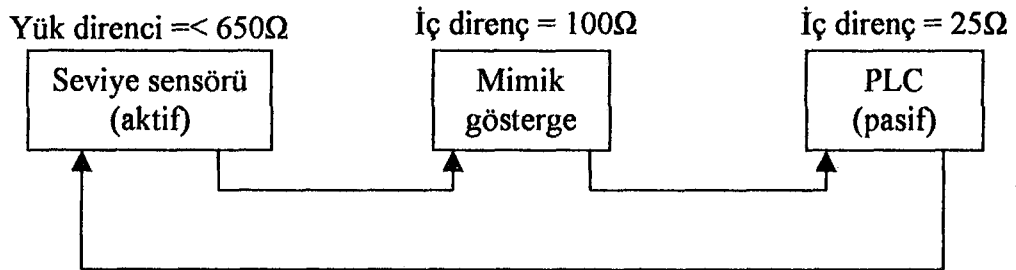
#### 4.3.1.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Vericiden elde edilen 4-20 mA akış işareti seri olarak mimik göstergeye oradan da PLC'nin analog girişine gidecektir.

Mimikte gösterilmek üzere kullanılacak gösterge girişi 4-20 mA, sıfır dijitten yuvarlatmalı, bir saniye aralıklarla güncellenen, kırmızı göstergeli, 4 dijitli ve beslemesi 24 VDC'tur.

#### 4.3.1.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Seviye sensörünün işaret çevrim diyagramında görüldüğü gibi işaret seri olarak ilk önce mimik göstergeye oradan da PLC'nin analog girişine gelmektedir.



Şekil 4.5 Seviye ölçümü işaret çevrim diyagramı

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi seviye sensörünün maksimum yük direnci 650Ω'dur. Yukarıdaki bağlantıya göre hattın toplam direnci 125 Ω'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.

### 4.3.2 Seviye Anahtarları

Birçok seviye ölçüm ve kontrol uygulaması arz ve talebin ani artışı veya düşüşü ile seviyenin değiştiği şok tanklarını içermektedir. Bu gibi durumlarda sıkı kontrole gerek olmadığı için yapılması gereken tek şey hedeflenen seviyeye ulaşıldığı veya önceden belirlenen bir seviyeye inildiğine dair bir göstergenin elde edilmesidir.

Endüstride seviye anahtarları genelde iki adet hareketsiz çubuk modeli kullanılmaktadır. Seviye anahtarı ısıtılmış problar, bir ısıtıcı ile bir de sıcaklık sensörü içermektedir. Burada prob sıvıya daldırıldığında ısı kaybı fazla olacak ve bu suretle de sıcaklık düşecektir. Seviye anahtarının kirlendiğinde tutukluk yapmaya yatkın hareketli parçaları vardır. (Parr, 1997)

Seviye anahtarını seçerken olması gereken özellikler şunlardır :

1. Su ile temasta olan malzeme paslanmaz çelik veya korozyona karşı dayanıklı malzemeden olacaktır.
2. Muhafaza hava şartlarına dayanıklı şekilde olacaktır. ( IEC'ye göre en azından IP 54 ).
3. Doğruluk sınıfı tam ölçeğin  $\pm\% 0.5$  olacaktır.
4. Deneme bağlantısı terminallerde sağlanacaktır.
5. Göstergeler dijital türden olacaktır.

Hamur hazırlama prosesinde çeşitli noktalarda kullanılan seviye anahtarı ile ilgili proses bilgileri çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.3 Seviye anahtarlarının listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Nominal Basınç	Koruma Sınıfı
1	LS K2	Kaolin Kullanma Tankı Seviye Anahtarı	5 bar	65
2	LS R2	Reçine Kullanma Tankı Seviye Anahtarı	5 bar	65
3	LS Ş1	Şap Kullanma Tankı Seviye Anahtarı	5 bar	65
4	LS A1	Afranil Kullanma Tankı Seviye Anahtarı	5 bar	65
5	LS P1	Paç Kullanma Tankı Seviye Anahtarı	5 bar	65

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen seviye anahtarlarının özellikleri aşağıdadır.

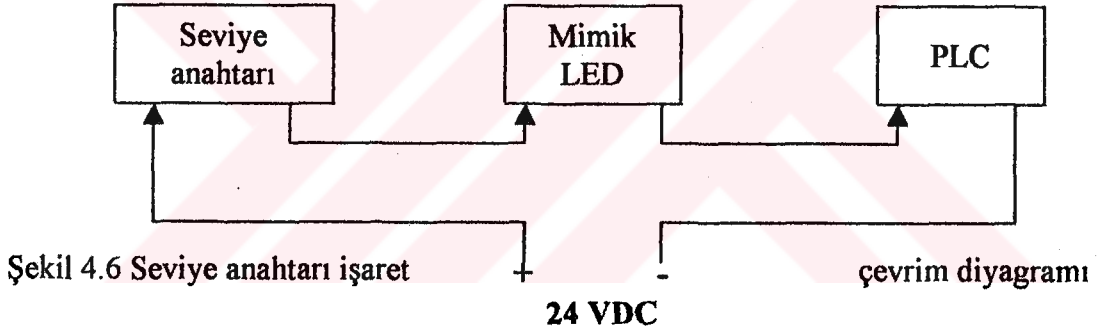
Üretici Firma	: Endress + Hauser
Model	: Liquiphant TFTL 260
Çalışma sıcaklığı	: -40°C / +70°C
Çalışma basıncı	: -1 bar / +40 bar
IP sınıfı	: 65
Kontakt sayısı	: 2 adet kontak (NO,NC)

#### 4.3.2.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Seviye anahtarından gelen dijital işaret Mimikteki LED'e ve PLC dijital girişine gönderilir. Mimikte gösterilmek üzere kullanılacak LED işaret varken yeşil renk yanacaktır.

#### 4.3.2.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Seviye anahtarından gelen dijital işaret Mimikteki LED'e ve PLC dijital girişine gönderilir. Mimikte gösterilmek üzere kullanılacak LED, akış işareti geliyorsa yeşil renkte yanacaktır.



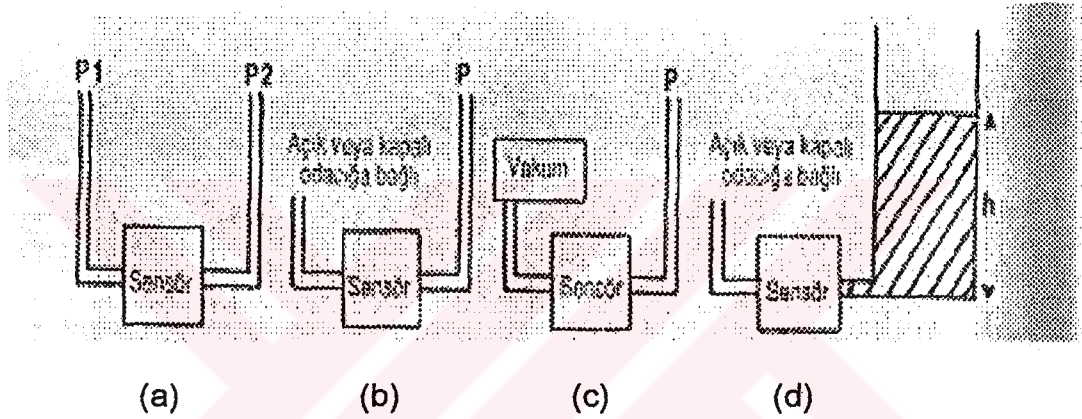


#### 4.4 Basınç Enstrümanları

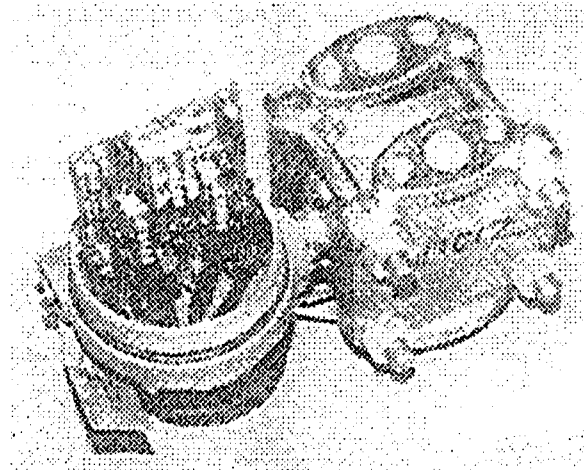
Basınç ölçümü proses kontrolde en genel ve önemlisidir. Basınç bir akışkan maddenin içinde bulunduğu kabın yüzeyinin birim alanına uyguladığı kuvvet olarak tanımlanır. Bütün basınç vericileri statik basıncın yani akışkan maddenin durgun haldeki basıncın ölçümü ile ilgilidir. Akışkan hareket halinde ise basıncı akış hızına bağlıdır ve bu basınca da dinamik basınç denir. (Murrill, 1993)

##### 4.4.1 Basınç Vericileri

Temel olarak basınç ölçümünde kullanılacağımız basınç vericisinin çalışma prensibi seviye ölçümünde olduğu gibi diferansiyel fark basıncı prensibine dayanır.



Şekil 4.7 Basıncın tanımları (a) Diferansiyel basınç (b) Gösterge basıncı (c) Mutlak basınç (d) Düşü basıncı (Parr, 1997)



Şekil 4.8 Piezo-dirençli diferansiyel basınç transdüseri (Parr, 1997)

Hamur hazırlama prosesinde çeşitli noktalarda kullanılan basınç vericileri ile ilgili proses bilgileri çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.4 Basınç vericilerinin listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası (bar)
1	PT 01-07/2.1	Alt Kat Koyu Hamur Temizleyici Giriş Basıncı	0-5
2	PT 01-07/2.2	Alt Kat Koyu Hamur Temizleyici Çıkış Basıncı	0-5
3	PT 01-14/2.1	Alt Kat Parçalayıcı Giriş Basıncı	0-5
4	PT 01-14/2.2	Alt Kat Parçalayıcı Çıkış Basıncı	0-5
5	PT 04-10.1	Alt Kat Döküntü Parçalayıcı Giriş Basıncı	0-5
6	PT 04-10.2	Alt Kat Döküntü Parçalayıcı Çıkış Basıncı	0-5
7	PT 01-15/2.1	Alt Kat Konik Öğütücü Giriş Basıncı	0-5
8	PT 01-15/2.2	Alt Kat Konik Öğütücü Çıkış Basıncı	0-5
9	PT 01-16/2.1	Alt Kat Disk Öğütücü Giriş Basıncı	0-5
10	PT 01-16/2.2	Alt Kat Disk Öğütücü Çıkış Basıncı	0-5
11	PT 01-12/3.1.1	Orta Kat Koyu Hamur Temizleyici-1 Giriş Basıncı	0-5
12	PT 01-12/3.1.2	Orta Kat Koyu Hamur Temizleyici-1 Çıkış Basıncı	0-5
13	PT 01-12/3.2.1	Orta Kat Koyu Hamur Temizleyici-2 Giriş Basıncı	0-5
14	PT 01-12/3.2.2	Orta Kat Koyu Hamur Temizleyici-2 Çıkış Basıncı	0-5
15	PT 01-20/3.1	Orta Kat Parçalayıcı-1 Giriş Basıncı	0-5
16	PT 01-20/3.2	Orta Kat Parçalayıcı-1 Çıkış Basıncı	0-5
17	PT 01-21/3.1	Orta Kat Parçalayıcı-2 Giriş Basıncı	0-5
18	PT 01-21/3.2	Orta Kat Parçalayıcı-2 Çıkış Basıncı	0-5
19	PT 01-25/3	Orta Kat Disperger Back pressure Basıncı	0-5
20	PT 01-07/1.1	Üst Kat Koyu Hamur Temizleyici Giriş Basıncı	0-5
21	PT 01-07/1.2	Üst Kat Koyu Hamur Temizleyici Çıkış Basıncı	0-5
22	PT 01-09/1.1	Üst Kat Parçalayıcı Giriş Basıncı	0-5
23	PT 01-09/1.2	Üst Kat Parçalayıcı Çıkış Basıncı	0-5
24	PT 01-08/1.1	Üst Kat Öğütücü-1 Giriş Basıncı	0-5
25	PT 01-08/1.2	Üst Kat Öğütücü-1 Çıkış Basıncı	0-5
26	PT 01-29/3.1	Üst Kat Öğütücü-2 Giriş Basıncı	0-5
27	PT 01-29/3.2	Üst Kat Öğütücü-2 Çıkış Basıncı	0-5

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen basınç vericisinin özellikleri aşağıdadır :

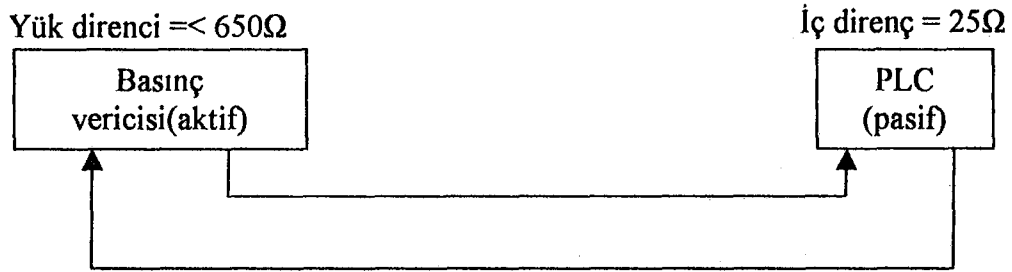
Üretici Firma : Endress+Hauser  
 Model : Cerabar T PMC 131  
 Besleme Gerilimi : 24 VDC  
 Sensör çıkışı : 4-20 mA  
 Maksimum basınç : 40 bar  
 Yük direnci : 650Ω  
 Çalışma sıcaklığı : -20°C / + 85°C  
 IP sınıfı : 68  
 Yük direnci  $R_A[\Omega]$  :  $\leq (U_B-11V) / 0.02 A$  olacaktır.

#### 4.4.1.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Vericiden elde edilen 4-20 mA akış işareti PLC analog girişine gelir.

#### 4.4.1.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Basınç vericisi işaret çevrim diyagramında görüldüğü gibi işaret direk PLC'nin analog girişine gelmektedir.



Şekil 4.9 Basınç ölçümü işaret çevrim diyagramı

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi basınç vericisinin maksimum yük direnci  $650\Omega$ 'dur. PLC'nin iç direnci  $25\Omega$ 'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.

### 4.5 Elektrik Enstrümanları

Elektrik enstrümanları akım ile gerilim konvertörü ve enerji analizörleri olmak üzere üç gruptan oluşmaktadır. Aşağıda, kullanılacak elektrik enstrümanlarının çalışma prensipleri, özellikleri ve hangi noktalarda kullanıldıkları ile ilgili detaylı bilgiler verilmektedir.

#### 4.5.1 Akım Konvertörü

Akım konvertörleri TR1, TR2 ve TR3 güç trafolarının girişindeki her faz akımları ile proseste kullanılan büyük motorların üç her faz akımlarının simetrik olup olmadığını kontrol etmek amacıyla kullanılacaktır.

Hamur hazırlama prosesinde çeşitli noktalarda kullanılacak akım konvertörü ile ilgili proses bilgileri çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.5 Akım konvertörlerinin listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası (A)	Ölçüm Bölgesi (A)	Koruma Sınıfı
1	MAT 01-03/2	Alt Kat Pulper Motoru Faz Akımı	0-100	0-5	66
2	MAT 01-03/3	Orta Kat Pulper Motoru-1 Faz Akımı	0-100	0-5	66
3	MAT 01-07/3	Orta Kat Pulper Motoru-2 Faz Akımı	0-100	0-5	66
4	MAT 01-02/1	Üst Kat Pulper Motoru Faz Akımı	0-100	0-5	66
5	MAT 01-14/1	Alt Kat Parçalayıcı Motoru Faz Akımı	0-100	0-5	66
6	MAT 01-20/3	Orta Kat Parçalayıcı Motoru-1 Faz Akımı	0-100	0-5	66
7	MAT 01-21/3	Orta Kat Parçalayıcı Motoru-2 Faz Akımı	0-120	0-5	66
8	MAT 01-09/1	Üst Kat Parçalayıcı Motoru Faz Akımı	0-120	0-5	66
9	MAT 01-15/2	Alt Kat Öğütücü Motoru-1 Faz Akımı	0-560	0-5	66
10	MAT 01-16/2	Alt Kat Öğütücü Motoru-2 Faz Akımı	0-560	0-5	66
11	MAT 01-25/3	Orta Kat Disperger Motoru Faz Akımı	0-560	0-5	66
12	MAT 01-08/1	Üst Kat Öğütücü Motoru-1 Faz Akımı	0-560	0-5	66
13	MAT 01-29/3	Üst Kat Öğütücü Motoru-2 Faz Akımı	0-560	0-5	66

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen akım konvertörünün özellikleri aşağıdadır :

Üretici firma : Phoenix Contact  
 Model : MCR-S5/U/1-4  
 Giriş akımı : 0-5 A  
 Çıkış işareti : 4-20 mA  
 Yük direnci :  $\leq 500 \Omega$   
 Giriş direnci :  $= 120 k\Omega$   
 Çalışma sıcaklığı :  $-25^{\circ}\text{C} / +50^{\circ}\text{C}$   
 Doğruluk sınıfı :  $\pm \% 0.5$   
 IP sınıfı : 66

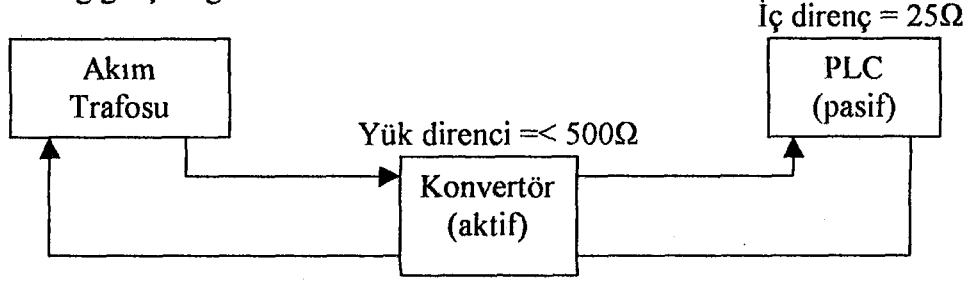
#### 4.5.1.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Konvertörden elde edilen 4-20 mA işareti direk olarak PLC analog girişine gelir.



#### 4.5.1.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Akım trafosundan ölçülen akım bilgisi işaret çevrim diyagramında görüldüğü gibi direk PLC'nin analog girişine gelmektedir.



Şekil 4.10 Akım ölçümü işaret çevrim diyagramı

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi akım konvertörünün maksimum yük direnci  $500\Omega$ 'dur. PLC'nin iç direnci  $25\Omega$ 'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.

#### 4.5.2 Gerilim Konvertörü

Gerilim konvertörü orta gerilim şebekesinden TREDAS Giriş kesicisine gelen  $31.5\text{ kV}$  baranın gerilim değerini kontrol etmek ve gerilim değerlerinin anlık ve geçmişe yönelik olarak grafiksel incelemek amacıyla kullanılacaktır.

Aşağıda hamur hazırlama prosesinde kullanılacak gerilim konvertörü ile ilgili proses bilgileri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.6 Gerilim konvertörü listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası (kV)	Ölçüm Bölgesi (V)	Koruma Sınıfı
1	VT Tredas	Tredas Giriş Gerilimi	0-31.5	0-100	66

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen gerilim konvertörünün özellikleri aşağıdadır :

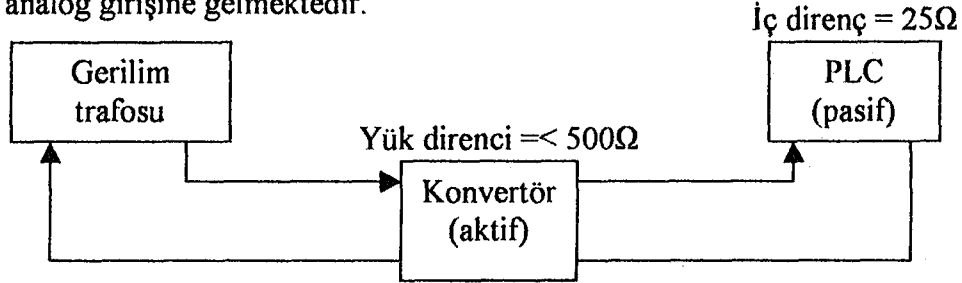
Üretici firma	: Phoenix Contact
Model	: MCR-VAC-UI-0-DC
Giriş gerilim	: 0-100 VAC
Çıkış işareti	: 4-20 mA
Yük direnci	: $\leq 500\Omega$
Giriş direnci	: $= 120\text{ k}\Omega$
Çalışma sıcaklığı	: $-25^\circ\text{C} / +50^\circ\text{C}$
Doğruluk sınıfı	: $\pm \% 0.5$
IP sınıfı	: 66

#### 4.5.2.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Konvertörden elde edilen 4-20 mA işareti direk olarak PLC analog girişine gelir.

#### 4.5.2.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Gerilim trafosundan ölçülen gerilim bilgisi işaret çevrim diyagramında görüldüğü gibi direk PLC'nin analog girişine gelmektedir.



Şekil 4.11 Gerilim ölçümü işaret çevrim diyagramı

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi gerilim konvertörünün maksimum yük direnci  $500\Omega$ 'dur. PLC'nin iç direnci  $25\Omega$ 'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.

#### 4.5.3 Enerji Analizörleri

Hamur hazırlama prosesinde kullanılan ekipmanların daha verimli çalıştırılabilmesi için enerji besleme sisteminden çektiği aktif ve reaktif güçler ile güç faktörlerinin bilinmesi, tüketilen enerjinin kontrol edilebilmesini ve proseste tüketilen anlık ve toplam tüketimlerin izlenmesini sağlar. Aktif enerji ölçümünde gerilim ve akım ölçüm trafo çıkış değerleri kullanılmaktadır.(0-100 V ve 0-5 A). Orta Gerilim giriş gerilimi 31.5 kV fazlar arası olarak ölçüldüğü için nötr hattı kullanılmaz. Bundan dolayı enerji ölçümünde kullanacağımız enstrüman, fazlar arası gerilim bilgisini kullanan tipte olmalıdır. Güç trafoları dengeli olarak yüklendikleri için tek faz akım ve gerilim değerlerini kullanan aktif ve reaktif enerji ölçüm cihazı kullanılacaktır. Enerji ölçüm cihazlarının beslemesi 24 VDC, çıkış işareti 4-20 mA, maksimum yükü  $500\Omega$ , hassasiyet derecesi 0.5 olacak tipte bir seçilecektir.

Hamur hazırlama prosesinde kullanılacak enerji analizörleri ile ilgili proses bilgileri çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.7 Eneji analizörlerinin listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Ölçüm Bölgesi	Koruma Sınıfı
1	PA1	TR1 Aktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
2	PA2	TR2 Aktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
3	PA3	TR3 Aktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
4	PA4	TR4 Aktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
5	PA5	TR5 Aktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
6	PR1	TR1 Reaktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
7	PR2	TR2 Reaktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
8	PR3	TR3 Reaktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
9	PR4	TR4 Reaktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
10	PR5	TR5 Reaktif Enerji Ölçümü	0-5 A, 0-100 V	51
11	FM1	TR1 Güç Faktörü ölçümü ( $\cos\phi$ )	0-5 A, 0-100 V	51
12	FM2	TR2 Güç Faktörü ölçümü ( $\cos\phi$ )	0-5 A, 0-100 V	51
13	FM3	TR3 Güç Faktörü ölçümü ( $\cos\phi$ )	0-5 A, 0-100 V	51
14	FM4	TR4 Güç Faktörü ölçümü ( $\cos\phi$ )	0-5 A, 0-100 V	51
15	FM5	TR5 Güç Faktörü ölçümü ( $\cos\phi$ )	0-5 A, 0-100 V	51

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen enerji analizörlerinin özellikleri aşağıdadır :

#### Aktif güç ölçümü için seçilen analizör

Üretici firma : Sfere  
 Model : AW3, ETD0010  
 Cihaz çıkışı : 4-20mA  
 Çalışma sıcaklığı : -10°C / +60°C  
 Yük direnci : 500Ω  
 Hassasiyet sınıfı : 0.5  
 IP sınıfı : 51

### Reaktif güç ölçümü için seçilen analizör

Üretici firma	: Sfere
Model	: ARW3, ETD0012
Cihaz çıkışı	: 4-20mA
Çalışma sıcaklığı	: -10°C / +60°C
Yük direnci	: 500Ω
Hassasiyet sınıfı	: 0.5
IP sınıfı	: 51

### Güç faktörü ölçümü için seçilen analizör

Üretici firma	: Sfere
Model	: APH1-3-4
Cihaz çıkışı	: 4-20mA
Çalışma sıcaklığı	: -10°C / +60°C
Yük direnci	: 500Ω
Hassasiyet sınıfı	: 1
IP sınıfı	: 51

#### 4.5.3.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

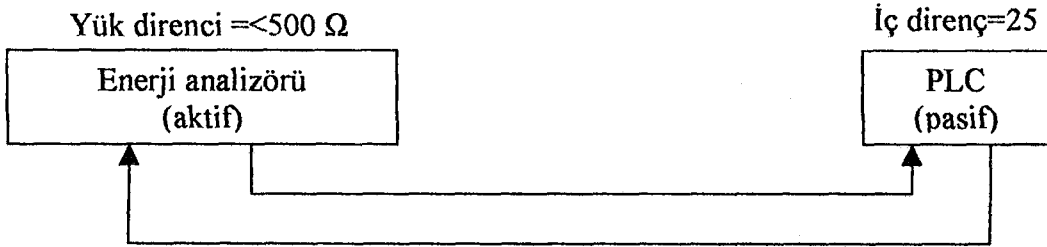
Konvertörden elde edilen 4-20 mA işareti direk PLC'nin analog girişine girer.

Konvertörden elde edilen pulse çıkışı toplam tüketimi hesaplamak için kullanılacak ve mekanik göstergeli 6 haneli sayacın elektriksel girişine ve PLC dijital girişine bağlanacaktır.

Mekanik sayaç PLC Panoya yerleştirilecektir.

#### 4.5.3.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Enerji ölçüm analizörlerinin çıkış işaretleri çevrim diyagramında görüldüğü gibi direk PLC'nin analog girişine gelmektedir.



Şekil 4.12 Enerji ölçümleri işaret çevrim diyagramı

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi gerilim konvertörünün maksimum yük direnci 500Ω'dur. PLC'nin iç direnci 25Ω'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.



#### 4.6 Akış Kontrol Vanaları

Akış kontrol vanaları hassas denetim uygulamalarında programlanabilir lojik kontrolör (PLC) veya kontrolör tarafından kontrol edilen en son ekipmandır. Proses kontrol uygulamaları içinde donanımın en önemli parçası olarak değerlendirilir. Kontrol vanalarının gövdeleri üç sınıftan oluşur :

1. Lineer hareketli kontrol vanaları,
2. Bir eksen etrafında dönen kontrol vanaları,
3. Küresel kontrol vanaları.

Son yıllarda kelebek vana diye adlandırılan, bir eksen etrafında dönen kontrol vanaların diğer vanalara göre daha hafif, tasarımı basit, yüksek akış oranına sahip, daha güvenilir ve ilk maliyeti oldukça düşük olmasından dolayı kullanımı önemli derece artmıştır. Bu kontrol vanalarının çok iyi akış kontrol karakteristikleri vardır.

Bir akış kontrol vanası seçerken olması gereken özellikler şunlardır :

1. Akış kontrol vanası 4-20 mA ile kontrol edilebilmelidir.
2. Akış kontrol vanasının Açık, Kapalı, Arıza, Lokal ve Remote dijital işaretleri olmalıdır.
3. Akış kontrol vanası Aç, Kapa ve Dur komutlarına cevap vermelidir.
4. Vanalar içten ve dıştan saf epoksi boyası (en az kalınlık 300 mikron) ile korunmalıdır.
5. Vanaların üzerinde vana kaldırma halkaları bulunmalıdır.
6. Vananın pozisyonu vana üzerindeki mekanik düzenlerle gösterilmelidir.
7. Akış kontrol vanasının açıklık değeri 4-20 mA olarak alınmalıdır.
8.  $-25^{\circ}\text{C}$  /  $+80^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkları arasında çalışabilmelidir. (Shinsky, 1996)

Aşağıda hamur hazırlama prosesinde kullanılacak akış kontrol vanaları ile ilgili proses bilgileri çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.8 Akış kontrol vanalarının listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası (mA)	Koruma Sınıfı
1	CSV 1/2	Alt Kat Makine-2 Bütəsi Kesafet Sulandırma Vanası	4-20 mA	68
2	CSV 2/3	Orta Kat Makine-2 Bütəsi Kesafet Sulandırma Vanası	4-20 mA	68
3	CSV 1/1	Üst Kat Makine-2 Bütəsi Kesafet Sulandırma Vanası	4-20 mA	68
4	CSV 01-14/2	Alt Kat Stok Bütəsi Kesafet Sulandırma Vanası	4-20 mA	68
5	CSV 01-28/3	Orta Kat Disperger Kesafet Sulandırma Vanası	4-20 mA	68
6	CSV 01-1/3	Orta Kat Disperger Bütəsi Kesafet Sulandırma Vanası	4-20 mA	68
7	CSV 01-06/1	Üst Kat Boşaltma Bütəsi Kesafet Sulandırma Vanası	4-20 mA	68
8	CSV 01-10/1	Üst Kat Makine-1 Bütəsi Kesafet Sulandırma Vanası	4-20 mA	68
9	FCV 01-16/2	Alt Makine-1 Disperger Bütəsi Geçiş Akış Kontrol Vanası	4-20 mA	68
10	FCV 01-16/2	Alt Öğütücü Çıkış Akış Kontrol Vanası	4-20 mA	68
11	FCV 01-08/1	Üst Kat Öğütücü Çıkış Akış Kontrol Vanası	4-20 mA	68
12	FCV 01-29/3	Üst Kat Öğütücü Çıkış Akış Kontrol Vanası	4-20 mA	68
13	FCV 01-25/3	Orta Kat Disperger Çıkış Akış Kontrol Vanası	4-20 mA	68

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen akış kontrol vanalarının özellikleri aşağıdadır :

Üretici firma : Auma Matic  
 Model : VAG-EKN-Butterfly Valve  
 Kontrol Türü : 4-20 mA  
 Komut giriş voltajı : 24 VDC  
 Çalışma sıcaklığı : -25°C / +80°C  
 IP sınıfı : 68

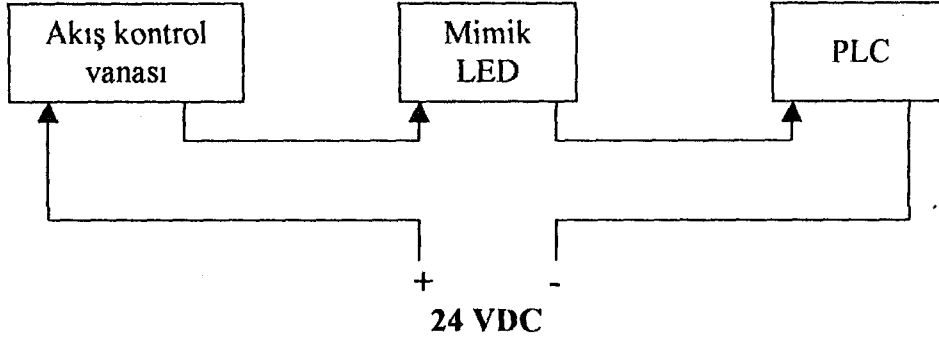
#### 4.6.1.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Akış kontrol vanasına ait Açık, Kapalı, Arıza, Lokal ve Remote dijital işaretleri Mimikteki LED'e ve PLC dijital girişine gönderilir.

Mimikte gösterilmek üzere kullanılacak LED, dijital işaret varken yeşil renk yanacaktır.

#### 4.6.1.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Akış kontrol vanasına ait Açık, Kapalı, Arıza, Lokal ve Remote dijital işaretleri aşağıda gösterildiği gibi alınır.



Şekil 4.13 Akış kontrol vanası işaret çevrim diyagramı

#### 4.7 Kesafet Enstrümanları

Kesafet süspansiyon şeklindeki karışımlarda karışım hacminde bulunan kuru madde miktarının hacme oranıdır. Kesafet ölçümü kağıt hamurunun akış hızına bağlı olarak değişir ve minimum 0.5 m/s hızla akmalıdır. Kesafetin ölçülmesi hemen hemen tüm kağıt fabrikalarının en önemli ölçüm noktasını oluşturmaktadır ve bu konu ile ilgili bir çok teknik geliştirilmiş bulunmaktadır.

Günümüzde kullanılan başlıca kesafet vericileri şunlardır :

1. Bıçaklı kesafet vericisi,
2. Motorlu kesafet vericisi,
3. Vorteks kesafet vericisi.

Aşağıda proste kullanılan kesafet vericileri ile ilgili geniş bilgi verilecektir.

##### 4.7.1 Kesafet Vericileri

Bıçaklı tip kesafet vericisinin çalışma prensibi bıçak çarpmasına göre çalışmaktadır. Bu verici ile statik bıçak tipli vericiler arasındaki en önemli fark sensörün hareketli ve bir dayanma noktasının mili olmasıdır. Bu sensör bir dalıcı bobin sistemiyle etkili hale getirilir. Dalıcı bobin sisteminde bir selenoid ile dalıcı bobin vardır. Akım dalıcı bobine geldiği zaman sensör dayanma noktasından geriye doğru açılı sapma yapar ve elyaf süspansiyonundan geçerek keser. Sensör ölçme hareketini özel bir zaman içinde yapar. Zaman yoğunluğun bir durumuna göre sapması bıçak çarpmasının bir fonksiyonudur. Hareket tamamlandığı zaman dalıcı bobinin akımın polaritesi değişir ve sensör orjinal pozisyonuna doğru hareket eder. Her iki

yönde de hareket iki ayarlanabilir mekaniksel engelle sınırlandırılmıştır. Zaman bir optik sensör tarafından ölçülür. Optik sensör bir adet IR-LED ve bir adet dedektör içerir. Optik sensörün içindeki kapıdan ölçme fazı esnasında ışık kesici tarafından kesilir. Işık kesici optik sensörün iki orta yeri arasından geçişte ışığı kırar. Işık kesicinin genişliği, ölçme hareketine ve toplam çarpmanın yaklaşık % 60'nın karşılığıdır. (BTG, 1992)



Şekil 4.14 Bıçaklı kesafet vericisinin genel şekli (BTG, 1992)



The sensor is mechanically protected by a deflector (8) included in the design. The sensor and deflector are designed to cause smallest possible disturbance to the flow pattern and do in this way contribute to a low flow dependency.

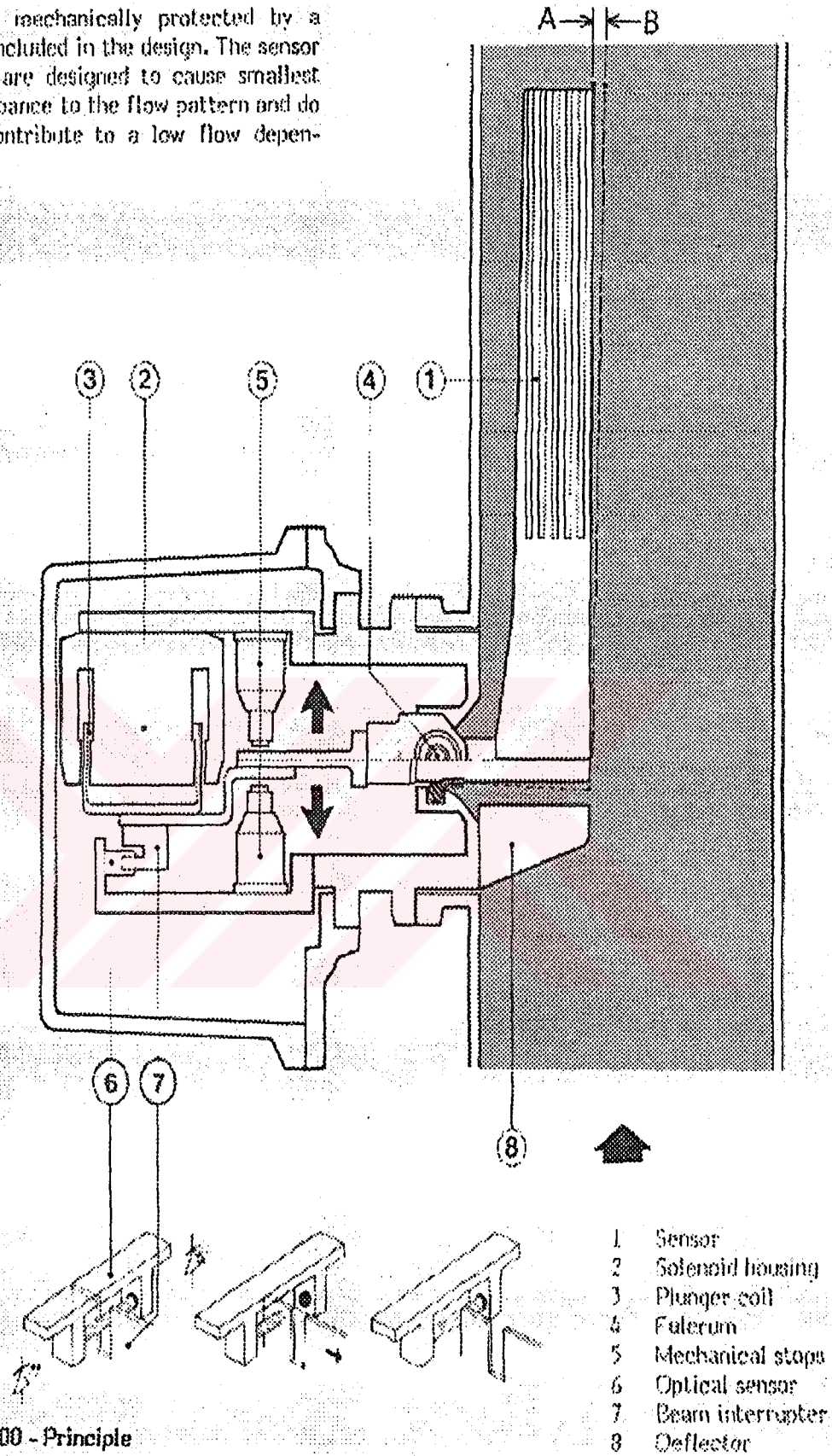
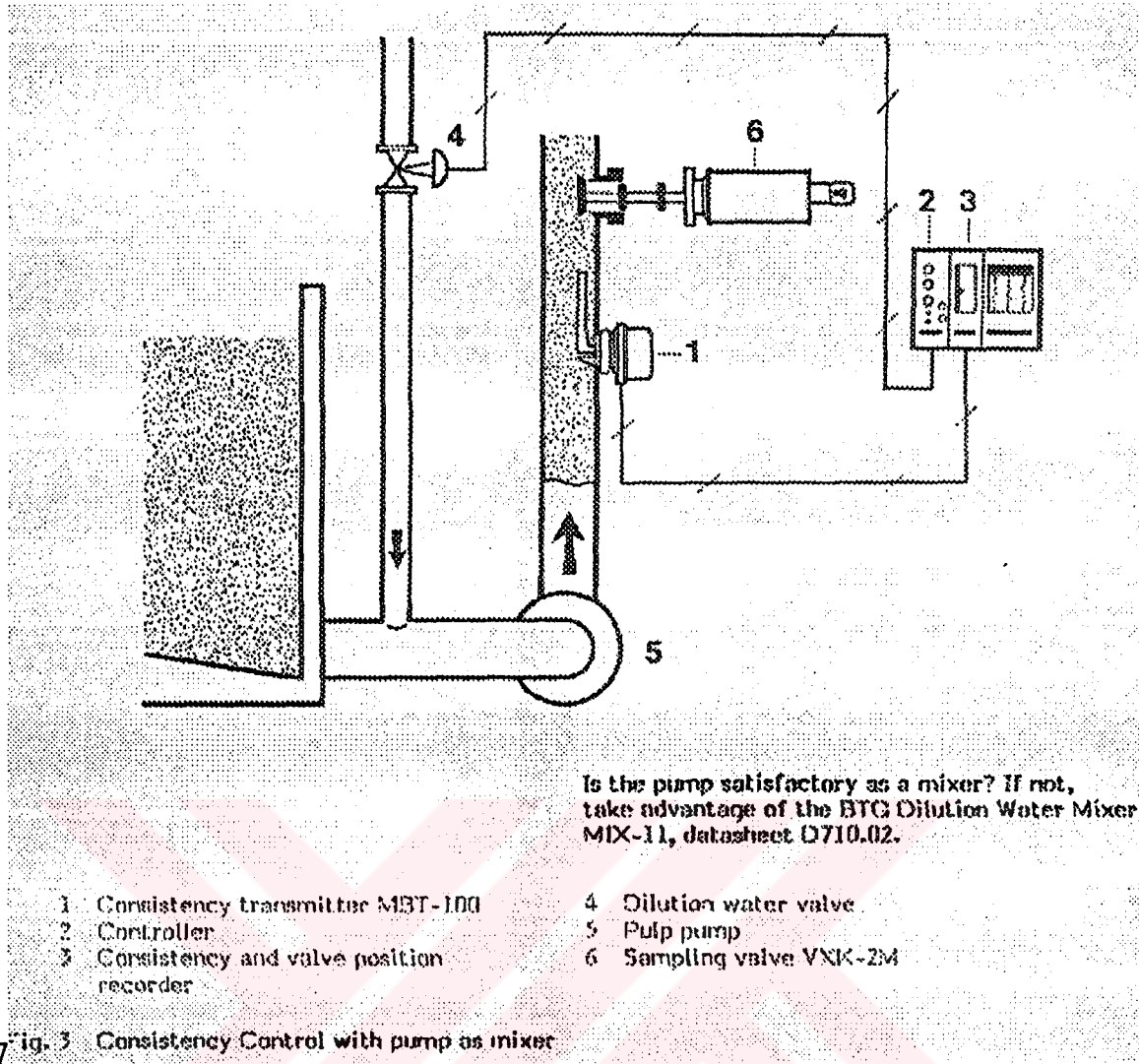


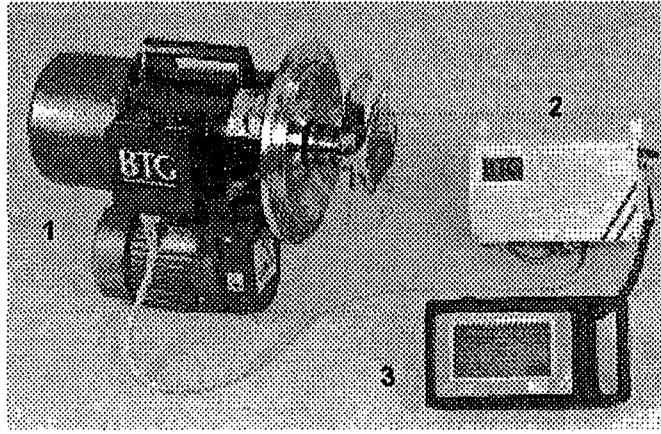
Fig. 2 MBT-100 - Principle

The transmitter can be installed in a horizontal, sloping or vertical pipe.



Şekil 4.16 Bıçaklı kesafet vericisinin montaj prensibi (BTG, 1992)

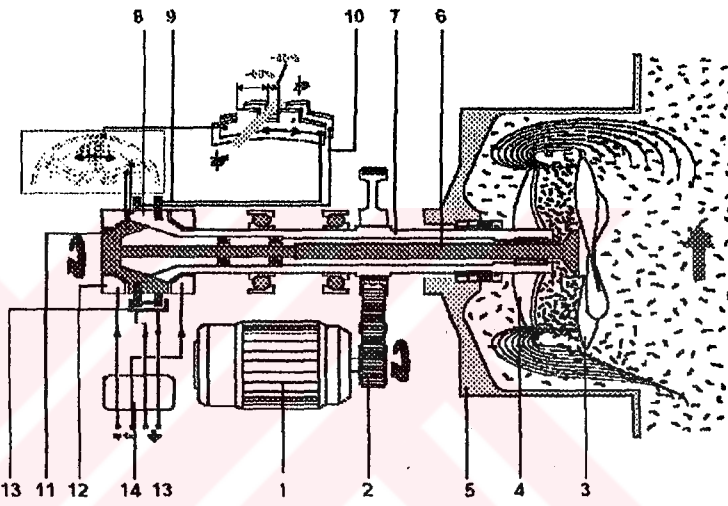
Motorlu tip kesafet vericisinin çalışma prensibi de bir mil sistemi üzerine kurulmuştur. Bir elektrik motoru tarafından döndürülen kayış mil sistemindeki içteki ölçme milinin küçük derecelerde yay hareketine dayanır. Buna bağlı olarak dıştaki motor mili bir kanat vasıtasıyla ölçme miline bağlanmış sensörle sürekli kağıt hamurunun değerini alır. Sensörün kağıt hamuru içerisinde dönmesiyle bir tork oluşur. Bu tork motor miliyle ilişkili olan ölçme milini yavaşlatır. Yavaşlama derecesi kanadın dönmesini zorlaştıran torka eşdeğer bir geribesleme gücü üretilerek verici tarafından karşılanır. Yavaşlama derecesine açı denilmektedir. Açı optik sensörle ölçülmektedir. Miller arasındaki tork ile açı farkı bir elektromanyetik geribeslemeli sistem aracılığıyla geriye ve dengeli sabit bir değer verir. Bu değer 4-20 mA çıkış işaretine dönüştürülür. Kesafet değeri büyüdükçe yavaşlama derecesi de büyümeye başlar. Aşağıdaki şekillerde motorlu kesafet vericisinin genel şekli, ölçme prensibi, montaj prensibi ile kalibrasyonu ve çalışma eğrisi görülmektedir. (BTG, 1996)



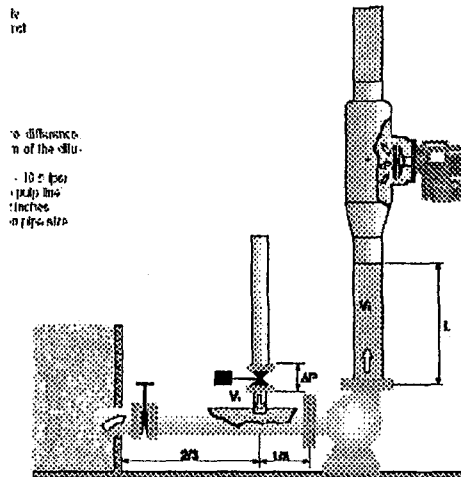
Şekil 4.17 Motorlu kesafet vericisinin genel şekli (BTG, 1996)

Fig 18 Measuring principle - Consistency transmitter MEK-2300

- 1 Electric motor
- 2 Gear belt transmission
- 3 Sensing element
- 4 Propeller
- 5 Measuring chamber
- 6 Inner torque shaft
- 7 Drive shaft
- 8 Wing on outer torque wheel
- 9 Notched wheel on drive shaft
- 10 Notched wheel on inner torque shaft
- 11 Wing on inner torque wheel
- 12 Feedback coils
- 13 Optical sensor measures angular displacement
- 14 Processor card



Şekil 4.18 Motorlu kesafet vericisinin ölçme prensibi (BTG, 1996)



Şekil 4.18 Motorlu kesafet vericisinin montaj prensibi (BTG, 1996)





Çizelge 4.9 Kesafet vericilerinin listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası	Ölçme Türü	Koruma Sınıfı
1	CST 01-14/2	Alt Kat Stok Bütəsi Kesafet Vericisi	% 2-5	Bıçaklı	65
2	CST 2/3	Alt Kat Makine-2 Bütəsi Kesafet Vericisi	% 2-4.5	Motorlu	65
3	CST 01-28/3	Orta Kat Disperger Çıkış Kesafet Vericisi	% 2-5	Bıçaklı	65
4	CST 01-1/3	Orta Kat Disperger Bütəsi Kesafet Vericisi	% 2-5	Bıçaklı	65
5	CST 1/1	Orta Kat Makine-2 Bütəsi Kesafet Vericisi	% 2-4.5	Motorlu	65
6	CST 01-06/1	Üst Kat Boşaltma Bütəsi Kesafet Vericisi	% 2-5	Bıçaklı	65
7	CST 01-10/1	Üst Kat Makine-1 Bütəsi Kesafet Vericisi	% 2-5	Bıçaklı	65
8	CST 1/2	Üst Kat Makine-2 Bütəsi Kesafet Vericisi	% 2-4.5	Motorlu	65

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen kesafet vericilerinin özellikleri aşağıdadır :

- Bıçaklı Tip Kesafet Vericisi

Üretici Firma : BTG  
 Model : MBT-100 Bıçaklı tip  
 Çalışma Aralığı : % 2 - 5  
 Çıkış İşareti : 4-20 mA, maksimum yük 1200  $\Omega$   
 Besleme Gerilimi : 220 VAC  
 Maksimum Basınç : 10 bar  
 Duyarlılık :  $\pm$ % 0.01  
 Çalışma Sıcaklığı : -25°C / +80°C  
 IP Sınıfı : IP65

- Motorlu Tip Kesafet Vericisi

Üretici Firma : BTG  
 Model : MEK-2300 Motorlu tip  
 Çalışma Aralığı : % 2 - 4.5  
 Çıkış İşareti : 4-20 mA, maksimum yük 1200  $\Omega$   
 Besleme Gerilimi : 220 VAC  
 Maksimum Basınç : 10 bar  
 Duyarlılık :  $\pm$ % 0.01  
 Çalışma Sıcaklığı : -25°C / +80°C  
 IP Sınıfı : IP65

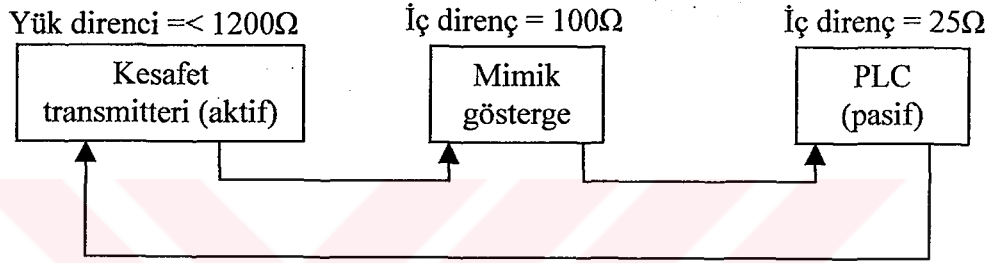
#### 4.7.1.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Transmitterden elde edilen 4-20 mA işareti seri olarak PLC analog girişine ve Mimikteki göstereye gidecektir.

Mimikte gösterilmek üzere kullanılacak gösterge girişi 4-20 mA, sıfır dijitten yuvarlatmalı, bir saniye aralıklarla güncellenen, kırmızı göstergeli, 4 dijital ve beslemesi 24 VDC'tur.

#### 4.7.1.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Kesafet transmitterinin işaret çevrim diyagramında görüldüğü gibi işaret seri olarak ilk önce mimik göstereye oradan da PLC'nin analog girişine gelmektedir.



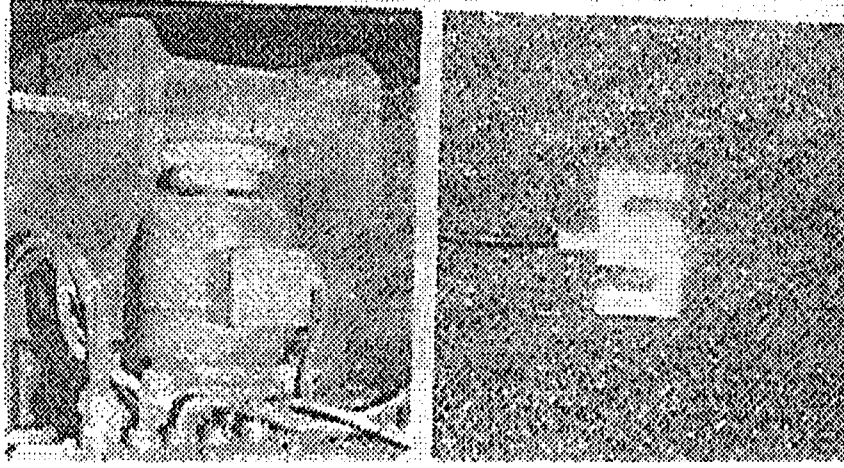
Şekil 4.20 Kesafet ölçümü işaret çevrim diyagramı

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi kesafet transmitterinin maksimum yük direnci 1200Ω'dur. Yukarıdaki bağlantıya göre hattın toplam direnci 125 Ω'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.

#### 4.8 Yük Hücresi Ekipmanı

Yük hücresi kuvvet ölçme aygıtı olmakla beraber uygulanan bir kuvveti ölçülebilir bir gerginliğe dönüştürmektedir. Yaygın olarak kullanılan algılama düzenlemeleri şekil 4.21'de gösterilmiştir. Bunların hepsi de koruyucu bir muhafaza içerisine yerleştirilmiş olup, hepsinde de azami duyarlılığı ve sıcaklık dengelemesinin elde edilebilmesi için dört adet gerginlik ölçer kullanılır. Yük hücrelerinin seçimi beklenen azami yük tarafından belirlenmekle birlikte dikkate alınması gereken başka faktörler de vardır. Mekanik arızalarla yük şoklarını önlemek amacıyla bir aşırı yük kapasitesinin de ilave edilmesi gerekir. Tipik aşırı yük payı %100 ile %500 arasındadır. Sistem ayrıca yalıtıma diyafrafları ile algılama elemanına hasar verebilecek olan muhtemel yan yükler bakımından da kontrol edilmelidir. Yük hücreleri, yük platformundan toprağa giden tek elektriksel yolu oluşturmaktadır. Yalnız elektriksel güvenlik bakımından değil, aynı zamanda tartı platformu üzerinde mekanik onarım yapılması gerekli





(a)

(b)

Şekil 4.23 Yük hücresi tipleri (a) Pratik bir yük hücresi (b) S tipi yük hücresi (Parr, 1997)

Hamur hazırlama prosesinde kullanılacak yük hücreleri ile ilgili proses bilgileri çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.10 Yük hücrelerinin listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası (kg)	Koruma Sınıfı
1	L 01-01/2	Alt Kat Konveyör Yük hücresi	0-10000	68
2	L 01-01/3	Orta-1 Kat Konveyör Yük hücresi	0-10000	68
3	L 01-05/3	Orta-2 Kat Konveyör Yük hücresi	0-10000	68
4	L 01-01/1	Üst Kat Konveyör Yük hücresi	0-10000	68

Hamur hazırlama prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen yük hücresinin özellikleri aşağıdadır :

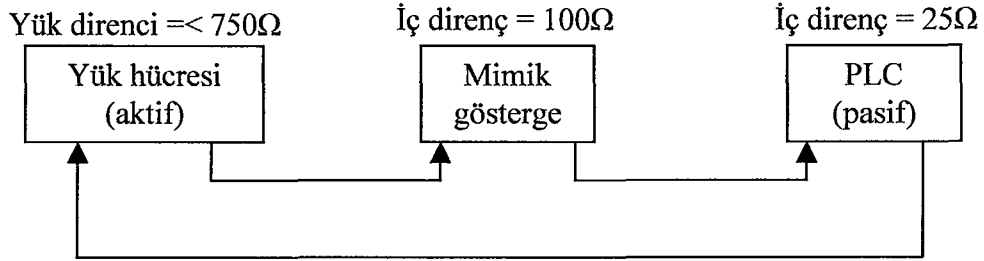
Üretici Firma : ABB  
 Çalışma Aralığı : 10000 kg  
 Çıkış İşareti : 4-20 mA, maksimum yük 750  $\Omega$   
 Besleme Gerilimi : 220 VAC  
 Maksimum Basınç : 10 bar  
 Duyarlılık :  $\pm\%$  0.01  
 Çalışma Sıcaklığı :  $-25^{\circ}\text{C} / +80^{\circ}\text{C}$   
 IP Sınıfı : IP68



#### 4.8.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Yük hücresinden elde edilen 4-20 mA işareti seri olarak PLC analog girişine ve Mimikteki göstereye gidecektir.

Mimikte gösterilmek üzere kullanılacak gösterge girişi 4-20 mA, sıfır dijitten yuvarlatmalı, bir saniye aralıklarla güncellenen, kırmızı göstergeli, 4 dijital ve beslemesi 24 VDC'tur.



Şekil 4.24 Yük hücresi ölçümü işaret çevrim diyagramı

#### 4.8.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Yük hücresiin işaret çevrim diyagramında görüldüğü gibi işaret seri olarak ilk önce mimik göstereye oradan da PLC'nin analog girişine gelmektedir.

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi yük hücresiin maksimum yük direnci 750Ω'dur. Yukarıdaki bağlantıya göre hattın toplam direnci 125 Ω'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.

#### 4.9 Motor Hız Kontrol Cihazları

Motor hız kontrol cihazları motorların çalışma frekansını değiştirerek istenilen hızlarda çalışmasını sağlamaktadır. Bu sayede istenildiğinde motor yavaş çalıştırılabildiği gibi, istenildiğinde nominal hızından daha hızlıda çalıştırılabilmektedir.

Motor hız kontrol cihazları pulperin içinde bulunan halat tutucuların hızlarını ayarlamak için kullanılmaktadır. Bu vasıtasıyla hamurun içindeki tel parçaları, bez parçaları vb. istenmeyen malzemeler fazla ise halat tutucu hızlı çalıştırılacak, az ise yavaş çalıştırılacaktır.

Hamur hazırlama prosesisinde motor hız kontrol cihazları yerleri ve bilgileri verilmiştir.

Çizelge 4.11 Motor hız kontrol cihazlarının listesi

No	İşaret Kodu	Yeri	Değişkenlik Sahası (Hz)	Koruma Sınıfı
1	MHK 01-02/2	Alt Kat Pulper Halat Tutucusu	0-600	65
2	MHK 01-02/3	Orta Kat-1 Pulper Halat Tutucusu	0-600	65
3	MHK 01-06/3	Orta Kat-2 Pulper Halat Tutucusu	0-600	65
4	MHK 01-02/1	Üst Kat Pulper Halat Tutucusu	0-600	65

Hamur Hazırlama Prosesi için verilen proses bilgilerine uygun seçilen motor hız kontrol cihazının özellikleri aşağıdadır :

Üretici Firma	: Siemens
Model	: Micromaster
Besleme Gerilimi	: 220 VAC
Sensör Çıkışı	: 4-20 mA
Ölçüm Aralığı	: 0-600 Hz
Yük Direnci	: 650 $\Omega$
Çalışma Sıcaklığı	: -20°C / + 85°C
IP Sınıfı	: 65

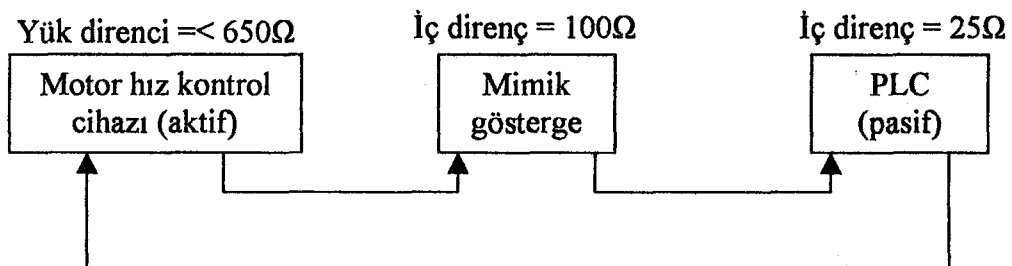
#### 4.9.1 Elektriksel İşaret Çevrimi ve İlave Elektronik Ekipmanlar

Motor hız kontrol cihazlarından elde edilen 4-20 mA akış işareti seri olarak PLC analog girişine ve Mimikteki göstergeye gidecektir.

Mimikte gösterilmek üzere kullanılacak gösterge girişi 4-20 mA, sıfır dijitten yuvarlatmalı, bir saniye aralıklarla güncellenen, kırmızı göstergeli, 4 dijital ve beslemesi 24 VDC'tur.

#### 4.9.2 Elektriksel İşaret Çevrimi

Motor hız kontrol cihazlarının işaret çevrim diyagramında görüldüğü gibi işaret seri olarak ilk önce mimik göstergeye oradan da PLC'nin analog girişine gelmektedir.



Şekil 4.25 Motor hız kontrol cihazının işaret çevrim diyagramı

Yukarıdaki gösterimden de anlaşılacağı gibi motor hız kontrol cihazının maksimum yük direnci  $650\Omega$ 'dur. Yukarıdaki bağlantıya göre hattın toplam direnci  $125\Omega$ 'dur. Bu direnç değeri yük direncinden küçük olduğundan seçilen ekipmandan doğru bilgi alınır.

#### 4.10 Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC)

Hamur Hazırlama Prosesi için tüm I/O işaret, modem ve telsiz haberleşmenin ve programlama gereksinimlerini karşılayacak PLC olarak Siemens, S7-300, CPU315 seçilmiştir.

PLC seçimini yaparken göz önüne bulduğumuz unsurlar şunlardır :

1. Otomasyon ve SCADA sistemine dahil edilecek tesisteki tüm ekipmanların dijital ve analog işaretleri için yeteri sayıda I/O kartı ilave edilebilmesi ve modüler olması gerekmektedir.
2. Programı çalıştırma hafızası, yükleme hafızası ve harici yükleme hafızasının yeterli olması gerekmektedir.
3. Prosesi izlemek için gereksinim duyulan fonksiyonlar gerekmektedir. (sayaç, zamanlayıcı v.b.)
4. Gerekli işlemleri gerçekleştirmede gerçek zaman saati kullanması ve S7-300 serisinde bit, word işleme hızları en yüksek hızda olmalıdır.
5. PLC programlamada lineer ve yapısal programlama dillerini desteklemelidir.
6. Fonksiyon Bloğu, Fonksiyon ve Data Blokların sayılarının yapısal programlama için ve haberleşmede kullanılacak data bloklar için rahat kullanım sağlamalıdır.
7. Program süreçlerin çalıştırmasında programı sürekli tarayarak çalıştıran organizasyon bloğu OB1, zaman kesme bloğu OB35, gerçek zaman kontrol bloğu OB10, yeniden başlatma bloğu OB100 gibi organizasyon bloklarına sahiptir.
8. Kalıcı dahili hafızası vardır.
9. PLC nin çalışmasını teşhis etme işlevi vardır. Son 100 olayı, durumu veya kesmeyi gerçek zaman sıralamasında izleyebilme imkanı sağlar.
10. Tarama süresinin izlenebilmesi: 1 den 6000 ms'ye kadar.

PLC'nin elektriksel ve montajı yapılırken göz önünde bulundurulması gereken etkenler aşağıdaki gibi olmalıdır.

CPU beslemesi	: 24 VDC,
SITOP beslemesi	: 220 VAC,
Koruma sınıfı	: IP20, Gürültüye karşı korumalı, IEC standartına göre,
Ortam sıcaklığı	: Yatay kurulduğunda, 0-60°C, dikey kurulduğunda 0-40°C,
Nispi nem oranı	: % 5-95 yoğunlaşmayan,
İzolasyon	: 24 VDC güç devreleri, test gerilim 500 VDC.

PLC kartları seçilirken göz önünde bulundurulması gereken etkenler aşağıdaki gibi olmalıdır.

#### 4.10.1 Dijital Giriş Kartı Seçimi

Kontrol gerilim seviyesine uygun olarak dijital giriş kartı olarak Siemens, S7-300, 6ES7-321-1BL00-0AB0 modeli seçilmiştir.

Seçilen dijital giriş kartının özellikleri :

1. Dijital giriş işaret gerilim seviyesi 24 VDC,
2. Dijital giriş işaret sayısı 32,
3. 32'lik gruplandırma,
4. Bir dijital giriş işaret akımı 7.5 mA,
5. Dijital girişleri içeriden optik izolasyonlu,
6. Güç tüketim akımı maksimum 25 mA,
7. Güç kayıpları 4 W'tan fazla olmamalıdır.

#### 4.10.2 Dijital Çıkış Kartı Seçimi

Kontrol gerilim seviyesine uygun olarak dijital çıkış kartı olarak Siemens, S7-300, 6ES7-322-1BL00-0AA0 modeli seçilmiştir.

Seçilen dijital çıkış kartının özellikleri :

1. Dijital çıkış işaret gerilim seviyesi 24 VDC,
2. Dijital çıkış işaret sayısı 32,
3. 8'lik gruplandırma,
4. Bir dijital çıkış işaretin Lojik "1" seviyesinde maksimum akımı 500 mA, Lojik "0" seviyesinde akımı 5 mA,
5. Dijital çıkışlar içeriden optik izolasyonlu,
6. 8'lik grup başına çekilen toplam akım 2 A,
7. Kontaktların anahtarlama frekansı dirençli yükler için 100 Hz, endüktif yükler için 0.5 Hz, lamba yükler için 100 Hz,
8. Kartın güç tüketim akımı maksimum 25 mA,
9. Kartın güç kayıpları 4 W'tan fazla olmamalıdır.

#### 4.10.3 Analog Giriş Kartı Seçimi

Kontrol gerilim seviyesine uygun olarak analog giriş kartı olarak Siemens, S7-300, 6ES7 - 331-7KF01-0AB0 modeli seçilmiştir.

Seçilen analog giriş kartının özellikleri :

1. Analog giriş işaret akım seviyesi 4-20 mA / 25Ω (seçenek olarak),
2. Analog giriş işaret sayısı 8, dirençli girişler için işaret sayısı 4,
3. Besleme gerilimi 24 VDC,
4. Akım girişleri için müsaade edilir maksimum giriş akımı 40 mA ,
5. Güç tüketimi arka plandaki hattan maksimum 60 mA, beslemeden (L+) maksimum 200 mA geçmesi istenir.



#### 4.10.4 Analog Çıkış Kartı Seçimi

Kontrol gerilim seviyesine uygun olarak analog çıkış kartı olarak Siemens, S7-300, 6ES7-332-5HD01-0AB0 modeli seçilmiştir.

Seçilen analog çıkış kartının özellikleri :

1. Analog çıkış işaret akım seviyesi 4-20 mA (seçenek olarak),
2. Analog çıkış işaret sayısı 4,
3. Besleme gerilimi 24 VDC,
4. Yük empedansları akım çıkışları için maksimum 500  $\Omega$ , kapasitif yükler için maksimum 1 $\mu$ F, endüktif yükler için maksimum 1 mH,
5. İşaretin kararlılığı 11 bit + işaret,
6. Maksimum kablo uzunluğu 200 m (ekranlı),
7. Güç tüketimi arka plandaki hattan maksimum 60 mA, beslemeden (L+) maksimum 240 mA geçmesi istenir.

#### 4.11 Ekipman Listesi

Hamur Hazırlama Prosesine ait ekipmanların P&I kodlarıyla birlikte listesi aşağıdaki çizelgedeki gibidir.

Çizelge 4.12 Hamur hazırlama ekipman listesi

P&I Kodu	Açıklama
01-01/1	Konveyör
01-02/1	Pulper
01-03/1	Pulper Boşaltma Pompası
01-04/1	Boşaltma Bütəsi
01-05/1	Boşaltma Bütəsi Karıştırıcısı
01-06/1	Boşaltma Bütəsi Pompası
01-07/1	Koyu Hamur Temizleyici
01-11/1	Makine-1 Bütəsi
01-12/1	Makine-1 Bütəsi Karıştırıcı
01-10/1	Makine-1 Bütəsi Pompası
01-09/1	Parçalayıcı
01-08/1	Disk Rıfayner
02-01/1	Makine-2 Bütəsi
02-02/1	Makine-2 Bütəsi Karıştırıcı
02-03/1	Makine-2 Bütəsi Pompası
02-04/1	Seviye Kasası
01-01/2	Konveyör
01-02/2	Pulper
01-03/2	Pulper Boşaltma Pompası
01-04/2	Pulper Boşaltma Bütəsi
01-05/2	Boşaltma Büte Karıştırıcı
01-06/2	Boşaltma Büte Pompası
01-07/2	Koyu Hamur Temizleyici

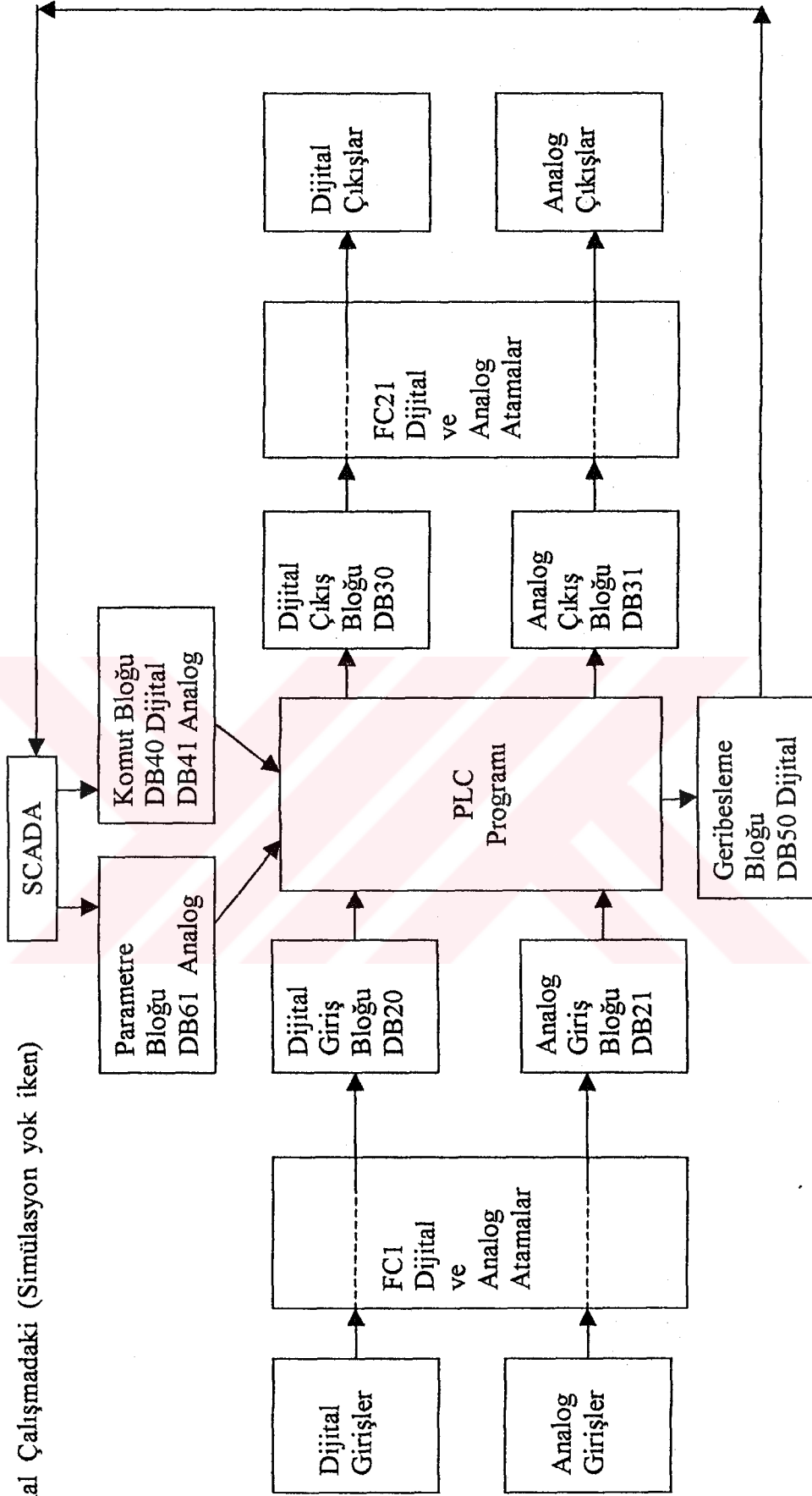
01-08/2	Seviye Kasası
01-09/2	Koyu hamur basınçlı elek
01-10/2	Sarsak Elek
01-11/2	Stok Büttesi
01-12/2	Stok Bute Karıştırıcısı
01-13/2	Stok Bute Pompası
01-14/2	Parçalayıcı
01-15/2	Konik Öğütücü-1
01-16/2	Konik Öğütücü-2
01-17/2	Makine 1 Büttesi
01-18/2	Makine-1 Büttesi Karıştırıcısı
01-19/2	Makine-1 Büttesi Pompası
02-01/2	Makine-2 Büttesi
02-02/2	Makine-2 Büttesi Karıştırıcısı
02-03/2	Makine-2 Büttesi Pompası
02-04/2	Seviye Kasası
01-01/3	Konveyör-1
01-02/3	Halat Tutucu
01-03/3	Pulper
01-04/3	Pulper Boşaltma Pompası
01-05/3	Konveyör-2
01-06/3	Halat Tutucu
01-07/3	Pulper
01-08/3	Pulper Boşaltma Pompası
01-09/3	Pulper Boşaltma Büttesi
01-10/3	Boşaltma Bute Karıştırıcı
01-11/3	Boşaltma Bute Pompası
01-12/3	Koyu Hamur Temizleyici
01-13/3	Seviye Kasası
01-14/3	Koyu hamur basınçlı elek
01-15/3	Koyu hamur basınçlı elek
01-16/3	Sarsak Elek
01-17/3	Stok Büttesi
01-18/3	Stok Bute Karıştırıcısı
01-19/3	Stok Bute Pompası
01-20/3	Parçalayıcı
01-21/3	Parçalayıcı
01-22/3	Seviye Kasası
01-23/3	Çift Elekli Pres-1
01-24/3	Çift Elekli Pres-2
01-25/3	Disperger
01-26/3	Disperger Büttesi
01-27/3	Disperger Bute Karıştırıcısı
01-28/3	Disperger Bute Pompası
01-29/3	Disk Öğütücü
01-30/3	Makine-1 Büttesi
01-31/3	Makine-1 Büttesi Karıştırıcısı
01-32/3	Makine-1 Büttesi Pompası
02-01/3	Makine-2 Büttesi

02-02/3	Makine-2 Büttesi Karıştırıcısı
02-03/3	Makine-2 Büttesi Pompası
02-04/3	Seviye Kasası



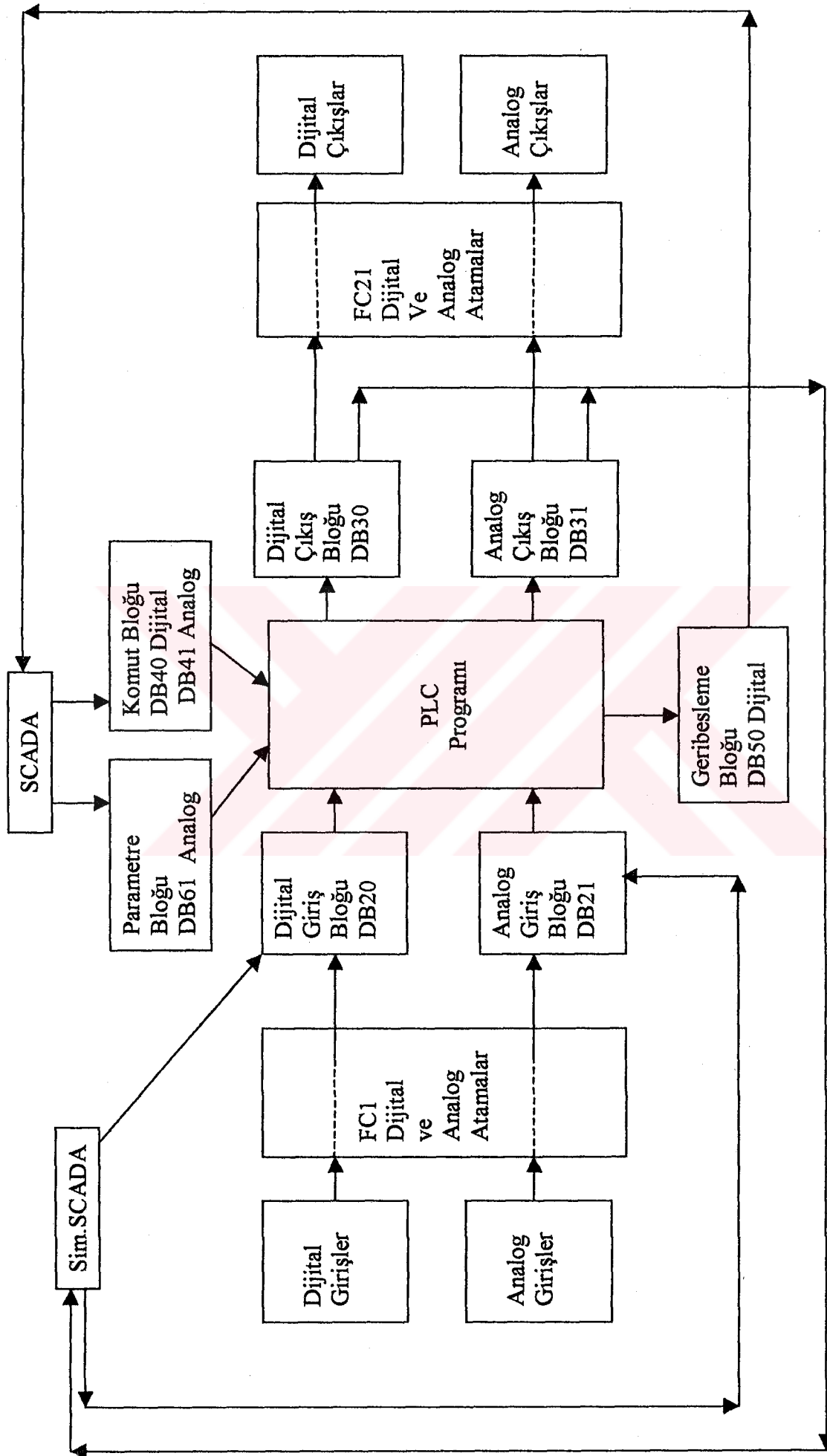
## 5.1 PLC Mimarisi

Normal Çalışmadaki (Simülasyon yok iken)



Şekil 5.1 PLC mimarisi (normal çalışma konumunda)





Şekil 5.2 PLC mimarisi (simülasyon konumunda)

## 5.2 İşaret Listesi

Hamur Hazırlama Prosesinin PLC' de kullanılacak işaret listesi aşağıdaki çizelgedeki gibidir.

Çizelge 5.1 Hamur hazırlama PLC işaret listesi

EKİPMAN KODU	EKİPMAN AÇIKLAMASI	DEĞİŞKEN SAHASI	İŞARET SAHASI	DI	AI	DO	AO	HHS	HHM	AÇIKLAMA
01-01/2 LSR/SP	01-01/2 Alt Kat Konveyör Konveyör Start / Stop					1		1		
01-01/2 LIL	Konveyör Çalışıyor Bilgisi		1					1	1	
01-01/2 LAL	Konveyör Arıza Bilgisi		1					1	1	
01-01/2 LWM	Konveyör Ağırlık Ölçümü	0-10000 kg	4-20 mA		1			1	1	İlave
01-01/2 LWF	Konveyör Mal Alma Fotoseli		1					1	1	İlave
01-01/2 LWL	Konveyör Mal Alma Limit Anahtar		1					1	1	İlave
01-01/2 LWR	Konveyör Çalışmaya Hazır		1					1		İlave
01-01/2 LWS	Konveyör Manuel / Otomatik Seçimi		1					1		İlave
01-02/2 PSR/SP	01-02/2 Alt Kat Pulper Pulper Start / Stop					1		1		
01-02/2 PIL	Pulper Çalışıyor Bilgisi		1					1	1	
01-02/2 PAL	Pulper Arıza Bilgisi		1					1	1	
01-02/2 PCM	Pulper Kesafet Ölçümü	% 2-4.5	4-20 mA			1		1	1	İlave
01-02/2 PLM	Pulper Seviye Ölçümü	0-5000 mmH <sub>2</sub> O	4-20 mA					1	1	
01-02/2 PMO	Pulper Manuel / Otomatik Seçimi		1					1		İlave
01-03/2 PSR/SP	01-03/2 Alt Kat Pulper Boşaltma Pompası Pompa Start / Stop					1		1		
01-03/2 PIL	Pompa Çalışıyor Bilgisi		1					1	1	











KURULUŞUN İÇİNE GİRİŞİ										
01-02/3 RHS	Halat Tutucu Motoru Hız Seti	0-75 Hz	4-20 mA	1				1	1	1
01-02/3 RHM	Halat Tutucu Motoru Hız Ölçümü	0-75 Hz	4-20 mA				1			
<b>01-03/3 Orta Kat Pulper</b>										
01-03/3 PSR/SP	Pulper Start / Stop						1		1	
01-03/3 PIL	Pulper Çalışıyor Bilgisi			1				1	1	1
01-03/3 PAL	Pulper Arıza Bilgisi			1				1	1	1
01-03/3 PCM	Pulper Kesafet Ölçümü	% 2-4.5	4-20 mA				1	1	1	1
01-03/3 PLM	Pulper Seviye Ölçümü	0-5000 mmH <sub>2</sub> O	4-20 mA	1				1	1	1
01-03/3 PMO	Pulper Manuel / Otomatik Seçimi			1				1		
<b>01-04/3 Orta Kat Pulper Boşaltma Pompası</b>										
01-04/3 PSR/SP	Pompa Start / Stop						1		1	
01-04/3 PIL	Pompa Çalışıyor Bilgisi			1				1	1	1
01-04/3 PAL	Pompa Arıza Bilgisi			1				1	1	1
01-04/3 PMO	Pompa Manuel / Otomatik Seçimi			1				1	1	İlave
<b>01-05/3 Orta Kat Konveyör</b>										
01-05/3 LSR/SP	Konveyör Start / Stop						1		1	
01-05/3 LIL	Konveyör Çalışıyor Bilgisi			1				1	1	1
01-05/3 LAL	Konveyör Arıza Bilgisi			1				1	1	1
01-05/3 LWM	Konveyör Ağırlık Ölçümü	0-10000 kg	4-20 mA				1		1	İlave
01-05/3 LWF	Konveyör Mal Alma Fotoseli			1				1	1	İlave
01-05/3 LWL	Konveyör Mal Alma Limit Anahtar			1				1	1	İlave
01-05/3 LWR	Konveyör Çalışmaya Hazır			1				1	1	İlave
01-05/3 LWS	Konveyör Manuel / Otomatik Seçimi			1				1	1	İlave
<b>01-06/3 Halat Tutucu</b>										
01-06/3 RSR/SP	Halat Tutucu Start / Stop						1		1	
01-06/3 RIL	Halat Tutucu Çalışıyor Bilgisi			1				1	1	1
01-06/3 RAL	Halat Tutucu Arıza Bilgisi			1				1	1	1





01-12/3 CPAH	Koyu Hamur Temizleyici Giriş Basıncı Yüksek								1		Yazılımla
01-12/3 CPAL	Koyu Hamur Temizleyici Giriş Basıncı Alçak								1		Yazılımla
01-12/3 CPQM	Koyu Hamur Temizleyici Çıkış Basıncı Ölçümü	0-5 bar			1		4-20 mA		1		
01-12/3 CPAH	Koyu Hamur Temizleyici Çıkış Basıncı Yüksek								1		Yazılımla
01-12/3 CPAL	Koyu Hamur Temizleyici Çıkış Basıncı Alçak								1		Yazılımla
	<b>01-14/3 Koyu hamur basınçlı elek</b>										
01-14/3 SSR/SP	Koyu hamur basınçlı elek Start / Stop					1			1		
01-14/3 SIL	Koyu hamur basınçlı elek Çalışıyor Bilgisi				1				1	1	
01-14/3 SAL	Koyu hamur basınçlı elek Arıza Bilgisi				1				1	1	
01-14/3 SPIM	Koyu hamur basınçlı elek Giriş Basıncı Ölçümü	0-5 bar					4-20 mA		1		İlave
01-14/3 SPQM	Koyu hamur basınçlı elek Çıkış Basıncı Ölçümü	0-5 bar					4-20 mA		1		İlave
	<b>01-15/3 Koyu hamur basınçlı elek</b>										
01-15/3 SSR/SP	Koyu hamur basınçlı elek Start / Stop					1			1		
01-15/3 SIL	Koyu hamur basınçlı elek Çalışıyor Bilgisi				1				1	1	
01-15/3 SAL	Koyu hamur basınçlı elek Arıza Bilgisi				1				1	1	
01-15/3 SPIM	Koyu hamur basınçlı elek Giriş Basıncı Ölçümü	0-5 bar					4-20 mA		1		İlave
01-15/3 SPQM	Koyu hamur basınçlı elek Çıkış Basıncı Ölçümü	0-5 bar					4-20 mA		1		İlave
	<b>01-16/3 Sarsak Elek</b>										
01-16/3 SESR/SP	Sarsak Elek Start / Stop					1			1		
01-16/3 SEIL	Sarsak Elek Çalışıyor Bilgisi				1				1	1	
01-16/3 SEAL	Sarsak Elek Arıza Bilgisi				1				1	1	
01-16/3 SELM	Sarsak Elek Seviye Ölçümü	0-1000 mmH <sub>2</sub> O					4-20 mA		1		İlave

01-17/3 BLM	Büte Seviye Ölçümü	0-5000 mmH <sub>2</sub> O	4-20 mA	1	1	1	
01-18/3 ASR/SP	01-18/3 Stok Büte Karıştırıcısı			1	1		
01-18/3 AIL	Karıştırıcı Start / Stop			1	1		
01-18/3 AAL	Karıştırıcı Çalışıyor Bilgisi			1	1		
01-18/3 AMO	Karıştırıcı Arıza Bilgisi			1	1		
	Karıştırıcı Manuel / Otomatik Seçimi			1	1		İlave
01-19/3 PSR/SP	01-19/3 Stok Büte Pompası			1	1		
01-19/3 PIL	Pompa Start / Stop			1	1		
01-19/3 PAL	Pompa Çalışıyor Bilgisi			1	1		
01-19/3 PMO	Pompa Arıza Bilgisi			1	1		
	Pompa Manuel / Otomatik Seçimi			1	1		İlave
01-20/3 DSR/SP	01-20/3 Parçalayıcı						
01-20/3 DIL	Parçalayıcı Start / Stop			1	1		
01-20/3 DAL	Parçalayıcı Çalışıyor Bilgisi			1	1		
01-20/3 DPIM	Parçalayıcı Arıza Bilgisi			1	1		
01-20/3 DPQM	Parçalayıcı Giriş Basıncı Ölçümü	0-5 bar	4-20 mA	1	1		İlave
	Parçalayıcı Çıkış Basıncı Ölçümü	0-5 bar	4-20 mA	1	1		İlave
01-21/3 DSR/SP	01-21/3 Parçalayıcı						
01-21/3 DIL	Parçalayıcı Start / Stop			1	1		
01-21/3 DAL	Parçalayıcı Çalışıyor Bilgisi			1	1		
01-21/3 DPIM	Parçalayıcı Arıza Bilgisi			1	1		
01-21/3 DPQM	Parçalayıcı Giriş Basıncı Ölçümü	0-5 bar	4-20 mA	1	1		İlave
	Parçalayıcı Çıkış Basıncı Ölçümü	0-5 bar	4-20 mA	1	1		İlave
01-23/3 CEPSR/SP	01-23/3 Çift Elekli Pres Motoru						
01-23/3 CEPIL	Çift Elekli Pres Start / Stop			1	1		
	Çift Elekli Pres Çalışıyor Bilgisi			1	1		







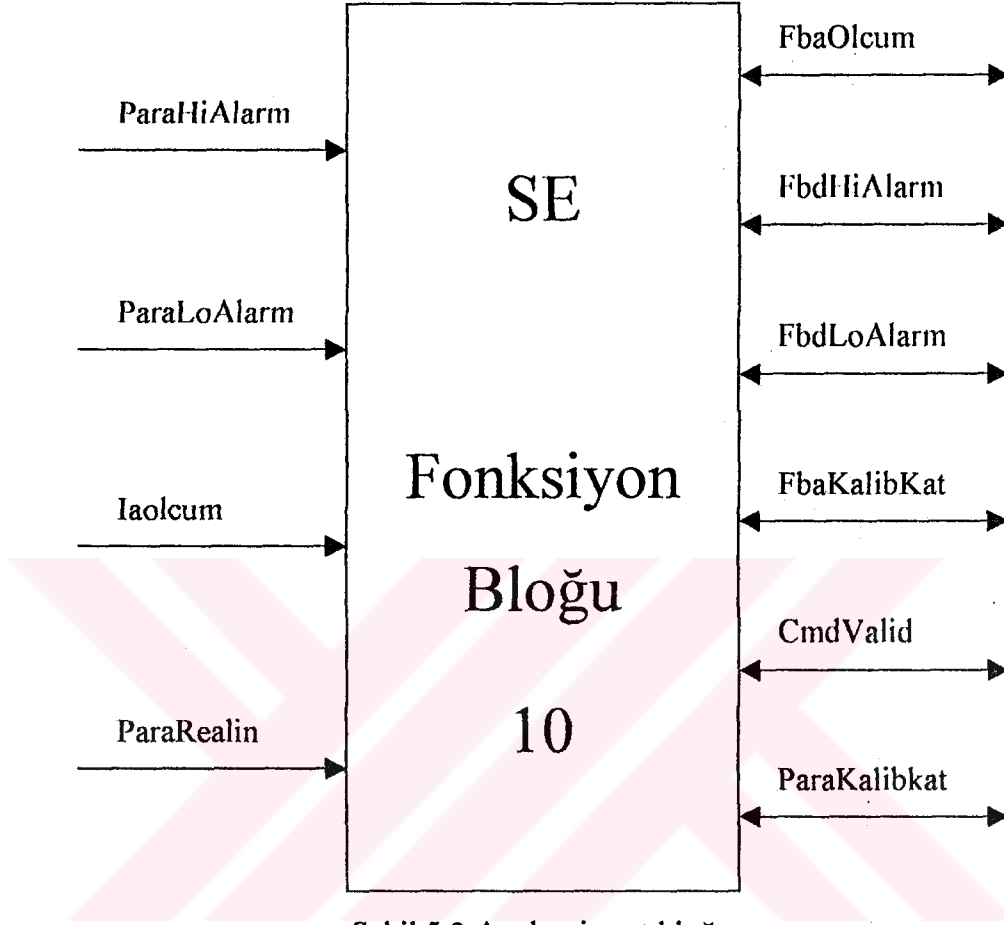
01-01/1 LWK	Konveyör Çalışmaya Hazır				1				1		İlave
01-01/1 LWS	Konveyör Manuel / Otomatik Seçimi				1				1		İlave
01-02/1 PSR/SP	01-02/1 Üst Kat Pulper							1			
01-02/1 PIL	Pulper Çalışıyor Bilgisi				1				1	1	
01-02/1 PAL	Pulper Arıza Bilgisi				1				1	1	
01-02/1 PCM	Pulper Kesafet Ölçümü	% 2-4.5				4-20 mA			1	1	İlave
01-02/1 PLM	Pulper Seviye Ölçümü	0-5000 mmH <sub>2</sub> O				4-20 mA			1	1	
01-02/1 PMO	Pulper Manuel / Otomatik Seçimi				1				1		İlave
01-03/1 PSR/SP	01-03/1 Üst Kat Pulper Boşaltma Pompası										
01-03/1 PIL	Pompa Start / Stop							1		1	
01-03/1 PAL	Pompa Çalışıyor Bilgisi				1				1	1	
01-03/1 PAL	Pompa Arıza Bilgisi				1				1	1	
01-03/1 PMO	Pompa Manuel / Otomatik Seçimi				1				1		İlave
01-04/1 BLM	01-04/1 Boşaltma Bütresi										
01-04/1 BLM	Büte Seviye Ölçümü	0-5000 mmH <sub>2</sub> O				4-20 mA			1	1	
01-05/1 ASR/SP	01-05/1 Boşaltma Büte Karıştırıcısı										
01-05/1 AIL	Karıştırıcı Start / Stop							1		1	
01-05/1 AIL	Karıştırıcı Çalışıyor Bilgisi				1				1	1	
01-05/1 AAL	Karıştırıcı Arıza Bilgisi				1				1	1	
01-05/1 AMO	Karıştırıcı Manuel / Otomatik Seçimi				1				1		İlave
01-06/1 PSR/SP	01-06/1 Boşaltma Büte Pompası										
01-06/1 PIL	Pompa Start / Stop							1		1	
01-06/1 PIL	Pompa Çalışıyor Bilgisi				1				1	1	
01-06/1 PAL	Pompa Arıza Bilgisi				1				1	1	
01-06/1 PMO	Pompa Manuel / Otomatik Seçimi				1				1		İlave
01-07/1 CPIM	01-07/1 Koyu Hamur Temizleyicisi										
01-07/1 CPIM	Koyu Hamur Temizleyici Giriş Basıncı	0-5 bar				4-20 mA			1	1	İlave



01-11/1 DC/M	Büte Kesaret Uçumu	% 2-4,5	4-20 mA	DI	AI	DO	AO	HHS	HHM
	<b>01-12/1 Makine 1 Büte Karıştırıcısı</b>			1					1
01-12/1 ASR/SP	Karıştırıcı Start / Stop					1			1
01-12/1 AIL	Karıştırıcı Çalışıyor Bilgisi			1					1
01-12/1 AAL	Karıştırıcı Arıza Bilgisi			1					1
01-12/1 AMO	Karıştırıcı Manuel / Otomatik Seçimi			1					İlave
	<b>02-01/1 Makine 2 Bütesi</b>								
02-01/1 BLM	Büte Seviye Ölçümü	0-5000 mmH <sub>2</sub> O	4-20 mA		1				1
02-01/1 BCM	Büte Kesafet Ölçümü	% 2-4,5	4-20 mA		1				1
	<b>02-02/1 Makine 2 Büte Karıştırıcısı</b>								
02-02/1 ASR/SP	Karıştırıcı Start / Stop					1			1
02-02/1 AIL	Karıştırıcı Çalışıyor Bilgisi			1					1
02-02/1 AAL	Karıştırıcı Arıza Bilgisi			1					1
02-02/1 AMO	Karıştırıcı Manuel / Otomatik Seçimi			1					İlave
	<b>02-03/1 Makine 2 Büte Pompası</b>								
02-03/1 PSR/SP	Pompa Start / Stop					1			1
02-03/1 PIL	Pompa Çalışıyor Bilgisi			1					1
02-03/1 PAL	Pompa Arıza Bilgisi			1					1
02-03/1 PMO	Pompa Manuel / Otomatik Seçimi			1					İlave
Toplam İşaret Sayıları				DI 161	AI 50	DO 64	AO 5	HHS 280	HHM 141

### 5.3 Fonksiyon Blokları

#### 5.3.1 Analog İşaret Bloğu, SE\_Fonksiyon Bloğu 10



Şekil 5.3 Analog işaret bloğu

Bu blok sahadan gelen ölçüm değerinin ekrana aktarılması ve istenilen aralığın dışına çıkması durumunda kullanıcıyı uyararak için alarm vermesi için tasarlanmıştır. Bu uyarı sahadan gelen ölçümün analog değer üst limit değerinin üstünde yada alt limit değerinin altında kaldığında ilgili alarm çıkışı Lojik "1" yapılmak suretiyle gerçekleştirilir. Alt ve üst limit değerlerini belirlemek kullanıcının kendi takdirine bırakılmıştır. Ölçüm cihazı (akışmetre, termometre vb.) ile PLC arasındaki dönüştürücünün kalibrasyonunun bozulması (değişmesi) durumunda ekrandaki değer gerçek değerden (ölçüm cihazı) bir miktar sapma görülecektir. Bu durumda ayrı bir cihazla gerçek değeri ölçülen büyüklüğün değeri ParaRealin hanesine yazılması ve ekrandaki Onay tuşuna basılması halinde bu iki değer arasındaki katsayı (default değeri = 0) ekrandan girilen gerçek değer (ParaRealin) ve ekrandan görülen değerin oranlamasıyla yeniden elde edileceğinden aradaki fark kaybolacaktır. Sözü geçen katsayı ayrıca ekrandan takip edilebilir. Bir tarama süresi sonra onay tuşu resetlenecektir.



### 5.3.2 Analog İşaret Bloğu, SE\_Fonksiyon Bloğu 10 Programının Yazılması

Programlar Siemens'in S-7 PLC'lerin programlama ekipman'u olan SCL'de Pascal programıyla yazılmıştır.

FUNCTION\_BLOCK FB10

VAR\_GİRİŞ

ParaHiAlarm : INT ;  
ParaLoAlaram: INT;  
IAolcum :INT;  
ParaRealin :INT;

END\_VAR

VAR

RealKalibKat : REAL := 100;

END\_VAR

VAR\_IN\_OUT

FbaOlcum : INT;  
FbdHiAlarm : BOOL;  
FbdLoAlarm : BOOL;  
FbaKalibKat : INT;  
CmdValid : BOOL;  
ParaKalibKat : INT

END\_VAR

BEGIN

IF (IAolcum/100)\*ParaKalibKat >32000 THEN

FbaOlcum := 32000;

ELSE

FbaOlcum := Real\_TO\_INT ((IAolcum/100)\*ParaKalibKat);

END\_IF;

IF IAolcum < 0 THEN

FbaOlcum := 0 ;

END\_IF ;

```
IF FbaOlcum > ParaHiAlarm THEN
```

```
    FbdHiAlarm := 1;
```

```
ELSE
```

```
    FbdHiAlarm := 0;
```

```
END_IF;
```

```
IF FbaOlcum < ParaLOAlarm THEN
```

```
    FbdLOAlarm := 1;
```

```
ELSE
```

```
    FbdLOAlarm := 0;
```

```
END_IF;
```

```
IF CmdValid = 1 THEN
```

```
IF IALolcum > 0 THEN
```

```
    RealKalibKat := (ParaRealin/IAolcum)*100;
```

```
END_IF;
```

```
CmdValid := 0
```

```
ParaKalibKat := REAL_TO_INT( RealKalibKat);
```

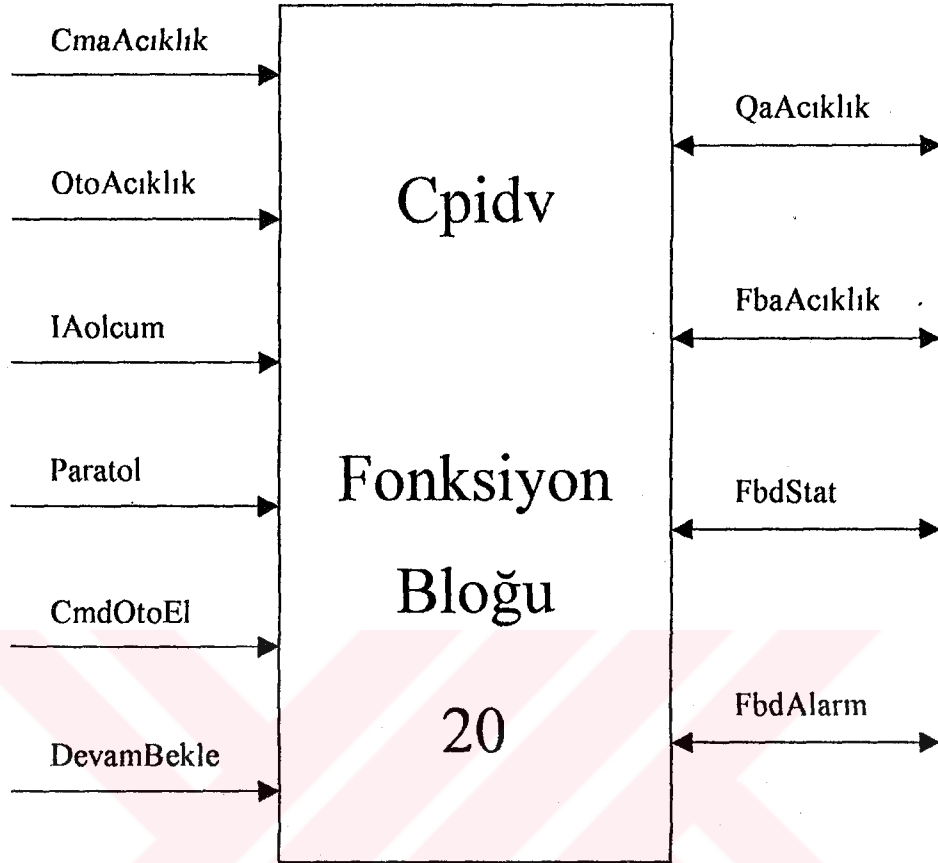
```
END_IF;
```

```
FbaKalibKat := ParaKalibKat ;
```

```
END_FUNCTION_BLOCK
```

Bu fonksiyon bloğu ile ekipmandan gelecek olan 4-20 mA dışındaki değerlerin ekranda sıfır ve maksimum olarak gözükmesi için bir çevrim bulunmaktadır. (Begin den sonraki 2 çevrim)

### 5.3.3 Akış Kontrol Vanası Bloğu, Cpidv\_ Fonksiyon Bloğu 20



Şekil 5.4 Akış kontrol vanası bloğu

Bu blok oransal vanaların istenilen yüzdede açılması / kapanması için tasarlanmıştır. Ekrandan yapılan Oto/El seçimi ile oransal vananın (kesafet kontrol vanası, akış kontrol vanası v.s...) set değeri otomatik olarak PID çıkışı ile belirlenebildiği gibi manuel olarak da ayarlanabilir. Ekrandan girilen Cma değeri ile manuel konumda vananın % açıklığı ayarlanabilir. FbdStat'ın tayin ettiği bit ekrandaki vananın rengi kullanıcı vananın durumu (açık/geçişte) hakkında bilgi verecektir.

QaAcıklık	{	= Cmaacıklık	Manuel konumunda, CmdOtoEl : (Lojik '1')
		= Otoaacıklık	Otomatik konumda PID çıkışı, CmdOtoEl : (Lojik '0')

FbdStat	{	'1'	QaAciklik = 0
		'0'	QaAciklik $\neq$ 0

FbaAciklik = QaAciklik

#### 5.3.4 Akış Kontrol Vanası Bloğu, Cpidv\_ Fonksiyon Bloğu 20 Programının Yazılması

FUNCTION\_BLOCK FB 20

VAR\_GİRİŞ

CmaAciklik : INT ;  
 OtoaAciklik : INT ;  
 IAolcum : INT ;  
 FbaProfilSet : INT ;  
 ParaTol : INT ;  
 CmdOtoEl : BOOL ;  
 Devam\_bekle: BOOL ;

END\_VAR

VAR\_INT\_OUT

QaAciklik : INT ;  
 FbaAciklik : INT ;  
 FbdStat : BOOL ;  
 FbdAlarm : BOOL ;

END\_VAR

BEGIN

IF CmdOtoEl =1 THEN

QaAciklik := CmaAciklik

ELSE

IF FbaProfilSet \_ 0 OR devam\_bekle = 1 THEN

QaAciklik := 0 ;

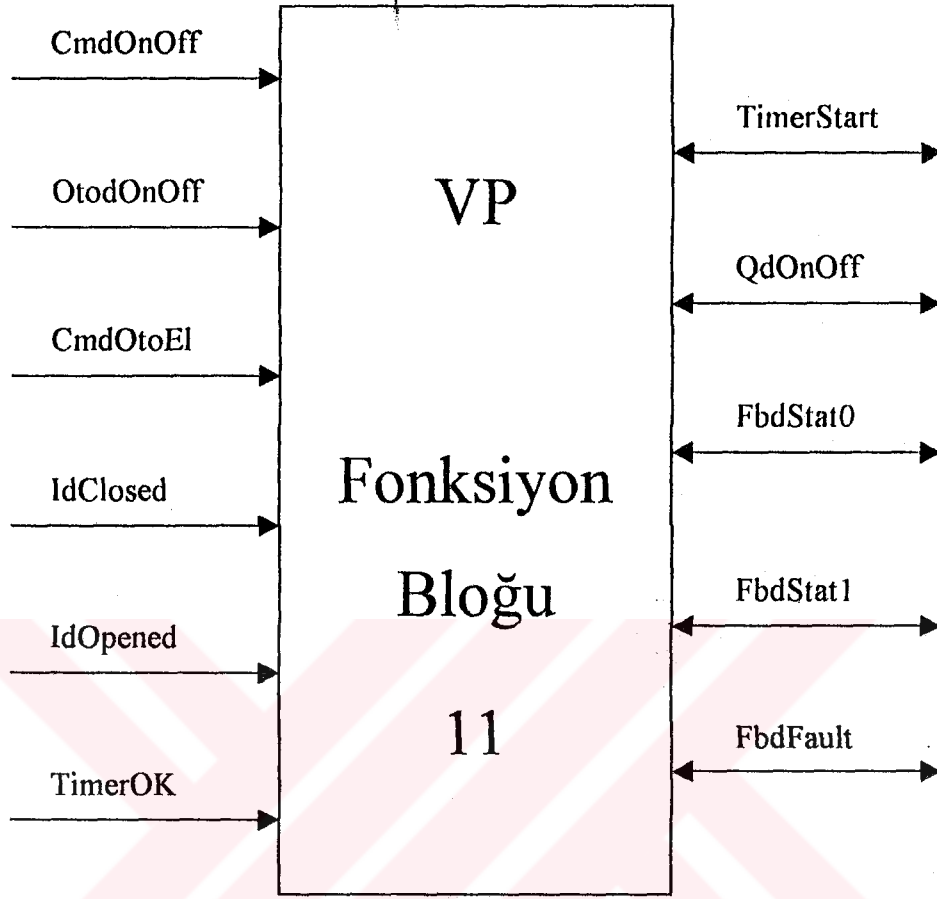
ELSE

QaAciklik := OtoaAciklik ;



```
        END_IF ;  
  
    END_IF ;  
  
    IF    QaAciklik<=0 THEN  
  
        FbdStat := 0 ;  
  
    ELSE  
  
        FbaStat := 1 ;  
  
    END_IF ;  
  
    IF    (IAolcum-FbaProfilSet)>100 OR (FbaProfilSet-IAolcum) > 100 THEN  
  
    IF    IAolcum > FbaProfilSet    AND ((IAolcum-FbaProfilSet)/FbaProfilSet)*100  
>ParaTol AND CmdOtoEl =0 THEN  
  
        FbdAlarm := 1 ;  
  
        ELSIF IAolcum <FbaProfilSet AND (( FbaProfilSet IAolcum)/IAolcum)*100  
>ParaTol AND CmdOtoEl _ 0 THEN  
  
            FbdAlarm := 1 ;  
  
        ELSE  
  
            FbdAlarm := 0 ;  
  
        END_IF ;  
  
        ELSE  
  
            FbdAlarm := 0 ;  
  
        END_IF ;  
  
    FbaAciklik := QaAciklik;  
  
    END_FUNCTION_BLOCK
```

### 5.3.5 Pnömatik Vana Bloğu, Vp\_ Fonksiyon Bloğu 11



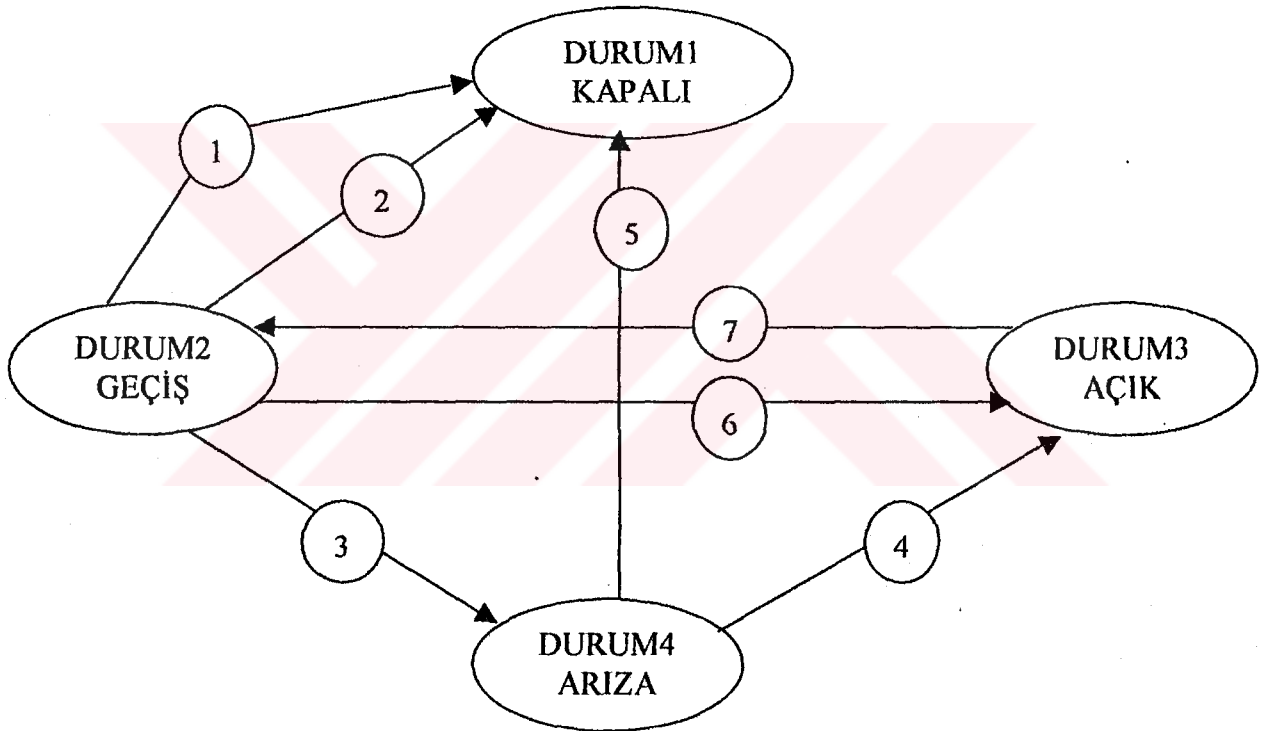
Şekil 5.5 Pnömatik vana bloğu

Bu blok on/off vanalar için tasarlanmış olup manuel durumda kullanıcıdan (ekrandaki CmdOnOff tuşuna basılmak suretiyle) otomatik durumda ise kontrolden gelen bilgiye göre açılıp / kapanması esasına dayanır. Göstergelerin ayrı ayrı olması arıza durumunda arızalı göstergenin yada vananın hangisi olduğunun anlaşılabilmesi içindir. Ekrandan tuşlanan CmdOtoEl ile vana manuel konuma alınabilir. Bu durumda vana doğrudan doğruya kullanıcının değiştirebildiği CmdOnOff tuşuna göre hareket edecektir. Açıkken yada açılıyor iken kapa, kapalı iken yada kapanıyor iken aç komutu alan vana belirlenen bir süre içerisinde komutu yerine getiremezse (ki PLC bunu sahadan gelen ID.Açık yada ID.kapalı sensörlerinin Lojik '1' seviyesinde olmamasından anlayacaktır.) ekranda vananın altında belirecek yanıp sönen kırmızı bir çizgi ile kullanıcıya arıza mesajı verilecektir. Vana ekranda açıkken yeşil, geçişte iken (açılıyor/kapanıyor) sarı, kapalıyken siyah renklerini alacaktır. Buna göre vananın rengini belirleyen durum0 ve durum1 bitlerinin doğruluk tablosu aşağıdaki gibi olacaktır.

Çizelge 5.2 Pnömatik vana doğruluk tablosu

ID.Opened	ID.Closed	FbdStat0	FbdStat1	Vananın ekrandaki rengi
0	0	0	1	Sarı
1	0	1	0	Yeşil
0	1	0	1	Siyah
1	1	1	1	Kullanılmıyor.

### 5.3.5.1 Pnömatik Vananın Durum Diyagramı



Şekil 5.6 Pnömatik vana durum diyagramı

DURUM1' deki durum ;  
 FbdStat0 Lojik '0' seviyesinde  
 FbdStat1 Lojik '0' seviyesinde  
 FbdFault Lojik '0' seviyesinde  
 Zamanlayıcı saymıyor.

DURUM2' deki durum;  
 FbdStat0 Lojik '0' seviyesinde  
 FbdStat1 Lojik '1' seviyesinde  
 FbdFault Lojik '0' seviyesinde  
 Zamanlayıcı sayıyor.

DURUM3'deki durum;  
 FbdStat0 Lojik '1' seviyesinde  
 FbdStat1 Lojik '0' seviyesinde  
 FbdFault Lojik '0' seviyesinde  
 Zamanlayıcı saymıyor.

DURUM4'deki durum;  
 FbdStat 0 ve  
 FBDSStat1 ilgili state(1 veya 2 veya 3)duruma göre  
 FbdFault Lojik '1' seviyesinde  
 Zamanlayıcı saymıyor.

DURUM1'den DURUM2'ye geçme koşulu

$(State=1 \text{ AND } QdOnOff=1) \text{ OR } (State=1 \text{ AND } IdOpened=0 \text{ AND } IdClosed=0)$

DURUM2'den DURUM1' ye geçme koşulu

$State=4 \text{ AND } IdOpened=0 \text{ AND } IdClosed=1 \text{ AND } QdOnOff=0$

DURUM2'den DURUM3' e geçme koşulu :

$State=2 \text{ AND } IdOpened=1 \text{ AND } IdClosed=0 \text{ AND } QdOnOff=1$

DURUM2'den DURUM4' e geçme koşulu :

$State =2 \text{ AND } TimerOK =1$

Zamanlayıcının set süresi doldu. Arıza biti =1

STATE3'den STATE2' ye geçme koşulu :

$(State=3 \text{ AND } QdOnOff=0) \text{ OR } (State=3 \text{ AND } IdOpened=0 \text{ AND } IdClosed=0)$

DURUM4'den DURUM1' e geçme koşulu :

$State=4 \text{ AND } IdOpened=0 \text{ AND } IdClosed=1 \text{ AND } QdOnOff=0$

DURUM4'den DURUM3' e geçme koşulu :

$State=4 \text{ AND } IdOpened=1 \text{ AND } IdClosed=0 \text{ AND } QdOnOff=1$



DURUM'lerden bağımsız gerçekleşen durumlar

$$QdOnOff \begin{cases} = 1 & \text{CmdOnOff\&cmdOtoEl veya OtodOnOff\& ! CmdOtoEl} \\ = 0 & \end{cases}$$

Vananın kapanması için manuele iken kullanıcı tarafından CmdOnOff tuşuna basılması yada otomatikte iken kontrolden gelen set değerine bağlı olarak OtodOnOff bitinden işaret gelmesi gerekiyor.

Kapalı'dan açığa açıktan kapalı durumlarına geçişte zamanlayıcının geçiş süresini toplayarak saymaması için her koşul değişiminde ( QdOnOff 1 → 0 yada 0 → 1) zamanlayıcı resetlenecektir.

Bu blok aynı zamanda pompa bloğu içinde geçerli olacaktır. Tek fark pompaların geçiş pozisyonlarının olmaması (sahadan gelen sadece tek bir sensörün pompanın durumu hakkında bilgi vermesi) bundan dolayı pompanın ekranda sadece pompa çalışıyor/çalışmıyor durumlarına karşılık gelen yeşil ve siyah renklerini alabilmesidir. Pompa bloğu için DST bloğundan yararlanılacaktır.

### 5.3.5.2 Pnömatik Vana Bloğu, Vp\_ Fonksiyon Bloğu 11 Programının Yazılması

FUNCTION\_BLOCK FB11

VAR\_GİRİŞ

```
CmdOnOff   : BOOL ;
OtodOnOff  : BOOL ;
CmdOtoEl   : BOOL ;
IdClosed   : BOOL ;
IdOpened   : BOOL ;
TimerOK    : BOOL ;
```

END\_VAR

VAR\_IN\_OUT

```
TimerStart : BOOL ;
QdOnOff    : BOOL ;
FbdStat0   : BOOL ;
FbdStat1   : BOOL ;
FbdFault   : BOOL ;
```

END\_VAR

VAR\_TEMP

State : INT

END\_VAR

BEGIN

IF State < 1 OR State > 4 THEN

State := 1;

END\_IF;

IF State = 1 THEN

FbdFault := 0;

FbdStat0 := 0;

FbdStat1 := 0;

TimerStart := 0;

END\_IF

IF (CmdOnOff = 1 AND CmdOtoEl = 1) OR (OtodOnOff = 1 AND CmdOtoEl = 0) THEN

QdOnOff := 1;

ELSE

QdOnOff := 0;

END\_IF

IF (State = 1 AND QdOnOff = 1) OR (State = 1 AND IdOpened = 0 AND IdClosed = 0) THEN

State := 2;

END\_IF;

IF State = 1 AND IdOpened = 1 AND IdClosed = 0 THEN

State := 4;

END\_IF;

IF State = 2 THEN

FbdFault := 0;

```
FbdStat0 := 0 ;  
FbdStat1 := 1 ;  
TimerStart:= 1 ;
```

```
END_IF ;
```

```
IF State =2 AND IdOpened=1 AND IdClosed=0 AND QdOnOff=1 THEN
```

```
State := 3 ;
```

```
END_IF ;
```

```
IF State =2 AND IdOpened=0 AND IdClosed=1 AND QdOnOff=0 THEN
```

```
State := 1 ;
```

```
END_IF ;
```

```
IF State =2 AND TimerOK=1 THEN
```

```
State := 4 ;
```

```
END_IF ;
```

```
IF State= 3 THEN
```

```
FbdFault := 0 ;
```

```
FbdStat0 := 1 ;
```

```
FbdStat1 := 0 ;
```

```
TimerStart:= 0 ;
```

```
END_IF ;
```

```
IF (State =3 AND QdOnOff=0) OR(State =3 AND IdOpened=0 AND  
IdClosed=0)THEN
```

```
State := 2 ;
```

```
END_IF ;
```

```
IF State=3 AND IdOpened=0AND IdClosed =1THEN
```

```
State := 4 ;
```

```
END_IF ;
```

```
IF State=4 AND IdClosed=1AND IdOpened =0 THEN
```

```
FbdStat0 := 0 ;
```

```
FbdStat1 := 0 ;
```

```

    TimerStart:= 1 ;
    FbdFault: = 1 ;

END_IF ;

IF    State=4 AND IdClosed=0AND IdOpened =1 THEN

FbdStat0 : = 1 ;
    FbdStat1 : = 0 ;
    TimerStart:= 1 ;
    FbdFault: = 1 ;

END_IF ;

IF    State=4 AND IdClosed=0AND IdOpened =0 THEN

FbdStat0 : = 0 ;
    FbdStat1 : = 1 ;
    TimerStart:= 1 ;
    FbdFault: = 1 ;

END_IF ;

IF    State=4 AND IdOpened=1AND IdClosed =0 AND QdOnOff=1 THEN

State := 3 ;

END_IF ;

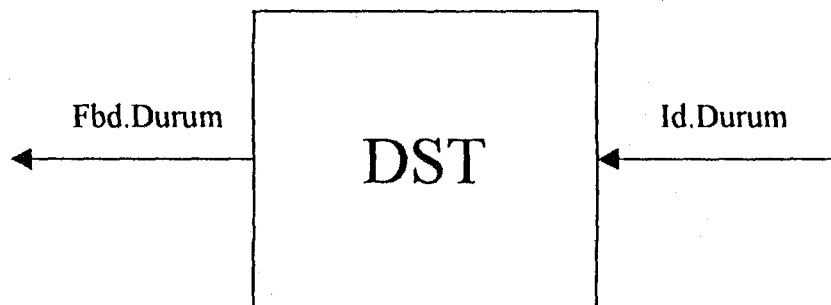
IF    State=4 AND IdOpened=0AND IdClosed =1 AND QdOnOff=0 THEN

State := 1 ;
END_IF

END_FUNCTION_BLOCK

```

### 5.3.6 Dijital Durum Bloğu (DST)



Şekil 5.7 Dijital durum bloğu



Bu blok büte pompalarının çalışıp/çalışmadığını ve elektrik değişkenlerinden kesiciler ile ayırıcıların durumlarını ekrana yansıtıp kullanıcının haberdar edilmesi için tasarlanmıştır.

Program yazılımı;  $Fbd.Durum = Id.Durum$  ;

İlgili pompanın çalışması durumunda ( $FBD.Durum = 1$ ) ekrandaki vana yeşil, çalışmaması durumunda ( $FBD.Durum = 0$ ) siyah rengini alacaktır.

Doğruluk tablosu ;

Id:Durum	Fbd.Durum
0	0
1	1

şeklindedir.

### 5.3.7 Dijital Komut Bloğu (DCMD)



Şekil 5.8 Dijital komut bloğu

Bu blok sadece öngörme çıkışındaki geribeslemeleri fiziksel çıkış olan uyarı lambalarına aktarmak için düzenlenmiştir.

Program yazılımı ;  $Qd.Komut = Fbd.Komut$  ;

İlgili lambanın yanması durumunda ( $FBD.Komut = 1$ ) ekrandaki vana kırmızı, yanması durumunda ( $FBD.Komut = 0$ ) siyah rengini alacaktır.

Doğruluk tablosu ;

Fbd.Komut	Qd.Komut
0	0
1	1

şeklindedir.

## 6. SCADA SİSTEMİ

### 6.1 SCADA'nın Genel Yapısı

Bugünün veri toplama ve kontrol sistem kullanıcıları gereksinimleri için güçlü, esnek, kolay uygulanabilir ve aynı zamanda pahalı olmayan çözümler aramaktadırlar. Veri tabanlı kontrol ve gözetleme sistemi yani SCADA endüstriyel bilgisayarlar ve iş istasyonları için tasarlanmış bir gerçek-zamanlı, çok-görevli yazılım paketi olup, birçok uygulamanın gereksinimlerini karşılamaktadır. Yüksek düzey kullanıcı iş istasyonları veya bilgisayarlara uygulanacak SCADA paketleri haberleşme sistemi vasıtası ile kumanda panolarına yerleştirilmiş programlanabilir elektronik kontrol ünitelerine bağlanmakta ve işletmenin kontrolü için gerekli veri, bilgi ve komut alışverişini yapabilmektedir. SCADA sistemi kullanıcılar için ileri düzeyde kontrol ve gözetleme özellikleri sağlamalıdır. Genel olarak bir SCADA sistemi uygulamada şu imkanları sağlayabilir :

1. Kullanıcı tarafından tanımlanmış işletmeye ait mimik diyagramlar veya mimik ekranlarda kullanılacak nesnelere vasıtasıyla işletmenin takibi (seviye, sıcaklık, basınç, dijital işaretler, vana ve motor durumları, sistem durumu v.b.),
2. Reçete ekranları vasıtasıyla, üretim reçetelerinin girilmesi ve işleyen reçeteler hakkında kullanıcının bilgilendirilmesi,
3. Parametre ekranları vasıtasıyla sistem için gerekli olan parametrelerin girilmesi (alt ve üst alarm değerleri ),
4. Anlık veya periyodik raporların alınması,
5. Otomatik çalışan sisteme SCADA ekranlarından manuel müdahale yapılabilmesi,
6. Alarm ve durumların gösterilmesi ve yazıcıya ve/veya veri tabanına kayıt edilmesi.

Standart SCADA paketleri kontrol sistemlerine entegre olurken, uygulanabilir kod ve dokümantasyon özelliklerine sahip olmak zorundadır. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir :

1. Gerçek-zamanlı kontrol,
2. Uygulama editörü,
3. Farklı veri tiplerini destekleme,
4. Bir çok cihaz ile haberleşebilme,
5. Farklı kullanıcı girişi ve şifreleme,
6. Dağıtılmış alarm yönetimi,
7. Rapor üretimi,
8. İnternet/İntranet desteği,
9. Kullanıcı haberleşme arabirimlerini ve SCADA modüllerini yazabilme yeteneği,

#### 6.1.1 SCADA Sisteminde İletişim

Scada paketinin bir modülü olan harici cihaz arabirimi kontrol sisteminde fiziksel olarak

yayılmış tüm çevre birimlerinin SCADA ile iletişimini sağlar. İşletmenin otomatik kontrolü veya gözetlenmesi için gerekli olan dinamik bilgileri kontrol eder ve güncelleştirir. SCADA uygulama programı dinamik veri değişimini kullanarak Windows 95, Windows 98 ya da Windows NT altında çalışan programlar ile gerekli tüm bilgi alışverişini sağlamaya imkan tanır.

SCADA paketleri aynı anda bir çok farklı programlanabilen elektronik kontrol ünitesinin sürücü ve protokolüne destek verebilmelidir. Bazı paketlerin, tek çevrim denetleyicisi, uzak terminal üniteleri, programlanabilir elektronik üniteleri ve çeşitli tipte kontrol üniteleri için 100'den fazla farklı imalatçı protokolü olan kütüphaneleri mevcuttur.

SCADA paketinin bir çok işletim sistemi üzerinde çalışması gerektiği gibi aynı anda birden fazla çok bilinen güçlü haberleşme ağ veri tiplerini desteklemelidir. Oracle, Dbase, Sysbase gibi veri tipleri ile alışverişi yapabilmesi SCADA'nın işletmedeki diğer sistemlerle birleştirilmesini de kolayca sağlar.

### 6.1.2 Gerçek-zamanlı Veri ve İhbar İşleme

Günümüzün SCADA paketleri aşağıdaki konularla ilgili tüm gerçek-zamanlı verilerini işleyebilmektedir :

1. Analog girişleriyle, lineer ve karakök mühendislik üniteleri çevrimleri,
2. Analog çıkışlar,
3. Dijital girişler ve çıkışlar,
4. Darbe bazında faktör üniteleriyle ayarlı ölçümler, dahili olarak saatlik, günlük, aylık ve yıllık aralıklarla hesaplanır.

### 6.1.3 Merkezi Yazılım

Kumanda odalarında, merkezi bir sistem sayesinde kumanda ve izleme işlemini gerçekleştirebilmemiz için gerekli olan bilgisayar sistemine kurulması gereken bir de yazılıma ihtiyacımız vardır. Bu yazılım, izleme ve kumanda fonksiyonları grafik tabanlıdır. Kullanıcı ile bilgisayar arasındaki iletişim, menüler, ikonlar ve fare yardımıyla gerçekleştirilecektir ve bu sistemin öğrenilebilirliği oldukça basit olmalıdır.

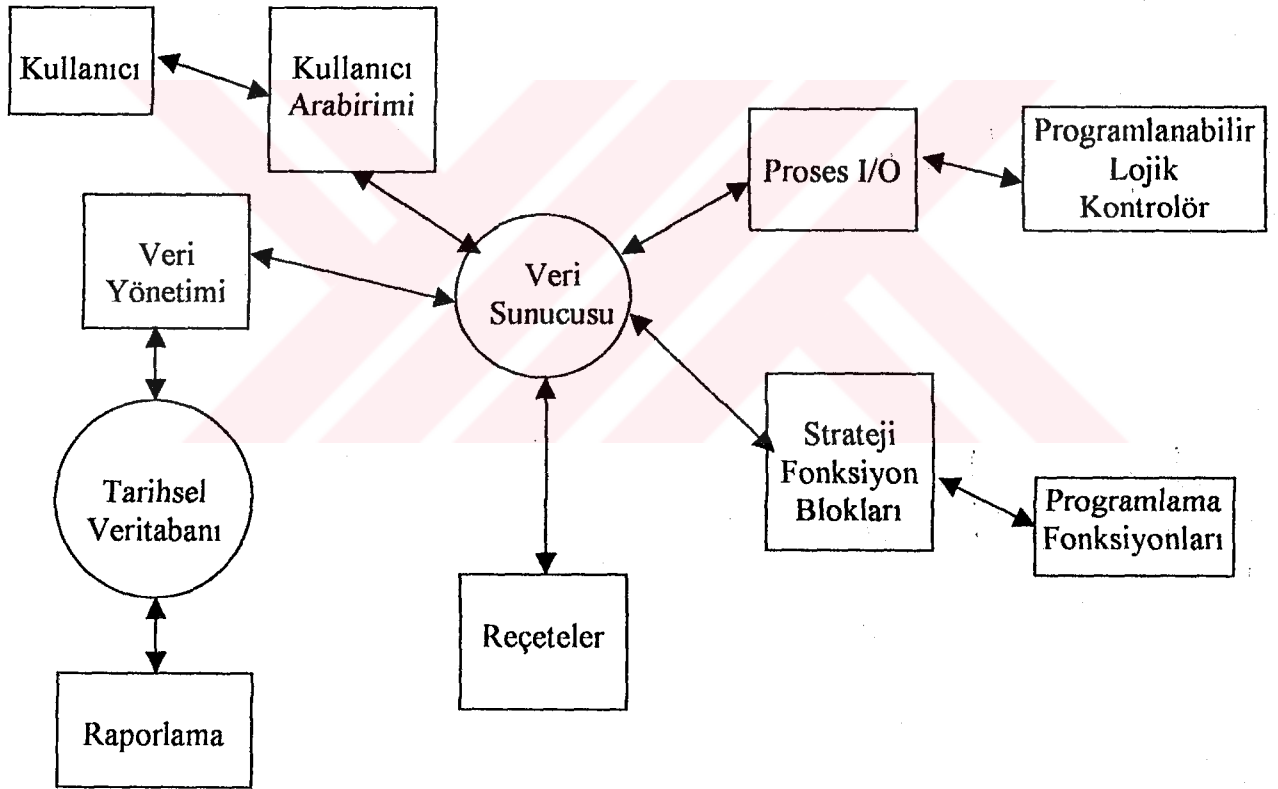
Sistem, kullanıcının yapabileceği hatalara izin vermemekte, sisteme kullanıcı tarafından girilen alarm sınır değerleri gibi değerlerin geçerliliği kontrol edilmektedir. Alarm sınır değerleri kullanıcı tarafından kolaylıkla değiştirilebilir. Alt istasyonlardan gelen bilgiler kısa sürede kullanıcıya yansır ve kullanıcının verdiği komutlar hızlı bir şekilde gerçekleştirilir. Merkez, ayarlanabilir sıklıkta alt istasyonları tarar ve gönderilen değerleri okur. Gelen

ihbarların, açmaların sıklıklarını kapsayan istatistiki bilgiler ve kesinti süreleri gibi veriler saklanır ve raporlanır.

Kullanıcı kesici açma ve kapama gibi komutları merkezden gönderebilmektedir. Kritik kullanıcı eylemleri şifre ile korunmaktadır.

İstasyonlarda meydana gelen arızalar geldikleri ve gittikleri saat ve tarih ile birlikte ekranda görülebilir ve yazıcıdan çıktı alınabilir. Alarmlar ve kullanıcı eylemleri saklanabilir ve istendiğinde yazıcıdan dökülebilir. İstasyonlardan alınan akım, gerilim, güç gibi ölçüm değerleri her saat başı kaydedilir ve gün sonunda raporlanır. Merkez yazılımı ileride meydana gelebilecek genişletmelere ve eklere açık yapıda olacaktır.

## 6.2 SCADA Veri Mimarisi



Şekil 6.1 SCADA'nın genel veri haberleşme mimarisi



### 6.3 SCADA Yazılımı PARAGON TNT

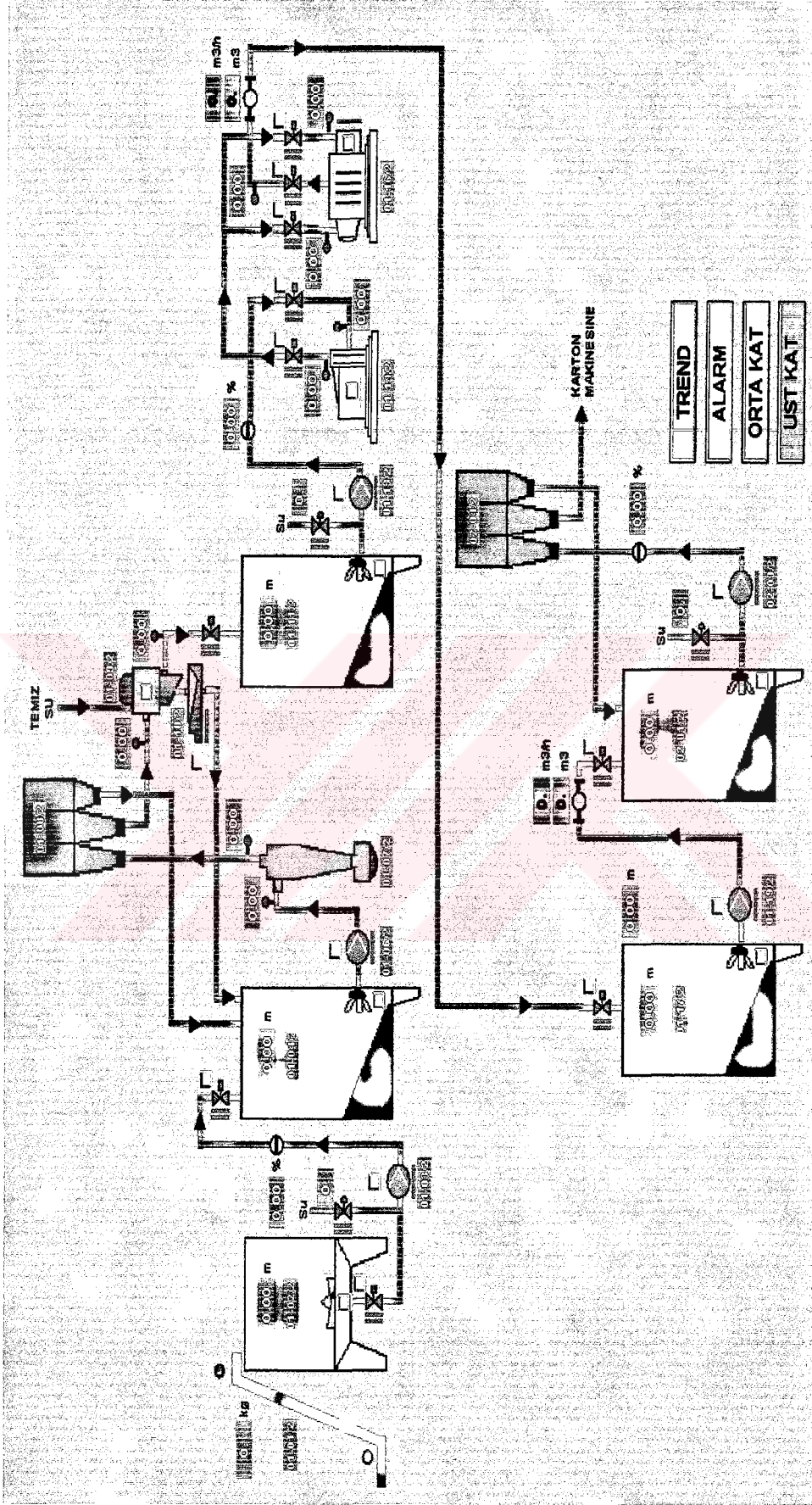
SCADA yazılımı olan PARAGON TNT'nin standart yapıları, bu yapıların nasıl gerçekleştirildiğini ve bunların alt servisleri olan Veri Yönetimi, Proses I/O, Kullanıcı Arabirim incelenecektir.

Genel olarak SCADA yazılımı olan PARAGON TNT'nin bu yapılarını gözden geçirecek olursak,

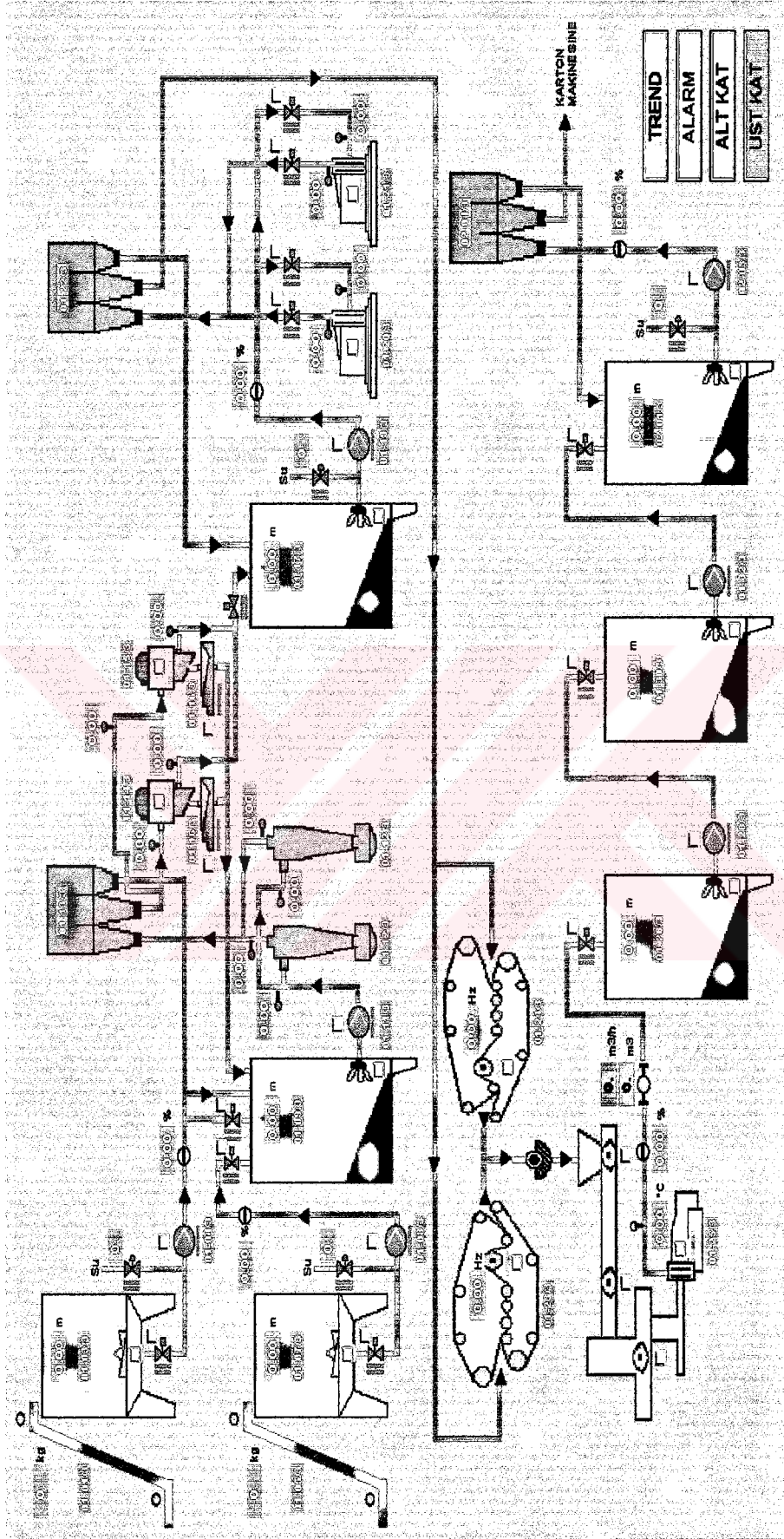
- Veri Yönetimi çeşitli kontrol elemanlarından alınan bilgilerin SCADA'ya aktarılması sonucu, bu verilerin toplanması ve belirtilen bir bölgede saklanması sonucu kullanıcıya bu verilerin gerek rapor olarak gerekse trend olarak sunulmasını, bu veriler sayesinde kullanıcının sistemin çalışmasını çeşitli zaman dilimleri içinde kontrol etmesini sağlamak üzere kullanılmaktadır.
- Proses I/O sistemde kullanılan kontrol cihazları ile SCADA sistemi arasında bağlantı kuran PARAGON TNT'nin alt bir servsidir. Veri Yönetimi, Kullanıcı Arabirim ve Strateji Fonksiyon Blokları ile kontrol sistemleri arasındaki bağlantıları Proses I/O aracılığı ile sağlar. Yani Veri Yönetimi, Kullanıcı Arabirim ve Strateji Fonksiyon Blokları saha ile tüm ilişkilerini bu servis sayesinde gerçekleştirirler.
- Kullanıcı Arabirim SCADA sistemdeki tüm prosesi kullanıcıya izletmek ve bu sebepten dolayı hazırlanan ekranlar üzerinden kullanıcının gerekli yerlerde prosese müdahale etmesini sağlayan bir sistemdir.

SCADA yazılımı PARAGON TNT kullanılarak oluşturulan ekranların ayrıntılı olarak bundan sonraki bölümde bulacaksınız.

#### 6.4 SCADA Ekran Mimarisi

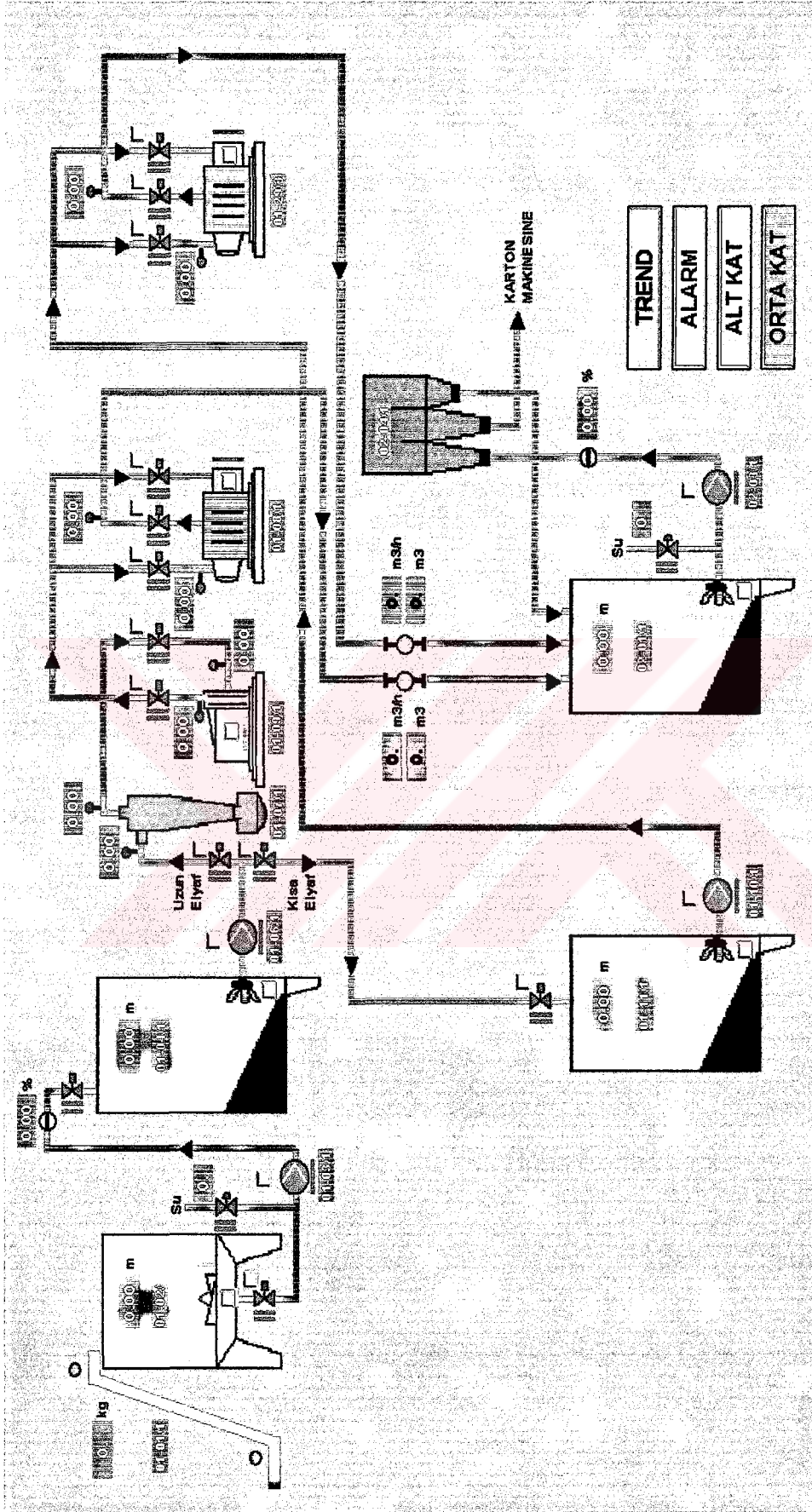


Şekil 6.1 Alt kat hamur hazırlamanın SCADA'daki genel görünümü



Şekil 6.2 Orta kat hamur hazırlamanın SCADA'daki genel görünümü

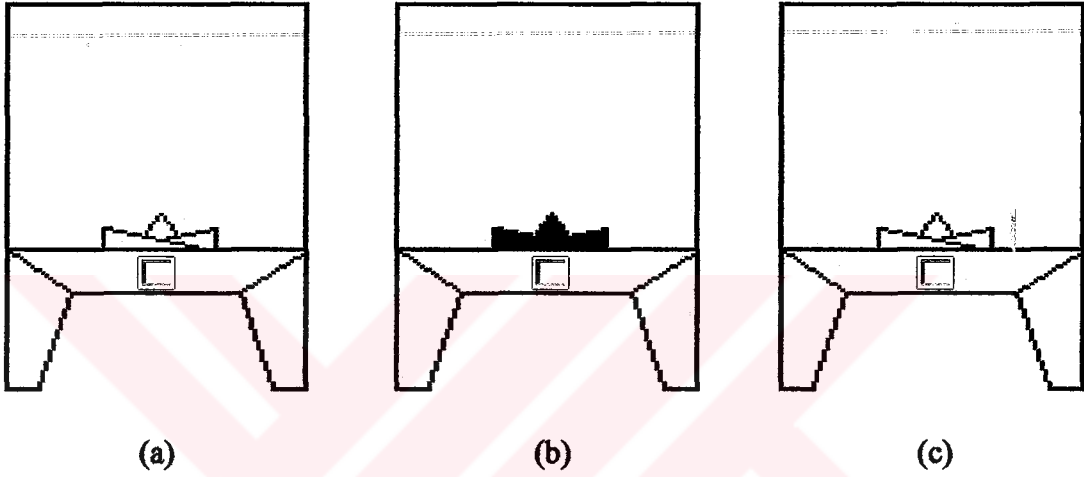




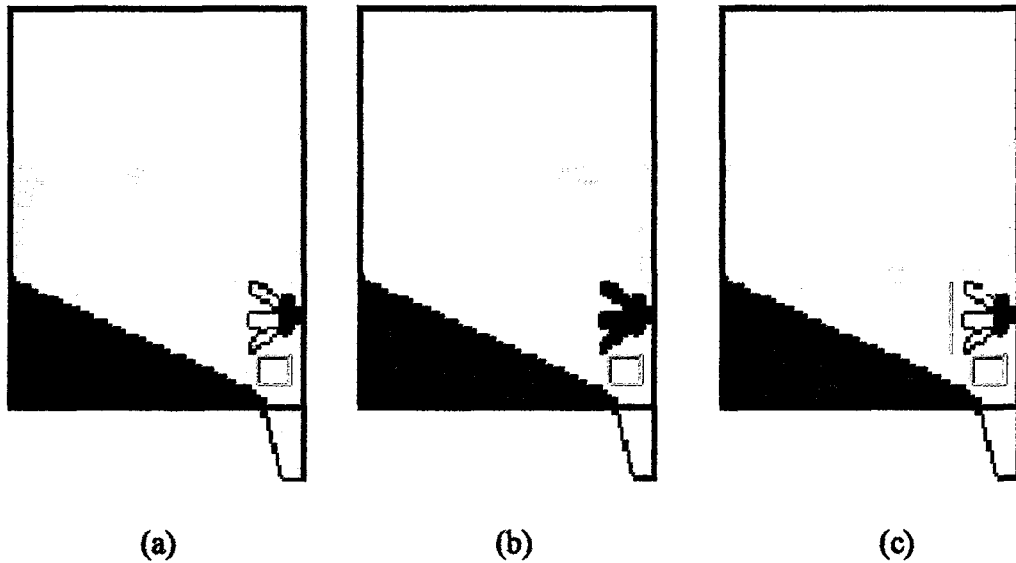
Şekil 6.3 Üst kat hamur hazırlamanın SCADA'daki genel görünümü



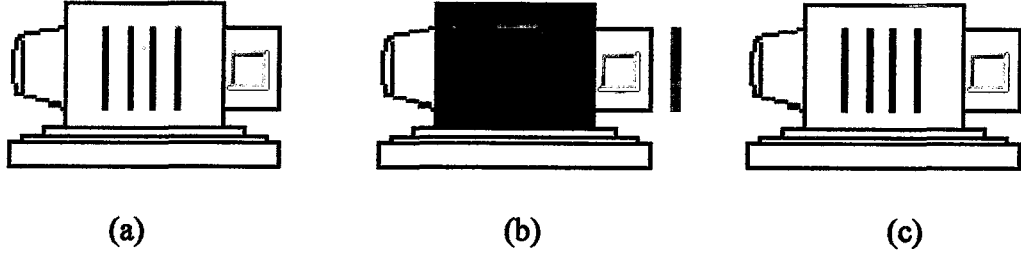
Hamur Hazırlama Prosesine ait vana ve pompaların altında bulunan iki çizgiden üstteki çizgi manuel-otomatik konumunu göstermektedir. Manuel konumda çizginin rengi mavi olacaktır. Otomatik konumda ise çizgi görülmeyecektir. Alttaki çizgi ise vana ve pompada termik veya zaman arızası olduğunu göstermektedir. Çizgini rengi kırmızı olacaktır. Diğer ekipmanların manuel-otomatik konumunu aynıdır. Manuel konumda çizginin rengi mavi olacaktır. Termik veya zaman arızası olduğunda diğer ekipmanların renkleri kırmızı olarak gösterilecektir.



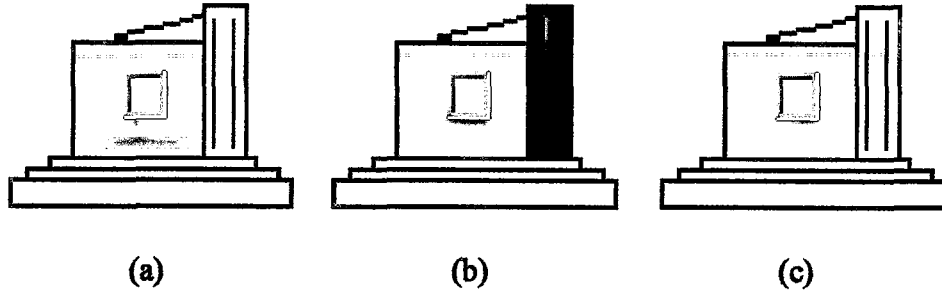
Şekil 6.4 Pulperin SCADA'daki genel görünümü (a) Pulper çalışırken görünümü (b) Pulper duruyorken görünümü (c) Pulper arızalı ve manueldeyken görünümü



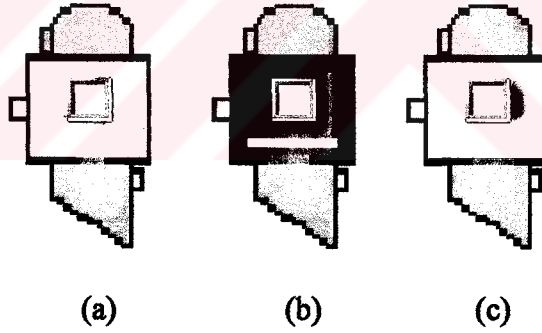
Şekil 6.5 Bute karıştırıcısının SCADA'daki genel görünümü (a) Bute karıştırıcısı çalışırken görünümü (b) Bute karıştırıcısı duruyorken görünümü (c) Bute karıştırıcısı arızalı ve manueldeyken görünümü



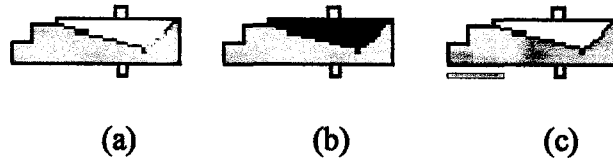
Şekil 6.6 Öğütücünün SCADA'daki genel görünümü (a) Öğütücü çalışırken görünümü (b) Öğütücü duruyorken ve manueldeyken görünümü (c) Öğütücü arızalıyken görünümü



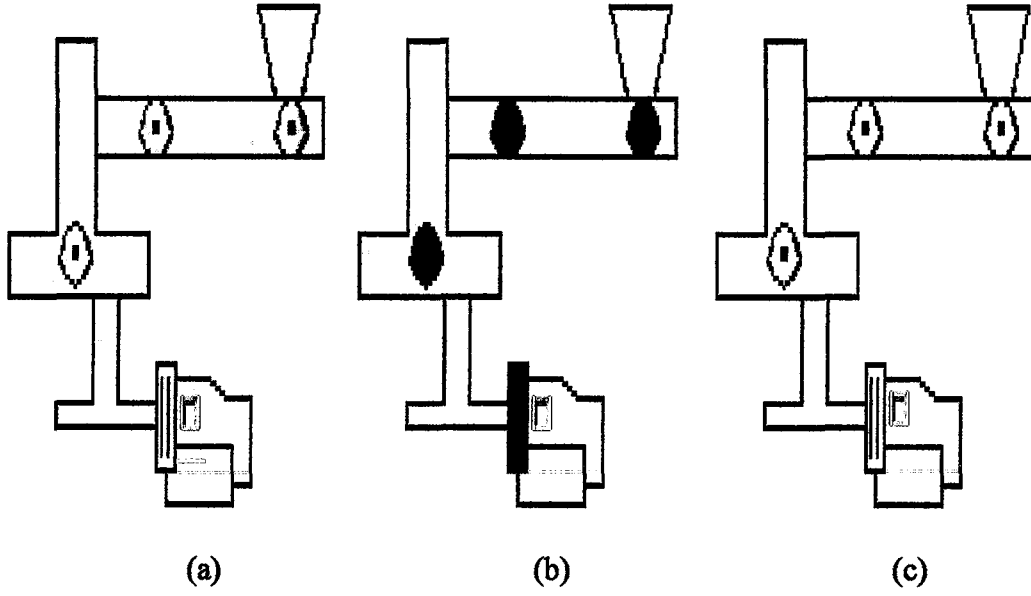
Şekil 6.7 Parçalayıcının SCADA'daki genel görünümü (a) Parçalayıcı çalışırken ve manueldeyken görünümü (b) Parçalayıcı duruyorken görünümü (c) Parçalayıcı arızalıyken görünümü



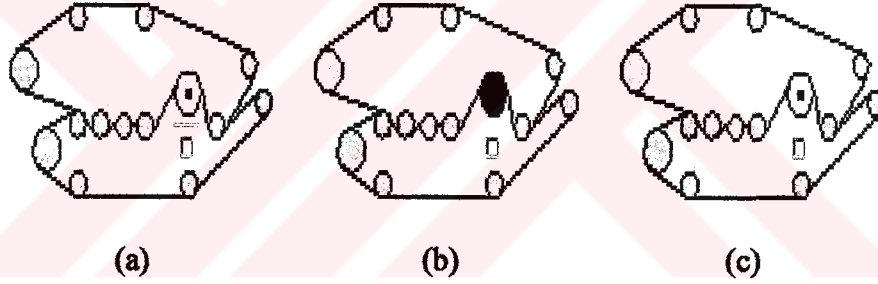
Şekil 6.8 Koyu hamur basınçlı eleğin SCADA'daki genel görünümü (a) Koyu hamur basınçlı elek çalışırken görünümü (b) Koyu hamur basınçlı elek duruyorken ve manueldeyken görünümü (c) Koyu hamur basınçlı elek arızalıyken görünümü



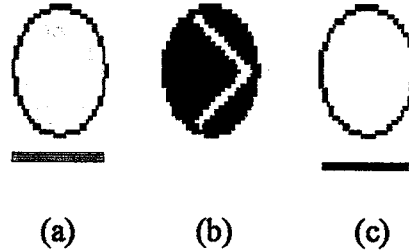
Şekil 6.9 Sarsak eleğin SCADA'daki genel görünümü (a) Sarsak elek çalışırken görünümü (b) Sarsak elek duruyorken görünümü (c) Sarsak elek arızalı ve manueldeyken görünümü



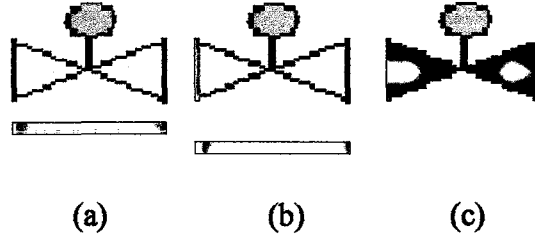
Şekil 6.10 Dispergerin SCADA'daki genel görünümü (a) Disperger çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Disperger duruyorken görünümü (c) Disperger arızalı ve manueldeyken görünümü



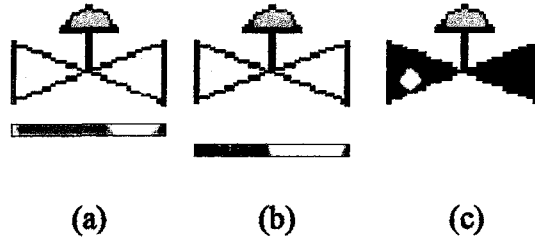
Şekil 6.11 Çift elekli presin SCADA'daki genel görünümü (a) Çift elekli pres çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Çift elekli pres duruyorken görünümü (c) Çift elekli pres arızalı ve manueldeyken görünümü



Şekil 6.12 Pompaların SCADA'daki genel görünümü (a) Pompa çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Pompa duruyorken görünümü (c) Pompa arızalı ve geçiş konumundayken görünümü

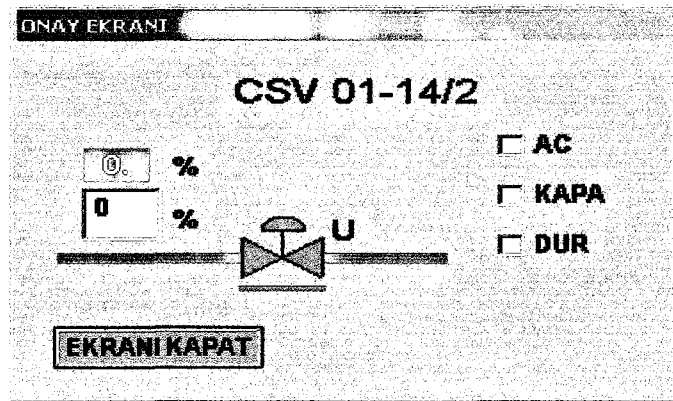


Şekil 6.13 Pnömatik vanaların SCADA'daki genel görünümü (a) Pnömatik vana çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Pnömatik vana geçiş konumda ve arızalıyken görünümü (c) Pnömatik vana duruyorken görünümü



Şekil 6.14 Akış kontrol vanalarının SCADA'daki genel görünümü (a) Akış kontrol vanası çalışıyor ve manueldeyken görünümü (b) Akış kontrol vanası geçiş konumda ve arızalıyken görünümü (c) Akış kontrol vanası duruyorken görünümü

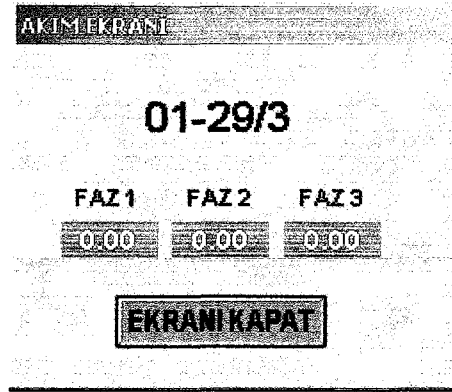
SCADA ekranında FCV vanasına çift tıklanınca onay ekranını gelir. Onay ekranı diğer vanalarinkinden farklıdır. Burada FCV vanasına yüzde açıklık değeri verebiliriz ve yüzde olarak vananın pozisyonunu görebiliriz. Ayrıca vana otomatikte iken debi set değeri girilebiliriz. manuelde iken ise % açıklık set değeri girebiliriz. Kullanıcı isterse AC, KAPA ve DUR komutlarını da bu ekrandan verebilir. FCV vanası tam açıldığında, vananın rengi yeşil, kapalı iken ise rengi siyah, orta konumda yani ne tam açık ne de tam kapalı olmadığı zaman rengi sarı olacaktır.



Şekil 6.15 Akış kontrol vanasının SCADA'daki vana kontrol ekranının genel görünümü



Hamur Hazırlama Prosesindeki motorların üzerilerine çift tıkladığımızda ilgili motorun o andaki çekmiş olduğu akım değerleri aşağıdaki ekrandaki gibi görülecektir.



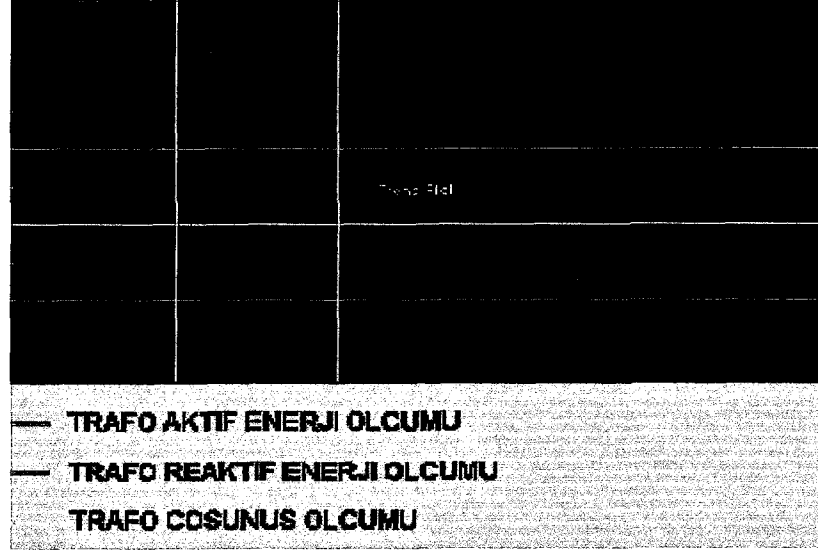
Şekil 6.16 Motor akım ekranının genel görünümü

Hamur Hazırlama Prosesindeki meydana gelen bütün alarmlar gözükmemektedir. Kullanıcılar bu ekranı kullanarak sistemdeki arızaları daha kolay müdahale edebilir.



Şekil 6.17 Alarm ekranının genel görünümü

Hamur Hazırlama Prosesindeki basınç, akış, kesafet gibi ölçümlerin anlık değerlerinin trendleri kolayca izleyebilir.



Şekil 6.18 Trend ekranının genel görünümü

Hamur Hazırlama Prosesindeki basınç, akış, kesafet gibi ölçümlerin tarihsel olarak trendleri ve değişimleri kolayca izleyebilir.



Şekil 6.19 İnteraktif trend ekranının genel görünümü

## 7. TARTIŞMALAR ve SONUÇLAR

Hamur Hazırlama Prosesinde amaç, kağıt makinesine istenen özellik ve nitelikte kağıt hamuru süspansiyonunu vermektir. Bu tezde Kuşe Karton Üreten Bir Kağıt Fabrikası'nın Hamur Hazırlama Bölümü'nde proses kontrolü yapılarak, ayırık ve kullanıcı kontrollü çalışmasını sürekli, izlenebilir ve kontrol edilebilir hale getirmektir. Kağıt hamur süspansiyonunun kalitesinin artırılması ve enerjinin çok tüketildiği bu bölümde enerji tasarrufunun sağlanarak birim maliyet fiyatlarının düşürülmesi hedeflenmektedir. Böylece daha kaliteli kuşe karton üretmek mümkün olacaktır.

Hamur Hazırlama Prosesi Otomasyon ve SCADA Projesi neticesinde alt, orta ve üst kat kağıt hamuru öğütüm, kesafet ve büte seviye kontrolleri otomatik olarak yapılacaktır. Ayrıca sistemden alınan akış, basınç, seviye bilgileri ile akış kontrol vanalarının pozisyonları, motor ve pompalarının durumları izlenebilinecektir. Böylece Hamur Hazırlama Prosesi'nde bulunan ekipmanları daha uzun ömürlü ve verimli kullanılması sağlanacaktır.

Hamur Hazırlama Prosesi'nin raporlanmasını istediğimiz kontrol ve durum bilgileri veritabanına kaydedilecektir. Bu veritabanına kaydedilen bilgiler ile geçmişe yönelik grafiksel kontrol yapılabilinecektir. Proseste yapılacak deneme ve uygulamaların sonuçlarının incelenmesine imkan sağlayacaktır.

Bu tezde kağıt makinesine istenen özellik ve nitelikte, en ekonomik ve kaliteli kağıt hamur süspansiyonunun hazırlandığı ve kağıt üretim aşamalarının en önemlisi olan Hamur Hazırlama Prosesi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Hamur Hazırlama Prosesi'ne SCADA ve Otomasyon yapılması durumunda kağıt hamuru kalitesinin arttırılacağı, birim maliyet fiyatlarının düşürüleceği ve ekipmanlarda oluşan arızalar daha kısa zamanda giderilecektir.

**KAYNAKLAR**

- Aroman, J. Klarin, A., (1999), "Materials, Corrosion, Prevention and Maintenance", Published by Yapet Oy, Helsinki.
- Avcı, N., (1977), "Kağıt-Karton Yapım Teknolojisi, Cilt-I", SEKA, İzmit.
- BTG, (1992), "MBT-100 In-Line Elektrik Consistency Transmitter for User Manual", BTG Publications, Sweden.
- BTG, (1996), "MEK-2300 Smart Rotating Consistency Transmitter for User Manual", BTG Publications, Sweden.
- Casey, J.P., (1980), "Pulp and Paper, Third Edition", Interscience Publishers Inc., New York.
- Endress+Hauser, (2002), "Endress+Hauser Product Catalogue", Endress+Hauser Publications, Germany.
- Eroğlu, H., (1985), "Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi", Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon.
- Gullichsen, J., Fogelholm, C., (2000), "Chemical Pulping", Published by Yapet Oy, Helsinki.
- Murrill, P.W., (1993) "Fundamentals of Process Control Theory", Instrument Society of America, North Carolina.
- Niskanen, K., (1998), "Paper Physics", Published by Fapet Oy, Helsinki.
- Parr, E.A., (1997), "Endüstriyel Kontrol El Kitabı", Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Paulapuro, H., (2000), "Paper and Board Grades", Published by Fapet Oy, Helsinki.
- Sfere, (1997), "Instruction Manual, Converter / Transmitter for Power and Energy Measurement", Sfere Publications, France.
- Shinsky, F.G., (1996), "Process Control Systems Application, Design, and Tuning", McGraw-Hill, New York.
- Siemens, (1998), "Micromaster Vector Operating Instructions", Siemens Publications, Germany.
- Smook, G.A., (1992), "Handbook For Pulp&Paper Technologists", Angus Wilde Publications, Bellingham.
- Sundholm, J., (1999), "Mechanical Pulping", Published by Fapet Oy, Helsinki.
- TAPPI, (1997), "How Paper is Made : An Overview of Pulping and Papermaking from Woodyard to Finished Product", Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Atlanta.
- Yokagawa, (1995), "Instruction Manual, Admag AE Models AE100M and 200M Integral Type Magnetic Flowmeter", Yokagawa Publications, Japan.
- Yokagawa, (1995), "Instruction Manual, Models EJA210 and EJA220 Flange Mounted Differential Pressure Transmitter", Yokagawa Publications, Japan.
- Yüksel, İ., (1997), "Otomatik Kontrol, Sistem Dinamiği ve Denetim Sistemleri", Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa.



**EKLER**

- Ek 1 Akışmetre dokümanı
- Ek 2 Seviye vericisi dokümanı
- Ek 3 Seviye anahtarı dokümanı
- Ek 4 Basınç vericisi dokümanı
- Ek 5 Akım konvertörü dokümanı
- Ek 6 Gerilim konvertörü dokümanı
- Ek 7 Enerji analizörü dokümanı



**Ek 1 Akışmetre veri dokümanı**



# DMAG AE Specifications

## AE Integral Type

		AE100		AE200		AE300	
Size (mm)		2.5-10	15	25-200		250-400	
Excitation		Dual frequency					
Flow span (m/s)		0.3-10					
Min. fluid conductivity (µS/cm)		20	5				
Protection		IP67, NEMA4X, JIS C0920 watertight type					
Hazardous area classification		CENELEC, FM, CSA, SAA, JIS				CENELEC, SAA	
Accuracy		+/- 0.5% of flowrate					
Repeatability		+/- 0.1% of flowrate (1 mm/s min.)					
Lining material		Ceramic				----	
		Fluorocarbon PFA					
		----		Polyurethane			
Electrode material	Ceramic	Pt-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cermet				----	
	PFA	SUS316L, Pt-Ir, HastelloyC-276 equivalent, Tantalum, Titanium					
	Polyurethane	----		SUS316L			
Fluid pressure		-0.1 MPa to 4 MPa: Ceramic lining size 50 mm or smaller -0.1 MPa to 2 MPa: Others					
Fluid temperature		-10 degC to 120 degC: Ceramic lining, Fluorocarbon PFA lining -10 degC to 40 degC: Polyurethane lining					
Process connection*		JIS 10K/20K/F12, ANSI 150/300, DIN PN10/16; Wafer, flange, union joint, IDF clamp					
Output signal		4-20 mA DC, pulse, alarm, or status (transistor contact: 30 V DC, 200 mA max.)					
Function		Bi-direction flow measurement, variable damping time (0.1 sec min.), totalization switch, automatic 2-range switching, alarm output at high/low limit, self-diagnostics, empty pipe detection, loop test, BRAIN, HART or FOUNDATION™ fieldbus					
Indicator		7-seg. LCD with back light					
Power supply voltage		80-264 V AC or 100-130 V DC, 20.4-28.8 V DC					
Maximum power consumption		12.5 W					

\*: Depends on the size and lining material.

## Flow Tube

		AE100		AE200		AE300	
Size (mm)		2.5/5/10	15	25 to 200		250 to 400	
Excitation		Dual Frequency					
Flow Span (m/s)		0.3 to 10					
Min. fluid conductivity (µS/cm)		20	5				
Protection		IP67, NEMA4X, JIS C0920 Water Tight Type					
Hazardous Area Classification		CENELEC, FM, CSA, SAA, JIS				CENELEC, SAA	

Accuracy	0.5 % of flowrate	
Repeatability	0.1% of flowrate (min. 1mm/s)	
Lining Material	Ceramic	-----
	Fluorocarbon PFA	
	-----	Polyurethane
Electrode Material	-----	
① Lining	Ceramic Lining	Platinum-alumina cermet
	Fluorocarbon PFA Lining	SUS316L, HastelloyC-276 equivalent, Titanium, Tantalum, Pt-Ir
	Polyurethane Lining	SUS316L
Fluid Press.	-0.1 to 4MPa : Ceramic Lining Size 50mm or smaller -0.1 to 2MPa : Other type	
Fluid Temp.	-10 to 180 degC : Ceramic Lining / -10 to 160 degC : Fluorocarbon PFA Lining / -10 to 40 degC : Polyurethane Lining	
Process Connection	DIN PN10/16, ANSI150/300, JIS10K/20K/F12 : Wafer, Flange, Union joint or IDF clamp	

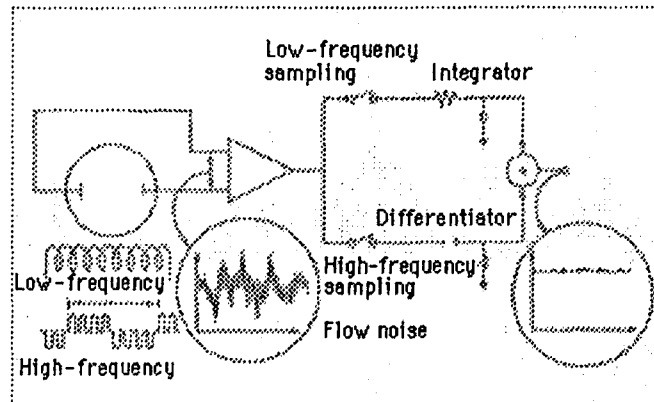
### AE14 Flow Converter

Output Signal	Current Output (4 to 20mA DC), Transistor Contact Output(Pulse, Alarm or Status)
Communication	BRAIN, HART or FOUNDATION™ fieldbus
Function	Forward and Reverse Flow Measurement, Automatic Two Range Switching, Alarm Output at Low Flow Limit(Flow Switch), Totalization Switch Output
Indicator	7 seg.LCD
Protection	IP67, NEMA4X, JIS C0920 Water Tight Type
Hazardous Area Classification	CENELEC, FM, CSA, SAA, JIS
Power Supply Voltage	80 to 264V AC or 100 to 130V DC, 20.4 to 28.8V DC
Maximum Power Consumption	12.5W
Mounting	2-inch pipe mounting



## Dual frequency excitation

Dual frequency excitation is an innovative method that superimposes high frequencies on low frequencies, and utilizes the advantages while eliminating the disadvantages of the high and low frequency excitation methods. Namely, the flow noise immunity and fast response of the high frequency excitation method, and the high zero stability of the low frequency excitation method are realized simultaneously.



## Consistency in noise immunity and zero stability

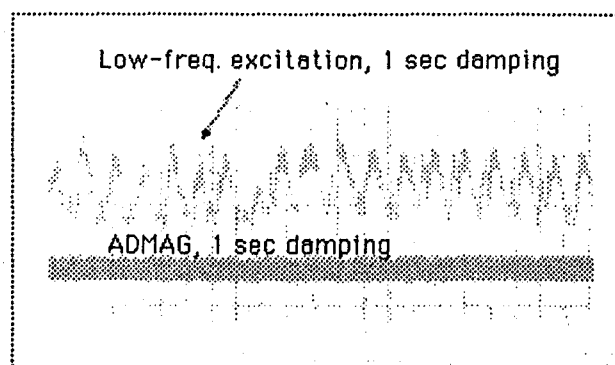
Noise in slurry or low conductivity fluid measurement is a function of  $1/f$ , so the lower the frequency, the greater the noise. However, the conventional high frequency excitation method suffers from poor zero stability. The dual frequency excitation method ensures noise immunity with high frequency sampling, and also achieves high zero stability with a large time constant in low frequency sampling. As a result, the synthesized signals are almost noise-free and have exceptional zero stability.

## Fast response of 0.1 sec

With the conventional pulsed DC frequency excitation method, the time constant must be large to minimize the effects of noise, but this also damps the flow signals and slows the signal response. In contrast, the dual excitation method captures changes in flow with high frequency sampling, allowing a fast response of 0.1 sec.

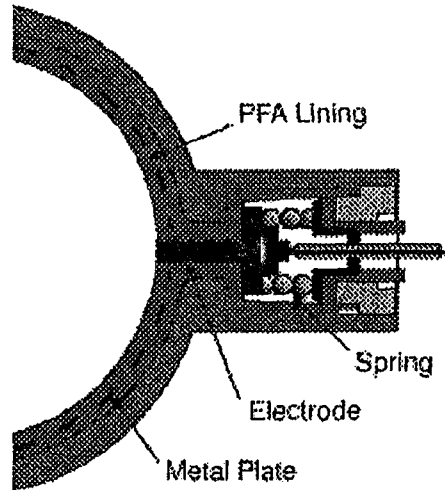
## Example of pulsating flow measurement

The following figure shows an ADMAG output when following pulsating flow by a plunger pump with a fast response.



## Electrodes for PFA lining

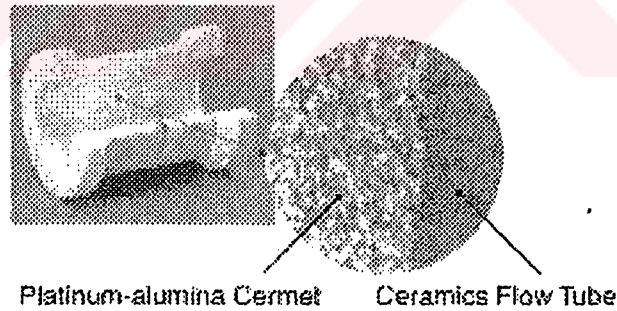
The electrode and molded PFA liner are directly sealed with springs. A retaining metal plate inside the liner ensures that the PFA does not peel or deform under high pressure and temperature.



ADMAG Electrode Construction

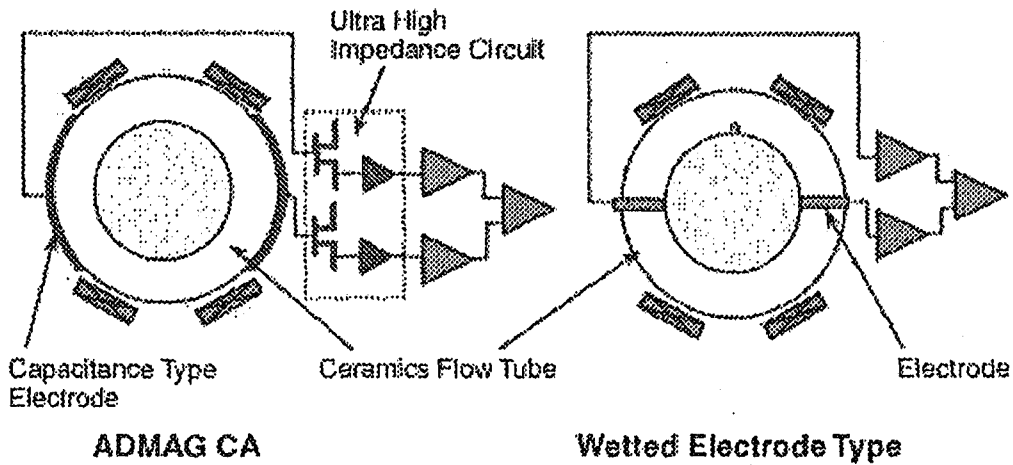
## Electrodes for ceramic lining

The electrode is made from Pt-alumina cermet and is molded at the same time with the tube. It is leak-free because there is no seal point between the electrode and ceramic flow tube thanks to the liner molding technology.



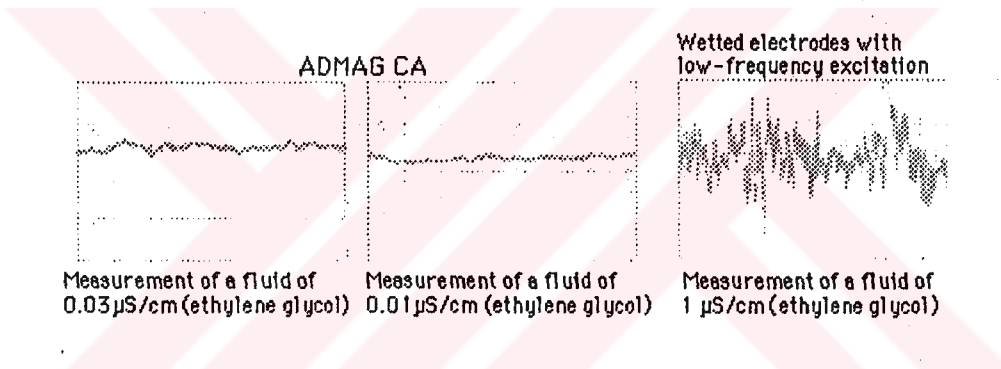
## Capacitance type magnetic flowmeter

Flow signals are detected by the electrodes installed on the outside of the ceramic tube through the capacitance of the tube wall. Electromotive force in the fluid is securely detected with minimum noise thanks to high frequency excitation and a high impedance circuit. Stable zero is realized thanks to improved magnetic circuit and capacitance electrode.



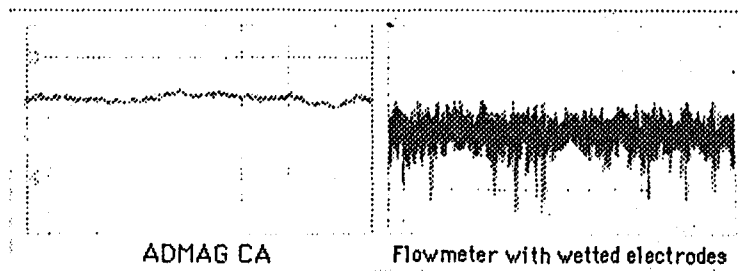
### Ultra-low conductivity fluid measurement

A unique countermeasure against flow noise enables measurement of fluids with minimum conductivity of  $0.01 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Field-proven applications are pure water, acetic acid, ethanol, methanol, liquid ammonia, and carbohydrate solution. The following figure compares outputs between a wetted electrode type and the ADMAG CA for measurement of ethylene glycol.



### Thesive fluid measurement

Non-wetted capacitive electrodes can measure electromotive force through capacitance including sticking insulating material, offering steady measurement. Field-proven applications are latex, reclaimed oil, hot spring water, red mud, and dye. The following figure compares the outputs of measurement between a wetted electrode type and the ADMAG CA when there is grease on the inside of the tube.



**Ek 2 Seviye vericisi dokümanı**

1@

**Model EJA Differential Pressure Transmitter**



**Specifications**

	<b>Differential Pressure Transmitter</b>			
	<b>Model EJA110A</b>			
	<b>L Capsule</b>	<b>M Capsule</b>	<b>H Capsule</b>	<b>V Capsule</b>
<b>Measurement Range</b>	-10 to 10 kPa (-1000 to 1000 mmH <sub>2</sub> O)	-100 to 100 kPa (-10000 to 10000 mmH <sub>2</sub> O)	-500 to 500 kPa (-5 to 5.0 kgf/cm <sup>2</sup> )	-0.5 to 14 MPa (-5 to 140 kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>Measurement Span</b>	0.5 to 10 kPa (50 to 1000 mmH <sub>2</sub> O)	1 to 100 kPa (100 to 10000 mmH <sub>2</sub> O)	5 to 500 kPa (0.05 to 5 kgf/cm <sup>2</sup> )	0.14 to 14 kPa (1.4 to 140 kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>Accuracy</b>	+/-0.075%	+/-0.075%	+/-0.075%	+/-0.075%
<b>Enclosure Classification</b>	JIS C0920 immersion proof (equivalent to IEC IP67 and NEMA 4X)			
<b>Explosion-protected Construction</b>	FM, CENELEC, CSA, SAA			
<b>Output Signal</b>	4 to 20 mA DC, 2-wire system with digital communication			
<b>Power supply voltage</b>	16.4 to 42 V DC (Intrinsically safe type: 16.4 to 30 V DC)			
<b>Ambient Temperature Limits</b>	-40 to 85 degC (-40 to 185 degF)(general use type) -30 to 80 degC (-22 to 176 degF)(with integral indicator)			
<b>Process Temperature Limits</b>	-40 to 120 degC (-40 to 248 degF) (general use type)			
<b>Maximum Working Pressure Limits</b>	3.5 MPa (35 kgf/cm <sup>2</sup> )	14 MPa (140 kgf/cm <sup>2</sup> )		
<b>Mounting</b>	2-inch pipe mounting			
<b>Capsule Material</b>	SUS316L(Diaphragm material is Hastelloy C-276), Hastelloy C-276, Tantalum, Monel			
<b>Cover Flange Material</b>	SUS316, Hastelloy C, Monel			
<b>Amplifier Housing</b>	Cast aluminum alloy or SUS316 equivalent stainless steel (optional)			

**Model EJA Draft Range Differential Pressure Transmitter**

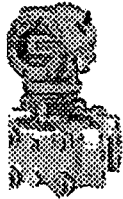


**Specifications**



□@	Draft Range Differential Pressure Transmitter	
	Model EJA120A	
	E Capsule	
Measurement Range	-1 to 1 kPa(-100 to 100 mmH <sub>2</sub> O)	
Measurement Span	0.1 to 1 kPa(10 to 100 mmH <sub>2</sub> O)	
Accuracy	+/-0.2%	
Enclosure Classification	JIS C0920 immersion proof (equivalent to IEC IP67 and NEMA 4X)	
Explosion-protected Construction	FM, CENELEC, CSA, SAA	
Output Signal	4 to 20 mA DC, 2-wire system with digital communication	
Power supply voltage	16.4 to 42 V DC (Intrinsically safe type:16.4 to 30 V DC)	
Ambient Temperature Limits	-25 to 80 degC (-40 to 176 degF)(general use type) -25 to 80 degC (-22 to 176 degF)(with integral indicator)	
Process Temperature Limits	-40 to 120 degC (-40 to 248 degF) (general use type)	
Maximum Working Pressure Limits	50 kPa (0.5 kgf/cm <sup>2</sup> )	
Mounting	2-inch pipe mounting	
Capsule Material	SUS316L(Diaphragm material is Hastelloy C-276)	
Cover Flange Material	SUS316	
Amplifier Housing	Cast aluminum alloy or SUS316 equivalent stainless steel (optional)	

### Model EJA High Static Differential Pressure Transmitter



#### Specifications

@	High Static Differential Pressure Transmitter	
	Model EJA130A	
	M Capsule	H Capsule
Measurement Range	-100 to 100 kPa (-10000 to 10000 mmH <sub>2</sub> O)	-500 to 500 kPa (-5 to 5.0 kgf/cm <sup>2</sup> )
Measurement Span	1 to 100 kPa (100 to 10000 mmH <sub>2</sub> O)	5 to 500 kPa (0.05 to 5 kgf/cm <sup>2</sup> )
Accuracy	+/-0.075%	+/-0.075%
Enclosure Classification	JIS C0920 immersion proof (equivalent to IEC IP67 and NEMA 4X)	
Explosion-protected Construction	FM, CENELEC, CSA, SAA	
Output Signal	4 to 20 mA DC, 2-wire system with digital communication	
Power supply voltage	16.4 to 42 V DC (Intrinsically safe type:16.4 to 30 V DC)	
Ambient Temperature Limits	-40 to 85 degC (-40 to 185 degF)(general use type) -30 to 80 degC (-22 to 176 degF)(with integral indicator)	
Process Temperature Limits	-40 to 120 degC (-40 to 248 degF) (general use type)	
Maximum Working Pressure Limits	32 MPa (320 kgf/cm <sup>2</sup> )	
Mounting	2-inch pipe mounting	

Capsule Material	SUS316L(Diaphragm material is Hastelloy C-276)
Cover Flange Material	SUS316
Amplifier Housing	Cast aluminum alloy or SUS316 equivalent stainless steel (optional)

## Model EJA Liquid Level Differential Pressure Transmitter



### Specifications

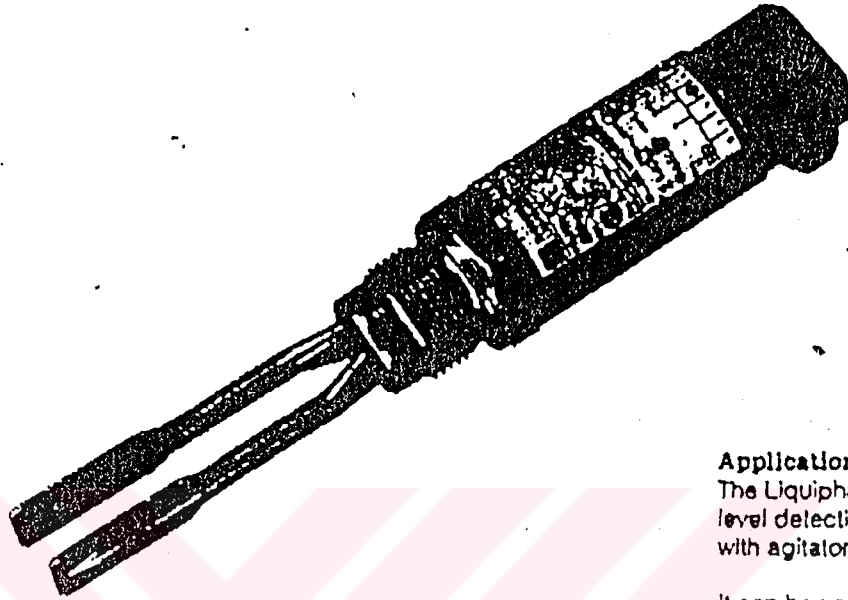
@	Liquid Level Differential Pressure Transmitter	
	Model EJA210A and EJA220A	
	M Capsule	H Capsule
Measurement Range	-100 to 100 kPa (-10000 to 10000 mmH <sub>2</sub> O)	-500 to 500 kPa (-5 to 5.0 kgf/cm <sup>2</sup> )
Measurement Span	1 to 100 kPa (100 to 10000 mmH <sub>2</sub> O)	5 to 500 kPa (0.05 to 5 kgf/cm <sup>2</sup> )
Accuracy	+/-0.2%	+/-0.2%
Ingress Protection Classification	JIS C0920 immersion proof (equivalent to IEC IP67 and NEMA 4X)	
Explosion-protected Construction	FM, CENELEC, CSA, SAA	
Output Signal	4 to 20 mA DC, 2-wire system with digital communication	
Power supply voltage	16.4 to 42 V DC (Intrinsically safe type: 16.4 to 30 V DC)	
Ambient Temperature Limits	-40 to 85 degC (-40 to 185 degF)(general use type) -30 to 80 degC (-22 to 176 degF)(with integral indicator)	
Process Temperature Limits	-40 to 120 degC (-40 to 248 degF) (general use type)	
Maximum Working Pressure Limits	Flange rating pressure	
Mounting	Flange mounting	
Process flange size	EJ210A: 3-inch (80mm), 2-inch(50mm) EJ220A: 4-inch (100mm), 3-inch(80mm)	
High pressure side Diaphragm material	SUS316L, Hastelloy C, Tantalum [ ] High pressure side [ ]	
Amplifier Housing	Cast aluminum alloy or SUS316 equivalent stainless steel (optional)	

**Ek 3 Seviye anahtar dokümanı**



# Limit Switch liquiphant T FTL 260

Vibration limit switch for liquids  
The maintenance-free alternative to float  
switches



## Application

The Liquiphant is a limit switch for liquid level detection in storage tanks, tanks with agitators, and piping.

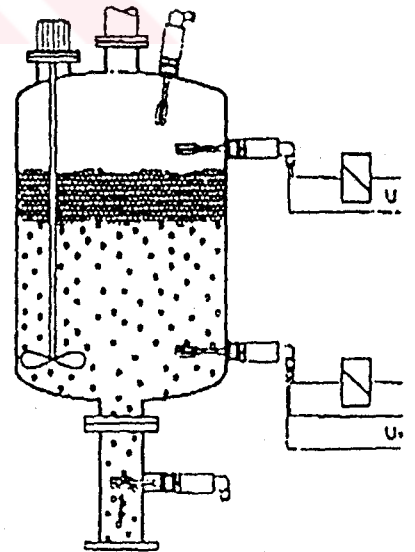
It can be used as an alternative to float switches as well as in applications where build-up, turbulence, liquid flow and gas bubbles are present.

## Features and Benefits

- Small, slender design: low space requirement, easy mounting in places with limited access
- Stainless steel housing: rugged
- Switching status and external testing: simple control
- Plug connection: low-cost connection

## Measuring System

The Liquiphant FTL 260 is a compact limit switch, to which miniature contactors, magnetic valves and programmable logic controllers (PLC) can be directly connected.



unction  
id  
mensions

The symmetrical vibrating fork is excited to its resonant frequency which changes when the fork is submerged in liquid. The change is registered by the electronics, which actuate an electronic switch.

The Liquiphant FTL 260 can be operated in both minimum or maximum fail-safe mode, i.e. the electronic switch opens on reaching the limit value, in cases of fault or a loss of power.









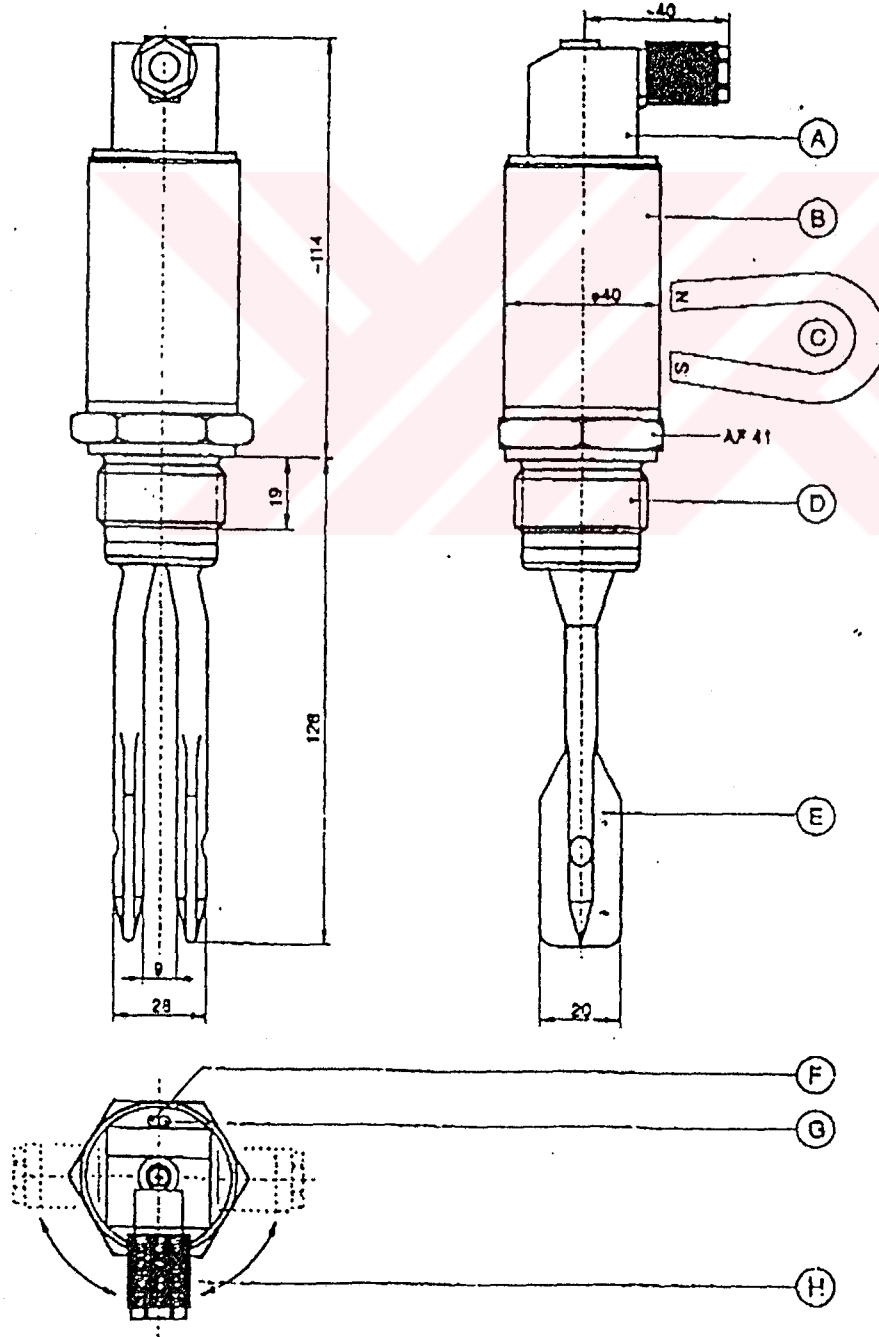
Maximum		Minimum	
			
			
• green	• green • red	• green	• green • red

Diagram showing the function of the electronic switch and LED depending on the level and fail-safe mode



- A The fail-safe mode is selected using different connections in the standard plug.
- B The stainless steel housing protects the potted electronics
- C The switching function can be checked externally by placing a magnet on the housing
- D Process connection versions:  
G 1 A (parallel)  
1 - 1 1/2 NPT (tapered)  
R 1 (tapered)  
In stainless steel
- E Vibrating fork in solid stainless steel
- F Green LED "Operating mode"
- G Red LED to indicate switching mode "Circuit open"
- H The plug housing can also be fitted offset by a 90°

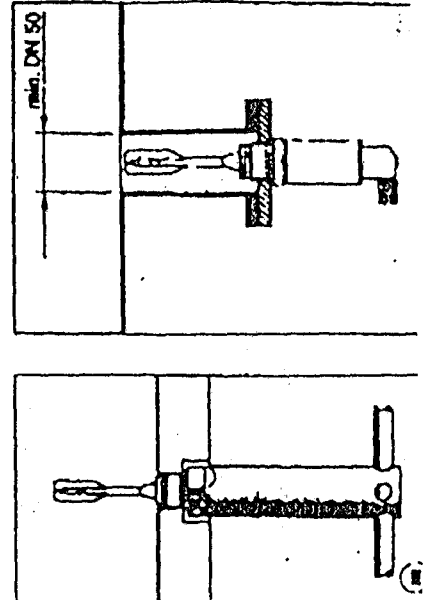
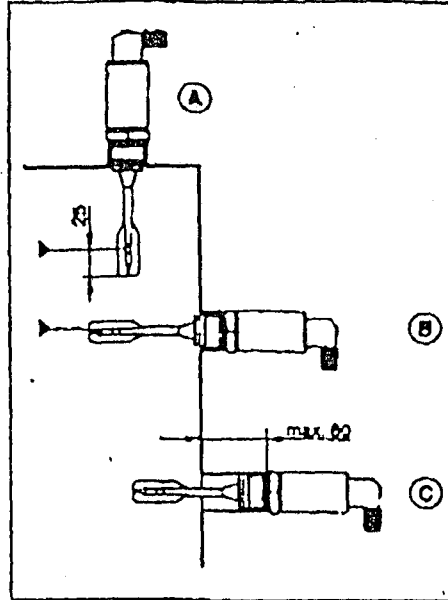


# Installation

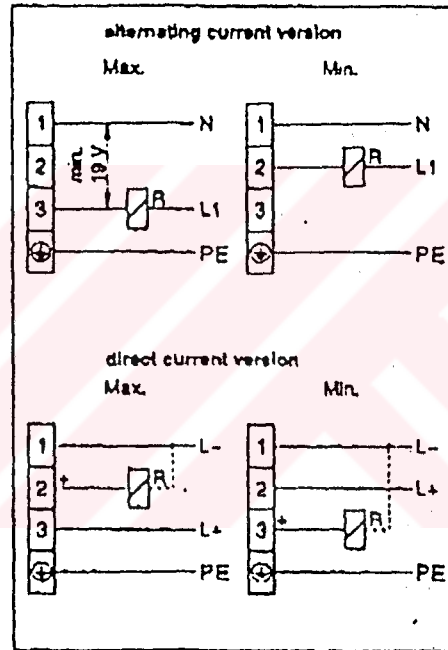
The Liquiphant FTL 260 can be mounted in any position in a tank or in a section of piping.

- A Vertical mounting
- B Horizontal mounting
- C Mounting in a 1" nozzle (A to C for the entire range of viscosities up to 10000 mm<sup>2</sup>/s)
- D Flanged mounting in a nozzle (Liquiphant screwed into blind flange). Range of viscosities at DN 50 up to max. 2000 mm<sup>2</sup>/s
- E For easy mounting in limited space: mount with 41 AF box spanner (Endress+Hauser accessory)

► Switchpoint



# Output



Electrical connection depending on version and fail-safe mode

Max. = Maximum fail-safe

Min. = Minimum fail-safe

R = external load

## AC Version

A load must be connected in series with the Liquiphant, whereby:

- the voltage drop across the Liquiphant in closed mode (ON) may be up to 12 V
- a minimum terminal voltage of 19 V required for the unit to switch correct (check in particular for a low line voltage).

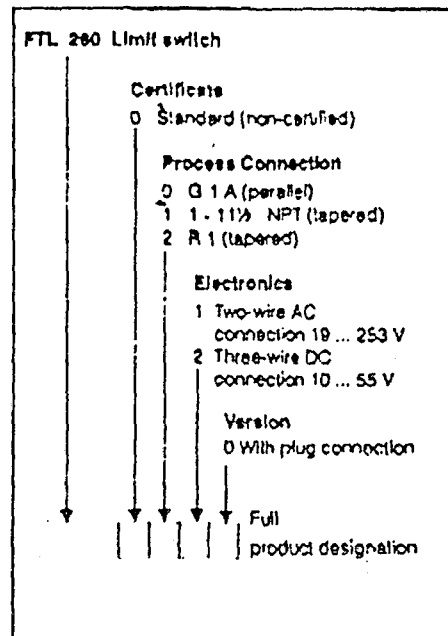
In open mode (OFF) a residual current of max. 3.8 mA flows.

## DC Version

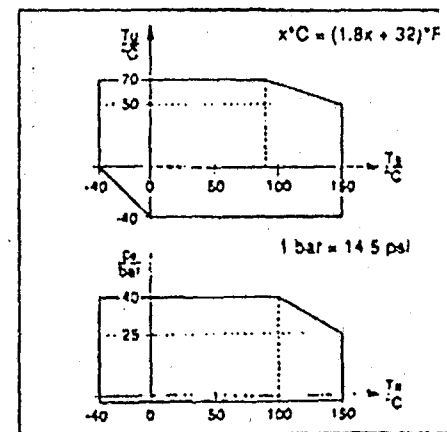
Recommended when used with programmable logic controllers (PLC). Positive signal at the switching output the Liquiphant (PNP).

The fail-safe mode is determined by the way the output is connected up.

# Technical Data



Product structure



Top graph: Permissible values for ambient temperature  $T_a$  at housing are dependent on the operating temperature  $T_b$  in the tank.

Bottom graph: Permissible values for operating pressure  $p_2$  are dependent on the operating temperature  $T_b$  in the tank.

# Technical Data

AC version

Power supply	Voltage at terminals 19 ... 253 V, 50 / 60 Hz, current consumption (stand-by) max. 4 mA
Connectable load (load switched over thyristor directly into the power supply circuit)	Short-term (40 ms): max. 1.8 A; max. 375 VA at 250 V or max. 36 VA at 24 V (no short-circuit protection)
	Continuous: max. 87 VA at 250 V (350 mA), max. 8.4 VA at 24 V (340 mA) min. 2.5 VA at 250 V (10 mA), min. 0.5 VA at 24 V (20 mA)
	Voltage drop across FTL 200: max. 12 V Residual current: max. 4 mA with open thyristor (stand-by)

DC version

Power supply	10 ... 55 V ripple max. 1.7 V, 0 ... 400 Hz, current consumption: max. 15 mA, reverse polarity protection
Connectable load (The load is switched via PNP-transistor)	Short-term (1 ms): max. 1 A, max. 55 V (overload and short-circuit protection)
	Continuous: max. 350 mA max. 0.5 µF at 55 V, max. 1 µF at 24 V
	Residual voltage: < 3 V (with closed transistor) Residual current: < 100 µA (with open transistor)

Conditions

Fail-safe mode	Minimum or maximum left-safe mode, depending on load connector
Signal failure	Output open
Switching time	Approx. 0.5 s when covered, approx. 1.5 s when free
Hysteresis	Approx. 4 mm with vertical mounting
Orientation	As required
Ambient temperature	-40 °C ... +70 °C, see also graphs on Page 3
Temperature of product	-40 °C ... +150 °C, see also graphs on Page 3
Operating pressure p <sub>o</sub>	+1 bar ... +40 bar, see also graphs on Page 3
Storage temperature	-40 °C ... +85 °C
Climate protection	Climate protection to IEC 68, Part 2-36 Fig. 2a
Ingress protection	IP 67 to DIN 40 050
Electromagnetic Compatibility	By attaching the CE Mark, Endress+Hauser confirms that the Ligo 41mm FTL 200 fulfils all legal requirements of EC directives. Interference immunity to EN 50 082-2 (field strength 10 V/m), Interference emission to EN 50 081-1
Density ρ of product	min. 0.7 g/cm <sup>3</sup>
Velocity v of product	up to 10000 mm/s

Technical construction

Design	Compact unit, mounted using a 41 AF box spinner or open end scanner
Dimensions	See dimensional sketch on Page 2
Weight	Approx. 0.45 kg
Materials	Process connection and vibrating fork: stainless steel 1.4571 / 1.4581 (AISI 316 Ti) Housing: stainless steel 1.4404 (AISI 316 L), Housing cover: PPSU Plug: PA, Plug seat: elastomer Flat sealing for process connection G 1 A: elastomer-fibre, asbestos-free, resistant to oils, solvents, vapours, weak acids and alkalis
Process connections	Parallel thread G 1 A to DIN ISO 228/1 with flat seal 33x39 to DIN 7823 Tapered thread 1 x 1 1/4 NPT to ANSI B 1.20.1 Tapered thread R 1 to DIN 2999 Part 1
Electrical connection	4-pole plug connection to DIN 43 850-A, ISO 4400 with cable gland Fig. 9, for cable diameters 6 to 8 mm, max. wire cross section 1 mm <sup>2</sup>

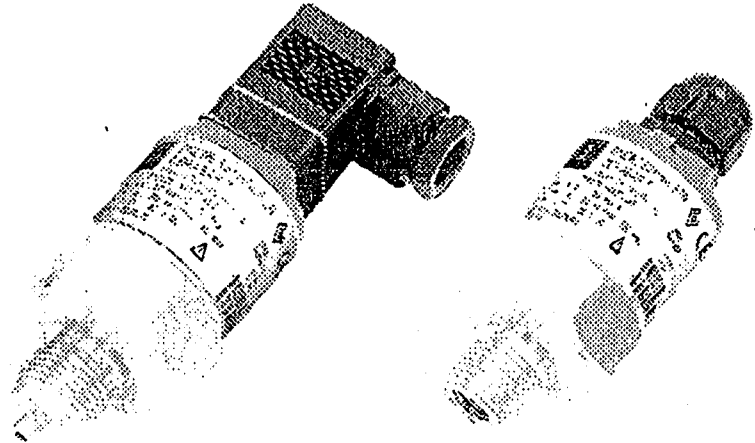
Accessories

Product structure	See product structure on Page 3
Accessories	Box spinner 41 AF • order number 042 861-0000 Teel magnet • order number 016 820-0000
Supplementary Documentation	System Information "Liquiphant" SI 007F.000e

**Ek 4 Basınç vericisi dokümanı**

# Pressure Transducer *cerabar T PMC 131*

Pressure transducer with capacitive ceramic  
sensor for absolute and gauge pressure  
Extremely stable and resistant to overload



### Application

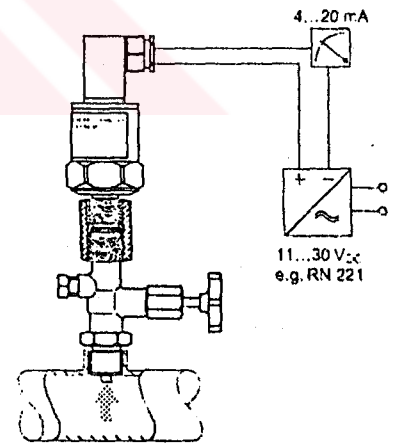
The Cerabar T is designed for measuring absolute and gauge pressure of gases, vapours and liquids.

### Features and Benefits

- Safe operation with the proven capacitive ceramic sensor
- Reliable
- Extremely stable
- Simple to mount

### Measuring System

- Pressure transducer Cerabar T with 4...20 mA output and
- Power supply 11...30 V, e.g. power pack RN 221 or NX 9120, NX 9121 from Endress+Hauser



**Version, Cable Gland, Protection**

- A1 Plug (DIN 43650 A/ISO 4400), Pg 11, IP 65
- A2 Plug (DIN 43650 A/ISO 4400), ½ NPT, IP 65
- A3 5 m cable, IP 68
- C1 Plug (DIN 43650 A/ISO 4400), CSA General Purpose, Type 4X
- C2 Plug (DIN 43650 A/ISO 4400), ½ NPT, CSA General Purpose, Type 4X
- C3 5 m cable, CSA General Purpose, Type 6P

**Process Connection: Type, Material**

- 1 G ½ (DIN 16 288), 1.4301 (SS 304)
- 2 ½ MNPT, ¼ FNPT, 1.4301 (SS 304)

**Process Seal Material (Wetted)**

- F FPM (Viton)

**Accessories**

- 1 None

**Measuring Ranges, Unit**

*Gauge pressure (mbar, bar)* (kPa, MPa)

			Nominal Range	Overload
D10	0...100 mbar	0...10 kPa	0.1 bar	4 bar
D12	0...200 mbar	0...20 kPa	0.4 bar	7 bar
D14	0...400 mbar	0...40 kPa	0.4 bar	7 bar
A1G	0...1 bar	0...100 kPa	1 bar	10 bar
A1H	0...1.6 bar	0...160 kPa	2 bar	18 bar
A1K	0...2 bar	0...200 kPa	2 bar	18 bar
A1Q	0...4 bar	0...400 kPa	4 bar	20 bar
A1R	0...6 bar	0...600 kPa	10 bar	40 bar
A1S	0...10 bar	0...1 MPa	10 bar	40 bar
A1T	0...16 bar	0...1.6 MPa	20 bar	40 bar
A1V	0...20 bar	0...2 MPa	20 bar	40 bar
A1W	0...25 bar	0...2.5 MPa	40 bar a	60 bar
A1X	0...40 bar	0...4 MPa	40 bar a	60 bar
D3W	-20...20 mbar	2...2 kPa	0.1 bar	4 bar
D31	-100...100 mbar	-10...10 kPa	0.4 bar	7 bar
D38	-200...200 mbar	-20...20 kPa	0.4 bar	7 bar
A3E	-1...1 bar	-100...100 kPa	2 bar	18 bar
A3G	-1...3 bar	-100...300 kPa	4 bar	20 bar
A3K	-1...9 bar	0.1...0.9 MPa	10 bar	40 bar

*Absolute pressure (mbar, bar)* (kPa, MPa)

D20	0...100 mbar	0...10 kPa	1 bar a	10 bar
D22	0...200 mbar	0...20 kPa	1 bar a	10 bar
D24	0...400 mbar	0...40 kPa	1 bar a	10 bar
A2G	0...1 bar	0...100 kPa	1 bar a	10 bar
A2H	0...1.6 bar	0...160 kPa	2 bar a	18 bar
A2K	0...2 bar	0...200 kPa	2 bar a	18 bar
A2Q	0...4 bar	0...400 kPa	4 bar a	20 bar
A2R	0...6 bar	0...600 kPa	10 bar a	40 bar
A2S	0...10 bar	0...1 MPa	10 bar a	40 bar
A2T	0...16 bar	0...1.6 MPa	20 bar a	40 bar
A2V	0...20 bar	0...2 MPa	20 bar a	40 bar
A2W	0...25 bar	0...2.5 MPa	40 bar a	60 bar
A2X	0...40 bar	0...4 MPa	40 bar a	60 bar

*Gauge pressure (in H<sub>2</sub>O, psi)*

S4N	0...50 in H <sub>2</sub> O		6 psi	60 psi
S4Q	0...100 in H <sub>2</sub> O		6 psi	100 psi
Q4D	0...1.5 psi g		1.5 psi	60 psi
Q4F	0...5 psi g		6 psi	100 psi
Q4H	0...15 psi g		15 psi	150 psi
Q4K	0...30 psi g		30 psi	260 psi
Q4N	0...50 psi g		60 psi	300 psi
Q4R	0...150 psi g		150 psi	600 psi
Q4S	0...300 psi g		300 psi	600 psi
Q4T	0...500 psi g		600 psi a	850 psi
W6N	-15...15 in H <sub>2</sub> O		1.5 psi	60 psi
W6Q	-80...80 in H <sub>2</sub> O		6 psi	100 psi
W6R	-15...30 in H <sub>2</sub> O		6 psi	100 psi
V6F	-15...1.5 psi g		6 psi	100 psi
V6N	-15...15 psi g		30 psi	260 psi
V6R	-15...30 psi g		60 psi	300 psi
V6S	-15...60 psi g		150 psi	600 psi
V6V	-15...150 psi g		150 psi	600 psi

*Absolute pressure (psi)*

R4D	0...1.5 psi a		15 psi a	150 psi
R4F	0...5 psi a		15 psi a	150 psi
R4H	0...15 psi a		15 psi a	150 psi
R4K	0...30 psi a		30 psi a	260 psi
R4N	0...50 psi a		60 psi a	300 psi
R4R	0...150 psi a		150 psi a	600 psi
R4S	0...300 psi a		300 psi a	600 psi
R4T	0...500 psi a		600 psi a	850 psi



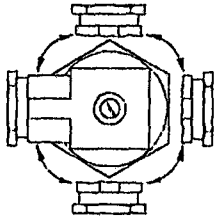
a = Absolute pressure sensors



# Technical Data

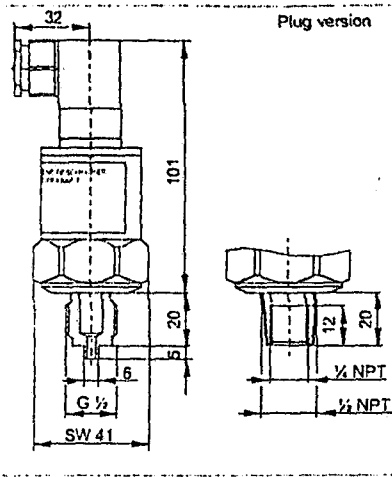
<b>General Specifications</b>	Manufacturer	Endress+Hauser	
	Instrument designation	Cerabar T PMP 131	
<b>Application</b>	Measuring absolute and gauge pressures of gases, vapours and liquids		
<b>Operation and System Design</b>	Measuring principle	The pressure to be measured causes a small deflection of the ceramic diaphragm of the sensor. A change in capacitance proportional to the pressure is measured by electrodes on the ceramic sensor.	
	Modularity	Pressure sensor is optionally supplied with DIN 43650 / ISO 4400 plug or cable end for connecting to a transmitter power supply	
<b>Input</b>	Measured variable	Gauge or absolute pressure	
	Measuring ranges	Max. 40 bar (see Product Structure)	
<b>Output</b>	Output signal	4 ... 20 mA	
	Load	$R_A [\Omega] \leq (U_B - 11 V) / 0.02 A$	
<b>Accuracy</b>	Reference conditions	to DIN IEC 770	
	Rise time	20 ms ( $T_{90}$ time)	
	Measurement deviation (including hysteresis and reproducibility)	0.5% FS	
	Effect of ambient temperature of nominal range	Thermal change of zero point signal between -20 ... +85°C (-4 ... +185°F) typical: 1.5% Thermal change of span between -20 ... +85°C (-4 ... +185°F) typical: 0.8% for rating 0.4 bar ... 40 bar (5.8 psi ... 580 psi) typical: 1.0% for rating 0.1 bar (1.45 psi)	
	Long-term stability	C. 15% per year	
<b>Operating Conditions</b>	<b>Environment</b>		
	Ambient temperature range	-20 ... +85°C (-4 ... +185°F)	
	Storage temperature range	-50 ... 100°C (-58 ... +212°F)	
	Climate class	4K4H to DIN EN 60721-3	
	Ingress protection	With plug: IP 65, with cable end IP 68 (1.8 m/5.9 ft, 30 min)	
	Vibrational resistance	4MS to DIN EN 60721-3	
	Electromagnetic compatibility	Interference emission to EN 50081-1, Interference immunity to EN 50082-2 and 10 V/m to NAMUR industrial standard	
	<b>Medium</b>		
	Limiting temperature range	max. 100°C (212°F)	
	Limiting pressure range	Depends on overload, see Product Structure -Overload- page 2	
	<b>Mechanical Construction</b>	Process connections	See Product Structure -Process Connection- page 2 and Dimensions page 4
		Electrical connection	See Product Structure -Version- page 2 and Electrical Connection page 4
	<b>Materials for Wetted Parts</b>		
	Process connection and housing	1.4301	
	Gasket (internal)	FPM (Viton)	
Process diaphragm	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (aluminium oxide-ceramic)		
<b>Power Supply</b>	Power supply	11 ... 30 V <sub>DC</sub>	
	Ripple	5%	
<b>Supplementary Documentation</b>	Cerabar T PMP 131 Technical Information TI 291P/00/en Cerabar S, Deltabar S System Information SI 020P/00/en Cerabar System Information SI 004P/00/en		

## Dimensions

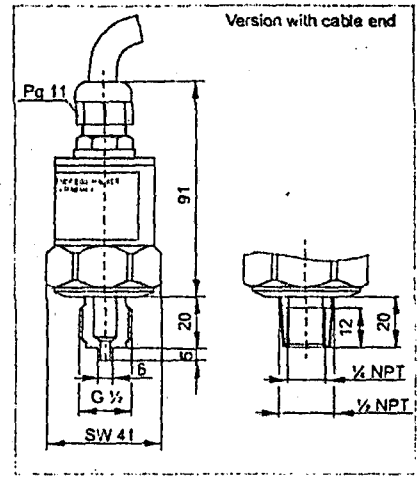


The head of the plug-in housing can be turned through 90° in all directions.

**Dimensions**  
All dimensions are in mm.  
1 in = 25.4 mm  
1mm = 0.039 in

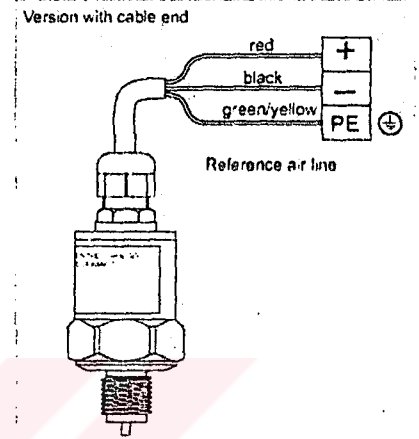
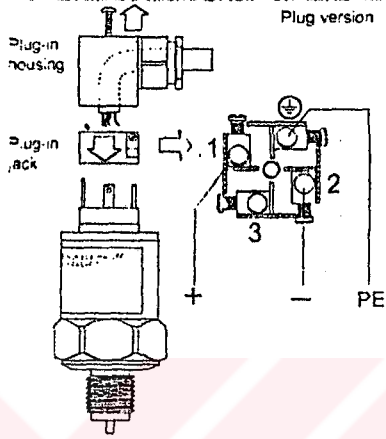


Standard DIN 43650 A/ISO 4400 plug with cable gland 1/2 NPT or Pg 11, IP 65



Permanently attached cable, 5 m, IP 68

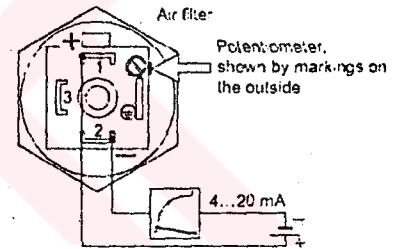
## Electrical Connection



## Operation

### Zero Point Shift

The zero point can be adjusted  $\pm 5\%$  using the potentiometer under one of the screws of the plug-in module.



Endress+Hauser  
SmbH. Co.  
Instruments International  
P.O. Box 2922  
D-72674 Weil am Rhein  
Germany  
Tel: (0 71 21) 975-0  
T: 72309  
Fax: (0 71 21) 975-11  
URL: www.endress.com

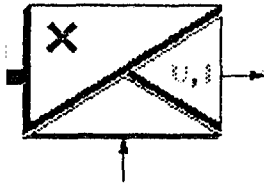
**Ek 5 Akım konvertörü dokümanı**

# ICR Current Transducer up to 5 A with

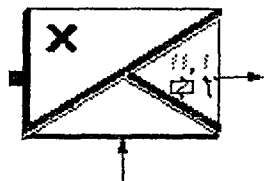
- galvanic isolation input/output
- built in current sensor
- galvanic isolation (power supply)
- dual setpoint module
- true - RMS measurement

In industrial production procedures, load currents must be recorded and then further processed in control units or PLCs. The MCR current transducer converts AC and DC currents of up to 75 A into standard signals of 0–10 V, 0–20 mA or 4–20 mA.

The current is measured with a Hall sensor and galvanically isolated from the out-put signal at the same time. The auxiliary power is isolated and fed directly to the module or via an integrated DC/DC transducer.

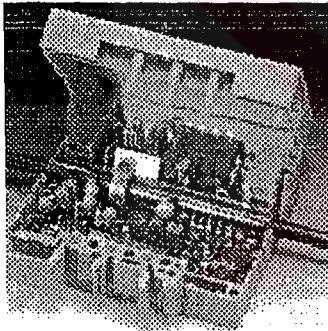


A threshold value that can be adjusted via a rotary switch allows the limit value to be signaled if it is exceeded or insufficient.



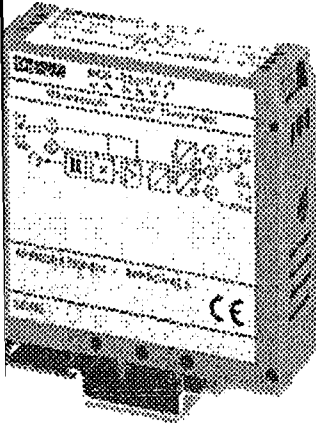
The status is signaled via a floating PDT contact and a transistor output. The respective switching status is displayed via an LED.

The current transducer modules can be snapped onto all commercially available EN 50 022 mounting rails.



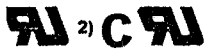
Current measurement with Hall sensor

# CR-S.../U/I...



h signal conversion:

0...20 A / 0...10 V; / 0...20 mA / 4...20 mA	0...50 A / 0...10 V; / 0...20 mA / 4...20 mA	0...75 A / 0...10 V / 0...20 mA / 4...20 mA
--	--	---



3



(IEC)	rigid	flexible	
[mm <sup>2</sup> ]	solid	stranded	AWG
Connection data	0.2-2.5	0.2-2.5	24-14

Description	Input current	Output signal	Module width B [mm]	Type	Order No.	Pcs. Pkt
Current transducer, for converting AC and currents	0...20 A	0...10 V/ 0...20 mA	25	MCR-S20/U/I-0 <sup>1) 2)</sup>	28 08 85 7	1
		0...10 V/ 4...20 mA		MCR-S20/U/I-4 <sup>1) 2)</sup>	28 08 86 0	1
	0...50 A	0...10 V/ 0...20 mA		MCR-S50/U/I-0 <sup>1) 2)</sup>	28 08 93 8	1
		0...10 V/ 4...20 mA		MCR-S50/U/I-4 <sup>1) 2)</sup>	28 08 94 1	1
	0...75 A	0...10 V/ 0...20 mA		MCR-S75/U/I-0	28 08 52 7	1
		0...10 V / 4...20 mA		MCR-S75/U/I-4	28 08 61 1	1



Technical data	MCR.../U/I...		
	S20...	S50...	S75...
<b>Measurement (input)</b>			
Input current (AC/DC)	0...20A	0...50A	0...75A
Type of connection	through conductor 8 mm Ø		
Frequency range	20 Hz ... 1 kHz /DC		
<b>Measurement (output)</b>			
Output voltage / Line/load resistance	0...10 V / $\geq 2 \text{ k}\Omega$	0...10 V / $\geq 2 \text{ k}\Omega$	0...10 V / $\geq 2 \text{ k}\Omega$
Output current / Line/load resistance	0(4)...20mA/ $\leq 500 \Omega$	0(4)...20mA/ $\leq 500 \Omega$	0(4)...20mA/ $\leq 500 \Omega$
Operate time	$\leq 350 \text{ ms}$	$\leq 350 \text{ ms}$	$\leq 350 \text{ ms}$
<b>General data</b>			
Supply voltage	20...30 V DC	20...30 V DC	20...30 V DC
Current consumption	$\leq 70 \text{ mA}$	$\leq 70 \text{ mA}$	$\leq 70 \text{ mA}$
Setpoint adjustment			
Linearization error	1.0 % of end value	1.0 % of end value	1.0 % of end value
Offset error	0.5 % of end value	0.5 % of end value	0.5 % of end value
Scale factor error	0.5 % of M.V.	0.5 % of M.V.	0.5 % of M.V.
Temperature coefficient	$\leq 0.035 \text{ %/K}$	$\leq 0.035 \text{ %/K}$	$\leq 0.035 \text{ %/K}$
Ambient temperature range	0 °C to 55 °C	0 °C to 55 °C	0 °C to 55 °C
Installation position	vertical	vertical	vertical
Standards/regulations	DIN VDE 0160:1988-05; IEC 664/IEC 664A/DIN VDE 0110:1989-01;		
Electromagnetic compatibility	CE - in conformance with EMC guideline 89/336/EEC		
Immunity	EN 50 081-2	EN 50 081-2	EN 50 081-2
Immunity	EN 50 082-2	EN 50 082-2	EN 50 082-2

See Supplementary technical data on request!

#### Material of housing

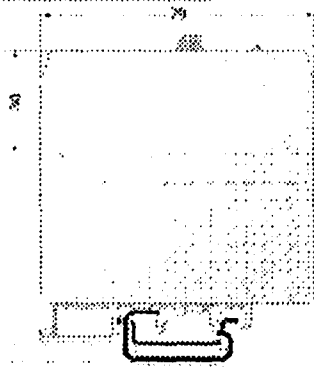
Material: polyamide PA non-reinforced, see product-line info

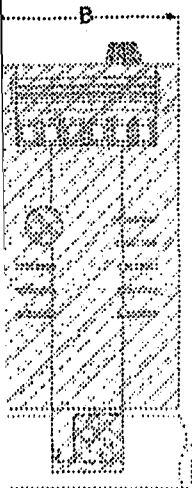
Color: green

Rated value of terminals, see product-line info.

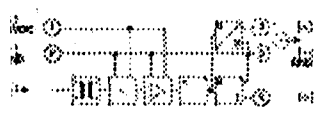
Rated cross section (see product-line info) refers to untreated conductors without ferrules.

#### Dimensional drawing





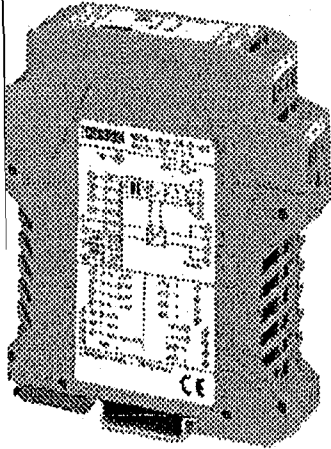
ock diagram



**Ek 6 Gerilim konvertörü dokümanı**



# MCR-VAC-UI-0-DC



for the conversion of AC voltage



3

	(IEC)	rigid	flexible
	[mm <sup>2</sup> ]	solid	stranded AWG
Connection data		0.2-2.5	0.2-2.5 24-14

Description	Output signal $U_A / I_A$	Type	Order No.	Pcs. Pkt
MCR current transducer, for 2 voltages	0... 10 V / 0(4)... 20 mA	MCR-VAC-UI-0-DC	28 11 10 3	1

## Technical data

### Measurement (input)

Output voltage range		0... 370 V AC	0... 250 V AC	0... 170 V AC	0... 120 V AC
Output resistance		370 k $\Omega$	250 k $\Omega$	170 k $\Omega$	120 k $\Omega$
Output voltage range		0... 80 V AC	0... 54 V AC	0... 36 V AC	0... 24 V AC
Output resistance		80 k $\Omega$	54 k $\Omega$	36 k $\Omega$	24 k $\Omega$
Adjustable adjustment:	ZERO	$\pm 20\%$			
	SPAN	$\pm 20\%$			
Rated isolation voltage:	input/output	0... 440 V for floating circuits			
		0... 250 V <sup>1)</sup> for grounded circuits			
	output/supply	50 V			

### Measurement (output)

	$U_A$	$I_A$	$I_A$
Output signal	0... 10 V	0... 20 mA	4... 20 mA

max. output signal		+ 15 V	+ 30 mA	+ 30 mA
line/load resistance		> 10 kΩ	< 500 Ω	< 500 Ω
ripple		< 50 mV <sub>pp</sub>	< 50 mV <sub>pp</sub>	< 50 mV <sub>pp</sub>
<b>General data</b>				
test voltage:	input/voltage	3.3 kV, 50 Hz, 1 min.		
	auxiliary power supply/output	1.0 kV, 50 Hz, 1 min.		
supply voltage		18.5 ... 30.2 V DC		
current consumption		< 45 mA		
transmission error		< 1.5 % of end value		
frequency response		45 Hz-400 Hz		
operate time (0-90 %)		300 ms		
ambient temperature range		-25 °C to 60 °C		
electromagnetic compatibility		CE - in conformance with EMC guideline 89/336/EEC		
Emitted interference		EN 50 081-2		
immunity		EN 50 082-2		

When these values are observed, reliable separation (prEN 50 178/DIN EN 50 178/VDE 0160) between input, output and supply is guaranteed.

**Material of housing**

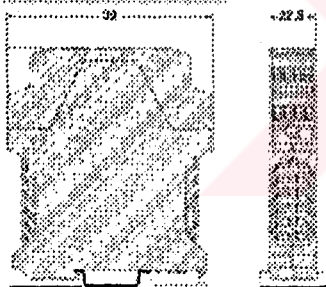
polyamide PA non-reinforced, see product-line info

color: green

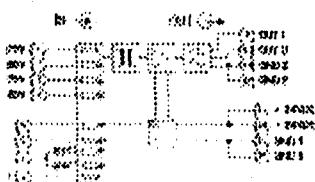
torque value of terminals, see product-line info.

rated cross section (see product-line info) refers to untreated conductors without ferrules.

**Dimensional drawing**



**Block diagram**





## MCR Voltage Transducer Modules for DC/AC with

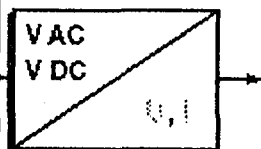
Optoelectronic 3-way isolation

ZERO/SPAN adjustment  $\pm 20\%$

Adjustable voltage ranges

True-RMS measuring

MCR voltage transducers for DC or AC voltage can measure voltage values between 0-20 V DC and 0-660 V DC or 0-20 V AC and 0-440 V AC in several signal ranges and convert them to standardized analog signals. The signal ranges are set via jumpers.

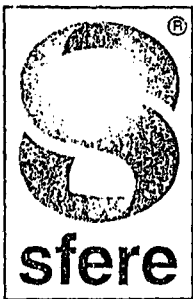


The signal range is set by the input terminations, in part by jumpers. A fine adjustment of ZERO and SPAN of  $\pm 20\%$  allows for an individually defined input setting. There are variants available for DC voltages (MCR-V DC...) as well as for AC voltages (MCR-V AC...).

Measurement tasks, such as the measurement and control of tachometer voltages, the monitoring of supply systems etc., can be carried out with the universal interface. In addition to the technical functionality, the device is especially characterized by the simple connection technique and easy operation achieved with installation in the new ME housing.

The narrow constructional width of 22.5 mm as well as the pluggable COMBICON connections provide a tidy switch cabinet layout and a user-friendly connection.

**Ek 7 Enerji analizörü dokümanı**



# CONVERTER/TRANSMITTER FOR POWER MEASUREMENT TYPE **AW-ARW-AWLB IH**

## FOR ENERGY MEASUREMENT TYPE **EW-ERW**

### FOR ELECTRICAL NETWORKS

- Single-phase
- 3- or 4-wire three-phase
- Balanced or unbalanced load
- Active or reactive power

### FOR SIGNALS AS:

- Alternating
- Deformed with or without DC component
- Pulsed DC
- DC

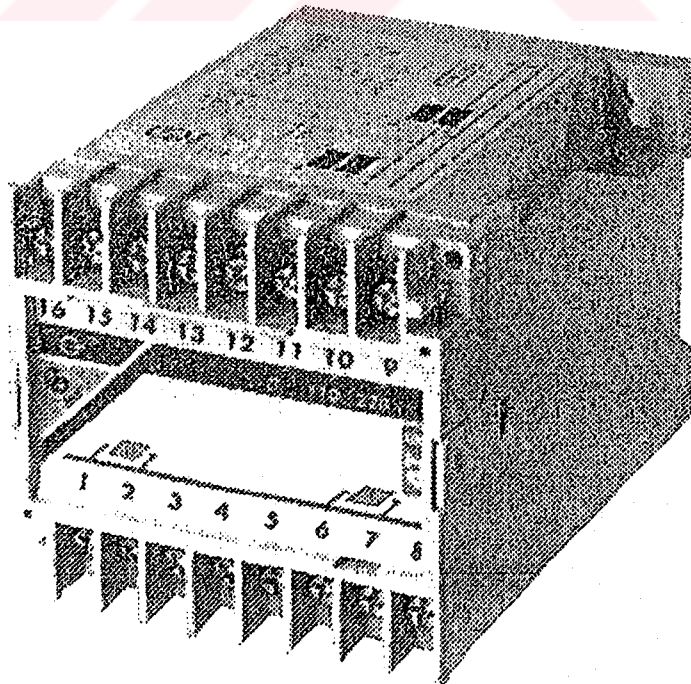
### WORKING

After conditioning, the current and voltage values to an electronic circuit which calculates the output taking into consideration  $\cos \varphi$ .

### FUNCTION

Designed as part of a range of products for the processing of industrial measurement such as: pressure, temperature, speed, power, current, voltage, frequency...

This converter is especially suitable for use in industrial environments. It can be used for transmission to analog and digital indicators, recorders, controllers...which accept standard signals..

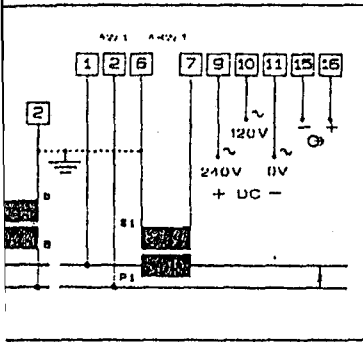


# POWER MEASUREMENT

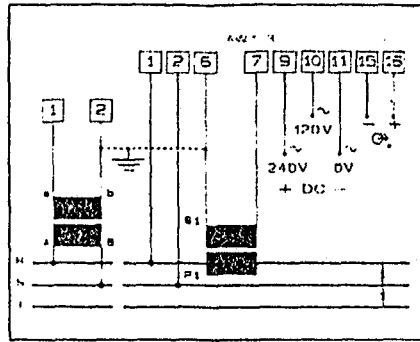
CURRENT TYPE		ALTERNATING SINUSOIDAL CURRENT													
		BALANCED SINGLE AND THREE PHASE					UNBALANCED THREE PHAS								
		ACTIVE		REACTIVE			ACTIVE		REACTIVI						
		AW 1	AW 1-3	AW 1-4	ARW 1	ARW 1-3-4	AW 2	AW 3	ARW 2	AR					
		ETX0032	ETD0013	ETX0033	ETX0032	ETX0031	ETX0043	ETD0010	ETX0043	ETD					
NETWORK		Single phase		Balanced three phase			Single phase		Balanced three phase			Unbalanced three phase			
				3-wire		4-wire			3- or 4-wire		3-wire	4-wire	3-wire	4-w	
Nominal voltage UEN		57V or 100V or 220V or 380V													
Nominal current IEN		1 or 5A													
Overload	UEN	1,2 UEN permanently, 2 UEN/1s													
	IEN	1,4 IEN measurable, 2 IEN permanently, 10 IEN/5s													
Frequency		50Hz (60Hz or 400Hz on request)													
Consumption		1 VA current circuit. 1 VA voltage circuit													
Current or Voltage output		Bidirectional! 0 = 20mA or 4-20mA or 4-12-20mA (max. load 500 Ohms) 0 = 10V (min. load 5kOhms)					Bidirectional! 0 = 20mA or 4-20mA or 4-12-20mA 0 = 10V (min. load 5kOhms)								
Sample factor		0,5%													
Response time		300ms nominal (100ms to 30s on request)													
Accuracy class		0,5													
Isolation		Standard between Input U/ Input I/ Output/ Power supply													
Power supply		Bivoltage by internal selection: 115 and 230 VAC; -10 to -10%; In option : 24VDC-48VDC-100 to 127VDC ± 20% except AWLB II													
Consumption		4VA (AC) 4W (DC)					5VA (AC) 5W (DC)								
Electric state		2kV/50Hz/1mn - 500VAC permanently; except AWLB IH and IH1-3 : 1500VAC / 210;													
Operating T°		-10 to -60 °C													
Mechanical		Case					AT100								
Mechanical		Case for mounting on rail din, Wiring by screw terminal for wire sections: 2x2,5mm													
Options		Other power supply, other inputs and outputs , varnished c													

① Load max. 900 Ohms for a power supply at -10%.

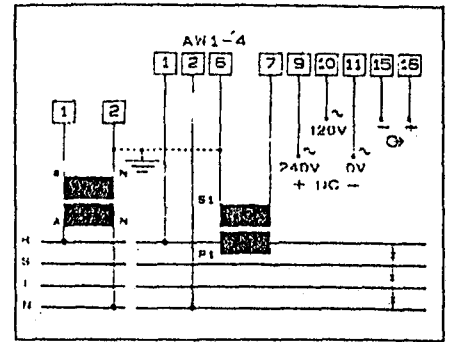
■ Isolation Input/Output and Inputs/Power supply 1500VAC/2100VDC permanently. Output/Power supply: 2k



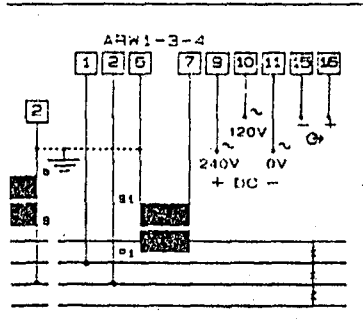
ETX0013  
Balanced three phase 3-wire wattmeter.



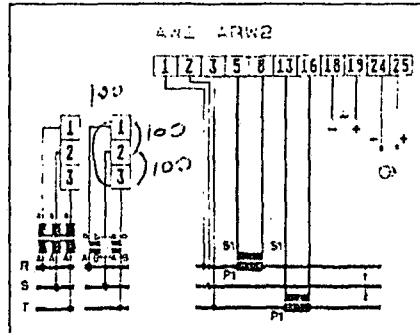
ETX0033  
Balanced three-phase 4-wire wattmeter.



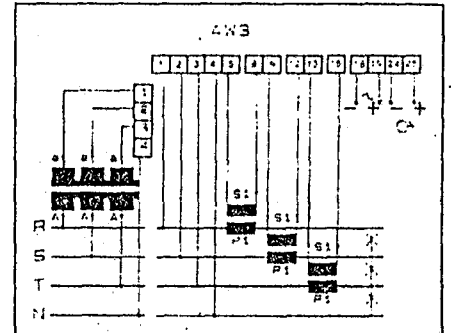
ETX0043  
Unbalanced three phase 3-wire wattmeter and varmeter.



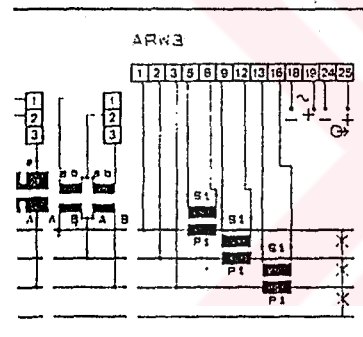
ETX0010  
Unbalanced three phase 4-wire wattmeter.



ETB0002  
Single phase wide band or DC wattmeter.



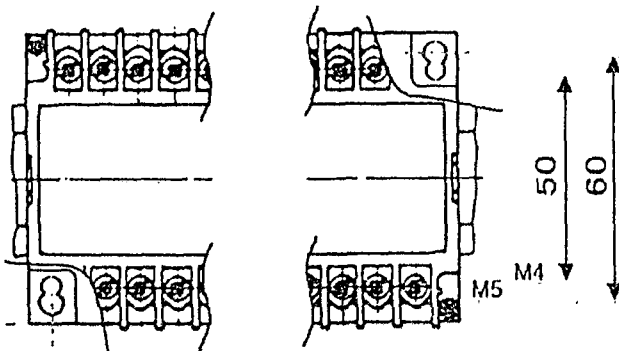
ETB0003  
Unbalanced three phase 3-wire wide band wattmeter.



ETB0001  
Balanced three phase 4-wire wattmeter.

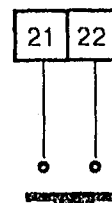
← L = 75 (AT100)

← L = 150 (AT150)

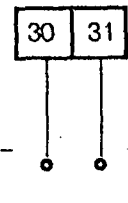
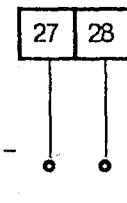


1 - AT150 case - Depth: 112mm  
Mounting on symmetrical DIN rail or screw fixing in a control box.

RAZ  
of totalizer  
by external contact



Outputs EW - ERW



PULSES

FREQUENCY



# ENERGY MEASUREMENT

The converters for 3- or 4- wire unbalanced network have an output to measure the power and or energy: EW2, EW3, ERW2, ERW3. Their inputs features are the same as AW2, AW3, ARW2, ARW3 inputs. Four types of outputs are available.

REPORTED CURRENT OR CONTINUOUS AND VARIABLE FREQUENCY	
ACTIVE	
3 PH	AWLB IH1-3
0002	ETB0003
3-phase	Balanced three-phase
Continuous	3-wire

±5V to 0-500VAC or VDC
30mV on external shunt or 5A on internal shunt
EN permanently, 3IEN / 1s
DC wide-band at 1kHz AC to 10kHz on request)
Impedance circuit: 10 kOhms/V Current circuit: shunt 100mV

Inputs ●
5 If current is sinusoidal depending on the current distortion
Between Input/ Output/ Power supply

5VA
Input/Output

Available.
------------

IVAC permanently

FUNCTION	FEATURES	TYPE
Analog output	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instantaneous power image</li> <li>- Bidirectional output voltage 0 to ±10V, Load min. 2 kOhms</li> <li>- Bidirectional output current: 0 to ±20mA or 4-20mA. Load max. 500 Ohms</li> <li>- Accuracy class 0,5</li> </ul>	A
Pulse output	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energy image</li> <li>- Static relay output: 60V - 250mA, from 0-16 to 0-8000 pulses/hour for the full scale (to specify), modifiable by internal jumper and adjustment by potentiometer on front.</li> <li>- Control led on front.</li> <li>- Pulse time: 100ms nominal (from 20ms to 1s on request).</li> <li>- Accuracy class 0,5</li> </ul>	C
Frequency output	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 to 10kHz for the full scale (0-1kHz to 0-10kHz on request).</li> <li>- Accuracy class 0,5.</li> <li>- 24V square waveform nominal on min. load 1,5 kOhms</li> <li>- Cyclic ratio 0,5.</li> <li>- Not isolated from the analog output.</li> </ul>	F
Totalizer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energy display</li> <li>- Pulses counter (LCD 8 digits on front).</li> <li>- Lithium battery backedup.</li> <li>- Reset by external contact.</li> </ul>	T

To obtain the product's reference, add the option's code to the basic name. Ex: EW2 AC.

All options can be installed simultaneously. Ex.: EW2 ACFT.

Note: to install the totalizer option "T", the user needs the counter option "C" in standard.

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	05.04.1976	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1990-1993	Fatih Vatan Lisesi
Lisans	1994-1998	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1998-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. Anabilim Dalı, Elektrik Programı

**Çalıştığı kurum(lar)**

1998-2000	ELMAK A.Ş.	Otomasyon Proje Mühendisi
2001-Devam ediyor	KOMBASSAN A.Ş.	3E Grup Mühendisi

