

**PLC KONTROLLÜ VİDALI SUSUZLANDIRMA PRESİ
TASARIM VE İMALATI**

Ercüment YAĞCI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2006
ANKARA**

Ercüment YAĞCI tarafından hazırlanan PLC KONTROLLÜ VİDALI SUSUZLANDIRMA PRESİ TASARIM VE İMALATI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makina Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Faruk MENDİ

Üye : Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN

Üye : Doç. Dr. Yusuf ÖZÇATALBAŞ

Üye : Doç. Dr. Ramazan ÇITAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir GÜLLÜ

Tarih : 26.09.2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

**PLC KONTROLLÜ VİDALI SUSUZLANDIRMA PRES
TASARIM VE İMALATI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Ercüment YAĞCI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül 2006**

ÖZET

Bu çalışmada; PLC kontrollü, vidalı susuzlandırma presinin tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Vidalı susuzlandırma presi, bir ürünün içinde barındırdığı değerli içeriğin alınması veya atık suyun içindeki suyun alınarak posasının susuz olarak atılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmış ve imal edilmiştir. PLC kontrollü otomasyon sistemi sayesinde, presleme işleminin tam ve sağlıklı olarak yürütülebilmesi için motor akımına bağlı hidrolik baskı plakası basıncı ve motor devri ayarı tamamen otomatik olarak yapılabilmektedir. Üretimi yapılan pres; seri üretime uygun, 10 ton/saat kapasiteli, arıtma suyu atık çamuru, meyve suyu, pancar posası, nişasta, haşhaş gibi değişik ürünlerin susuzlandırılabilmesine uygun, motor gücü 45 kW/h olacak şekilde tasarlanmıştır. İmal edilen pres iki farklı üründe denenmiş ve deney sonuçları açıklanmıştır. Ayçiçeği küspesinin yağını almak için yapılan denemede başarı sağlanamazken pancar posasıyla yapılan denemede ürün içindeki suyun %38' i alınmıştır.

Bilim Kodu : 708.3.028
Anahtar Kelimeler : Vidalı susuzlandırma presi, PLC, Nem oranı, Pancar posası
Sayfa Adedi : 99
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN

**DESIGN AND MANUFACTURE OF
DEWATERING SCREW PRESS CONTROLLED BY PLC
(M. Sc. Thesis)**

Ercüment YAĞCI

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
September 2006**

ABSTRACT

In this study, the designing and manufacturing of the dewatering screw press controlled by PLC with has been performed. The dewatering screw press has been designed and manufactured so as obtaining the valuable content of a good or disposing the pulp without juice by dewatering the waste water. Thanks to the PLC controlled automation system, the pressure and motor cycle adjustment of the hydraulic pressing plate is fully performed automatically depending on the engine current in order to perform the pressing procedure completely and properly. The manufactured press has been designed so as proper for the mass production, with 10 ton/hour capacity, proper for the dewatering of the various products such as refinement water's waste mud, fruit juice, beet pulp, starch, hashish, at 45 kW/h engine power. The manufactured press has been tried in two different products and the experiment results are explained. As the experiment, which was executed to extract the oil from sunflower bagasse, was not successful, 38% of the juice from beet pulp was obtained during the experiment.

Science Code	: 708.3.028
Key Words	: Dewatering screw press, PLC, Moisture proportion, Beet pulp
Page Number	: 99
Adviser	: Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca büyük sabırla değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN' e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli aileme, ayrıca bu tezin gerçekleşmesi için bilgi ve emeklerini benden esirgemeyen başta iş ortağım İlyas GÖZÜBATIK ve diğer tüm iş arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	3
3. SUSUZLANDIRMA.....	12
3.1. Susuzlandırma İşleminin Amacı.....	12
3.2. Susuzlandırma Makineleri	13
3.2.1. Tikiner.....	13
3.2.2. Filtre susuzlandırma presleri.....	14
3.2.3. Bant filtre susuzlandırma presleri.....	15
3.2.4. Santrifüj (Rotary) susuzlandırma presleri.....	15
3.2.5. Vidalı susuzlandırma presleri.....	15
4. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROL SİSTEMLER.....	16
4.1. PLC Kullanmanın Amacı.....	19
4.2. Genel Uygulama Alanları.....	20
4.2.1. Sıra (Sequence) kontrol.....	21

	Sayfa
4.2.2. Hareket kontrolü.....	21
4.2.3. Süreç denetimi.....	21
4.2.4. Veri yönetimi.....	21
4.3. Tipik Bir PLC'nin Bölümleri.....	24
4.3.1. Güç kaynakları.....	25
4.3.2. Merkezi işlem birimleri.....	26
4.3.3. Kartların takıldığı raflar.....	28
4.4. Bellek Dizaynı	34
4.4.1. I.Grup bellekler.....	35
4.4.2. II. Grup bellekler.....	35
4.5. Programlama cihazları (programming devices).....	37
4.6. PLC Sistemlerinin avantajları.....	37
4.7. PLC ile röleli sistemlerin karşılaştırılması.....	38
4.8. PLC'ler ile bilgisayar kontrollü sistemlerin karşılaştırılması.....	38
4.8.1. Yazılım.....	38
4.8.2. Donanım.....	39
4.8.3. Hafıza.....	40
4.9. Bilgisayar ile PLC programlarının farkı.....	41
5. HİDROLİK.....	42
5.1. Hidroliğin Temel İlkeleri.....	43
5.2. Hidrolik Akışkanlar.....	44
5.3. Yağda Aranılan Özellikler.....	45

Sayfa

5.3.1. Yapışkanlık (Viskozite).....	45
5.3.2. Yağlama yeteneği.....	46
5.3.3. Oksidasyon.....	46
5.4. Yağların Önemli Fiziksel Özellikleri.....	48
5.5. Hidrolik Borular ve Hortumlar.....	50
5.6. Depo ve Donanım.....	51
5.6.1. Filtreler.....	51
5.6.2. Diğer donanımlar.....	52
5.6.3. Depolar.....	52
5.6.4. Doldurma ve havalandırma filtresi.....	54
5.7. Hidrolik Silindirler.....	54
5.7.1. Tek etkili silindirler.....	55
5.7.2. Özel silindirler.....	55
5.7.3. Çift etkili silindirler.....	56
5.8. Sızdırmazlık Elemanları.....	56
5.9. Hidrolik Pompalar.....	57
5.9.1. Kanatlı pompa.....	58
5.9.2. Dişli pompa.....	58
5.9.3. Pistonlu pompa.....	59
5.10. Valfler.....	60
5.10.1. Yön denetim valfleri.....	60
5.10.2. Basınç denetim valfleri.....	61
5.10.3. Akış denetim valfi.....	61

Sayfa

6. MATERYAL METOD	63
6.1. Vidalı Susuzlandırma Presi.....	63
6.1.1. Gövde.....	67
6.1.2. Elek.....	70
6.1.3. Helis Şaftı ve helis.....	70
6.1.4. Baskı kovanı.....	72
6.2. HİDROLİK SİSTEM.....	74
6.2.1. Silindirler.....	74
6.2.2. Hidrolik nite.....	75
6.3. PLC.....	77
6.3.1. Vidalı susuzlandırma presinin PLC yazılımı ve açıklaması.....	78
6.3.2. Kontrol paneli.....	82
7. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	86
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKLAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	99

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Giriş/çıkış (I/O birimleri).....	32
Çizelge 5.1. Yapışkanlık indeksi (Viscosity Index).....	45
Çizelge 6.1. 316Ti paslanmaz çeliğin kimyasal özellikleri.....	68
Çizelge 6.2. Ostenitik Paslanmaz Çelikler Karşılaştırma Tablosu.....	68
Çizelge 6.3. 316Ti paslanmaz çeliğin fiziksel özellikleri.....	68
Çizelge 7.1. Akım-basınç değerleri.....	87
Çizelge 7.2. Akım-nem oranı değerleri.....	88
Çizelge 7.3. Bloklama hali basınç-motor akımı değerleri.....	89
Çizelge 7.4. I. Deneysel çalışma basınç-motor akımı değerleri.....	90
Çizelge 7.5. II. Deneysel çalışma basınç-motor akımı değerleri.....	92

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. PLC Genel blok şeması.....	17
Şekil 4.2. Elektrik devresinin PLC’de ladder olarak gösterimi.....	19
Şekil 4.3. PLC ana bölümleri.....	24
Şekil 4.4. CPU 944’ün iç yapısı.....	26
Şekil 5.1. Hidrolik devrede enerji dönüşümü.....	44
Şekil 5.2. Yapışkanlık indeksi “VI” grafik gösterimi.....	46
Şekil 6.1. Vidalı susuzlandırma presi çalışma şeması.....	63
Şekil 6.2. Vidalı susuzlandırma presi ana gövdesi.....	67
Şekil 6.3. Vidalı susuzlandırma presi genel ölçüleri	69
Şekil 6.4. Helis şaftı genel ölçüleri.....	72
Şekil 6.5. Baskı kovanı ölçüleri.....	73
Şekil 6.6. Yazılan programın ladder diyagramı.....	79
Şekil 6.7. Vidalı susuzlandırma presi otomatik çalışma prensibi.....	84
Şekil 6.8. Vidalı susuzlandırma presi manuel çalışma prensibi.....	85
Şekil 7.1. Hidrolik baskı plakası basıncının akıma etkisi grafiği.....	87
Şekil 7.2. Vidalı susuzlandırma presinde presleme sırasındaki ürün çıkış nemi akım ilişkisi grafiği.....	88
Şekil 7.3. Preste bloklama halinde hidrolik baskı basıncı ile motor akımı arasındaki ilişki.....	89
Şekil 7.4. I. Deney çalışması hidrolik baskı basıncına bağlı motor akımı grafiği	91
Şekil 7.5. II. Deney çalışması hidrolik baskı basıncına bağlı motor akımı grafiği.....	92

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1 Çift etkili hidrolik silindir.....	56
Resim 5.2. Kanatlı pompa.....	58
Resim 5.3. Pistonlu tip hidrolik pompa.....	59
Resim 5.4. Eksenel pistonlu pompa.....	60
Resim 5.5. Yön değiştirme valfi.....	61
Resim 6.1. Vidalı susuzlandırma presinin önden görünüşü	65
Resim 6.2. Vidalı susuzlandırma presinin arkadan görünüşü.....	66
Resim 6.3. Vidalı Susuzlandırma Presi Tahrik Grubu	66
Resim 6.4. Vidalı susuzlandırma presi gövde imalatı.....	69
Resim 6.5. Elek	70
Resim 6.6. Helis şaftı ve helis.....	71
Resim 6.7. Baskı kovanı.....	73
Resim 6.8. Hidrolik silindir.....	75
Resim 6.9. Hidrolik Ünite.....	76
Resim 6.10. PLC Kontrollü vidalı susuzlandırma presi kumanda panosu.....	77
Resim 6.11. V280 model entegre dokunmatik panelli PLC.....	78
Resim 6.12. VisiLogic OPLC IDE programının ana sayfası.....	78
Resim 6.13. Sistemde kullanılan dokunmatik kontrol paneli.....	82
Resim 6.14. Kontrol paneli ikinci değer tablosu.....	83
Resim 7.1. Vidalı susuzlandırma presinin deneme için hazırlanması.....	86
Resim 7.2. Vidalı susuzlandırma presi deneme çalışması.....	86
Resim 7.3. Kurutma öncesi pancar posası.....	93

Resim	Sayfa
Resim 7.4 Kurutma sonrası pancar posası.....	94

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
ρ	Yoğunluk, kg/dm ³
m	Kütle, kg
V	Hacim, dm ³
η	Viskozite, Ns/m ²
ΔV	Isıl genleşme
V_0	Başlangıç hacmi, dm ³
γ	Genleşme sayısı
Δt	Sıcaklık farkı
K	Sıkışma hacimsel esnek modülü
Kısaltmalar	Açıklama
CPU	Central Processing Unit
I/O	Input/Output
PLC	Programmable Logic Controller

1. GİRİŞ

Dünyamızda her geçen gün tükenen enerji kaynakları, yüksek enerji ve işçilik maliyetleri daha ekonomik üretimler için bilimsel çalışmalarla yeni teknolojiler geliştirmektedir. Bu teknolojik gelişmeler sayesinde üretilen makineler verimliliği arttırmakta, enerji ve işçilik maliyetlerini düşürmekte daha da önemlisi ürün kalitesini arttırmaktadır.

Vidalı susuzlandırma presleri ürünün içindeki suyun alınma proseslerinde tüm dünyada yeni bir teknoloji olup 1980’li yılların ortalarından itibaren kullanımına başlanmıştır. Vidalı susuzlandırma presleri sayesinde ürün işleme yöntemi daha ekonomik ve kullanışlı hale geldiğinden bir çok sektörde kullanımı için çalışmalar yapılmaktadır. Vidalı susuzlandırma presleri üretimde büyük enerji tasarrufu sağlamasının yanı sıra ürün atıklarının içerisinde barındırdıkları değerli materyallerin geri kazanılması, atıkların çevreye vereceği zararların azaltılması, işçilikte kolaylık ve daha kaliteli ürün sağlamaktadır.

Vidalı susuzlandırma presleri; pancar posasının kurutma öncesi neminin ve posanın içinde barındırdığı şekerin alınması, mısır nişastası elde etmede mısırın neminin ve içinde barındırdığı nişastanın alınması, kağıt endüstrisinde kağıt hamurunun suyunun alınması, Atık su arıtma tesislerinde atık çamurun suyunun alınması, bir kısım meyvelerin suyunu elde etmede ve sağlık sektörü için büyük önem taşıyan haşhaştan baz morfin elde edilmesinde kullanılmaktadır.

Vidalı susuzlandırma presleri üretilmeden önce susuzlandırma işlemi daha yüksek maliyetler ile veya daha zahmetli yöntemlerle yapılmaktaydı bir kısım işlemlerde de yeterli susuzlandırma gerçekleştirilemiyordu. Bu preslerin üretilmesinin ardından susuzlandırma prosesinde düşük maliyetlerle yüksek kapasiteli ve daha kaliteli susuzlandırma sağlanmaktadır.

Tasarımı ve imalatı yapılan vidalı susuzlandırma presi ülkemizin değişen ihtiyaçları göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Son yıllarda ülkemizde yoğun olarak tesis

edilmeye başlanan arıtma tesisleri, daha modern ve ekonomik yöntemlerle şeker elde etmek için yapılan devasa boyuttaki pancar işleme yatırımları, her geçen gün sayısı artan nişasta üretim tesisleri, kağıt ve kağıttan elde edilen ürün tesisleri, meyve suyu üretim tesisleri ve dünyada yasal olarak sağlık sektörü için haşhaştan baz morfin elde etmek için kurulmuş iki tesisten biri ülkemizde olan alkaloid tesisleri susuzlandırma proseslerinde bu presleri kullanma ihtiyacı duymakta ve daha çok az bir kısmı vidalı susuzlandırma preslerini büyük bedeller ödeyerek yurt dışından getirmektedir. Ürettiğimiz vidalı susuzlandırma presi sayesinde yurt dışına bağımlı olmaktan çıkıp daha uygun maliyetler ve yerli ekonomik kaynaklarımızı kullanarak susuzlandırma prosesinde dünya standartları yakalanmış olacaktır. Ayrıca tüm dünyada gelişmiş ülkelerde çok az sayıda üretilen vidalı susuzlandırma preslerinden farklı olarak ürettiğimiz preste ilk kez hidrolik baskı ünitesi ve motorun çektiği akıma göre iç basıncı arttırmaya ve azaltmaya yönelik otomasyonu sağlayacak bir PLC sistemi oluşturulmuştur.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Vidalı susuzlandırma presleri, son zamanlarda endüstrinin bir çok alanında kullanılmaya başlanmış ve gerçekleştirdiği işlevi ile gerek milli ekonomiye katkısı ve gerekse çevreye sağladığı faydalar nedeniyle gelişmiş ülkelerde bir çok proseslerde tercih edilmeye başlanmıştır.

Shirato ve arkadaşları bir vidalı pres içinde sulu çamurun sürekli olarak preslenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmada iki düz levha arasında yol olarak değiştirilen salyangoz kanalı ile, sulu çamurun sürekli olarak çıkarılması amacıyla bir vidalı presin sürekli iş görme verimini tahmin edebilmek için yaklaşık bir yöntem tarif etmişlerdir. Bir sulu çamurun vidalı susuzlandırma presi ile çıkarılması, iki sudan arındırma mekanizmasını gerektirmektedir. Bir sulu çamurun vidalı susuzlandırma presi ile posasının çıkarılması ve sudan arındırma işlemi, değişken basınç, değişken hızlı filtrasyon teorisi ve konsolidasyon teorisi yoluyla analiz edilebilir. Preslemenin, grup süreçlerinin peşpeşe gelmesinden dolayı oluşan, temel denklemler, dehidrasyon oranı, besleme oranı ve sabit alanlı, düz incelen bir vidalı pres içinde sıkıştırma basıncı dağılımı arasındaki münasebetle ilgili olarak elde edilmektedir. Salyangoz kanalı içindeki filtre keki kalınlığı ve konsolide hale getirilmiş kek içindeki akış dağılımı, önceden verilmiş bir basınç dağılımı ve besleme oranı bakımından hesaplanır ve kekin katı konsantrasyonu ve boşaltma oranı tahmin olunmaktadır. Salyangozun, sulu çamurun büyük ölçüde sudan arındığı kritik dönüş hızı, salyangozun dış çapı ve holezonik açısı ile önemli ölçüde etkinmektedir. Teorik sonuçlar, besleme içinde 0,31–0,46’lık bir konsantrasyona sahip kirli sulu çamurlar konusundaki deneysel verilerle iyi bir uyum içinde olduğunu bildirmişlerdir [1].

Kenny ve arkadaşları Kanada kağıt hamuru ve kağıt sanayi ile ilgili yaptığı araştırmada birçok yeni ikincil işleme sistemlerinin tesis olunmasının ardından bir dizi uğraştırıcı hususlarla yüz yüze olduğunu tespit etmiştir. Bunlardan sulu çamuru sudan arındırma en önemlisidir. Şu anda kullanılmakta olan sudan arındırma sistemlerinin en yaygın türleri, vidalı pres ve kayışlı prestir. AST sahipleri ve

operatörleri, sulu çamur sudan arındırma işlemleri konusunda daha fazla dikkat edilmesini gerektiren sürekli uğraşacak hususlarla karşılaştırmışlardır [2].

Knight ve arkadaşları; Yumuşatılmış sulu çamurun mekanik olarak sudan arındırılması ile ilgili bir çalışma yaparak beldedeki mevcut sulu çamur işleme işlemleri, ısıtılmalı oksijensiz yumuşatma, santrifüj havada kurutmadan oluştuğunu tespit etmişlerdir. Genel olarak sulu çamur işleme katarı içindeki kritik birim işlemi, mekanik olarak sudan arındırma safhasıdır. Tipik olarak, beldenin mevcut santrifüjleriyle sulu çamuru sudan arındırma, % 15’lik katı madde içeren bir kek üretmektedir. Mekanik olarak sulu çamuru sudan arındırma makinelerinin 4 farklı türü, bu makinelerin mevcut santrifüjlerden elde olunandan daha fazla katı madde ihtiva eden kekler üretilip üretmeyeceğini belirlemek üzere, bir pilot test programı içinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Test edilen makineler, geleneksel yatay, sağlam çanaklı santrifüj tasarımını değiştirilmiş 2 versiyonu, bir vidalı pres ve bir diyaframlı filtreli pres idi. Değiştirilmiş 2 santrifüj, ortalama katı madde oranları sırası ile % 20 ve % 29,4 olan kekler üretti. Vidalı pres, ortalama katı madde oranı % 17,5 olan kek üretti ve diyaframlı filtreli pres ise, ortalama katı madde oranı % 29,4 olan bir kek üretti. Pilot test programına dayalı olarak, değiştirilmiş tasarımı tam ölçekli santrifüj makineleri kullanarak bir test değerlendirme programı uygulandı. Bu test programının ilk sonuçları, santrifüjlerin % 30’a yaklaşık olarak denk ya da bundan daha fazla katı maddeli bir kek üretebileceğini teyit etmişlerdir [3].

Williams ve arkadaşları evsel atık suları “Sudan Arındırma İşleme ve Gübre Haline Getirme” ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Kırsal belde Thompson, New York’ un sudan arındırma ve gübre yapımı tesisi beldenin şu anki bir MGD kapasiteli ileri düzey Kiamesha Gölü atık su işleme tesisinde bulunmaktadır. Sulu çamur işleme şu anda bir kıyı gölüne boşaltarak sudan arındırmayı ve arazi dolumunu kapsamaktadır. Söz konusu tesis, yapışan katı maddelerin ve BOD’ nin çoğunu almak suretiyle atık gübre çamurunu ön işleme tabi tutmaktadır. Gübre çamuru poli – elektrolitle düzenlenmekte ve sıvı maddeden birlikte gelen katı maddelerin ve BOD’ nin çoğunu ayıran vidalı bir pres üzerinde mekanik olarak sudan arındırılmaktadır. Sıvı filtrasyon ürünü, BOD’nin daha da azaltılması için

havalandırılmakta ve sonra, ham atık su (lağım suyu) ile işleme tabi tutulmaktadır. Suyu alınmış katı gübre keki, daha sonra ağaç talaşları ile karıştırılmakta ve basınçlı hava statik istifleme süreci ile gübreye çevrilmektedir. Tesisin çalışması çok başarılı olduğunu kanıtlamıştır. Somat Vidalı Presini kullanan düşük katı yağ düzeyli yerel evsel atık suların sudan arındırılması, küçük ölçekli tesisler bakımından uygun bir teknoloji olarak görünmektedir. Sudan arındırma ekipmanı, katı maddenin % 20 üzerinde kuru artık çamur keki üretmiş ve % 85 – 90 arası takılan katı madde yakalama oranı vermiştir. Gübreleme ile ilgili statik istif yöntemi, eyalet ve PFRP koşullarını karşılamak üzere gerekli bir ısı seviyesini vermiştir. Mamül gübre, her yönden eyalet esaslarına uymaktadır. Fakat hafifçe yükselmiş bakır seviyelerinin görüldüğü az orandaki numune alım durumları görüldüğü kadarı ile, su besleme hatları içindeki bakır borulardan bakırın sızması sonucudur. Sistemin ekonomisi çok olumludur. Böyle bir tesis, kütle maddesi olarak iş yeri artıklarını ya da tarama yoluyla kurtarılan ağaç talaşları kullanarak işletildiği takdirde ve gübre kullanıcılara satıldığı takdirde, septaj işleme maliyeti, şu anki 1000 galon / 55 \$'dan önemli ölçüde azalacaktır. Bu tesisin başarılı şekilde işletilmesi, kırsal beldeler için böyle bir sistemin uygulanabilirliğini göstermektedir [4].

Barnhill ve arkadaşları, sulu çamuru sudan arındırma ile ilgili bir araştırma yapmıştır. Washington su kemeri bölümü, ABD'de bulunan en büyük 100 su arıtma tesisinden 57'sinin sulu çamurlarını ve yıkama suyunu en yakın yüzey suyu kaynağına bıraktığını rapor etmiştir. Belediyelerin atık suyu ve su tesislerinden gelen atık su akışları, nihai olarak atma öncesinde işlem yapılmasını gerektirmektedirler. En iyi nihai olarak elden çıkarma, önceden bir yada birden fazla sudan arındırma adımı ile yapılmalıdır. Sudan arındırma derecesi ve yumuşatma gerekliliği, arazi dolumu, yakma, kıyı gölüne boşaltma ya da denize dökme gibi elden çıkarma yöntemleriyle belirlenir. sudan arındırma konusunda en iyi tekniği seçmede aşağıda yer alan faktörler dikkate alınacaktır. Önceden uygulanabilir tecrübenin varlığı, insan gücü ihtiyacı, gerekli operatör becerisi, kontroller, tehlikeler ve bağımlılık gibi ekipman işletmesi işletme ve sermaye maliyetleri, kokular yada kimyasal işleme gibi uygulama sorunları; kirlilik kontrolü ile ilgili mevzuat kuralları, ayrıntıları verilen teknikler, santrifüjleme, vakumlu filtrasyon, gravite ile sulu çamurun sudan

arındırılması, sulu çamur konsantrasyonu, basınçlı filtrasyon ve kayışlı filtre prosesi ya da dikey vidalı pres kullanma yoluyla sulu çamurun sudan arındırılmasını kapsadığını bildirmiştir [5].

Krieger ve arkadaşları, Iskarta maddeler ve sulu çamuru sudan arındırma alanında yeni gelişmeleri, yüksek hızlı kağıt makinelerini ve yeni yaklaşımları değerlendirmişlerdir. Fabrikalar, elden çıkarma masraflarının arttığı bir dönem içinde, ıskarta maddeler ve sulu çamuru sudan arındırma yeterliğinin artırılması ile önemli tasarruflar sağlanabileceğini bildirmişlerdir. Bir dönüşüm fabrikasının, üretilen kağıdın her tonu için 130 Sterlin kadar elden çıkarma masrafı ile karşılaşabileceği tahmin edilmektedir. Bu değer atık konusunda kuru içeriğin ortalama olarak % 50'sidir. Bu sonuçla, Kufferath, R & D' yi ıskarta maddelerin ve sulu çamurun nihai kuruluk içeriğini artırmaya odakladı. Bu makale, yakın yıllarda vidalı pres teknolojisindeki gelişimleri tarif etmekte ve müteakip gelişimlere değinmektedir. Iskarta maddelerin sudan arındırılması konusunda tork, nihai kuruluk içeriğinde % 10'luk bir artış elde etmek üzere; atık madde esaslı bir besleme içinde % 55' ten % 65'e; 8.000 Nm' den 40.000 Nm' ye yükseltildi. Şimdi, elyaf içeriğini azaltmaya önem verilmektedir. - % 60' tan % 10'a indirme, kuruluk içeriğin; % 20 kadar artıracaktır. Kufferath, sulu çamurun sudan arındırılması konusunda, çok değişkenlik gösterebilen ve sudan arındırma üzerine olumsuz bir etkiye sahip olabilen sulu çamur özelliklerine göre ayarlanabilen bir vidalı pres geliştirdi. En yüksek kuruluk ancak, sulu çamurun yeterli bir kesme gücüne sahip olması ile elde edilebilmektedir ve bu özellik renk pigmentleri, kaplama, dolgu maddeleri, biyolojik sulu çamur ve çökeltilmiş sulu çamur gibi belirli unsurlarla zarara uğratılmaktadır. Kufferath, düşük kesme güçlü sulu çamurlarla baş edecek bir vidalı pres geliştirmektedir [6].

Cıfuentes ve arkadaşları, Su sümbülünü (*Eichhornia Crassipes*) susuz bırakma ile ilgili vidalı pres tasarım parametrelerini incelemişlerdir. Çabuk yayılan zararlı ot su sümbülü bir hasat makinesi ile kontrol altına alınabilir ve kaldırma masrafları, zararlı otun gıda unsurlarını pazarlamak suretiyle dengelenmektedir. Su sümbüllerini hasat etmede ve elden çıkarmada başlıca sorun, yüksek su ihtiva etmeleridir. Muhtelif

ıkarma yöntemlerinden vidalı pres kullanımı sürekli işlemesi ve az bakım gerektirmesi nedeniyle avantajlıdır. Yarıapların gövde ile koruyucu kaplama arasındaki açıklığa yakınlaştığı muhtelif silindirler kullanmak suretiyle etkin bir vidalı pres yansıtılmaktadır. Delikli bir metal i kaplama, delikli kaplamayı yansıtmaktadır. Prese sürülen madde boyutu ve pres içindeki kesme eylemi ile kek rotasyonu, yeterliği ifade etmede önemli faktörlerdir. Silindir yarıçapı arttıķça ve kaplamanın açık alan (mevcut boşaltma alanı) yüzdesi azaldıkça, sıkıştırılan sıvı yüzdesi de azalmaktadır. En iyi presleme süresi (presi tutma süresi) 40 saniyedir. Arzu edilen sıvılaştırma derecesini elde etmek üzere, pres içindeki hacim değişikliği oranını hesaplama amacıyla bir ilişki verilmektedir. Madde basıncı ve kek spesifik hacmi ile ilgili iki empirik denklem elde etmişlerdir [7].

Fitzgerald ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada Vidalı presle su arındırmanın, masrafa yol açan giderme sorununu çözdüğünü bildirmişlerdir. Bir vidalı pres kullanarak sudan arındırma süreci ile işkembe gübresi atığı işleme ve elden çıkarma sorunu giderilmiştir. Cross Brothers Meat Packers, Inc. firması her gün 550 ile 600 büyükbaş hayvan kesmektedir. Her hayvan, % 82 su ve ileri düzeyde yüksek BOD ihtiva eden 40 ile 50 libre arası işkembe gübresi ihtiva etmektedir. Arazi dolumu ile elden çıkarma, tesisin birincil arıtıcısı ile işleme tabi tutmak ve pişirme yoluyla sudan arındırma kabul edilemez bulunmuştu. İşkembe gübresi ile ilgili olarak tatmin edici şu anki işlemlere ve elden çıkarma süreci, (1) kısmen sudan arındıran vibrasyon eleği /nem % 70'e indiriliyor (2) delikli cidarlı siloya giden bir konveyör (3) kurutucu vidalı pres (nem % 40 – 45'e düşürüldü) ve (4) kanında ilave olduğu grup pişirici (nem % 8'e indirildi) alternatiflerinden oluşmaktadır. Araştırma, kalan yan ürünleri hayvan yemi olarak kullanma imkanı üzerinde yapılmaktadır. Bu sudan arındırma sisteminin kullanımından beri, belediye atık giderme ilave bedel masrafları her mahalle için birķa bin Dolar düzeyinde azaldığını tespit etmişlerdir [8].

Nichols ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Mürekkep ıkarma tesisi sulu çamurunun sudan arındırılmasında Vidalı pres yapmak gerekir mi yoksa gerekmez mi? Sorusunu araştırmışlardır. Bir mürekkepten arındırma tesisi, önemli ölçüdeki kağıdın arazi

dolgunasına gitmesini önlese de, hala tesisten atılması gerekli büyük miktarlarda sulu çamur bulunmaktadır. 200 ton günlük bir karma ofis atığı kaliteli kağıt boya giderme tesisi için sulu çamur miktarı, 70 fırın - kuru ton / gün kadar olabilir. Sulu çamur sudan arındırma konusunda sıklıkla sorulan en büyük soru “Bir vidalı pers mi yoksa bir kayışlı pres mi kullanayım?” şeklindedir. Çalışmada boya arıtma tesisi sulu çamurlarının muhtelif türlerini sudan arındırma konusunda vidalı pres ile kayışlı filtre presleri kullanımı arasındaki farklılıklar ayrıntılı olarak verilmektedir. Araştırma, işletme ve ekonomi konularında odaklaşmıştır. Nihai atık arazi dolumu; yakma; kurutma; araziye yayma; gübre yapma olmak üzere, yüksek, orta ve düşük küllü sulu çamurlar konusunda iki tür sulu çamuru sudan arındırmadan istifade etme arasındaki masraf farkını hesaplamak üzere bir model de yansıtılmaktadır [9].

Jing ve arkadaşları, Vidalı persle sudan arındırma alanında işletme parametrelerini incelemişlerdir. Üç farklı vida türlü küçük ölçekli bir laboratuvar vidalı presi yapıldı: ikisi, değişken alanlı, sabit – çap gövdeli ve her birim uzunluk itibarıyla farklı basamak sayılı ve biri, sabit alan basamaklı fakat incelen gövdeli. Sabit silindirik elek ve dış pres maddesi toplama odacığı, pres boyunca ilerler şekilde numuneler almak üzere çıkış boruları ile 4 ayrı ve eşit bölüme ayrılmıştı. Elyaf türü, giriş elyaf konsantrasyonu, besleme oranı ve besleme basıncı tüm olarak değişken olabiliyordu. Vida hızı ve geri basınç da değiştirilebiliyordu. Veriler, geniş alandaki koşullar üzerinden, ağartılmış yayımlı çama ait kraft kağıt hamurunun sudan arındırılması ile ilgili olarak yansıtılmıştır. Vidalı pres dönüş hızı, 27 ile 71 dev/dak, arasında değişmekteydi. Kağıt hamuru giriş stok konsantrasyonu % 1,68 ile 3,50 arasında ve besleme basıncı 0,4 ile 6,8 kPa arasında değişim göstermişti. Elde edilen çıkış stok konsantrasyonu, yüzde 14 ile 23 arasında değişim göstermişti. Sudan arındırma yeterliği, % 78,0 ile 92,4 arasında olmuştu. Motor güç tüketim verileri, her saat için girdi kağıt hamuru süspansiyonunun her kilogram için kilowatt cinsinden (kw / kg / h) verilmişti. Muhtelif işletme engelleri ile ilgili etkileşim etkileri verilmişti. Sudan arındırma oranı verileri, besleme ucunun bir fonksiyonu olarak yansıtılmıştı. Muhtelif akış ve sudan arındırma mekanizması tarif olundu ve en iyi performans kriterlerine esas olan faktörler özet olarak verildi. Elde edilen sonuçlar, vidalı presin

performans ve en iyi işletme koşullarını sağlamak bakımından presin her bölgesinin etkinliği hususunda bazı anlayışlar sunmaktadır [10].

Sparapany ve arkadaşları, İstatistiksel analiz yapmak suretiyle vidalı prosesle sudan arındırmanın en iyi hale getirilmesi için bir çalışma yapmışlardır. Vidalı pres kullanmak suretiyle kağıt fabrikası biyo – katı maddelerinin / kayıp elyafı sudan arındırmanın yeterliğine birçok faktör etki edebilir. Biyo – katı maddeler, sudan arındırılması en zor katı maddelerdir ve elyaf kurtarma süreçleri alanındaki iyileştirmelerle, sudan arındırılan biyo–katı maddelere kıyasla kayıp elyaf oranı genel olarak azalmaktadır. Vidalı presle sudan arındırmanın yeterliğini korumak ya da iyileştirmek bakımından polimer işleme programı değerlendirilebilir ve gerekmesi halinde değiştirilebilir. Ancak, vidalı presle sudan arındırma parametrelerini değiştirme de, sudan arındırmanın yeterliğini önemli ölçüde iyileştirebilir. Kek katı maddeleri, girdiyle alakalı kek çıktısı, polimer talebi ve filtreden geçen sıvı berraklığı üzerinde işletme değişkenlerinin etkisini belirlemek üzere iki vidalı pres uygulaması üzerinde deneysel bir tasarım işletilmiştir. Elde edilen verilerle ilgili analiz, vidalı presin, kek katı maddelerini muhafaza ederken artan biyo–katı maddelerin yüklenmesinin üstesinden gelmek üzere en iyi hale getirilebileceğini göstermiştir. Belirli işlemsel koşullar altında kek ve polimer dozajı korunabilmektedir. Yapılan analizler, değişkenlerin birbirine bağımlı olduklarını göstermiştir. Bir değişkeni değiştirme, sudan arındırma alanında bir iyileştirme elde etme hususunda, diğer işlemsel parametreler alanında gerekli değişikliklere yol açabileceği bildirilmiştir [11].

Kim ve arkadaşları, gıda ve diğer süspansiyonların elektro akustik olarak sudan arındırılması ile ilgili bir araştırma yapmışlardır. Gıda işleme sanayi, geleneksel mekanı sudan arındırma makinelerinin etkinliğinin sınırlı olması nedeniyle, buharlaştırmalı kurutma konusunda büyük bir enerji kullanıcısıdır. Batelle Elektro – akustik Sudan Arındırma (EAD) yöntemi, elektrik ve ultrasonik alanları yükleme yoluyla, mekanik olarak sudan arındırma makinelerin performansını artırmaktadır. Gıda işleme sanayi, National Food Processors Association (NFPA) (Ulusal Gıda İlemleri Birliği) ve iki ekipman satıcısı ile işbirliği içinde EAD’ nin yararlarını

göstermek üzere iki safhalı bir geliştirme programı yapılmıştır. I. Safha içinde, bir dizi gıda süspansiyonları üzerinde laboratuvar ölçekli araştırmalar yapıldı. Süreç, II. Safha içinde, küçük ticari ölçeğe kadar çıkarıldı. Bir dizi gıda maddesiyle ilgili EAD teknik fizibilitesi, gıda özelliklerine ters yönde etki etmeksizin, bu rapor konusu olan bu safha içinde başarılı şekilde gösterilmektedir. Battelle ile 2 ekipman satıcısı arasındaki artık çabalar sayesinde iki proses araştırma ünitesi (PRU'lar) tasarımı ve teşkil yapıldı. 0.5 metre genişliğindeki bir kayış pres, elma lapası, tahıl lifi ve tahıl gluteni üzerinde, iki gıda işletmecisi tarafından sağlanan yerlerde test edilmiştir. Portakal lapası üzerinde yüksek hızlı bir turunçgil suyu hazırlayıcı (vidalı pres ve santrafünün karma bir şekli) test edilmiştir. Testler, müşterek olarak Battelle, ekipman satıcıları, NFPA ve gıda işlemcileri tarafından yapılmıştır. Elma ve turunçgil suyu ürünleri gıda işlemcileri ve NFPA tarafından analiz edilmiştir [12].

Biyolojik arıtma işlemi sonucunda ortaya çıkan çamurların, insanlara ve çevreye değişik zararları bulunmaktadır. İçerdiği organik maddeler, mikroorganizmaların çoğalmasına fırsat tanır. Bu mikroorganizmalar değişik hastalıklara yol açacağından bu çamurların mutlaka düzenli depolama alanlarına taşınması gerekmektedir. Ancak hiçbir işleme tabi tutulmamış çamurun taşınması ve depolanması, katı madde (KM) oranının çok düşük olmasından dolayı pek akılcı bir yaklaşım değildir [13].

Atıksu arıtma tesislerinin çeşitli kademelerinde oluşan arıtma çamurları, uygulanan arıtma yöntemine ve giriş atık su karakteristiğine bağlı olarak farklı özellikler göstermektedir. Atık su arıtımında tüm dünyada en çok uygulanan biyolojik arıtma yöntemi olan aktif çamur prosesleri, önemli miktarlarda biyolojik çamur üretimine neden olmaktadır. Bu çamurların işlenmesi, iletimi, gerekli hijyen ve mekanik kaliteyi sağladıktan sonra bertaraf edilmesi gibi temel işlemleri kapsayan biyolojik çamur yönetimi; proses tasarımı, kontrolü, optimizasyonu ve ekonomisi gibi nedenlerden dolayı, çamur karakteristiklerinin uygun yöntemler kullanılarak analiz edilmesine gereksinim duymaktadır [14].

Çamurun işlenmesinin zorluğu ve ekonomisi, çamur susuzlaştırma ünitelerinden sonra oluşan son üründe kalan su miktarıyla direkt olarak ilgilidir. Bu nedenle;

çamur yönetiminde, daha yüksek kuru madde içeriğine sahip bir materyalin elde edilmesi önemli bir amaç olarak ortaya çıkmaktadır [14]. Böyle bir materyalin eldesi çok kolay olmamakla birlikte, arıtma tesislerinde zaman içerisinde özellikleri sürekli değişen farklı çamurların susuzlaştırılmasında kullanılan mevcut susuzlaştırma ekipmanının verimli bir şekilde işletilebilmesi için uygun şartlandırıcı kimyasalın kullanımı ve kontrolü belki de tek etkili yöntem olarak görülmektedir [15].

3. SUSUZLANDIRMA

3.1. Susuzlandırma İşleminin Amacı

Susuzlandırma işlemi; genel olarak bir katının içinde bulunan sıvının alınması olarak tanımlanabilir.

Günümüzde susuzlandırma işlemi bir çok sektörde farklı amaçlar için yapılmaktadır. Kimi sektörlerde susuzlandırma işlemindeki amaç çamur halindeki atığın içinde bulunan sıvının alınması ve ayrılmış katı posa ve sıvının çevre için zararsız hale getirilmesi, kimi sektörlerde ise içine çözünürlüğünü arttırmak için çeşitli kimyasallar katılarak ph seviyesi ayarlanmış sıvı katılmış ürünlerin preslenerek içinde barındırdıkları değerli materyallerin alınmasında kullanılmaktadır.

Çamur atık içindeki sıvının alınması amacı ile susuzlandırma işlemi, özellikle çevreye zarar vermemek için yapılmaktadır. Bu nedenle, özellikle çevre bilinci oluşmuş gelişmiş ülkelerde atık suyun arıtılması ve atık çamurunun içindeki suyun alınması büyük önem taşımaktadır. Çünkü atık çamur içerisinde çevreye ciddi zarar veren mikroorganizmalar barındırmaktadır ve suyu alındığında katı atık daha zararsız hale gelmekte ve böylece kullanılabilir hale gelmektedir. Böyle bir işlemde ortaya çıkan su halindeki atık ise çeşitli kimyasal işlemlerle arıtıldıktan sonra tekrar kullanılabilir hale gelmektedir. Böylece, bir yandan çevreye verilebilecek zararın önüne geçilirken bir yandan da mevcut kaynakların daha faydalı kullanılarak ülke ekonomisine hiçte göz ardı edilemeyecek kadar büyük katkılar sağlanmaktadır. Bu amaçla yapılan susuzlandırma işlemi; atık su arıtma tesisleri, kağıt üretim tesisleri, pastörize yumurta üretim tesisleri ve seramik tesisleri gibi bir çok tesiste kullanılmaktadır.

Ürün içindeki değerli ürünün alınması için yapılan susuzlandırma işlemi ise daha farklı bir prosesi gerektirmektedir. Burada yapılan işlem bir ürünün içerisindeki değerli materyali alabilmek için öncelikle ürünün kullanılabilirliğini bozmayacak bir miktar kimyasalla karıştırılmış sıvıda (genellikle kireçli su) bekletilerek ph

seviyesi arttırılarak daha sonra suyunun alınması işlemidir. Böylece ürünün, içinde barındırdığı değerli içeriği kendi suyundan alınmış olur. Bu işlemdeki en önemli beklenti ürünün içindeki değerli içeriği mümkün olan en fazla miktarda alabilmek, yani katı atık içindeki değerli içeriği en aza indirmektir. Bu susuzlandırma işlemi nişasta üretim tesisleri, modern şeker fabrikaları ve alkoloid fabrikalarında uygulanmaktadır.

3.2. Susuzlandırma Makineleri

Susuzlandırma işleminde kullanılan makine, işletmelerin ihtiyaçlarına göre ve teknolojik gelişmelerin artmasıyla çeşitlenmeye başlamıştır. Önceleri arıtmaya yönelik susuzlandırma işlemlerinde Tikinerler ve filtre presler kullanılırken günümüzde vidalı presler, bant filtre presler ve santrifüj presler de kullanılmaya başlanmıştır. Aynı şekilde ürünün içeriğini alma işlemlerinde başlangıçta yalnızca filtre presler varken bugün bu işlemler için yine vidalı presler, bant filtre presler ve santrifüj presler de kullanılmaktadır. Meyve suyu elde etmede kullanılan susuzlandırma presleri meyvenin türüne göre hidrolik baskılı veya vidalı susuzlandırma presleri olabilmektedir.

Günümüzde susuzlandırma işlemlerinde, yukarıda belirtilen makinelerin her biri farklı düşüncelerle ve ihtiyaçlara göre tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Bu makinelerin her birinin diğerine göre avantajlı ve dezavantajlı yönleri bulunmaktadır. Bu makinelerin belirgin özellikleri aşağıda belirtilmektedir.

3.2.1. Tikiner

Arıtma sistemlerinde kullanılan susuzlandırma sistemidir. Günümüzde de atık su arıtma tesislerinin en önemli makinelerindendir. Tikinerler yalnızca susuzlandırma işlemi için tercih edilmezler asıl tercih sebepleri çamurun çökeltilmesi amaçlıdır. Burada tikinerden bahsedilmesinin sebebi daha önceleri susuzlandırma sistemleri bu kadar gelişmeden önce atık su arıtma sistemlerinde tikinerlerin sıvıyla katıyı ayırıştırma işleminin başlı başına kabul görüyor olmasıdır. Ancak günümüzde atık su

arıtma sistemlerinde tikinerlerden sonra muhakkak yukarıda belirtilen susuzlandırma preslerinden birisi kullanılmaktadır.

Tikinerler yapısal olarak çok büyük çaplarda imal edilirler. Çaplarının büyük olmasının sebebi çökelmenin tamamen kimyasal işlemlerle yapılıyor olmasından dolayı yavaş gerçekleşmesi zaman kaybına neden olduğundan ve sürekli atık su girişi olduğundan tikiner hacmi mümkün olduğu kadar yüksek tutulmaktadır. Böylece hacim büyütülerek çökeltme zamanı kazanılmaktadır. Çökelen çamur pompa vasıtasıyla tesisten uzaklaştırılmaktadır. Ancak bu çamur çok sulu bir çamur olmaktadır. Sulu çamur çevreye zarar verdiğinden tikinerden sonra susuzlandırma işlemi yapılmazsa bu çamurun atılacağı bir çamur atık barajı oluşturulmaktadır. Bu nedenle günümüz teknolojisinde tikinerlerden sonra kesinlikle ilave bir susuzlandırma işlemi yapılmaktadır.

3.2.2. Filtre susuzlandırma presleri

Atık su arıtma sistemlerinde, tikinerden sonraki susuzlandırma işlemlerinde en eski ve yaygın kullanılan makinelerdir. Günümüzde hala üretilmekte ve geliştirilmektedir. Ancak kullanım zorluğundan ve kapasiteleri oldukça düşük olduğundan dolayı işletmelerce eskisi kadar rağbet görmemektedir. Bu makinenin çalışma prensibi; bir kabin içine yerleştirilmiş olan filtre torbalarının yüzeyine gönderilen çamurun veya ürünün filtre torbaları üzerine yapıştıktan sonra el ile, hidrolik veya mekanik olarak torbaların sıkıştırılması ile torbalara birikmiş olan suyun boşaltılması ve katı atığın torbalara takılı kalarak sıkma işleminden sonra temizlenerek tekrar kullanılması şeklinde anlatılabilir. Anlatımdan da anlaşılacağı üzere her üç sıkmadan sonra filtre torbası değiştirileceği ve bu torbaların sürekli temizlenmesi gerektiği düşünülürse filtre preslerin kullanımı oldukça zor olmasının yanı sıra çalışması çok fazla kesiklidir.

3.2.3. Bant filtre susuzlandırma presleri

Sürekli çalışma esasına dayalı olarak imal edilmişlerdir. Günümüzde en fazla tercih edilen susuzlandırma preslerindendir. Kapasiteleri çok yüksek olup kullanımları oldukça kolaydır. Otomasyonla çalışmaya uygundur. Bakımları kolaydır. Atık su arıtma tesislerinde tiki ner sonrası susuzlandırma da ve meyve suyu üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu makinenin en büyük dezavantajı sık bakım istemesidir.

3.2.4. Santrifüj (Rotary) susuzlandırma presleri

Yüksek devirde katı sıvı ayrıştırma işlemi yapacak şekilde tasarlanmışlardır. Susuzlandırma işlemlerinde geliştirilen en son makinedir. Bakımı ve kullanımı kolay olup enerji maliyetleri düşüktür.

3.2.5. Vidalı susuzlandırma presleri

Tasarımını ve üretimini yaptığımız tipteki preslerdir. Kullanımı kolay olup otomasyona uygundur. Sürekli (kesintisiz) çalışma prensibine uygun olarak imal edilirler. Kullanım maliyetleri düşüktür. Bakımı kolay olup uzun zaman bakım istemez. Maliyeti santrifüj ve bant filtre preslere göre daha uygundur. Kullanım alanı yukarıda belirtilen diğer makinelere göre çok daha fazladır. Atık su arıtma tesislerinde tiki ner sonrası susuzlandırmada, meyve suyu üretiminde, şeker fabrikalarında pancar posasının suyunun alınmasında ve en önemlisi haşhaş içindeki baz morfinin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Yani diğer susuzlandırma makinelerinin başaramadığı ve başaramayacağı proseslerde vidalı susuzlandırma presi mutlak başarı sağlayabilmektedir.

4. PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROL SİSTEMLER

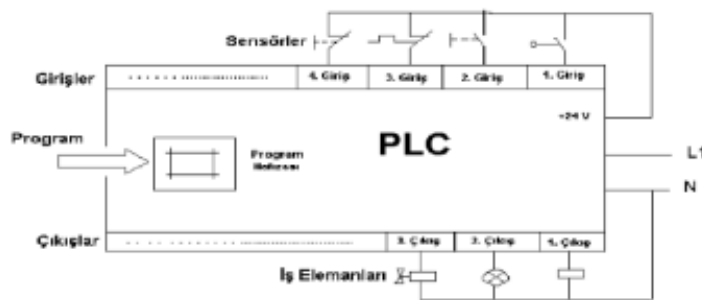
Endüstriyel uygulamaların her dalında yapılan genel amaçlı kumanda ve otomasyon çalışmalarının bir sonucu olan PLC tekniği, kullanıcılara A'dan Z'ye her türlü çözüm getirebilen çok amaçlı bir teknoloji alt grubudur.

PLC “Programlanabilir Lojik Kontrolör” İngilizce kelimelerinin baş harflerinin PLC alınarak kısaltılması ile oluşur. Endüstriyel uygulamaların her dalında yapılan genel amaçlı kumanda ve otomasyon çalışmalarının bir sonucu olan PLC tekniği, kullanıcılara A'dan Z'ye her türlü çözümü getiren komple bir, teknoloji alt grubudur. 25 yıl önce sanayi uygulamalarında kullanılmaya başlanmış ve son 10 yıldır IDEC, FESTO, MITSUBISHI, SIMATIC, TOSHIBA, SIEMENS, WESTING HOUSE, GENERAL ELECTRIC, GEC gibi firmaların, tabanı ve programlama mantığı birbirine çok yakın, kendi aralarında değişik üstünlükler ile ayrılan PLC sistemlerini geliştirmeleri ile, otomatik kontrol sistemlerinde, hız, kontrol, güvenlik, ürün kalitesi yanı sıra, yeni bir ürün imali için kumanda devrelerinin yeniden oluşturulması montajı ve bağlantıları yerine sadece PLC programlama ile giderilmesi çok büyük bir avantaj sağlamıştır. Bu da PLC tabanlı kontrol sistemlerinin endüstriyel otomasyon, devrelerinden vazgeçilmez bir sistem olarak kullanılmasını ve her geçen gün yeni özellikler ile güncelleştirilmesi gereğini doğurmuştur.

Endüstriyel kontrolün gelişimi PLC'lerin gerçek yerini belirlemiştir. İlk önce analog kontrolle başlayan, elektronik kontrol sistemleri zamanla yetersiz kalınca, çözüm analog bilgisayar adını verebileceğimiz sistemlerden, dijital kökenli sistemlere geçmiştir. Dijital sistemlerin zamanla daha hızlanması ve birçok fonksiyonu, çok küçük bir hacimle dahi yapılabilmeleri onları daha da aktif kılmıştır. Fakat esas gelişim, programlanabilir dijital sistemlerin ortaya çıkması ve mikroşlemcili kontrolün aktif kullanıma geçirilmesinin bir sonucudur. Mikroşlemcili kontrolün, mikroşlemci tabanlı komple sistemlere yerini bırakmak zorunda kalması, Z80 ile aylarca süren tasarlama süresinin yanında, baskı devre yaptırmak zorunda kalınması ve en küçük değişikliğin bile ağır bir yük olmasının sonucudur. İşte bu noktada PLC'ler hayatımıza girmeye başlamıştır.

Programlanabilir lojik kontrolörlerin çıkışı 60'li yılların sonu ile 70'li yılların başlarına dayanır. İlk kumanda kontrolörleri bağlantı programlamalı cihazlardı. Bu cihazların fonksiyonları, lojik modüllerin birbirine bağlantı yapılarak birleştirilmesi ile gerçekleştiriliyordu. Bu cihazlarla çalışmak hem zordu, hem de kullanım ve programlama olanakları sınırlıydı. Bugünkü PLC'ler ile karşılaştırıldığında son derece basit cihazlardı. PLC'lerin ortaya çıkarılma amacı, röleli kumanda sistemlerinin gerçekleştirdiği fonksiyonların mikroişlemcili kontrol sistemleri ile yerine getirilebilmesidir. Lojik temelli röle sistemlerine alternatif olarak dizayn edildiklerinden PROGRAMLANABİLİR LOJİK KONTROLÖR (Programmable Logic Controller) adı verilmiştir. İlerleyen zaman içinde çeşitli firmalar muhtelif kapasitelerde PLC'ler üretmişlerdir. Bu firmalar arasında Mitsubishi, Toshiba gibi firmalar küçük tipte, kapasite bakımından alt ve orta sınıf PLC'ler üretmişlerdir. Siemens, Omron, Allen-Bradley, General Electric, Westinghouse gibi firmalar da PLC sistemlerini daha geniş bir tabana yayarak alt, orta ve üst sınıflarda PLC'ler üretmişlerdir [16].

PLC bir bilgisayara benzetilirse; girişlerinde mouse ve klavye yerine basit giriş bağlantıları vardır. Yine çıkışlarında ekran yerine basit çıkış bağlantıları vardır. Girişlere bağlanan elemanlara sensör, çıkışlara bağlanan elemanlara da iş elemanı denir.



Şekil 4.1. PLC Genel blok şeması [17]

Üstteki şekildeki blok diyagramda gösterildiği gibi PLC sensörlerden aldığı bilgiyi kendine göre işleyen ve iş elemanlarına göre aktaran bir mikroişlemci sistemidir. Sensörlere örnek olarak, herhangi bir metali algılayan endüktif sensör, PLC girişine

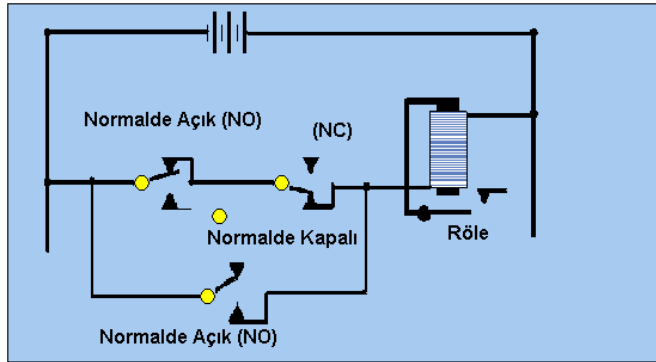
uygun gerilim vermede kullanılan buton ve anahtarlar verilebilir. İş elemanları için PLC çıkışından alınan gerilimi kullanan kontaktörler, bir cismi itme veya çekmede kullanılan pnömatik silindirleri süren elektro-valfler, lambalar uygun örneklerdir. PLC sistemi Analog-Digital giriş/çıkış bağlantılarıyla bir çok makine ve sistemi kontrol eder ve bu amaçla sayısal işlemleri, zamanlama, sayıcı, veri işleme, karşılaştırma, sıralama, kendi bünyesinde 8-16 bit data transferi ile programlama desteği sağlamış, giriş bilgilerini kullanarak, çıkış ünitelerine atayan giriş-çıkış, bellek, CPU ve programlayıcı bölümlerinden oluşan entegre sistemdir. Cihaz içerisinde ayrıca çok sayıda dahili (yardımcı-saklayıcı) röleler, zaman röleleri bulunmaktadır [17].

Bir PLC ile kontrol sistemlerinin oluşturulması için gerekli işlemler;

- a) Kontrol probleminin tanımlanması, ifade edilmesiyle sorunun kağıda dökülmesi,
- b) Sorunun çözümü için gerekli program veya fonksiyonların belirlenmesi,
- c) Programın time zaman ve dalga şekilleriyle çalışırlığının kontrolünün yapılması
- d) Programın Diyagrama aktarılması (LADDER STL, SCL, FBD)
- e) Programın yazılması olarak sıralanabilir.

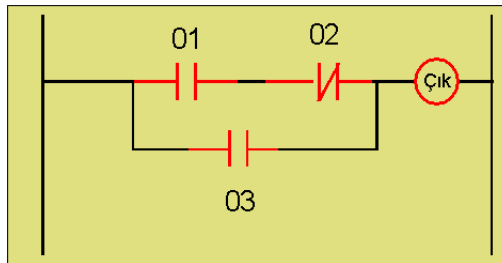
Örneğin; En yaygın programlama dili olarak Merdiven (LADDER) kullanılır. Fakat kompleks uygulamalarda ve yoğun matematiksel ve sisteme ilişkin blok yazılımı gerektiren programlarda STL daha ön plana çıkmaktadır. Şimdi Ladder (Merdiven) Diyagrama oldukça basit bir örnekle göz atalım;

Şekildeki elektrik devresi;



(a)

Ladder olarak şu şekilde gerçekleştirir



(b)

Şekil 4.2. (a) Elektrik devresinin (b)PLC’de Ladder olarak gösterimi [17]

4.1. PLC Kullanmanın Amacı

Genel olarak PLC, endüstri alanında kullanılmak üzere tasarlanmış, dijital prensiplere göre yazılan fonksiyonu gerçekleyen, bir sistemi ya da sistem gruplarını, giriş çıkış kartları ile denetleyen, içinde barındırdığı zamanlama, sayma, saklama ve aritmetik işlem fonksiyonları ile genel kontrol sağlayan elektronik bir cihazdır. Aritmetik işlem yetenekleri PLC'lere daha sonradan eklenerek bu cihazların geri beslemeli kontrol sistemlerinde de kullanılabilmeleri sağlanmıştır.

PLC sistemi sahada meydana gelen fiziksel olayları, değişimleri ve hareketleri çeşitli ölçüm cihazları ile belirleyerek, gelen bilgileri yazılan kullanıcı programına göre bir değerlendirmeye tabi tutar. Mantıksal işlemler sonucu ortaya çıkan sonuçları da kumanda ettiği elemanlar aracılığıyla sahaya yansıtır. Sahadan gelen

bilgiler ortamda meydana gelen aksiyonların elektriksel sinyallere dönüşmüş halidir. Bu bilgiler analog ya da dijital olabilir. Bu sinyaller bir transduserden, bir kontaktöre yardımcı kontağından gelebilir. Gelen bilgi analog ise, gelen değerin belli bir aralığı için, dijital ise sinyalin olması ya da olmamasına göre sorgulama yapılabilir. Bu hissetme olayları giriş kartları ile, müdahale olayları da çıkış kartları ile yapılır.

PLC ile kontrolü yapılacak sistem büyüklük açısından farklılıklar gösterebilir. Sadece bir makine kontrolü yapılabileceği gibi, bir fabrikanın komple kumandası da gerçekleştirilebilir. Aradaki fark sadece kullanılan kontrolörün kapasitesidir. PLC'ler, bugün akla gelebilecek her sektörde yer almaktadır. Kimya sektöründen gıda sektörüne, üretim hatlarından depolama sistemlerine, marketlerden rafinerilere kadar çok geniş bir yelpazede kullanılan PLC'ler, bugün kontrol mühendisliğinde kendilerine haklı bir yer edinmişlerdir. Elektronik sektöründeki hızlı gelişmelere paralel olarak gelişen PLC teknolojisi, gün geçtikçe ilerlemekte otomasyon alanında mühendislere yeni ufuklar açmaktadır. Bu yüzden de her teknikerin yüzeysel bile olsa biraz bilgi sahibi olması gereken bir dal konumuna gelmektedir.

4.2. Genel Uygulama Alanları

Yakın zamana dek PLC'lerin bugünkü kadar yaygın kullanılmamasının 2 nedeni vardır. Mikroişlemcilerin ve ilgili parçaların fiyatlarının oldukça düşmesiyle maliyet verimliliğinin (I/O noktası başına maliyet) artması ve karmaşık hesap ve iletişim görevlerini üstlenme yeteneğinin, PLC'yi daha önce özelleştirilmiş bir bilgisayarın kullanılıyor olduğu yerlerde kullanılabilir hale getirmesi. PLC uygulamaları iki sınıfta toplanabilir: Genel ve endüstriyel uygulamalar hem ayrık, hem de proses sanayilerinde mevcuttur. PLC'lerin doğduğu sanayi olan otomotiv, en büyük uygulama alanı olmayı sürdürmektedir. Yiyecek işleme ve hizmetleri gibi sanayilerde şu an dünyada gelişen alanlar arasında PLC'lerin kullanıldığı 4 genel uygulama alanı vardır. Tipik bir kurulum, kontrol sistemi sorununa çözümü, bunların bir ya da daha çoğunu içererek bulunur. Bu 4 alan şunlardır:

4.2.1. Sıralı (sequence) kontrol

PLC'lerin en büyük ve en çok kullanılan ve "sıralı çalışma" özelliğiyle röleli sistemlere en yakın olan uygulamasıdır. Uygulama açısından, bağımsız makinalarda ya da makine hatlarında, konveyör ve paketleme makinalarında ve hatta modern asansör denetim sistemlerinde bile kullanılmaktadır.

4.2.2. Hareket kontrolü

Bu doğrusal ve döner hareket denetim sistemlerinin PLC'de tümleştirilmesidir ve servo adım ve hidrolik sürücülerde kullanılabilen tek ya da çok eksenli bir sistem denetimi olabilir. PLC hareket denetimi uygulamaları, sonsuz bir makine çeşitliliği içerir. (örn. metal kesme, metal şekillendirme, montaj makinaları) ve şoklu hareket eksenleri ayırık parça ve süreç sanayi uygulamalarında koordine edebilirler. Bunlara örnek olarak; kartezyen robotlar, film, kauçuk ve dokunmamış kumaş tekstil sistemleri gibi, ağıla ilgili süreçler verilebilir.

4.2.3. Süreç denetimi

Bu uygulama PLC'nin birkaç fiziksel parametreyi (sıcaklık, basınç, debi, hız, ağırlık vb gibi) denetleme yeteneğiyle ilgilidir. Bu da bir kapalı çevrim denetim sistemi oluşturmak için, analog I/O gerektirir. PID yazılımının kullanımıyla PLC, tek başına çalışan çevrim denetleyicilerinin (single loop controllers) işlevini üstlenmiştir. Diğer bir seçenek de her ikisinin en iyi özelliklerini kullanarak PLC ile kontrolörlerin tümleştirilmesidir. Buna tipik örnekler de plastik enjeksiyon makinaları, yeniden ısıtma fırınları ve bir çok diğer yığın denetimi (batch-control) uygulamasıdır.

4.2.4. Veri yönetimi

PLC'yle veri toplama, inceleme ve işleme son yıllarda gelişmiştir. İleri eğitim setleri ve yeni PLC'lerin genişletilmiş bellek kapasiteleriyle sistem, artık denetlediği makine veya proses hakkında veri yoğunlaştırıcı olarak kullanılabilir. Sonra bu veri, denetleyicinin belleğindeki referans veri ile karşılaştırılır ya da inceleme ve rapor alımı için başka bir aygıta aktarılabilir. Bu uygulamada büyük malzeme işleme

sistemlerinde ve kağıt, birincil metaller ve yiyecek işleme gibi bir çok proses sanayinde sıkça kullanılır.

Bir PLC Programlama ortamı;

- Değişken adı ve tipi tanımlamayı
- Değişkenleri ilişkisel ve mantıksal olarak bağlamayı (Binary, Analog)
- IEC 61131 standartlarına uygun bir programlama platformunu
- Simulasyon imkanlarını (Sanal Çevrim)
- PLC-PC haberleşme protokolünü
- PLC'deki mevcut programı okuma veya kayıt yapabilmeyi
- PLC'deki programı eşzamanlı gösterebilmeyi
- Kullanılan hafıza alanlarının ve giriş-çıkış etiketlerinin oluşturulmasını
- İlgili alanların düzenli biçimde yazıcıdan çıktısının alınabilmesini sağlar.

Dolayısı ile, sadece donanım olarak PLC, kullanıcıya programlama açısından bir anlam ifade etmez. PLC'ler kendi yazılımları ile birlikte kullanılır. PLC'lerin çapraz platform denemeleri günümüzde mevcuttur fakat güvenilirliği konusunda üretici firmalar tarafından sertifikalandırılmamışlardır.

Veri tiplerine giriş yapmadan önce kısaca sayı formatlarına göz atalım;

- Binary Format : 0-1
- Decimal Format: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- Hex Format : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

PLC'lerde Dijital veri tipleri;

- Bool (Mantıksal 0 veya 1)
- Byte (1 Byte 8 bitten oluşmaktadır 1111 1111 = FF hex.)

- Word (1 Word = 2 Byte = 16 Bit = 1111 1111 1111 1111 = FF FF hex.)
- Dword (2 Word = 4 Byte = 32 Bit = 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 = FFFF FFFF hex.)

PLC'lerde Analog veri tipleri;

- BYTE
- WORD
- DWORD
- SINT
- USINT
- INT
- UINT
- DINT
- UDINT
- REAL
- LREAL

Son yıllarda endüstride PLC kullanımına olan talebin hızla artmasının nedenleri, PLC nin özellikle fabrikalarda otomasyon, asansör tesisatları, otomatik paketleme, enerji dağıtım sistemlerinde ve taşıma bandı sistemlerinde, doldurma sistemlerinde ve daha birçok alanda üretimi destekleyen ve verim artışı yanı sıra ürün maliyetinin minimuma çekilmesidir. Klasik röleli kumanda sistemlerinin yerlerini PLC sistemi ile programlanabilir kontrol sistemlerinin alması teknik yönden büyük bir yeniliktir. Programlanabilir Lojik Denetleyici (PLC); önceden elektromekanik rölelerin yerine getirdiği lojik fonksiyonları solid-state devreler ile yerine getirmektedir. Esas olarak PLC lojik kararların oluşturulmasından ve çıkışların sağlanmasından solid-state dijital lojik elemanların atandığı bir sistemdir. Programlanabilir lojik denetleyiciler,

imalat basamakları işlemlerinde ve makinelerde kontrol maksadıyla kullanılır. Programlanabilir denetleyiciler geleneksel röleli kontrol sistemlerine göre birtakım avantaj ve üstünlükler sağlar. Röleler (hard-wired) sıkı telle sarılmış özel bir fonksiyona sahiptir. Sistem ihtiyaçları değiştiği zaman röle bobin bağlantılarının komple değiştirilmesi gerekmektedir. Böyle bir durumda eski modellerin her birinin değiştirilmesi mümkün olmakla birlikte gerek üretim hızı ve verim, gerekse zaman ve ekonomik açıdan bir takım dezavantajlar oluşturmaktadır. Programlanabilir denetleyiciler geleneksel röleli kontrol devlerinde birçok elle bağlantı işlemini elemine eder. İşletmeci tabanlı kontrol sistemi olan PLC sistemi ile röleli geleneksel sistemler karşılaştırıldığında PLC nin küçük ve pahalı olmaması ayrıca bir üstünlük sağlar. Bunun yanı sıra programlanabilir denetleyiciler güvenilirlik, düşük güç tüketimi ve kolay yayılma yeteneği sunar.

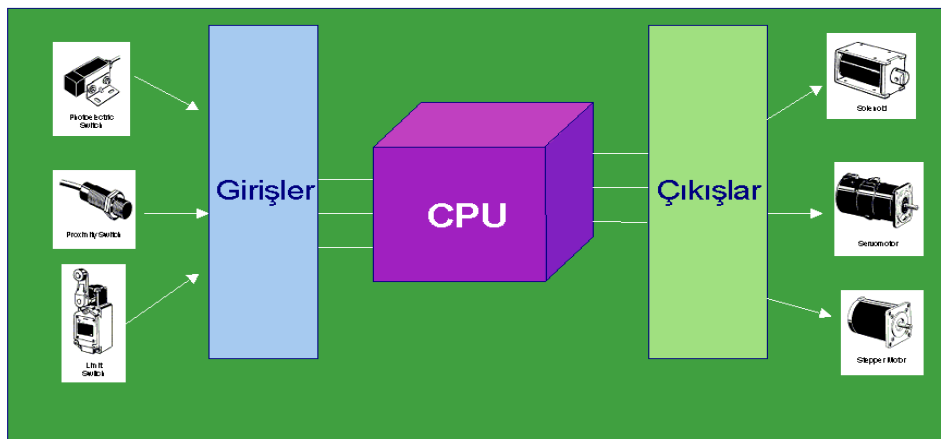
4.3. Tipik Bir PLC'nin Bölümleri

Geleneksel olarak PLC aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi ana 3 bölüme ayrılmıştır; Bu bölümler;

1- Central Processing Unit (CPU) Merkezi İşlem Birimi

2- The Input/Output (I/O) Section : Giriş/Çıkış Bölümü

3- The Programming Device: Programlama Makinesi



Şekil 4.3. PLC ana bölümleri [18]

(CPU) Merkezi İşlem Birimi PLC sisteminin beyni olup içerisinde çok çeşitli lojik kapı devreleri mevcuttur. CPU, bir mikroişlemci tabanlı sistem olup kontrol röleleri, sayıcı, zamanlayıcı gibi fonksiyonları yerine getirir. CPU; çok çeşitli sensör devrelerinden gelen giriş bilgilerini okuyarak memory'deki depolanmış kullanıcı programını yerine getirerek, uygun çıkış komutlarına ve kontrol devrelerine gönderir. İşlemci ve I/O (Input/Output) modülleri tarafından, kullanılan düşük seviyeli voltaj için bir doğru akım doğru akım güç kaynağı gereklidir. Bu güç kaynağı CPU çatısı altında olabileceği gibi; PLC sistemi bünyesinde bağımsız fakat PLC sistemine bağlı olabilir [18]. I/O kısmı Giriş ve Çıkış modüllerinden ibarettir. I/O sistem formları denetleyiciye bağlanan cihazlar aracılığı ile irtibatlandırılır. Bu interface'in amacı; harici cihazlara çeşitli sinyaller alma gönderme durumlarıdır. Input cihazları örneğin; push-button (dokunulduğunda ON, bırakıldığında OFF) Limit switches (sınır anahtarları) sensörler, seçici anahtarlar thumbwheel anahtarlar input modülü üzerindeki terminallere irtibatlanır.

Output cihazları örneğin küçük motorlar gibi, motor başlatıcıları, solenoid valfler, ve gösterge ışıkları çıkış modülü üzerindeki terminallere irtibatlanır. Bu cihazlar aynı zamanda günlük hayatta başvuru alan elemanlardır. İstenen Program, Programlama cihazı veya terminal ile işlemcinin belleğine yüklenir. Bu program röle ladder lojigi kullanılarak girilir. Program, asıl denetim veya makinelere kadar ardışıl işlemlerle sonuçlandırılır.

4.3.1. Güç kaynakları

Bu modüller PLC içindeki kartların beslemelerini (Giriş çıkış kartları hariç saklamakla yükümlüdür. Dış kaynak beslemelerini PLC'nin iç voltaj seviyelerine indirirler. PLC içindeki kartların güç sarfiyatına göre kaynağın maksimum çıkış akımı değişik değerlerde seçilebilir. Çıkış akımının çok yüksek olduğu durumlarda fan ünitesi ile soğutma gerekliliği yoktur. Güç kaynağının içindeki hafıza yedekleme pili ile CPU içindeki kullanıcı programı, kalıcı 'retentive' işaretleyiciler, sayıcı ve zamanlayıcı içerikleri gerilim kesilmesine karşı korunabilir. Bu yedekleme pili enerji yokken değiştirilecekse, dışarıdan bir kaynakla güç kaynağı beslenmelidir.

Sistemde kullanılacak CPU'nun seçimi önemlidir. İstenen fonksiyonu uygun şekilde yerine getirebilmesi için CPU'nun işlem hızı, hafıza kapasitesi ve spesifik özelliklerinin process'in minimum gereklerini sağlaması şarttır. CPU ne kadar güçlü ise saklanabilecek kullanıcı programı o kadar geniş, bu programın işlenebilmesi de o kadar kısa sürede gerçekleşecektir. Bir başka deyişle process'i kontrol eden sistemin kendi kontrol mekanizması (CPU) process'e göre atıl kalmamalıdır. Örnek olarak SIMATIC 115U serisi CPU'lar düşünülecek olursa, bu serideki CPU'lar CPU 941, CPU 942, CPU 943, CPU 944 ve CPU 945 olarak beş çeşittir.

Serinin en alt modeli olan 941 modelinde bir bit operasyonun yerine getirilmesi için gereken zaman 1,6 μ S iken, serinin en üst modeli olan CPU 945'te aynı işlem 0,1 μ S'dir. Buradan da anlaşılacağı üzere sistemi kontrol eden CPU'nun performansı sahadaki aksiyonları farketme, değerlendirme ve karara varma aşamalarını minimum zamanda gerçekleyebilecek durumda olmalıdır.

CPU'lar ayrıca kumanda edilen sisteme göre PID fonksiyonlarını da işleyebilir. Analog modüller ve PID yardımcı software ile bağlantılı olarak sekiz PID kontrol çevrimine kadar işlem yapılabilir. CPU'ların program işlemesi daha ileride detaylı olarak işlenecektir.

PLC'ler için tasarlanmış özel modüller isminden de anlaşılacağı üzere PLC' nin vazifesi olmayan daha çok kişisel bilgisayarların görevi olan bilgi saklama uygulamalarında kullanılır. Bu saklanacak bilgilerin CPU içerisinde sabit olarak yer alması gereksiz ve çoğu zaman imkansızdır. Bu yüzden PLC sistemi içine dahil edilen bir kart ile bilgi alınması, alınan bu bilgilerin işlenmesi ve büyük oranlarda (CPU içerisinde saklanamayacak boyutta) saklanması sağlanır. Bu tür işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için özel modül içerisinde birtakım yazılımlar yapılması gerekir. CPU bu kartlara bilgileri "internal bus" hattı üzerinden çeşitli komutlarla gönderir. Dos ortamı komutlarını çalıştırabilir ve örnek olarak database içerisinde bilgi saklayabilir. PLC'ye takılabilen bu tip kart modeli PC' ler ayrıca floppy drive üzerinden bilgilerin backup olarak yedeklenmesini de sağlarlar. Burada saklanan değerlere ulaşılabilmesi için CPU içerisinde ilgili data blokların açılmış olması

gerekmektedir. CPU içindeki STEP5 data blokları herhangi bir ara işlem gerektirmeden excel ya da lotus dosyaları içine entegre edilebilir.

Haberleşme modülleri PLC'lerle giriş-çıkış birimleri arasındaki ya da başka PC'ler arasındaki data alışverişini sağlarlar. Bu modüller direkt bağlantı (point to point) ile işletilebileceği gibi bir network üzerinden de işletilebilir. Birebir bağlantıda bağlantı yapılan CPU çift interface içerir. Bir porta programlama cihazı ile ulaşılırken diğeri üzerinden haberleşme sağlanır. Böylece sisteme daha fazla sayıda I/Q dahil edilmesi mümkün olur. Ayrıca LAN (local area network) üzerinden de data alışverişi sağlanır. Bu networklar içinde PLC'ler, saha elemanları ve Workstation' ler bulunabilir. Prosesin monitör üzerinden izlenmesi printer raporlamaları da bu tip haberleşme modülleri üzerinden yapılır.

4.3.3. Kartların takıldığı raflar

PLC kartlarının takıldığı bu raflar PLC sınıflarına göre farklılıklar göstermektedir. PLC grubu içinde S5-90 ve S5-95 direkt olarak raylı montaj olup herhangi bir rafa monte edilmemektedir. S5-100 kartları submodüle olarak tabir edilen elemanlar üzerine monte edilmektedir. Bu elemanlar üzerinde bulunan bus hattı ile haberleşme sağlanmaktadır. Ayrıca modüler yapıda olan bu elemanlar montaj kolaylığı sağlamaktadır. Submodüller ray üzerine takılırlar. S5-100 tipi PLC'ye ait kartlar da submodüller üzerine vidalanmak suretiyle monte edilir. S5-115 sistemlerinde submodüllerin görevlerini subrack'ler yerine getirir. Subrack'ler ray sistemine uyumlu olmayıp vida montajı ile sabitlenirler. Bu elemanların ihtiyaca göre değişik tipleri bulunmaktadır. Bazı modellere sadece giriş-çıkış kartları takılabildiği gibi bazılarında da çeşitli özel modüller takılabilmektedir. S5-115 sistemi subrack'lerin de ayrıca bazı yüksek akım çekebilen kartların soğutulabilmesi için fan ünitesi montajı da yapılabilmektedir. S5-135 ve S5-155 sistemlerinde kartların takıldığı raflar daha özellikli olup PLC de kullanılan kartların beslemelerini sağlayan güç kaynağını da barındırmaktadır. Ayrıca bu güç kaynağı içinde soğutucu fanlar bulunmaktadır.

PLC Büyüklüğü ve Uygulaması

PLC'lerin birçok ölçüde fark ve çeşitleri vardır. Sembolik olarak 3 ayrı kategori büyüklüğü içerisinde: Küçük (small), Orta (medium) ve Large (büyük) olarak sınıflandırılır.

- Küçük (small) grubundaki kategoride PLC 128 I/O'un üzeri giriş/çıkış ve 2Kbyte ın üzerindeki memory'e sahiptir.

- Orta (medium) grubundaki kategoride PLC'ler 2048 I/O ve 32 Kbyte'in üzerinde memory'e sahiptir. Özel I/O modülleri bu kategoride analog fonksiyonları, işlem kontrol uygulamaları içerisinde örneğin, ısı, baskı, sıkma, akış, ağırlık, pozisyon (durum) gibi kolaylıkla adaptasyonu sağlamaktadır.

- Geniş (large) girişindeki kategoride PLC'ler 8192 I/O ve üzeri giriş/çıkış modüllü ve 750 Kbytes memory ve üzerine sahiptir. Bu tür grup, PLC'ye kuvvet veren limitsiz uygulamalar içindir.

PLC'ler günümüzde endüstrinin her dalına yayılmış durumdadırlar. Kimya ve otomotiv sanayiinde kağıt ve çelik üretiminde ve otomasyon gerektiren imalathanelerde yaygın olarak kullanılır.

I/O Giriş/Çıkış Birimi

PLC'nin giriş bilgileri kontrol edilen ortamdan veya makineden gelir. Gelen bu bilgiler içinde PLC var ya da yok şeklinde değerlendirilmeye tabi tutulan sinyaller sisteminin dijital girişlerini oluşturur. Dijital girişler PLC 'ye çeşitli saha ölçüm cihazlarından gelir. Bu cihazlar fark etmeleri gereken olay gerçekleştiğinde PLC'nin ilgili giriş bitimini '0' sinyal seviyesinden '1' sinyal seviyesine çıkarırlar. Böylece sistemin sahada olan hadiselerden haberdar olmasını sağlar. Dolayısıyla sistem içindeki fiziksel değişimleri PLC'nin anlayabileceği 0-1 sinyallerine dönüştürürler. PLC'nin girişine gelen sinyaller basınç şalterlerinden, sınır şalterlerinden, yaklaşım şalterlerinden veya herhangi bir röle, kontaktör ya da otomatın yardımcı kontağından gelebilir. Sinyal PLC dışı binary sinyaldir ve giriş modüllerinde PLC'nin iç sinyal

seviyesine indirirler. Tek bir giriş modüllerinde 8, 16 ya da 32 bit dijital saha bilgisi okunabilir. Modüller üzerinde her girişe ait bir LED bulunur ve gelen sinyalin seviyesi buradan anlaşılabilir. PLC'nin giriş sinyallerini okuyabilmesi için bu sinyallerin kartın tipine göre ilgili aralıkta olması gerekmektedir. Örnek olarak SIMATIC S5 –115U PLC'nin giriş modüllerinde 24V DC bir giriş için 0 sinyal seviyesi –30V ile +5V arasındadır aynı girişin bir sinyal seviyesi için olması gereken gerilim seviyesi ise, +13V ile +30V aralığında olmalıdır. Alternatif gerilimli girişler için gerilim seviyesinin yanı sıra gelen sinyalin frekansında önem taşımaktadır. Bu sinyallerin izin verilen frekans aralığı 47Hz ile 63Hz'dir. Bazı giriş modüllerinde girişlerin okunması yine başka bir girişin tetiklenmesi ile engellenebilir. Bu şekilde istenilen sinyaller için PLC kör olarak çalıştırılabilir. Yarıca giriş modülleri kesmeli çalışma (interrupt) modunda çalışabilir.

PLC'nin sahadaki ya da prosesdeki bir şeye binary olarak müdahale edeceği zaman kullanıldığı birimler dijital çıkış birimleridir. Dijital çıkış modülleri PLC iç sinyal seviyeleri prosesin ihtiyaç duyduğu binary sinyal seviyeleri çeviren elemanlardır. Bu modüller üzerinden bir çıkışın set edilmesi ile sahadaki ya da kumanda panosu içindeki herhangi bir eleman kumanda edilebilir. Bu eleman bir lamba, bir röle ya da bir kontaktör olabilir. Dijital çıkış modülleri röle, triyak ya da transistör çıkışlı olabilir. Sahaya yapılan kumandanın hızlı olması gerektiği durumlarda doğru gerilimle çalışıyorsa transistör, alternatif gerilimle çalışıyorsa triyak kullanımlı yüzden de kart üzerine çekilecek max. çıkış akımlarına dikkat etmek gerekir. SIMATIC S5-115U sistemlerinde kullanılan 24V çıkış modüllerinde max. Çıkış akımı 0,5A olabilir. Alternatif akım çıkışlarında ise çıkış akımı 2A'e kadar çıkabilir. Dijital çıkış kartları da, giriş kartları gibi 8, 16 ya da 32 bit olabilir. Bu modüllerde de her bite ait sinyal durumunu gösteren bir LED bulunur. Ayrıca kartın özelliğine göre kısa devre dedektörü de bulunabilir.

Sadece giriş sinyalleri okutan ve sadece çıkış sinyallerini gösteren kartlar yanında hem giriş hem de çıkış birimleri içeren kombine giriş çıkış kartları da vardır. Bu kartlar sınırlı sayıda giriş çıkış için yer tasarrufu sağlar. Nasıl ki bir PLC'nin beyni CPU ise Input/Output modüllerinde PLC'nin gözü kulağı ve dilidir. I/O birimi bir

giriş/çıkış rafından ibarettir. I/O birimleri makine veya işlem cihazlarında sinyali kabul eder ve denetleyicinin kullanılabileceği sinyal formuna dönüştürür. Output biriminde denetleyici sinyalleri makine veya işlem kontrolünde kullanılır. Bu çıkış sinyalleri optik izolatörler veya güç elektroniği elemanları kullanılarak yüksek akım kontrolü sağlanır.

PLC bünyesindeki input/output birimleri merkezi işlem birimi (CPU) ile aynı yapı içinde veya CPU'dan uzakta yerleştirilebilir. Bu standart giriş çıkış birimi de görülen yapıyı ve girişler mantığını sağlayan bir düzeyi kapsar. I/O modülü monte edilebilen raflardan (rack) olmuştur. İşlemci ile I/O rafları arasındaki iletişimde ayrı kablolarla müsaade edilir. I/O birimlerinde her bir giriş ve çıkış özel bir adrese sahiptir. Bu adresler işlemci tarafından bilinmektedir. I/O birimlerine giriş/çıkış elemanlarını irtibatlandırmak veya ayırmak (takmak ve çıkarmak) çok kolay ve pratiktir. Ayrıca diğer bir modül ile değiştirmek son derece basittir. I/O devresinin ON/OFF durumunu her bir modül, lambaları ile göstermektedir. Birçok çıkış modülü aynı zamanda atık sigorta göstergesine sahiptir.

PLC'lerin normal lojik fonksiyonları dışında birtakım özel fonksiyonları da bulunmaktadır. Bu fonksiyonlarla çıkış gözetimli, diğer bir deyişle kapalı çevrim geri besleme kontrol uygulamaları gerçekleştirilebilir. Bu tip modüller yüksek hızda ve çok ileri derecede hassas kontrol imkanları sağlamak için tasarlanmışlardır. Akıllı giriş-çıkış kartları kapalı çevrim kontrolünde, pozisyonlamada, sayma ve oranlamada ve analog değer işlemede kullanılır. Akıllı I/Q modüllerin sağladığı avantaj, bu modüllerin zaman açısından kritik olan görevlerini tamamıyla kendilerinin görmesidir. Birçok durumda bu kontrolleri kendi özerk işlemçileri gerçekleştirirler. Böylece CPU'nun kendi görevlerine konsantre olması sağlanarak sistemin kontrol hızı büyük oranda arttırılmış olur. Bu akıllı giriş-çıkış modülleri, saha ile birebir giriş-çıkış kanalları üzerinden bağlantılıdır.

Ayrı Giriş/ Çıkış (I/O) Birimleri

Birçok I/O birimi bu türdendir ve en çok kullanılan arabirim modülüdür. Bu tip arabirim, ON/OFF kontrol sağlayan seçici anahtarlar (selector switches) push

buttons (Basmalı butonlar) ve sınır anahtarları (limit switches) gibi girişlerin bağlanmasını sağlar. Aynı şekilde çıkış kontrollü lambalar (lights), küçük motorlar (small motors), solenoid'ler (Solenoids), röle ve motor statörleri gibi ON/OFF anahtarlama kontrolüne sahip cihazlarla sınırlandırılmıştır. Her bir ayrılc I/O modülü gücünü ortak voltaj kaynağından almaktadır. Bu voltajlar farklı büyüklük ve tipte olabilirler. Bunlar mevcut çeşitli AC ve DC voltaj değerlerinde olup aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.1. Giriş/çıkış (I/O birimleri) [18]

Giriş Arabirimi	Çıkış Arabirimi
24 Vac/dc	12-48 Vac
48 Vac/dc	120 Vac
120 Vac/dc	230 Vac
230 Vac/dc	120 Vdc
5 Vdc (TTLseviyesi)	230 Vdc
	5 Vdc (TTL seviyesi)

Analog Giriş/Çıkış Birimi (I/O modules)

İlk üretilen PLC'ler sadece ON/OFF kontrollü cihazlara bağlamaya izin veren ayrılc I/O arabirimleri ile sınırlandırılmıştı. Bu sınırlandırmadan dolayı birçok işlem uygulamalarının çoğu kısmi olarak PLC tarafından kontrol edilebilmekteydi. Günümüz PLC 'leri ise kontrol işlemlerinin çoğunu pratik olarak yerine getiren, analog arabirimleri ve ayrılc (I/O) Giriş/Çıkış arabirimlerini içermektedir. Analog giriş modülleri, analog girişlerden alınan analog akım ve gerilimleri alarak, bir Analog Digital Konvertör (ADC) aracılığıyla digital data formuna dönüştürür. Burada dönüşüm seviyeleri analog sinyal ile orantılı olarak 12 bit binary veya 3 digit BCD kodlu değer olarak ifade edilir. Analog sensör elemanları, ısı, ışık, hız, basınç, nem sensörleri gibi transdüserlerdir. Bütün bu algılayıcılar analog girişe bağlanabilir. Kontrol edilen sistemdeki bütün sinyallerin varlıklarına ya da yokluklarına göre sorulan sinyaller beklenemez. Örnek olarak bir sıcaklık yada basınç değeri dijital olarak sorgulanabilir ancak bu değerin net bir şekilde belirlenmesi dijital giriş modülleri ile mümkün olmaz. İşte burada analog olarak yapılan kontrol devreye girer. Analog değer kullanımında alt sınır ve üst sınır değerlerin arasında kalan

bölgeye kontrol yapılır. Bu kontrollerin yapılması analog giriş çıkış kartları ile mümkün olmaktadır. Analog çıkış arabirim modülü, işlemciden dijital dataları alarak, voltaj ve akımla orantılı olarak dönüştürür ve bir cihazı analog olarak kontrol eder. Digital data bir bütün olarak Digital/Analog çeviriciden (DAC) geçirilerek, analog formda sinyal elde edilir. Analog çıkış cihazları; küçük motorlar, valfler, analog ölçü aletleridir. Analog giriş modülleri prosesten gelen analog değerleri dijital değerlere dönüştürür. Yalnız öncelikle ölçümü yapılan fiziksel büyüklüğün PLC'nin anlayacağı dile çevrilmesi gerekir. Bu işlemi gerçekleştiren cihazlara transmitter adı verilir. Transmitterler problemlerinden ölçtükleri büyüklüğü değerlendirerek 0-20 mA, 4-20 mA ya da 0-10V gibi belli aralıkta ifade edilen sinyallere çevirirler. Bu sinyaller de PLC'nin analog giriş kartları ile intern bus hattı üzerinden CPU'ya okutulur. Böylece PLC belli aralıklarda değişen değerleri işleyebilir duruma gelir.

SIMATIC analog giriş kartlarında ölçüm yapılan aralığı belirleyen 'ölçüm aralık modülleri' bulunur. Bu modülün takılması ile beraber analog kart üzerindeki switch ayarı da yapılarak analog değer okuma için gerekli şartlar yerine getirilmiş olur. Analog değer kartları mümkün olduğu kadar gürültüye karşı korumalı üretilirler. Bütün modüller değer aralığı aşımını belirleyebilir ve kablo kopma durumunu ihbar edebilir. SIMATIC S5-115U kartları 50 mV, 500 mV, Pt100, 1V, 5V, 10V, 20 mA +4-20 mA aralıklarında ölçüm yapabilirler.

Analog çıkış modülleri sisteme analog olarak müdahale edilmesi gereken durumlarda kullanılır. Bu modüllerle sahadaki bir eleman 0-10V, 0-20 mA ya da 4-20 mA çıkışları ile oransal olarak kontrol edilebilir. PLC'nin analog çıkışları ile bir actuator yönetilebilir. CPU tarafından karar verilen çıkış değerleri dijital formda analog çıkış kartının işlemcisine iletilir. Bu değerler bir dijital-analog çevirici ile analog voltaj değerlerine çevrilir. Ayrıca bir voltaj-akım çevirici ile çıkış akımları oluşturulur. Bir programlanabilir lojik kontrolör CPU'sunun performansı o CPU'nun analog değer işlemesi ile orantılıdır.

Merkezi İşlem Birimi (CPU, Central Processing Unit)

Merkezi işlem birimi güç kaynağı (power supply) ve işlemci-bellek (processor-memory) modülleri arasında haberleşmeyi sağlar.

CPU deyimi sıklıkla işlemci (processor) deyimi ile birlikte kullanılmaktadır. Programlanabilir denetleyicilerin beyni olan CPU ünitenin büyük bir bölümünü işlemci-bellek birimi oluşturmaktadır. Bu birimde; mikroişlemci, bellek çipleri, bilgi okuma ve bellekten bilgi isteme ve programlama cihazıyla işlemcinin gereksinim duyduğu haberleşme devreleri bulunmaktadır. PLC'nin gelişimi CPU'nun özelliklerinin artmasıyla paraleldir. Günümüz PLC sistemleri lojik işlemleri yerine getirmenin dışında zamanlama, sayma, veri saklama, temel toplama, çıkarma, çarpma bölme işlemleri, karşılaştırma işlemleri, kod çevirme işlemleri gibi bir çok özelliklere sahiptirler.

İşlemci-Bellek Modülü

Programlanabilir Denetleyicilerin beyni olan CPU ailesinin büyük bölümünü, işlemci bellek (Processor Memory) birimi teşkil etmektedir. Bu modül; mikroişlemci, bellek çipleri, programlama cihazları ile işlemci arabirimi için gerekli iletişim devrelerini, kapsamaktadır. Daha küçük sistemlerde mikroişlemci bellek ve iletişim bir bütün olarak tek bir modül içerisinde bulunabilir. Son dönemdeki PLC'ler temel lojik işlemleri çok hızlı yerine getirecek karar verme kapasitesine sahiptir. Ayrıca işlemci diğer fonksiyonları da yerine getirir. Örneğin zamanlama, kıyaslama, tutma ve dört temel matematik fonksiyon olan toplama, çıkarma, çarpma ve bölme fonksiyonlarını yerine getirir. Bu ilave işlemci fonksiyonları daha büyük PLC sistemlerinde kurulmuştur.

4.4. Bellek Dizaynı

Memory, denetleyicideki kontrol plan veya programını saklamak için kullanılır. Memoryde saklanan bilgi, hangi girişe göre hangi çıkış işaretinin saklanacağı ile ilgilidir ve gerekli hafıza miktarını programın yapısı belirler. Memory bit olarak isimlendirilen özel bilgi parçacıklarını depolar. 1 Byte = 8 bit ve 1024 Byte = 1

Kbyte olup memory kapasitesinin miktarı bu birimlerde ifade edilir. Bellek tipleri saklanan bilginin kaybolup kaybolmamasına bağlı olarak 2 grupta incelenebilir.

I. Grup; Belleği besleyen güç kaynağının enerjisinin kesilmesiyle birlikte “bilginin kaybolması durumunda” hafıza silinmiş demektir. II. Grupta ise enerji kesilmekle birlikte saklanan bilgiler kaybedilmez. Ancak bu tip belleklerin içeriğinin değiştirilmesi için özel bir sisteme gereksinim vardır.

4.4.1. I. Grup bellekler

RAM (Random Access Memory) ve RIW (Read-Write) adı verilen rasgele erişimli belleklerdir. Bu tip belleklerde enerjinin kesilmesi ile birlikte eldeki bilgi kaybolur. Programlama esnasında yazma ve okuma işlemlerinin yerine getirilmesinde kullanılır. PLC cihazı bünyesinde mevcut olan pil ile RAM beslenerek program saklanabilir. Tabii ki batarya enerjisi bittiği anda program silinecektir. RAM memory özellikle programların test çalışma durumlarında büyük kolaylık sağlar.

4.4.2. II. Grup bellekler

ROM (Read Only Memory) adı verilen salt okunur belleklerdir. Bu bellek tipi silinebilir ve programlanabilir olmasına göre alt gruplara ayrılır.

PROM (Programmable Read-Only Memory)

Programlanabilir salt okunur bellek (PROM); ROM (Read Only Memory) salt okunur belleğin özel bir tipidir. PROM bellek başlangıçta bulunan ve/veya ilave edilen bilgilerin chip içine yazılmasına müsaade eder. PROM içine yalnız bir defa bilgi yazılabilir.

PROM’ un ana dezavantajı silinebilir ve programlanabilir olmamasıdır. PROM’da programlama, “eritme” veya “koparma” mantığına göre yapıldığından, eriyebilir bağlantıların eritilmesi geri dönüşü olmayan (bir defaya mahsus) bir işlemdir. Bu sebeple PROM’a bir program kodu yazılmadan önce tüm hata kontrol işlemlerinin bitirilmiş olması gerekmektedir.

EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

EPROM olarak isimlendirilen, “silinebilir, programlanabilir salt okunur bellek”, PLC cihazlarında sıkça kullanılan bellek tipidir. Yazılmış olan programlar (gerek deyim ve gerekse Ladder diyagramlar) önce EPROM belleğinde saklanır ve buradan (CPU) merkezi işlem birimine gönderilir.

EAROM (Electrically Alterable Read-Only Memory)

Elektrikle değişebilir Salt okunur Bellekler Eprom belleğe benzer fakat silmek için bir ultraviole ışık kaynağı gerekmez. EAROM chip’i silerek temizlemek için bir silici voltaj uygun pin’e tatbik edilir. Bir defa silindikten sonra chip tekrar programlanabilir.

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)

EEPROM hafıza tipi ise Eprom hafızada olduğu gibi enerjinin kesilmesi durumunda bile eldeki bilgiler kaybolmaz. Yazma ve silme işlemlerinde özel araçlar gerekmez. PLC’ye monte edilen EEPROM veya EPROM hafızalar kaset içinde depolanmış bulunan programa göre çalışacaktır. Buna göre ROM kaset değiştirilerek istenilen program çalıştırılabilir.

Veri Tablosu; giriş ve çıkış durumları, zamanlayıcı ve sayıcı değerleri ve veri depoları gibi bilgileri içeren, programı dışa taşımak için gerekli bilgileri depolar. Tablonun içeriği durum verisi ve sayılar (ya da kodlar) olmak üzere 2 gruba ayrılır. 0 ve 1 durumları bit yerlerine kaydedilen bilginin ON/OFF durumudur. Veri Tablosu 3 bölüme ayrılır. Giriş Görüntü Tablosu; Bu birim giriş arabirim devrelerine irtibatlanan dijital girişlerin durumunu saklar. Girişin ON/OFF durumuna göre girişin bu birimdeki değeri 0 veya 1 olarak saklanır. Çıkış Görüntü Belleği; Output arabirimine bağlı olan cihazların dijital olarak konumunu kontrol eden bitlerin bir dizisidir. Çıkış birimlerinin lojik durumları bu bellekte saklanır ve bu lojik seviyeli bellekten alınarak çıkış birimine transfer edilir.

4.5. Programlama Cihazları (Programming Devices)

Programlanabilir denetleyicilerin en önemli niteliklerinden birisi; kullanımı kolay programlama elemanlarına sahip olmasıdır. Programlama cihazı operatör ile denetleyicinin devreleri arasında iletişimi sağlar. Programlama cihazı ile PLC kontrol programı kullanıcı tarafından cihaza gönderilir. Endüstriyel CRT terminalleri genellikle birçok cihazla programlanabilir denetleyiciler için kullanılır. Bu terminaller kendi içinde gösterge birimi, klavye ve merkezi işlem birimi ile haberleşmeyi sağlayacak olan gerekli düzenekleri içerir. CRT ekranın sunduğu avantaj programların ekranda kolaylıkla izlenmesini sağlamaktır.

Küçük PLC'lerin programlanmasında kullanılan ucuz,taşınabilir ve küçük,mini programlayıcı cihazlar da bulunmaktadır. Bu tür programlama cihazlarının ekranı CRT tüp yerine LCD (liquid – crystal display) adı verilen likid kristal ekrandır. Mini programlayıcılar üzerinde LCD ekran, program anahtarlama takımı ve özel fonksiyon tuşları beraberce bulunmaktadır.

4.6. PLC Sistemlerinin Avantajları

PLC'lerin, daha önce kullanılan konvansiyonel sistemler ile karşılaştırıldığında bir çok avantajı vardır. Eski sistemlerin getirdiği birtakım zorluklar bugün PLC'lerin yaygınlaşması ile aşılmıştır. PLC sistemleri önceki sistemlere göre daha az yer kaplamaktadır. Dolayısıyla kontrol sisteminin yer aldığı dolap ya da pano boyutları oldukça küçülmektedir. Sınırlı alanlarda kontrol mekanizmasının kurulması imkanı ortaya çıkmıştır. Sistem için sarf edilen kablo maliyetleri nispeten daha azalmıştır. Ayrıca PLC sisteminin kurulmasının kolay olması ve kullanıcıya, kurulu hazır bir sistemin üzerinde değişiklik ve ilaveleri kolayca yapabilme esnekliğinin sağlanması, PLC'lerin giderek yaygınlaşmasına ve endüstride her geçen gün daha fazla kullanılmalarına neden olmuştur. Bu avantajlar ile proje maliyetleri de azaltılarak, proje mühendislerine de ticari açıdan büyük faydalar sağlanmıştır.

Bir makinanın, bir fabrikanın ya da herhangi bir prosesin gerçekleştirilmesi sırasında aynı anda bir çok olay meydana gelir ve bunların bir sıra halinde olması gerekmez.

Dolayısıyla normal bilgisayar programlarıyla bu gibi bir prosesi kontrol edemezsiniz. Fakat bir PLC için aynı anda gerçekleşen bir çok olayı kumanda etmek hiç sorun değildir. Bu arada sırf kumanda işlemlerine yönelik birçok komutu da fazladan ihtiva etmesi sebebiyle, PLC ile bu tip programları yazmak ve çalıştırmak kolaydır. CPU 'yu programlayabilmek için LAD (merdiven diyagramı) ve STL (program listesi) gibi çeşitli diller kullanılabilir.

4.7. PLC İle Röleli Sistemlerin Karşılaştırılması

- PLC ile daha üst seviyede otomasyon sağlanır.
- Az sayıda denetim yapılan durumlarda tesis yatırımı PLC'de daha fazladır.
- PLC'li sistem daha uzun süre bakımsız çalışır ve ortalama bakım onarım süresi (MTTR-Meal Time To Repair) daha azdır. Arızalar arası ortalama süre (MTBF-Mean Time Between Feilures) PLC'li sistem için 8000 saatten daha fazladır.
- Teknik gereksinimler değişip arttıkça PLC'li sistem az bir değişiklikle ya da hiçbir değişikliğe gerek duyulmadan yeniliğe adapte edilebilirken röleli sistemde bu oldukça zordur.
- PLC'ler daha az yer kaplar ve az enerji harcarlar.

4.8. PLC'ler ile Bilgisayar Kontrollü Sistemlerin Karşılaştırılması

Endüstriyel kontroldeki yeni trendler, software tabanlı kontrol sistemlerini gündeme getirdi. PC tabanlı kontrol sistemi seçimiyle sürecin sadece ilk adımı atılmaktadır. Kontrol sistemleri için PC tabanlı ya da PLC'ye dayalı kontrol yapısında karar vermeden önce, dikkate alınması gereken tüm noktaların titizlikle analiz edildiğinden emin olunmalıdır.

4.8.1. Yazılım

PC tabanlı kontrol sistemleri, uygulama için gerekli operasyonları gerçekleştirecek şekilde geliştirilen bir yazılım programıdır. Bu nedenle, bu tip sistemler, aynı

zamanda yazılım motoru (soft control engine) olarak da adlandırılmaktadır. Unutulmamalıdır ki, PC tabanlı kontrol sistemi sipariş edildiğinde, özel bir işletim sistemi için geliştirilmektedir. Bu noktada asıl mesele bu işletim sisteminin seçimidir.

Windows NT, gerçek zamanlı (real time) veya bir başka gerçek zamanlı işletim sisteminin seçimi yapılmalıdır. Bu sistemler için en yaygın olarak kullanılanı Windows NT'dir. Bu işletim sisteminin zorlu endüstriyel ortamlarda gerçek zamanlı kontrol amaçlı dizayn edilmemiş olması nedeniyle, üzerinde yoğunlaşan tartışmalara rağmen, PC tabanlı kontrol sistemlerinde, %90 civarında bu işletim sisteminin kullanıldığı tahmin edilmektedir.

Konuya genel olarak bakıldığında, Windows NT, kabul edilebilir bir işletim sistemi olarak düşünülebilir.

4.8.2. Donanım

Sistem seçiminin en kritik etkenlerinden birisi de donanımdır. Yazılım üzerinde koşacağı donanım için genellikle şu seçenekler söz konusudur;

- Endüstriyel PC
- Ticari bir PC
- Açık kontrolörler (open controller)

Herhangi bir bilgisayar satıcısından kolayca temin edilebilen ticari PC'ler, ekonomik fiyat ve temin kolaylığı avantajlarına sahiptir. Buna karşılık endüstriyel koşullarda çalışma performansı yeterli düzeyde değildir. Diğer taraftan endüstriyel PLC'ler sanayideki ağır çalışma koşulları için gelişmiş özelliklere sahip cihazlardır. (sarsıntılı, nemli, tozlu, gürültülü ortamlar için önleyici donanımlara sahiptirler). 0-60 °C ortam ısılarında ve %0 ve %95 arası nem oranı olan ortamlarda çalışabilir. Bununla birlikte farklı programlama dili, arıza bulma ve bakım kolaylıklarının olması gibi özelliklerden dolayı bilgisayarlardan farklıdırlar. Bilgisayarların arıza ve bakım servisi ile programlama dillerinin öğrenilmesi için özel bir eğitime gerek

vardır. PLC programlama dili klasik kumanda devrelerinde uygunluk sağlayacak şekildedir. Bütün PLC’lerde hemen hemen aynı olan AND, OR, NOT (VE, VEYA, DEĞİL) gibi boolean ifadeleri kullanılır. Programlama klasik kumanda sistemini bilen birisi tarafından kolayca yapılabilir. Büyük çaplı kontrol sistemleri için bilgisayarların mikroişlemcilerin kullanılması, 10 adet röle kontaktör elemanlarından daha az eleman gerektiren kontrol devrelerinde de klasik kumanda devrelerinin kullanılması daha avantajlı ve gereklidir. Diğer seçenek olan açık kontrolörler ise, PLC yapısının içine, PC tabanlı kontrol yapısının entegre edilmesiyle ortaya çıkmaktadır [19].

4.8.3. Hafıza

MByte ve GByte düzeyinde hafıza gereksinimi olan uygulamalarda PLC’ler genelde yardımcı işlemci (coprocessor) desteğine ihtiyaç duyulmaktadır PC tabanlı sistemlerin, sabit disklerinin GByte düzeyine erişmesi, yüksek hafıza gereksinimi olan uygulamalarda avantaj sağlamaktadır. Özet olarak PLC ile PC hakkında şunlar söylenebilir;

- PLC’li sistem endüstriyel ortamdaki yüksek düzeydeki elektriksel gürültü elektromanyetik parazitler, mekanik titreşimler, yüksek sıcaklıklar gibi olumsuz koşullar altında çalışabilir.
- PLC’lerin yazılım ve donanımları o tesisin elemanlarınca kullanılmak üzere tasarlanmıştır.
- Teşhis yazılarıyla hatalar kolayca bulunabilir.
- Yazılım, alışılagelmiş röle sistemleri ile yapılabilir.
- Bilgisayarlar birden fazla programı değişik sıralarla esnek bir şekilde gerçekleştirirken, PLC’ler tek bir programı sıralı bir şekilde baştan sona gerçekleştirir.

- Ayrıca PC tabanlı sistemin, güncel teknolojideki yeniliklere adapte olabilmesi açısından kullanım süresi daha kısadır.

4.9. Bilgisayar ile PLC Programlarının Farkı

Bilgisayar programları yaptıkları işleri, sırasıyla ve birbiri ardınca test edebilen belli mantık işlemlerine göre yerine getirirler. Fakat PLC'ler için durum biraz daha farklıdır. PLC programı devamlı bir çevrim halindedir. Bütün komutlar sırasıyla işletilir ve yine başa dönlür. PLC programının tamamı bilgisayar dillerinde döngü adı verilen kısımlar gibidir. PLC programı yüksek seviyeli programlama dillerinde While/end komutları arasında yazılmış program parçalarına benzer şekilde çalıştırılır. Fakat PLC programının işlem tarzı itibariyle, biraz farkı vardır. PLC 'de program aynı anda birkaç olayı gerçekleştirir. Dolayısıyla birbirinden bağımsız olayların ve dolayısıyla komutların aynı anda işletilmesi, yani bir olay bitmeden diğerine başlanması gerekir. Bu iş için en ideal işleyiş tarzı, bir döngü içine bütün komutları yazmak ve döngüyü de bütün olayların en iyi şekilde kontrolü için mümkün olan en yüksek hızda çalıştırmaktır.

PLC'lerde, bilgisayarlarda olduğu gibi bir işlemi bitirip başka bir işleme geçmek mantıklı değildir. Mesela bir motora kapıyı kapaması için çıkışlardan voltaj veriyorsunuz. Bu işi bir bilgisayar programı yazarak yapıyorsanız, kapanma komutunu verirsiniz ve kapı kapanana kadar dolayısıyla işlem bitene kadar program alt satıra geçmez, yani bu sırada başka hiçbir işlemi yapamazsınız. PLC sistemlerinde ise işlemin tamamlanması önemli değildir, program baştan sona saniyede binlerce kez iletilir. Programda komutlar, yapılması gerekiyorsa, yani önlerindeki mantıksal işlemin sonucu izin veriyorsa işletilir. Böylelikle aynı anda birbirinden bağımsız olarak hem A kapısı açılıyor hem de B vanası kapatılıyor ve bu sırada yazıcıya bilgi yollanıyor olabilir [20].

5. HİDROLİK

Hidroliğin başlangıç ve gelişmesine esas olarak Pascal'ın 17.yy'da ortaya koyduğu basıncın akışkan vasıtasıyla iletilebilmesi ilkesini esas alabiliriz.

Hidroliğin ilk uygulamalarında akışkan olarak su kullanılıyordu. İlk endüstriyel uygulamayı 18.yy'da Londra'da Joseph Bramah tekstil ve ağaç işleme preslerinde gerçekleştirdi. 19.yy.'ın ikinci yarısında W.G. Armstrong bir çok hidrostatik makine ve araç geliştirdi. Gemilerde çıpa ve yük kaldırma vinçlerinde, biriktirici de kullanarak hidrolik uygulamalar yaptı. Geçen yy.'dan kalma bir çok ilginç tasarımlar ve makineler bilimsel müzelerde sergilenmektedir.

20.yy.'daki gelişmelere kronolojik bir sırayla bakarsak;

- 1936 Harry Vickers pilot kumandalı emniyet valfi,
- 1950 Jean Mercier lastik ayırıcı biriktirici,
- 1958 MIT' de yüksek basınç ve servo kontrol araştırmaları sonucu elektrohidrolik servovalf uygulamaya kondu.
- İkinci Dünya Savaşı sırasında yapılan araştırmalar hidroliğin gelişmesine büyük katkıda bulundu. Böylece 1950'ye kadar devre elemanlarının büyük çoğunluğu bulunduğu için bu tarihten sonra otomasyona olan eğilim nedeniyle hidrolik uygulamalar artış göstererek hızlandı. Son eğilim, hidrolik elemanları elektronik ve fluidik sistemlerle birleştirerek tamamen otomatik ve yüksek hassasiyetli araçlar yapma yönündedir. Bu tür bir sistem ile insan arasında bir benzetme yaparsak, elektronik, makinenin beyin ve sinir sistemi, hidrolik ise kasları diyebiliriz [20].

Hidroliğin ülkemizdeki gelişmesi ithal edilen pres ve makinelerdeki hidrolik uygulamalar aracılığı ile başladı. Gerek bu makinelerin yedek parçaları gerekse de benzerlerinin yapılmak istenmesi hidrolik malzemeye olan talebi doğurdu. Sonuçta da ithalat yolu ve hurda uçaklardan sağlanan malzeme yavaş yavaş piyasaya girmeye başladı. Yerli hidrolik valflerin küçük çapta seri olarak imalatı 1965'lerde

başlamıştır. Bugün temel hidrolik valfler ve bazı pompa çeşitleri ise üretilmektedir [20].

5.1. Hidroliğin Temel İlkeleri

Hidroliğin ayrıntılarına girmeden önce sözcük olarak ne anlama geldiğini belirlemeliyiz. Hidrolik, Yunanca su anlamına gelen “hydor” sözcüğünden türetilmiş ve subilimi olarak gelişmiştir. Oysa endüstriyel hidrolik kavramı ile kuvvet ve hareketlerin bir akışkan aracılığı ile iletimi ve denetimi kastedilmektedir. Bu tanımın sonucu olarak enerji iletim maddesi akışkan olmaktadır. Sentetik akışkan, su, su-yağ karışımları kullanılıyorsa da genel olarak madensel yağlar akışkan olarak kullanılmaktadır.

Akışkanların davranışını inceleyen Akışkanlar Mekaniği iki ana bölümden oluşur.

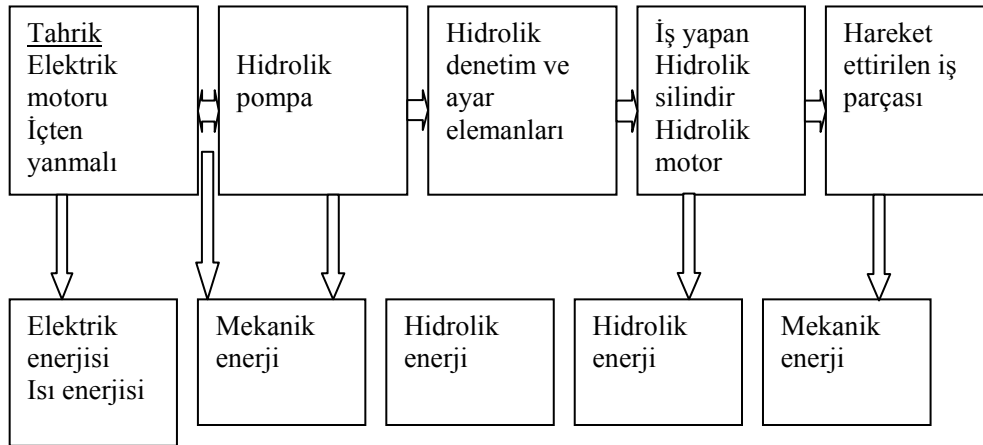
- Hidrostatik : Duran akışkan mekaniği,
- Hidrodinamik : Hareketteki akışkan mekaniği.

Hidrolikteki kuvvet iletimi hidrostatik, türbinlerde akış enerjisinin elektrik enerjisine dönüşmesi hidrodinamik için örnek olarak gösterilebilir.

Şüphesiz hidrolikten başka enerji iletim yöntemleri de vardır. Örneğin Mekanik (dişli, mil, krank), Elektrik (döner alanlı motor, doğrusal motor, torkmotor vs.), Elektronik (kuvvetlendiriciler, elektronik dönüşüm parçaları), Pnömatik (hidroliğe çok benzer, iletim maddesi olarak hava kullanılır). Bu yöntemlerden her birinin uygulama alanı vardır. Fakat bazı durumlarda bunlardan birkaçı içinden birini seçmek sözkonusu olur. Bu seçimde hidroliği tercih edilir kılan özelliklerden birkaçını saymak gerekirse;

- Küçük hacimde büyük kuvvetler, momentler elde edilir. (Yüksek güç yoğunluğu)
- Kuvvet gerektiğinde kendiliğinden oluşur
- Dururken, tam yükte harekete geçmek olasıdır.
- Hız, kuvvet ve moment kademesiz olarak kolayca ayarlanabilir.

- Fazla yük durumundan korunma kolaylıkla gerçekleştirilebilir.
- Çok hızlı ve çok yavaş hareketler büyük bir duyarlılıkla denetlenebilir.
- Gazlar yardımıyla bir miktar enerji biriktirme (saklama) olanağı vardır.



Şekil 5.1. Hidrolik devrede enerji dönüşümü [20]

5.2. Hidrolik Akışkanlar

Bir hidrolik sistemden iyi bir çalışma ve uzun bir ömür elde edebilmenin en önemli koşullarından biri, devreye uygun yağın seçilmesi ve bakımının düzenli yapılmasıdır. Yağlar, başlı başına bir uzmanlık konusu olduğu için sadece yağların özellikleri ve yağ seçimindeki esaslar incelenecektir.

Hidrolik sistemlerde kullanılan sıvının bazı temel ödevleri yerine getirebilmesi gereklidir. Bu ödevler; başlıca işlevi olan güç iletimini gerçekleştirmek, sızdırmazlığı sağlamak, soğutma ve yağlama yapmaktır.

Bugün hidrolikte kullanılan yağlar iki ana sınıfa ayrılır.

- Standart madeni (Mineral) yağlar (Petroleum oil)
- Ateşe dayanıklı yağlar.

Petrol kökenli standart madeni yağlar en çok kullanılan yağlardır. Madeni yağların özellikleri üç faktöre bağlıdır.

- 1- Ham petrolün kalitesi
- 2- Rafineri metodu ve derecesi
- 3- Kullanılan katkıları

Madeni yağların bir sakıncası yanabilmeleridir.

Isıl işlem, kaynak, döküm gibi ateşin tehlikeli olabileceği ortamlar için yanmaz yağlar kullanılmalıdır.

Ateşe dayanıklı yağlar;

- 1- Su glikol çözeltisi
- 2- Su yağ karışımları (emülsiyonları)
- 3- Sentetik yağlar

5.3. Yağda Aranılan Özellikler

5.3.1. Yapışkanlık (Viskozite)

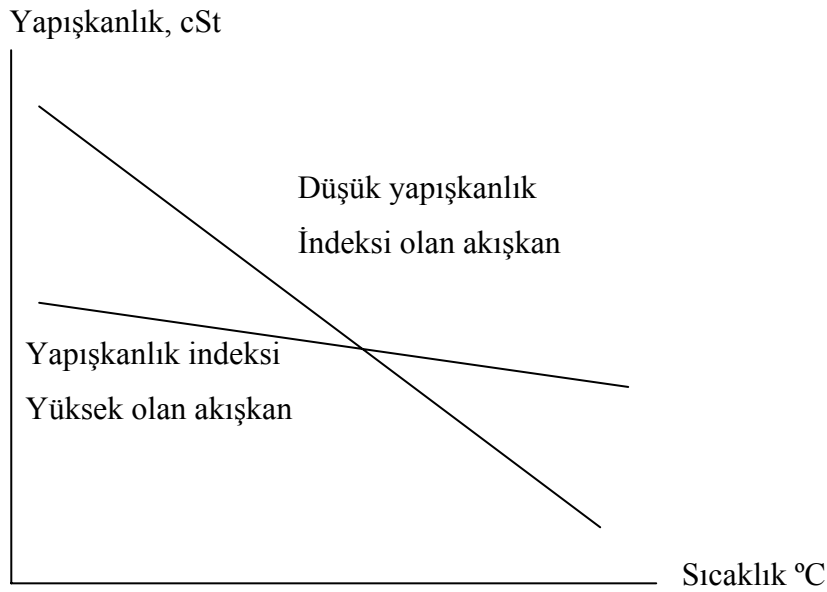
Yapışkanlık değeri, büyük bir sıcaklık aralığında kabul edilen sınırlar içinde kalmalı, fazla değişmemelidir. Aksi durumda yapışkanlığı yüksek olan kalın bir yağ seçilecektir. Bu da boru hatlarındaki basınç kayıplarını artırır ve soğukta ilk çalıştırma sırasında emişi güçleştirir. Yağın yapışkanlığının sıcaklıkla değişim direncinin ölçüsü olarak yapışkanlık indeksi (VI- Viscosity Index) tanımlanmıştır. Yapışkanlık indeksi boyutsuz bir sayıdır.

Çizelge 5.1. Yapışkanlık indeksi (Viscosity Index) [20]

<u>VI</u>	<u>-18 °C</u>	<u>38 °C</u>	<u>98 °C</u>
50	2592cSt	32.4cSt	8.85cSt
90	1728cSt	32.4cSt	9.3cSt

Dikkat edilirse yapışkanlık indeksi 90 olan yağın yapışkanlığı, yapışkanlık indeksi 50 olana göre aynı sıcaklık aralıklarında daha az değişmiştir. Grafikte de bu durum açıkça görülmektedir.

Endüstriyel hidrolik sistemlerin çoğu VI' si 90 veya daha yukarı olan yağlar gerektirir.



Şekil 5.2. Yapışkanlık indeksi "VI" grafik gösterimi [20]

5.3.2. Yağlama yeteneği

Yapışkanlık ve moleküller arası çekim sonucu metal yüzeylere yapışan yağ birkaç molekül kalınlığında bir katman oluşturur. Böylece ayrı bir yağlamaya gerek kalmadan hareket eden parçaların mekanik sürtünmesi ve aşınma sorunları en aza indirilir. Aksi halde havadaki nemin yoğunlaşmasından veya doğrudan su ile bulaşmadan dolayı metal yüzeylerde pas oluşabilir.

5.3.3. Oksidasyon

Yağın bileşenlerinin Oksijenle kimyasal tepkimeye girerek bazıları erimeyen türden kimyasal bileşikler oluşturması olayıdır. Oksidasyon oluşan çamur veya sakız

yapısındaki bileşikler yapışkanlığı arttırırlar ayrıca pompa ve valflerdeki küçük delikleri tıkayarak kesikli çalışmaya neden olurlar. Aynı şekilde açığa çıkan asidik maddeler sızdırmazlık elemanlarının bozulmasına ve metal yüzeylerde korozyona neden olurlar. Oksidasyonun nedenleri;

Sıcaklık

Bir kimyasal tepkimede diğer tüm unsurlar sabit kalmak koşuluyla her 5,5 °C'lik sıcaklık artışı tepkime hızını iki katına çıkarır.

Oksidasyonda kimyasal tepkimedir ve 50 °C ye kadar hızı çok yavaştır. Bu değerden sonra hızı çok artar. Bu yüzden hidrolik sistemlerde yağ sıcaklığı 35 °C – 50 °C arasında olmalı, kesinlikle 70 °C'nin üstüne çıkmamalıdır. Gerekirse soğutucu kullanılmalıdır.

Metaller

Bakır, bronz, pirinç gibi metaller katalizör gibi tepkime hızını arttırırlar. Örneğin milyonda bir oranında bakır çözündüğünde yağ ömrü yarıya iner.

Pislikler

Toz, pas, su, kesme işleminde kullanılan yağlar ve benzeri bulaşık maddeler de katalitik etkiye sahiptir. İyi bir süzme donanımı devreyi koruduğu gibi yağ ömrünü de uzatır.

Su tutma

Yağın içinde %1 oranında su bulunabilir. Bu miktar yağlama yeteneğini bozmaz. İlave edilecek katkıları nedeniyle su ile yağ çözelti oluşturamayacaklarından, yağdan ağır olan su dibe çöker. Nemli ortamlarda deponun alt bölümünde su birikebilir. Belirli zamanlarda deponun altındaki musluğu açarak bu suyu boşaltmak gerekir.

Köpüklenme

Kesinlikle istenmeyen bir durumdur. Boşluk “kavitasyon” olayına yol açar, yağın ısınmasına, şok ve gürültü oluşmasına ve basıncın düşmesine neden olur. Yağlara köpük önleyen katkıları ilave edilmektedir. Buna karşın depodaki yağın üzerinde köpük varsa pompa bir yerden hava alıyor demektir.

5.4. Yağların Önemli Fiziksel Özellikleri

Özgül ağırlığı

Birim hacmin ağırlığıdır. 20 °C’deki değerleri ile anılır. Hidrolik yağda;

$$\gamma = G/V = mg/V = 0,91 \dots 0,95 \text{ daN/dm}^3$$

Yoğunluk

Birim hacmin kütesidir. Hidrolik yağların 20 °C’deki yoğunluğu;

$$\rho = m/V = \gamma/g = 0,9 \text{ kg/dm}^3$$

Yapışkanlık (Viskozite)

Yağ katmanlarının birbirinden ayrılmamak için gösterdikleri direnç, diğer bir deyişle yağın iç sürtünmesine yapışkanlık denir. Katmanların gerek birbiriyle, gerek metal yüzeylerle sürtünmesi sonucu kesme gerilmesi ve iç sürtünme kuvvetleri ortaya çıkar. Yağda oluşan bu iç kuvvetlerin bir ölçüsü olarak dinamik (mutlak) yapışkanlık (η) tanımlanmıştır. Birimi Ns/m^2 dir.

Dinamik yapışkanlığın yoğunluğa oranına “Kinematik Yapışkanlık” adı verilir. Hesaplarda bu büyüklük kullanılır.

Akma noktası

Yağın akıcılığını yitirip, katılaşmaya başladığı sıcaklığa denir. Standart yağlarla -10 °C, -25 °C'ye inilebilmektedir. Ayrıca -50 °C'de çalışabilen özel yağlar da üretilmektedir.

Alevlenme noktası

Bu sıcaklıkta yağdan çıkan buhar havayla birleşerek yanıcı gazlar oluşturur. Bu gazla ateş yaklaştırıldığında parlar ve söner. Standart yağların alevlenme sıcaklığı 180-210 °C'dir. Bunun 40 °C üzeri "Yanma Noktası" adını alır. Hidrolik sistemlerde genellikle 50 °C' nin üzerine çıkılmadığı için uygulamada sorun yaratmaz.

Isıl genleşme

Sıcaklığın artması her maddede olduğu gibi yağda da hacimsel genleşmeye neden olur. Hacim ile sıcaklık arasındaki ilişki aşağıdaki formülle belirtilir.

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta t$$

Burada V_0 başlangıç hacmi Δt sıcaklık farkı, γ genleşme sayısıdır. Hidrolik yağlar için değeri ortalama 0.0007 1/°C dir. Sıcaklığın her 1 °C artmasıyla hacim %0,07 kadar artar.

Sıkıştırılabilirlik

Akışkanlar esnek olduğu için yağa basınç uygulandığında yoğunluğu artar ve hacmi küçülür. Sıkıştırılabilirlik (Kompresibilite) basınç ve sıcaklığa bağlı bir özelliktir.

20-70 °C arasında sıcaklığın etkisi çok azdır. Basınçla olan ilgisi ise 300 bar'a kadar doğrusaldır, her 50 bar için başlangıç hacmi %0.36 kadar küçülür. Bu etkiyi belirtmek üzere "H" sıkışma sayısı tanımlanmıştır.

$$H= 1/K=0,000007 - 0,000008 \text{ cm}^2/\text{N}$$

$$K= 14300 - 12500 \text{ N/cm}^2$$

“K” Sıkışma hacimsel esneklik modülüdür.

5.5. Hidrolik Borular Ve Hortumlar

Borulama

Borulama; hidrolik akışkanı elemanlar arasında taşıyan boruları ve bağlantı elemanlarını içeren bir deyimdir. Hidrolik sistemlerde kullanılan iletim hatları borular ve hortumlardır.

Borular

Basınç hattında kullanılan borular St 35.2 kalitesinde dikişsiz çelik çekme borulardır. ve özellikleri DIN 2391’ de belirtilmiştir. Borular paslanmayı önlemek amacıyla fosfatlama işleminden geçirilir.

Boruların uygun olarak bağlanması, kaçakların azaltılması ve sistemdeki gürültülü çalışmadan kaçınmak için gereklidir.

Bağlantı elemanları

Boruların güvenli, temiz ve kolay sökülüp takılabilirliğini sağlamak için yüksüklü rakorlar geliştirilmiştir. Bu rakorlar Ø 42 mm çapa kadar standart olarak üretilirler. Daha büyük ölçüler için alın (flaş) bağlantı kullanılır. Kullanılma basınçlarına göre hafif (SS), orta (L) ve yüksek (S) basınç mertebesinde imal edilirler.

Hortumlar

Kural olarak silindir gövdesinin hareket ettiği veya ortamın titreşimli olduğu uygulamalarda çelik boru yerine hortum kullanılır.

Hortumlar sentetik lastik ve dayanıklılığı artıran bez veya çelik tel örgü katmanlarından oluşur.

Düşük basınçlarda bez örgü, yüksek basınçlarda çelik tel örgü kullanılır. Örgü sayısı basınca göre değişir. Hortum malzemesi olarak Kloropren, Nitril, Klorosülfonitpolietilen (Neopren, Perbunan, Hypalon ve Viton) kullanılır.

Hortumlar sistemde oluşan şokları genişleyerek sönümlerler. Bu özelliğinden ötürü çelik boru hatlarının arasına kısa bir hortum konarak şok etkisi azaltılabilir. Hortumların ömürleri çelik boruya göre daha az olduğu için yedek bulundurmakta yarar vardır.

5.6. Depo ve Donanım

5.6.1. Filtreler

Bir hidrolik güç kaynağının güvenilirliği temizliği ile doğrudan ilgilidir. Filtreler basınç ileten akışkanı süzüp temizleyerek devredeki elemanlara pislik gitmesini, dolayısıyla aşınmayı önlerler. Filtre seçiminde birçok unsur rol oynar.

Pislik parçalarının büyüklüğü, sayısı, yağın akış hızı, çalışma basıncı, basınç düşümü, toleranslar ve yapısal koşullar.

Hidrolik sistemlerde başlıca 3 tip filtre kullanılmaktadır.

1- Emiş filtresi : Emiş filtresi pompanın emiş bölümüne yerleştirilir.

2- Basınç filtresi : Hidrolik devrede basınç hattına yerleştirilir. Bu yer pompa çıkışı, servovalf öncesi veya çok kısılmış akış ayar valfi öncesi olabilir. Kural olarak denebilir ki basınç filtresi korunması istenen birimden önce yerleştirilir.

3- Dönüş filtresi : Dönüş filtresi en çok kullanılan filtre tipidir. Adından da anlaşılacağı gibi dönüş hattına yerleştirilir. Devrede işini bitirip depoya giden yağ dönüş filtresinde süzildükten sonra depoya gönderilmiş olur.

5.6.2. Diğer donanımlar

Hidrolik sistemlerde bir çok donanım kullanılmaktadır. Bunlar;

- 1- Uyarı göstergeleri
- 2- Esnek kavrama
- 3- Sıcaklık ve düzey göstergeleri
- 4- Basınç ölçer
- 5- Basınç anahtarı
- 6- Çoklu gösterge koruyucusu
- 7- Basınç ölçer koruma valfi
- 8- Akış ölçer
- 9- Isı değiştirici (Soğutucu)
- 10- Isıtıcılar
- 11- Hidrolik güç kaynağı

5.6.3. Depolar

Deponun yerine getirdiği birçok işlev vardır.

Yağ barındırmak

Olanaklar ölçüsünde tüm devre yağını alabilecek hacimde olmalıdır. Kullanıcılara ve çalışma çevrimine bağlı olarak değişen yağ düzeyi göz önüne alınmalıdır. Bağlantılardan dışarı sızan yağda depodan takviye edilir.

Soğutma (Isı yayma)

Her enerji iletiminde kaçınılmaz olan kayıplar, hidrolikte yağa verilen ısı olarak kendilerini gösterirler. Kayıp derecesi devrenin verimini belirleyen unsurdur. Toplan kayıp; pompada, boruda, valflerde, akış ayar ve basınç valflerinde oluşan kayıpların toplamıdır. Bu kayıplar nedeniyle yağa geçen ısıнын bir kısmı borular, valfler ve

depo tarafından çevreye yayılır. Geri kalan ısı, oluşan ısı ile dağıtılan ısı denge haline gelene kadar, yağ ve devre elemanlarını ısıtır. Bu andaki sıcaklık devrenin doyma sıcaklığıdır.

Eğer devrede soğutucu yoksa, doyma sıcaklığının en çok çalışma sıcaklığına eşit veya daha az olması gerekir.

Havayı ayırma

Madensel yağlarda, basınç ve sıcaklığa bağlı olarak çözülmüş hava bulunur. Küçük kabarcıklar halindeki bu hava yağ ile birlikte devreye taşınır. O nedenle bu havanın depodan ayrılması gerekir. Bunu sağlamak için de yağın üst yüzey alanı olanaklar ölçüsünde geniş olmalıdır.

Kir birikintilerini ayırma

Uzun bir çalışma sürecinden sonra filtreleme yapılmasına rağmen kir parçacıkları ve yağın eskimesinden ötürü oluşan çamur ve parçacıklar birikirler. Emiş ve dönüş hatlarının tasarım ve yapımı bu nedenle ayrı bir önem taşır. Emiş ve dönüş borularının uçları 45°'lik eğimle kesilmeli ve birbirlerini etkilemeyecek şekilde ayırık bağlanmalıdır. Büyük depolarda veya yağ hareketlerinin kuvvetli olduğu durumlarda emiş ve dönüş bölgelerini ayıran perde konulur.

Motor-pompa grubu ve valflerin yerleştirilmesi

Standart HGK'larında motor-pompa grubu ve valfler depo üzerine takılırlar. Bu nedenle deponun üst bölümünün tasarımı yapılırken bu durum göz önüne alınır.

Bir depodan yerine getirmesi istenen bir çok istek vardır:

- Titreşim sönümleyici olmalı,
- Depo üstündeki parçaları sökerken akacak yağı biriktirmeli,

- Yan duvardaki temizleme kapağı depo içinde her yere kolayca ulaşmayı sağlayacak büyüklükte olmalı,
- Deponun tabanı eğimli olmalı ve depodaki yağın kolayca boşaltılmasını sağlayan boşaltma deliği ve tapası takılmalı,
- Daha iyi soğutma temizleme ve taşıma olanakları bakımından, 40 litreden büyük hacimli depolarda yerden yükseklik 150 mm olmalıdır. Bu açıklık sayesinde daha iyi hava dolaşımı ve soğutma sağlanmış olur.

En az ve en çok yağ düzeylerini dışardan görebilmek için düzey göstergesi konmalıdır. Uzun bir gösterge konulduğunda yağın her anki konumu kolayca izlenebilir.

5.6.4. Doldurma ve havalandırma filtresi

Depoya hava çekildiğinde temizleme görevi yapar. Havanın filtreden geçiş miktarının depodaki hacim değişme miktarından fazla olması gerekliliğine dikkat edilmelidir. Aksi durumda depodan yağ çekildiğinde boşluk (vakum), yağ verildiğinde basınç oluşacaktır, bunun önlenmesi gerekir.

5.7. Hidrolik Silindirler

Pompanın devreye verdiği basınç enerjisi silindir ve hidromotorlar tarafından mekanik enerjiye dönüştürülür. Silindire doğrusal motor adı da verilir. Pistona uygulanan basınçla oluşan kuvvet piston kolu tarafından itme veya çekme kuvveti halinde kullanılabilir.

Hidrolik silindirler üç ana gruba ayrılır:

- 1- Tek etkili silindirler
- 2- Özel silindirler
- 3- Çift etkili silindirler

5.7.1. Tek etkili silindirler

Bu tür silindirlerde pompanın bastığı yağ bir yönde hareket ve kuvvet sağlar. Geri dönüş silindir önündeki yük, milin kendi ağırlığı veya bir yay tarafından gerçekleştirilir. Geriye dönüş için silindirdeki yağı depoya bağlamak yeterlidir. Geriye dönüşte yağ basılmadığı için, bu tür silindirler pistonsuz da olabilir. Bu durumda kuvveti sağlayan gerçek alan mil alanıdır.

5.7.2. Özel silindirler

Teleskopik silindirler

Küçük boyutlu silindir kullanıp uzun strok elde etmek istendiğinde teleskopik silindir kullanılır.

İç içe geçirilmiş pistonlardan oluşmuş bir silindir türüdür.

Tandem silindir

Bazı uygulamalarda silindirin konacağı yer küçük ve basınç sınırlı ise aynı boyutlu bir silindirden daha büyük kuvvet elde edebilmek için tandem silindir kullanılır. Tandem silindir aslında iki veya daha fazla eşit stroklu silindirden oluşur.

Dubleks silindir

Piston kolları birbirine bağlı olmayan strokları farklı iki silindirden oluşur. Çift etkili çalışmayı sağlamak için arada sızdırmazlık öğeleri vardır. Bu silindirin özelliği 3 konum vermesidir.

Dubleks silindir 3 kesin konuma sahiptir. 1. konum her iki piston geride iken, 2. konum kısa stroklu silindir ilerlediğinde, 3. konum uzun stroklu silindir ilerlediğinde elde edilir.

Dubleks silindirin diğerk bir yapım şekli de pistonların sırt sırta durduğu tiptir. Genellikle piston kollarından biri hareket ettirilecek makine elemanına bağlanır.

5.7.3. Çift etkili silindirler

Yağ gönderilmesi ile her iki yönde hareket edebilen ve kuvvet uygulayabilen, en çok kullanılan silindir türüdür. Tek veya çift piston kollu olabilirler. Çift kollu silindirin kol çapları farklı yapıldığında, aynı basınç değerinde iki yönde farklı kuvvet yaratır.

Eğer kol çapları eşit ise iki yönde de eşit kuvvet ve eşit hız elde edilir. Bu da örneğin taşıma tezgahlarında istenen bir çalışma özelliğidir.



Resim 5.1. Çift etkili hidrolik silindir [20]

5.8. Sızdırmazlık Elemanları

Hidrolik devre elemanları basınçlı ortamda çalıştıkları için basınçsız bölgeden çok iyi yalıtılmaları gerekir. Örneğin çift etkili bir silindirin hareketi için bir bölüme yağ gönderilir, diğer bölüm basınçsız ortama yani depoya bağlanır. Eğer piston keçesinde bir kopma, yırtılma varsa gönderilen yağ diğer bölüme geçeceğinden basınç yükselemeyecek ve silindir işlevini göremeyecektir. Yağ kaçağı önemi az olan bir bölgede de olsa, yağ sızması sonucu devre kirli bir görünüm alacak ve depoda eksilen yağ mali yük getirecektir. Bu nedenlerle sızdırmazlık elemanlarının

yapı ve çalışma şekillerinin iyi bilinmesi gerekir. Sızdırmazlık elemanları basınç ve sıcaklık altında üretildikleri için boyut toleransları talaşlı üretim toleranslarından daha büyüktür.

Malzeme cinsleri

Sızdırmazlık elemanlarının üretiminde başlıca 3 cins malzeme kullanılmaktadır.

- 1- Bezli malzeme
- 2- Termo plastik malzeme
- 3- Esnek malzeme:
 - Madeni yağa dayanıklı
 - Madeni yağa dayanıksız

5.9. Hidrolik Pompalar

Hidrolik pompalar, kendileri tahrik eden motor tarafından iletilen enerjiyi hidrolik çalışma enerjisine dönüştürürler.

Pompalama hareketi tüm pompalar için aynıdır. Tüm pompalar emiş ağzında artan bir hacim, basma ağzından azalan bir hacim yaratırlar. Pompalama hareketini yapan elemanlar, tüm pompalarda aynıdır.

Endüstriyel hidrolikte kullanılan pompaların diğer tüm pompalardan en önemli ayrıcalığı pozitif iletimli olmalarıdır. Bu tip pompalarda emilen yağ basılmak zorundadır, böylece basılan yağın önünde direnç söz konusu olduğunda basınç oluşacaktır.

Hidrolikte sistemlerde yaygın olarak kullanılan 3 tip pompa vardır. Bunlar:

- 1- Kanatlı pompa
- 2- Dişli pompa

3- Pistonlu pompa

5.9.1. Kanatlı pompa

Kanatlı pompa, kanatları bir halka boyunca hareket ettirerek pompalama hareketi sağlar. Bir kanatlı pompa esas olarak rotor, kanatlar, halka ve üzerinde fasulye şeklindeki giriş ve çıkış delikleri bulunan dağıtım plakasına sahiptir.



Resim 5.2. Kanatlı pompa [20]

5.9.2. Dişli pompa

Bir dişli pompa basit olarak üzerinde giriş ve çıkış delikleri bulunan gövde ve biri tahrik motoruna bağlı çeviren dişli, diğeri çevrilen dişliden oluşur.

Tahrik motoru çeviren dişliyi döndürdüğünde çevrilen dişliyi kavrar ve döndürür. Dişlilerin birbirini kavraması ve ayrılmaları artan ve azalan hacimler yaratır. Emişte dişlilerin birbirinden ayrılmalarıyla (artan hacim) yağ pompa gövdesine girer dişliler ve gövde arasında hapsolan yağ taşınarak basma ağzına iletilir. Bu noktada dişliler birbirini kavrar (azalan hacim) ve yağı sisteme gönderir. Dişli pompalarda sızdırmazlık dişlilerin kendi aralarında ve diğer dişliler ile gövde arasındaki imalat toleranslarına bağlı olarak sağlamıştır. Dişler her iki dişlinin dış çevresine açıldığı için bu tip dişli pompa, “dıştan dişli” pompa olarak adlandırılır. Genellikle düz,

helisel ve V dişli tipleri kullanılır. Bir halkanın içine açılmış dişleri kavrayan bir dıştan dişliden oluşan pompalara ise içten dişli pompa denilmektedir.

5.9.3. Pistonlu pompa

Pistonlu pompalarda pompalama, pistonun silindir içinde ileri geri hareket etmesiyle sağlanır. Pistonlu pompalar pistonların diziliş şekillerine göre 2 ana gruba ayrılabilir.



Resim 5.3. Pistonlu tip hidrolik pompa [20]

Eksenel pistonlu pompalar

Pistonlar pompa eksenine paralel şekilde yerleştirilmiştir. Eksenel pistonlu pompaları da pistonların girip çıkma (emme-basma) hareketini sağlayan yapı türüne göre,

- Eğik plakalı
- Bloku dönen
- Bloku sabit
- Eğik bloklu

Olarak tekrar sınıflanabilir.



Resim 5.4. Eksenel pistonlu pompa [20]

Raydal (Merkezcil) pistonlu pompalar

Radyal pistonlu pompalarda pistonlar, eksenleri birbirleriyle çakışacak şekilde yerleştirilmiştir. Raydal pistonlu pompalar da bloku sabit ve döner olarak iki gruba ayrılırlar.

5.10. Valfler

Hidrolik sistemlerde değişik maksatlı olarak kullanılan valfler vardır. Bunlar;

- 1- Yön denetim valfleri
- 2- Basınç denetim valfleri
- 3- Akış denetim valfleri

5.10.1. Yön denetim valfleri

Yön denetim valfi, geçişleri hareketli bir parça ile bağlanan veya kesilen delikli bir gövdeden oluşur. Bu hareketli parçaya sürgü adı verilir. Endüstriyel hidrolikte de en çok kullanılan valf türü sürgülü valftir.

Sürgülü yön denetim valfleri giriş çıkış delikleri ve sürgünün hareket konumuna göre adlandırılırlar. Örneğin; üzerinde 5 delik bulunan ve iki hareket konumunda yönlendirme yapan valflere 5/2'lik valf denir. Bunun açınımı 5 yollu ve 2 konumlu valf demektir bir örnek daha verirse üzerinde 4 delik bulunan ve iki konumda yönlendirme yapan valflere 4/2'lik valf denmektedir. Bunun açınımı da 4 yollu 2 konumlu valf demektir. Valfler isimlendirilirken belirtilen bir diğer hususta giriş çıkış boru çaplarıdır. Yani 5/2'lik valfin delikleri 1/4" ise valf 5/2-1/4'lük valf olarak adlandırılır.



Resim 5.5. Yön değiştirme valfi [20]

5.10.2. Basınç denetim valfleri

Hidrolik sistemdeki en çok basınç normalde kapalı bir basınç valfi ile denetlenebilir. Valfin bir deliği sistem basıncına diğer deliği depoya bağlantılıdır. Basınç önceden belirlenen belli bir değere ulaştığında gövde içindeki sürgü hareket ederek basınç deliğini depo deliğine bağlayıp akışı depoya yönlendirir. Bu tip normalde kapalı, basınç valfine emniyet valfi adı verilir.

5.10.3. Akış denetim valfi

Bir akış denetim valfinin işlevi devreye veya bir bölümüne giden pompanın bastığı yağ miktarını azaltmaktır. Bunu devrede normal geçiş hattında bir daraltma yaratarak gerçekleştirir. Daraltmayı aşmak için pozitif iletimli pompa sıvıya daha büyük bir basınç uygular bu da sıvının bir miktarının başka bir yol izlemesine neden olur. Bu yol genellikle emniyet valfinden boşalmaktır, fakat fazlalık sistemin bir başka bölümüne de girebilir. Akış denetim valfleri;

1- Kısma (daraltma) valfleri

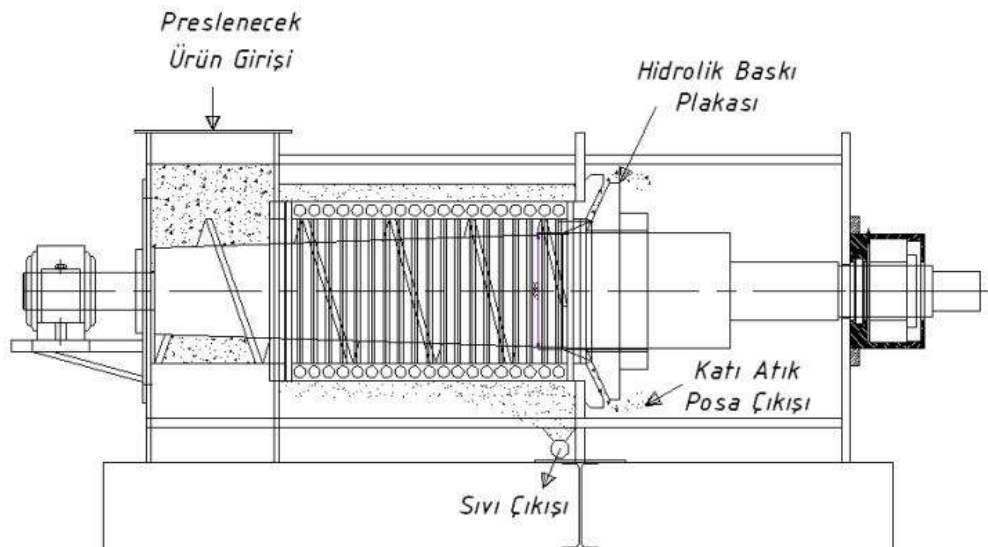
2- Akış ayar valfleri

olmak üzere 2 genel gruba ayrılır.

6. MATERİYAL METOD

6.1. Vidalı Susuzlandırma Presi

Bu çalışmada, PLC kontrollü vidalı susuzlandırma presi tasarlanıp imalatı gerçekleştirilmiştir. Susuzlandırma işleminin farklı amaçlardaki kullanımlarından daha önce bahsedilmiştir. Vidalı susuzlandırma presi bir kısım proseslerde değişik kimyasal işleme tabi tutulmuş materyallerin içindeki değerli ürünü sıvı ile beraber almak (Örneğin: haşhaşın içindeki baz morfin, mısırın nişastası v.b.) bir kısım proseslerde ise materyallerin sudan arındırılarak katı posasının ya atık olarak çevreye zarar vermeden atılmasını sağlamak (Örneğin: atık su arıtma tesisleri) ya da değerli ürün içerisindeki suyun alınarak katı miktarının arttırılması daha doğrusu sıvı miktarının azaltılması böylece bir yandan atık içindeki değerli ürün alınırken atılan kekleştirilmiş atığın daha az enerji sarfiyatlarıyla kurutularak kullanılabilmesini sağlamak (Örneğin: Pancar posası) amacıyla kullanılır.



Şekil 6.1. Vidalı susuzlandırma presi çalışma şeması

Tasarlanan sistemde, kontrolü operatör paneliyle veya makinenin çekmiş olduğu akıma göre otomatik olarak yapılabilen, denetimi ise PLC ile sağlanmış olan hidrolik pistonlar kullanılmıştır. PLC hidrolik üniteye bağlı hidrolik pistonların

bağlı olduğu sıkıştırma kovanını katı atık çıkış holünün önünde katı çıkışının zorlaştırılması veya kolaylaştırılması maksadı ile motordan aldığı akım bilgisi ve PLC üzerinde set edilen istenen sıkıştırma miktarına göre (az veya çok) ayarlamaktadır. Şekil 6.1' de vidalı susuzlandırma presinin çalışma prensibi şematik olarak gösterilmektedir.

Tasarımı ve imalatı yapılan PLC kontrollü vidalı susuzlandırma presi saatte 10 ton pancar posasını presleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Kapasite hesaplarında aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$v=hs.ns/60 \quad (6.1)$$

Burada, v = çevresel hız (m/sn), hs = helezon adımı (m), üretilen makinede adım değişken olduğundan ortalama adım alınmıştır. ns = devir sayısıdır (dev/dak).

Çevresel hız bulunduktan sonra aşağıdaki eşitlikle kapasite hesabı yapılmıştır.

$$Qt=Cs.Ds^2.\pi/4.hs.ns.\alpha.\epsilon.k\delta.60 \quad (6.2)$$

Burada, Qt = kapasite (ton/saat), Cs = helezon faktörü, Ds = Helis Çapı (m) üretilen makinede mil konik olduğundan ortalama çap alınmıştır. hs = helezon hatvesi (m) üretilen makinede hatve değişken olduğundan ortalama hatve alınmıştır. ns = devir sayısı (dev/dak), α = iletilen ürünün yoğunluğu, ϵ = doldurma derecesi (%80 (Alman M.U.T kaynağına göre %65'i aşmamalı), $k\delta$: eğim faktörüdür. Çizelge 6.1'de Eğim açısına göre eğim faktörleri verilmiştir.

Çizelge 6.1. Eğim açısına göre eğim faktörü

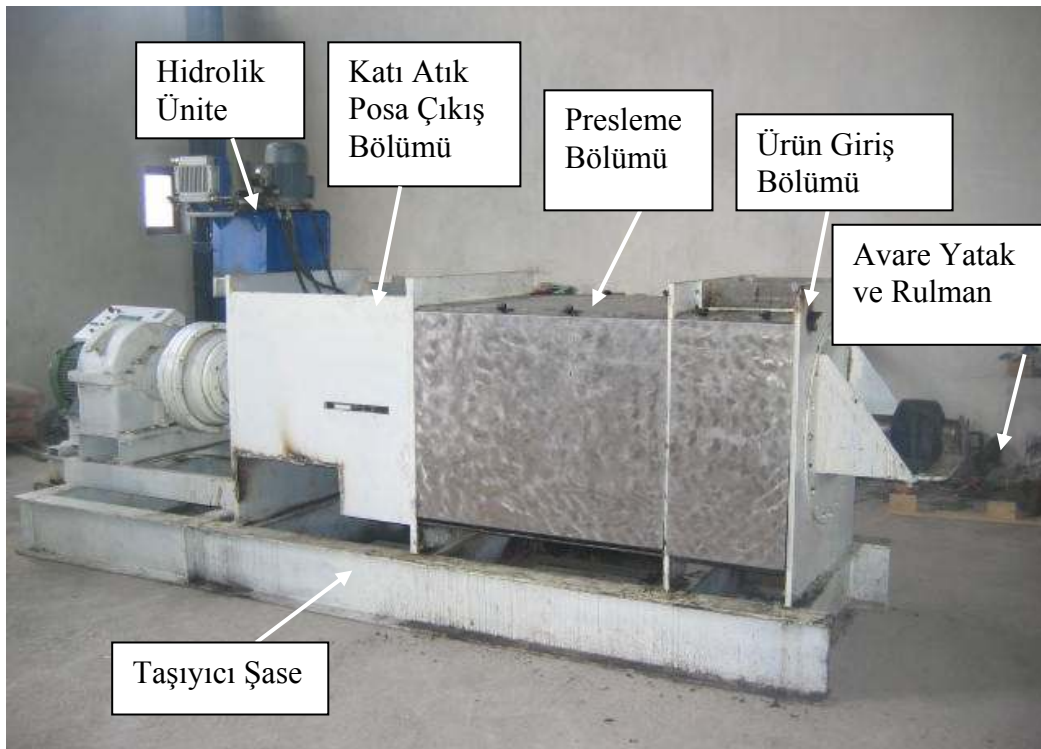
eğim açısı [°]	0°	5°	10°	15°	20°	25°
eğim faktörü $k\delta$ [-]	1	0,9	0,8	0,7	0,65	0,5

Vidalı susuzlandırma presi; mekanik, hidrolik ve elektronik sistemlerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur.

Preste kullanılan mekanik aksam 4 parçadan oluşmaktadır. Bunlar;

- Gövde
- Elek
- Helis ve Helis şaftı
- Baskı kovanıdır.

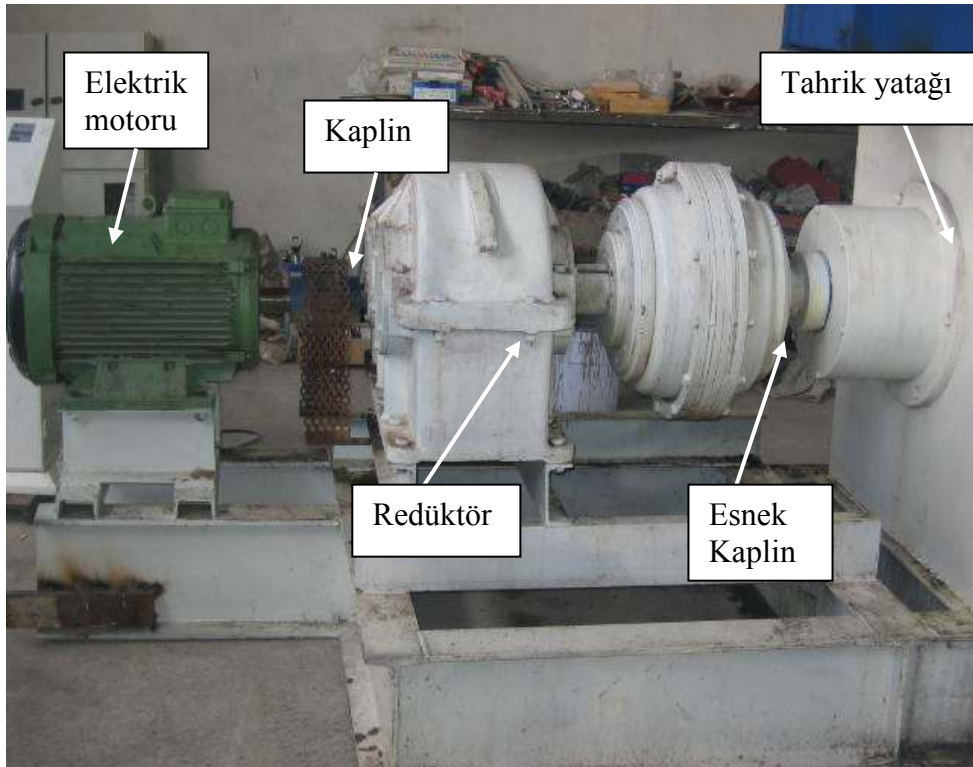
Bunların dışında motor, redüktör, kaplinler ile yatak ve rulmanlar da mekanik aksamı oluşturan diğer ekipmanlardır.



Resim 6.1. Vidalı susuzlandırma presinin önden görünüşü



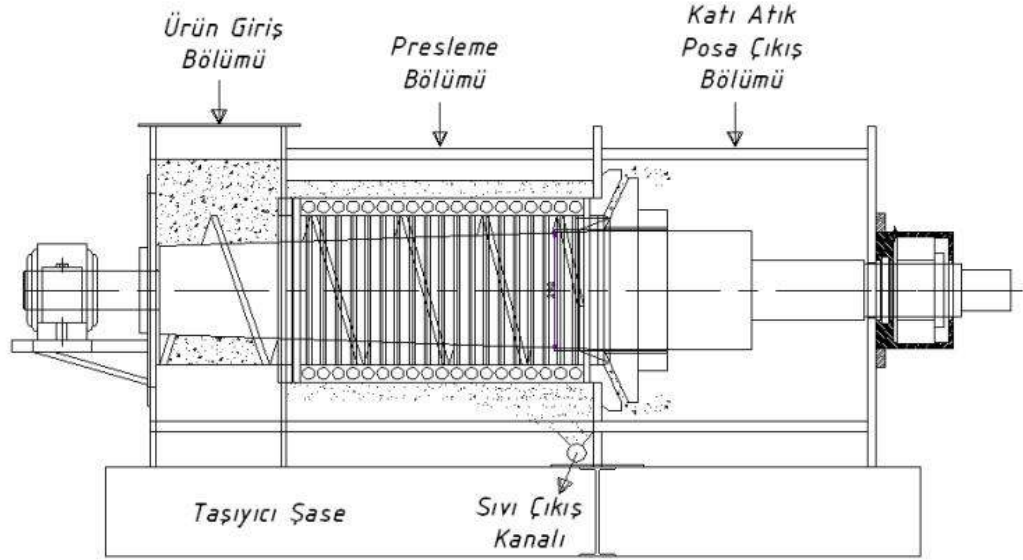
Resim 6.2. Vidalı susuzlandırma presinin arkadan görünüşü



Resim 6.3. Vidalı susuzlandırma presi tahrik grubu

6.1.1. Gövde

Helis, elek, hidrolik kovan ve pistonları taşıyan kısım ana gövdedir. Ana gövde; ürün girişi, presleme, katı atık posa çıkışı, sıvı çıkışı ve taşıyıcı şaseden oluşmaktadır.



şekil 6.2. Vidalı susuzlandırma presi ana gövdesi

Ana gövde; yapılan presleme işleminde oluşan basınçlar göz önünde bulundurularak kalın malzemelerden tasarlandığından oldukça ağır bir konstrüksiyona sahiptir. Ana gövdenin ürün giriş bölümü 20 mm kalınlığında, presleme bölümü ve katı atık posa çıkış bölümü 30 mm 1040 karbon çeliğinden imal edilmekle beraber ürün ve sıvı ile temas eden tüm yüzeyler 316Ti paslanmaz elik sa malzeme ile kaplanmıştır. Gövde tavan, taban ve kapaklarının tamamı 4 mm kalınlığında 316Ti paslanmaz elik sa malzemeden imal edilmiştir. Gövde kendi ağırlığını taşıyabilecek ve rijitliğini sağlayabilecek NPI 300 malzemeden bir şase üzerine oturtulmuştur. şasenin tüm yüzeyleri 10 mm kalınlığındaki 1040 karbon eliğı ile kaplanmıştır. Tüm gövde elemanları birbirine kaynaklı olarak monte edilmiştir. Presleme bölümünde bulunan eleğın gövdeye bağlanacağı flanşlar 50 mm kalınlığında 1040 karbon çeliğinden

kesilerek hazırlanmış ve daha sonra düşey bir tornada işlenerek yerlerine kaynaklı olarak monte edilmişlerdir.

Çizelge 6.1. 316Ti paslanmaz çeliğin kimyasal özellikleri [21]

AISI/SAE	C max	Mn max	Si max	S max	P max	Cr	Ni	Mo max	Ti
316Ti	0.08	2.00	1.00	0.030	0.045	16.50 18.50	10.50 13.50	2.00 2.50	5x%C- 0.70
316 ile aynıdır. Ti ilavesi ile tane arası korozyon direnci ve kaynak edilebilirlik özelliği artırılmıştır. Ancak fazla parlaklık özelliği de bu nedenle azaltılmıştır. 600 °C'ye kadar kullanılabilir. Özellikle kağıt, tekstil, fotoğrafçılık, lastik ve boya gibi kimya sektörlerinde ağır şartlarda kullanılır									

Çizelge 6.2. Ostenitik Paslanmaz Çelikler Karşılaştırma Tablosu [21]

AVRUPA (EN)	MALZ. NO.	İT İTALY	ABD USA (AISI)	İNG (BS)	ALM (DIN)	FR (AFNOR)	JAPONYA JAPAN (JIS)
X2CrNiMo 17-12-2	1.4404	X 5 CrNiMo 17 12	316L	316S31		Z 3 CND 18-11-2	SUS 316 L
X2CrNiMo 17-12-2	1.4404	X 2 CrNiMo 17 12	316L	316S11	X 2 CrNiMo 17 13 2	Z 3 CND 18-11-2	SUS 316 L
X6CrNiMoTi 17-12-2	1.4571	X 6 CrNiMoTi 17 12	316Ti	320S31	X 6 CrNiMoTi 17 12 2	Z 6 CNDT 17-12	SUS 316Ti

Çizelge 6.3. 316Ti paslanmaz çeliğin fiziksel özellikleri [21]

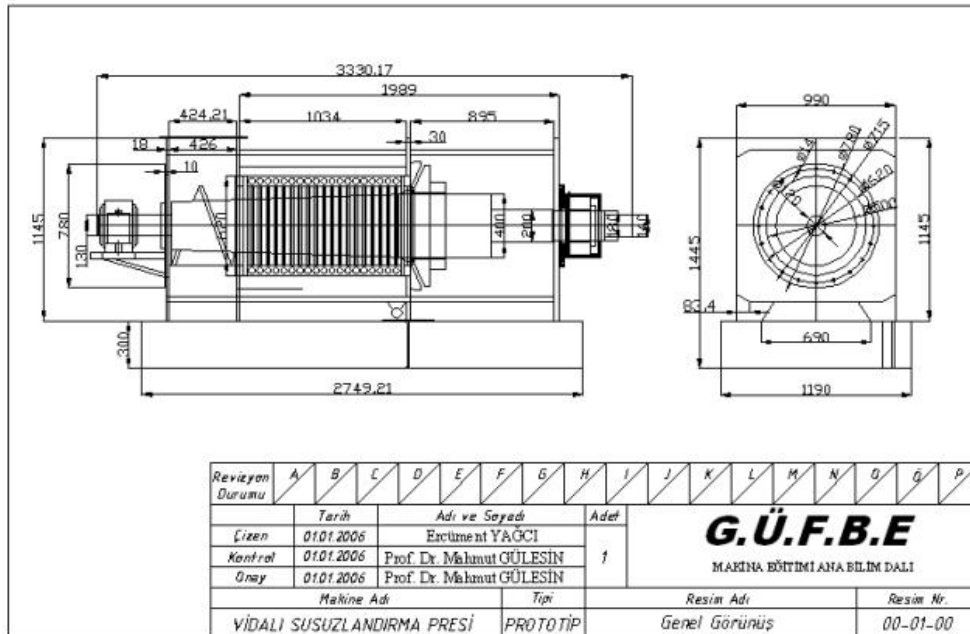
Yoğunluk Kg/m ³	Esneke Katsayısı GPa	Poisson oranı	Tekil Isı Kapasitesi J/kg.K	Termal İletkenlik 100°C W/m.K	Elektriksel Direnc n.W.m	Erime Aralığı	Görec eli Magne tik Nüfuz
7900	193	0.25	500	16.2	74	1375 1400	1.02

Resim 6.4'de vidalı susuzlandırma presi gövde imalatı görülmektedir. Pres gövdesine ait tüm elemanlar birbirlerine kaynaklı olarak birleştirilmiştir. Elek ile helislerin çalışma boşluğunun çapta 2 mm gibi çok az bir mesafe olması sağlıklı bir presleme için büyük önem taşıdığından ve parçalı eleğin sıkça sökülüp takılabileceği göz önünde bulundurularak elek boşluklarının tam olarak ayarlanabilmesi için gövde kaynak işlemleri yapılırken elek sürekli olarak gövdeye bağlı olarak kalmıştır. Ayrıca kaynağın oluşturacağı çekmelere karşı tedbir olarak

gövde elemanları birbirine geçici takviyelerle bağlanmıştır. Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra geçici takviyeler koparılmıştır.



Resim 6.4. Vidalı susuzlandırma presî gövde imalatı



Şekil 6.3. Vidalı susuzlandırma presî genel ölçüleri

6.1.2. Elek

Elek, presleme odasını çepeçevre kaplayan iki parçadan oluşmuş ve tam silindirik yapıdadır. Presleme işleminin yapıldığı ana bölüm presleme odası olup, presleme odasında yapılan sıkma işlemi esnasında üründen çıkan sıvılar elekten süzülür. Elek, presleme odasında, presleme esnasında oluşan basınca dayanabilmesinin yanı sıra katı posayı kaçırmayacak şekilde dizayn edilip imal edilmiştir. Konik kesitli 316Ti paslanmaz çelik tellerin 0,8 mm aralıklarla dizilerek birbirlerine kaynaklı olarak bağlanmasıyla oluşturulmuş WEDGE-WIRE tipindedir. Elekler, gövdeye ve birbirlerine civatalı olarak sağlam bir şekilde bağlanmıştır. Resim 6.5’de elek resmi görülmektedir.



Resim 6.5. Elek

6.1.3. Helis şaftı ve helis

Helis

Helis, 20 mm kalınlığında 316Ti paslanmaz çelik malzemedan değişken hatveli olarak imal edilmiştir. Helis hatveleri giriş bölümünden çıkış bölümüne doğru büyük

hatveden daha küçük hatveye doğru sıralanmıştır. Helisler helis şaftına ve birbirlerine kaynaklı olarak birleştirilmiştir.

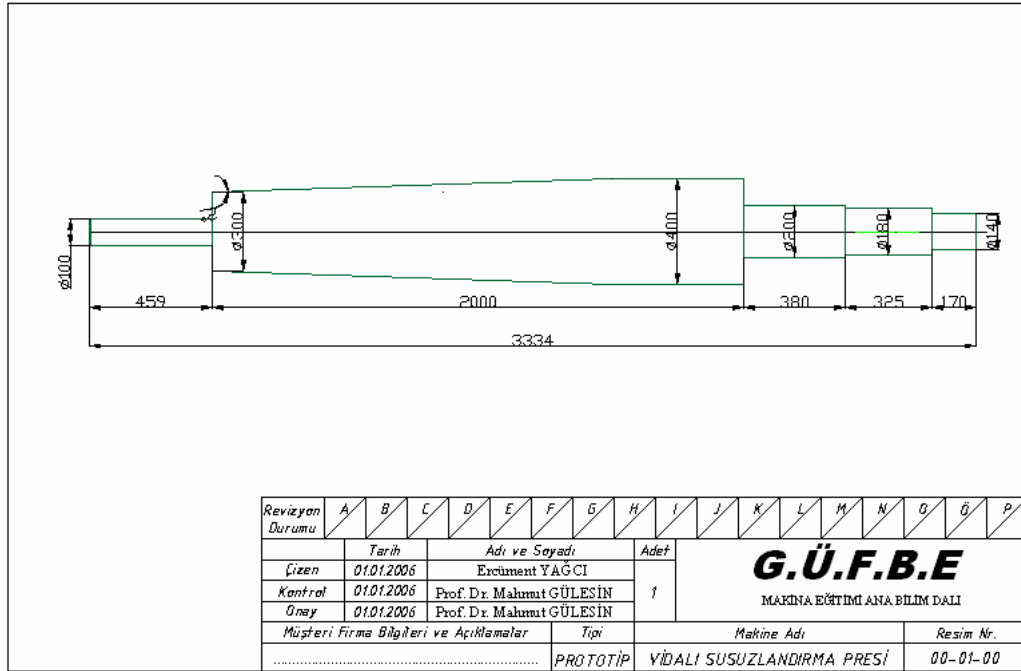
Helis şaftı

Helis şaftı, 30 mm kalınlığında 316Ti paslanmaz çelik sac malzemedan konik olarak kıvrılarak hazırlanmıştır. Konik açısı 1° dir. Kıvrılarak hazırlanmış malzemenin birleşme kenarlarına kıvrılma işleminden önce kaynak ağzı açılmış olup birleşme kenarları sağlam bir şekilde dışından ve yetişilebildiği mesafede içten kaynatılmıştır. Helis şaftı bu işlemin ardından her iki ucuna bağlanacak olan Ç1050 malzemedan işlenerek hazırlanmış tahrik ve avare millerinin düzgün bir şekilde oturabilmesi için millerin oturma boyunca tornalanmıştır. Daha önce hazırlanmış olan tahrik ve avare milleri sıkı şekilde (helis şaftı ısıtılarak) helis şaftına geçirilmiş ve yüzeye gelen kısımlarda açılan kaynak ağzı doldurulacak şekilde kaynatılmıştır.

Bütün bu işlemlerin tamamlanmasının ardından üzerine helisleri, tahrik ve avare milleri kaynatılmış helis şaftı son ölçüsüne getirilmek üzere tornada işlenmiştir. Resim 6.6'da helis şaftı ve helis resmi görülmektedir.



Resim 6.6. Helis şaftı ve helis



Şekil 6.4. Helis şaftı genel ölçüleri

6.1.4. Baskı kovani

Baskı kovani Ç1050 malzemeden imal edilmiştir. Ürün çıkış ağzında daha önce oluşturulan konik açısına uygun açıda baskı kovani ön plakası tornada işlenmiştir. Baskı kovani, helis şaftı tahrik mili üzerinde kayarak hareket edecek şekilde dizayn edilmiştir. Kayma hareketinin sağlanabilmesi için baskı kovani içine sarı malzeme çakılmış ve içine yağlama kanalları açılmıştır. Baskı kovani'nin her iki yanına hidrolik pistonları bağlayabilmek amacıyla yüksek basınca dayanabilecek şekilde piston bağlantı kolları yapılmıştır. Pistonlar, baskı kovani odasının içinde kalacak şekilde bağlanmış ancak baskı kovani piston bağlantı kolları, baskı odası yan duvarına açılan kanallarda çalışacak şekilde dizayn ve imal edilmiştir. Böylece, dönmekte olan tahrik mili üzerinde doğrusal hareket etmesi gereken baskı kovani'nin dönmesinin önüne geçilmiştir. Resim 6.7'de baskı kovani görülmektedir.

6.2. Hidrolik Sistem

Vidalı susuzlandırma presinin, ürün çıkışında bulunan baskı kovanı ile çıkış flanşı arasındaki mesafenin azaltılması ürünün presleme odasında kalma süresini etkilemekte, bu da presleme odasında biriken ürünün daha fazla sıkışmasını sağlayarak presleme miktarını arttırmaktadır. Preslemedeki en önemli etkenlerden biri hidrolik sistem olduğundan hidrolik devre elemanlarının seçiminde en kaliteli ürünlerden seçilmesine önem gösterilmiştir. Hidrolik sistem 125 barda çalışacak şekilde dizayn edilmiştir.

Hidrolik sistem;

2 adet 50x200 silindir

1 adet hidrolik üniteden oluşmaktadır.

Hidrolik ünite içinde;

1 adet hidrolik yağ tankı

1 adet yön denetleme valfi

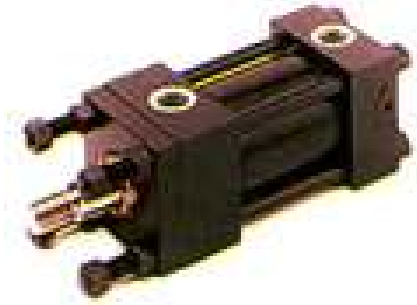
1 adet pompa

1 adet filtre

1 adet elektrik motoru bulunmaktadır.

6.2.1. Silindirler

Vidalı susuzlandırma presinde hidrolik ünite tedarikçi firmanın tespit ettiği ve özel imal edilmiş 50x200 tipindeki çift etkili silindirler kullanılmıştır. Silindirler 125 bar basınçta çalışabilecek şekilde tasarlanmış ve imal edilmiştir.



Resim 6.8. Hidrolik silindir [21]

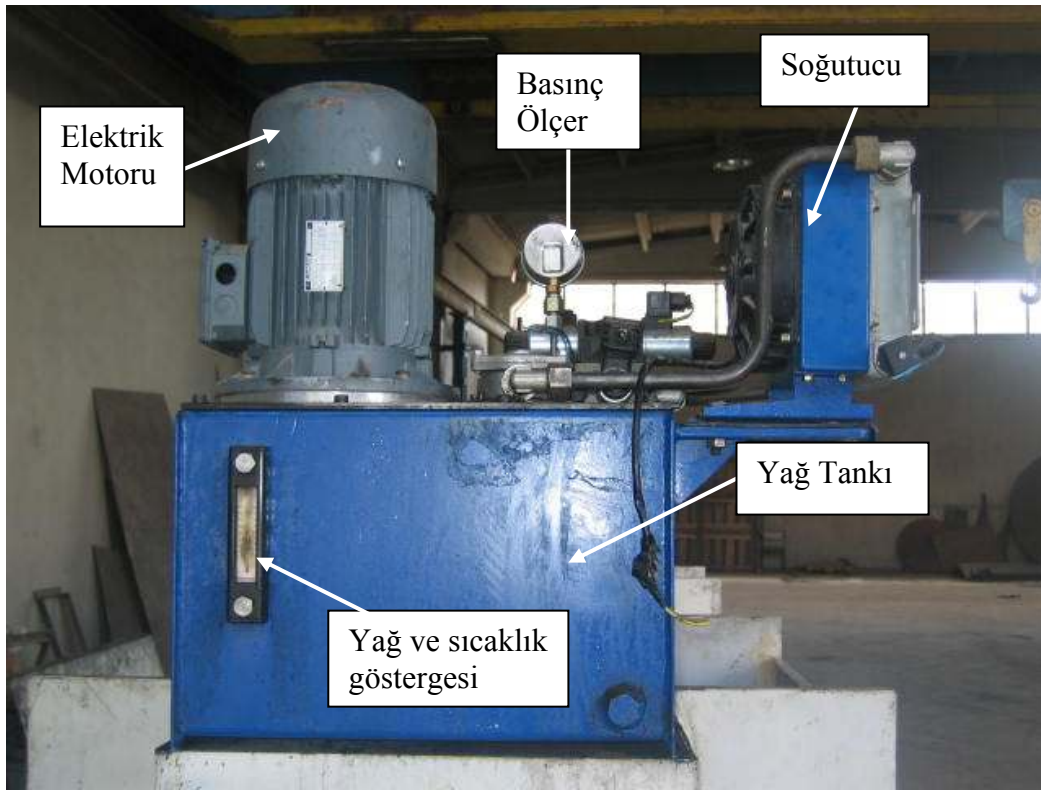
Silindirler makine gövdesine sabit civatalı ayaklarla ve baskı kovanı plakasına baskı kovanına daha önceden hazırlanmış civatalı olarak bağlanmış ve gövde üzerindeki kanalları içinde hareket edebilen kulaklara civatalı olarak bağlanmıştır.

6.2.2. Hidrolik ünite

Vidalı susuzlandırma presi için özel olarak tasarlanmış ve makine baskı kovanı odası (ürün posası çıkış bölümü) kısmına yerleştirilmiştir. Yerleştirildiği yerin tercih edilme sebebi bu bölümde bulunan hidrolik baskı kovanını hareket ettirecek hidrolik silindirlere yakın olmasıdır.

Resim 6.9’da imalatı yapılan PLC kontrollü vidalı susuzlandırma presinin hidrolik ünitesi gösterilmiştir. Hidrolik ünite aşağıda belirtilen elemanlardan oluşturulmuştur;

- Hidrolik yağ tankı
- Yön denetim valfi
- Pompa
- Elektrik motoru (pompayı tahrik etmek için)
- Filtre
- Basınç ve ısı göstergeleri
- Hortum



Resim 6.9. Hidrolik ünite

Tasarlanan sistemde 54 lt hacminde 300x300x600 mm ebatlarında 1 adet hidrolik yağ tankı kullanılmıştır.

Elektrik motoru, flanşlı tip seçilmiş ve tank üzerine dik olarak doğrudan bağlanmıştır.

Elektrik motorunun ucuna doğrudan kaplin akuplesi ile 16 m³/dak kapasitesinde ve 150 bar basınçta 1 adet pompa bağlanmıştır. Pompa çıkışı ve silindirden dönüşü sağlayacak yönlendirme valfi doğrudan tank üzerine bağlanmış ve elektronik sistemle akuplesi 1 adet PT100 cihazı vasıtasıyla yapılmıştır. Hortumlar yüksek basınçtan dolayı çelik tel örgü seçilmiştir. Hortumların pistonlara bağlantıları 90° rekorlarla yapılmıştır.

6.3. PLC

Programlanabilir Lojik Kontrol cihazı (PLC) giriş sinyallerini işleyerek, çıkış işaretlerini oluşturmaktadır.



Resim 6.10. PLC Kontrollü vidalı susuzlandırma presi kumanda panosu

Resim 6.10’da PLC Kontrollü vidalı susuzlandırma presi kumanda panosu görülmektedir. Kumanda sistemi otomatik veya manuel çalıştırma alternatifli olarak tasarlanarak imal edilmiştir. Kumanda panosunda çalıştırmayı başlatmak için start-stop anahtarı, manuel çalışma butonları, acil stop butonu ve PLC Kontrol paneli bulunmaktadır.

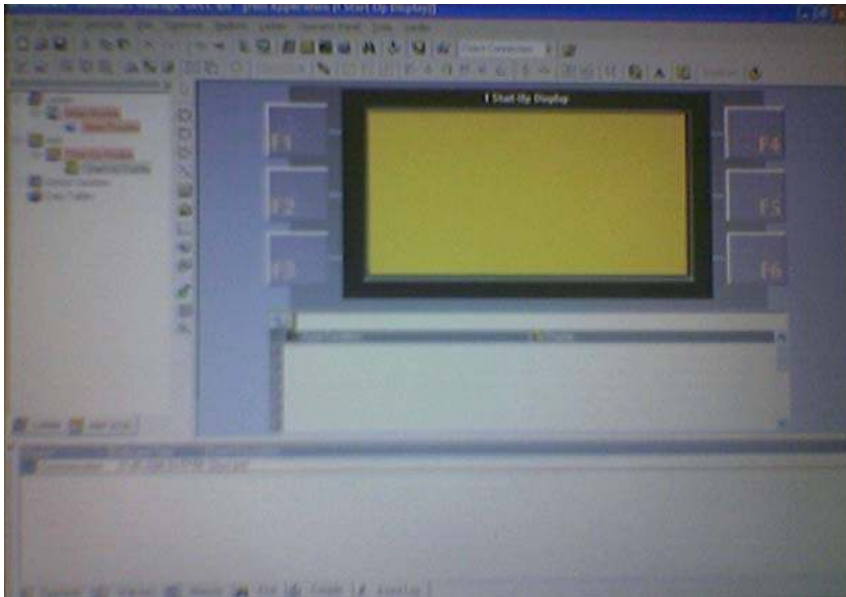
Vidalı susuzlandırma presinde, UNITRONICS marka V280 model dokunmatik panel ve panel ile entegre bir PLC cihazı ve V200-18-E2B model CPU kullanılmıştır. Resim 6.11’de V280 model entegre dokunmatik panelli PLC cihazı görülmektedir.



Resim 6.11. V280 model entegre dokunmatik panelli PLC

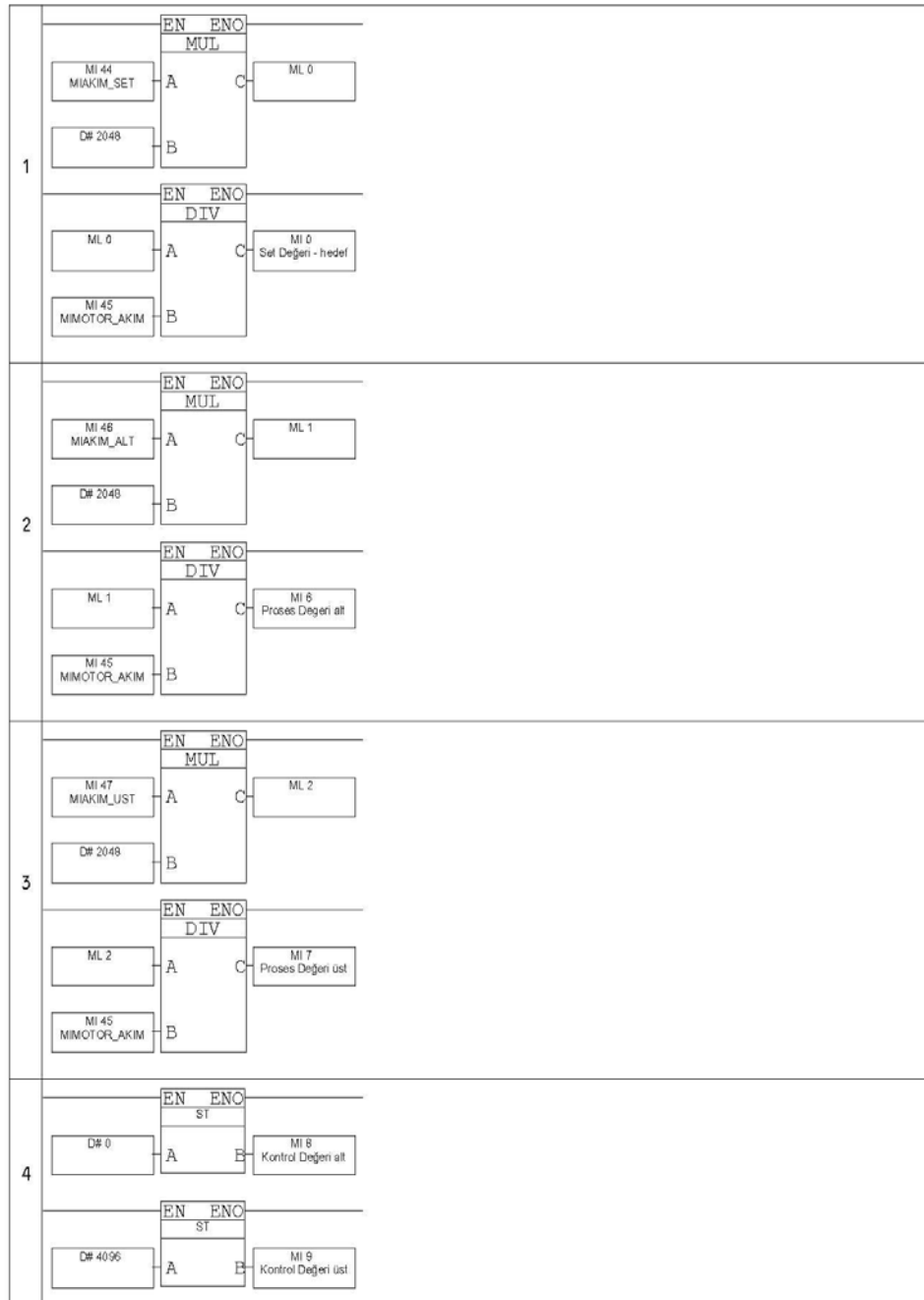
6.3.1. Vidalı susuzlandırma presinin PLC yazılımı

PLC programının yazılımında VisiLogic OPLC IDE kullanılmıştır. Unitronics'in programlanması için sunduğu VisiLogic programlama paketiyle, kumanda elemanlarının kontrolü on-line olarak görülmektedir.

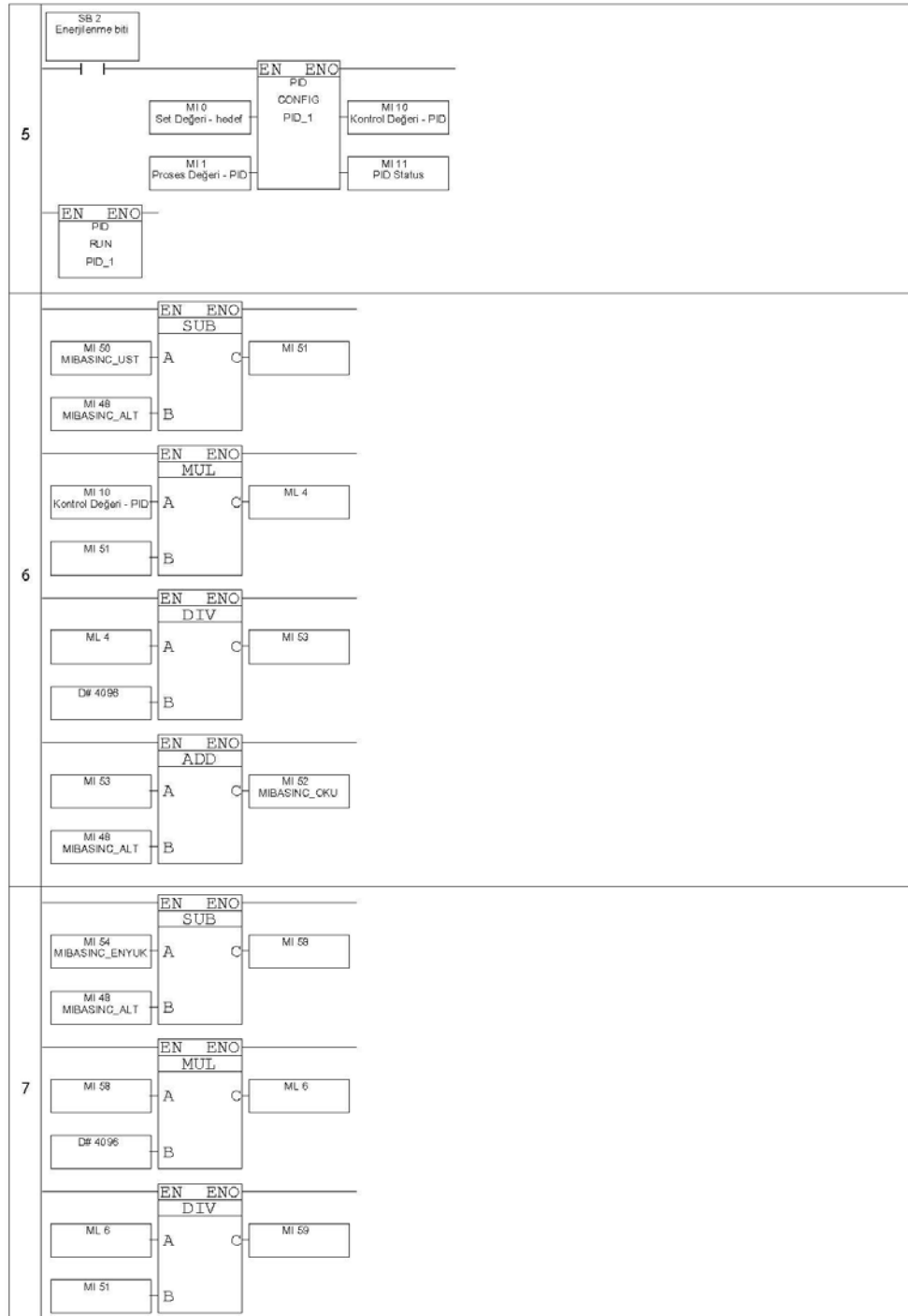


Resim 6.12. VisiLogic OPLC IDE programının ana sayfası

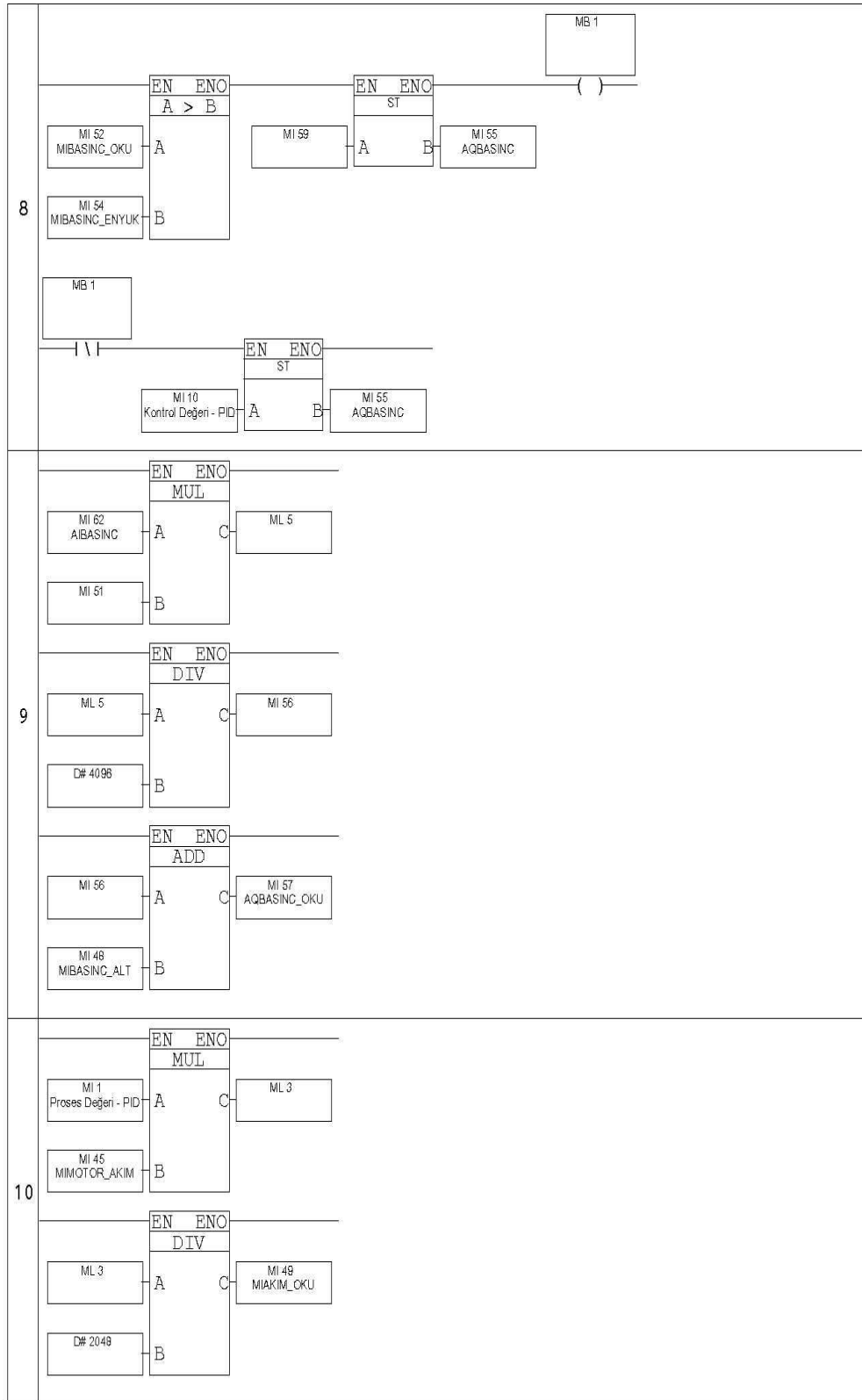
PLC' nin programlanmasında kullanılan yazılım formatı Şekil 6.6'da verilen Ladder diyagramdır. Komutlar, program yazım alanının sağında soy ağacı şeklinde verilmiştir.



Şekil 6.6. Yazılan programın ladder diyagramı



Şekil 6.6 (Devam) Yazılan programın ladder diyagramı



Şekil 6.6 (Devam) Yazılan programın ladder diyagramı

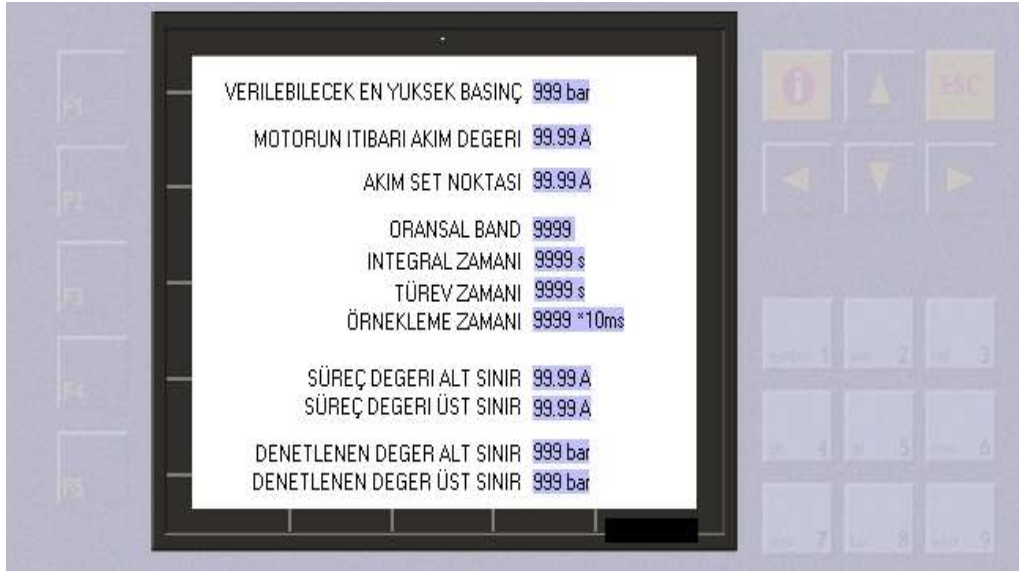
6.3.2. Kontrol paneli

Makinenin kontrolü Unitronics'in ürettiği PLC'ye entegre ve dokunmatik panel kontrol paneliyle yapılmaktadır. Dokunmatik panel, uygulamada makinenin çalışmasını simüle eden ve proses değişikliğini izleyebilmeyi ve değiştirebilmeyi sağlayan bir ara yüzey ortamı sağlamaktadır.



Resim 6.13. Sistemde kullanılan dokunmatik kontrol paneli

Resim 6.13’de görüldüğü üzere ayarlanmış akım üst sınırı ve basınç değeri izlenebilmektedir. Bu pencerede, değer ayarlanabilmekte ve ikinci pencerede ayarlanan değerler görülmektedir. Makinenin şematik resmi dokunmatik panele işlenmiş olup motorun çalışıp durması ekrandan görülebilmektedir. Makinenin çalışması esnasında o andaki akım değeri ve frekans değeri yine ekrandan takip edilebilmektedir.



Resim 6.14. Kontrol paneli ikinci değer tablosu

Resim 6.14’de kontrol panelinin ikinci değer tablosu görülmektedir. Akım ve basınç değerleri bu yüzeyde setlenir.

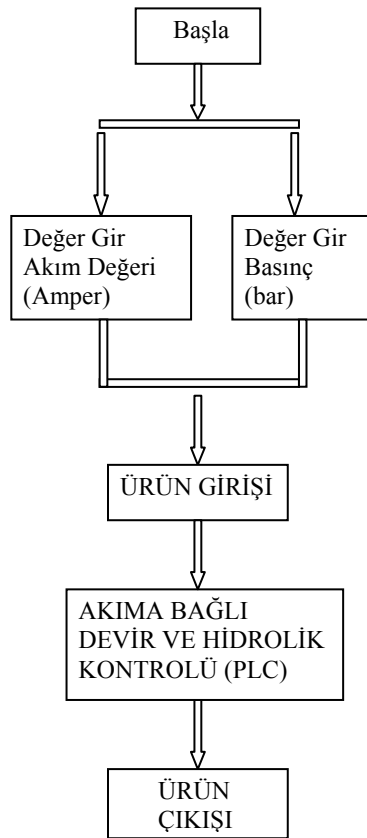
Değerlerin ayarlanmasının ardından makine çalıştırılır. Sıkma işleminde standart ve optimum çalışmanın sağlanması çok önemlidir. Burada optimum değer elde edilecek en fazla kuru maddenin mümkün olan en kısa zamanda alınabilmesidir. Makine belli bir süre ayarlanan değerler üzerinden çalıştırılır ve sonuç yapılan ölçümlerle gözlemlenir. Elde edilen sonuç istenen değerleri sağlamıyor ise öncelikle uygulanacak basınç değeri arttırılarak çalışmanın ölçümlerle gözlemlenmesine devam edilir. Burada bahsedilen çalışma ilk devreye alma işlemi için geçerlidir. Tanınan ürünlerde ürünün besleme öncesi ph, sıcaklık gibi değerleri standart hale getirilebiliyorsa, basınç ve akım değerlerinin sürekli değiştirilmesi gerekmeyecektir.

İmalatı yapılan PLC kontrollü vidalı susuzlandırma presi oluşturulan PLC otomasyonu sayesinde otomatik veya kullanıcı kontrolünde (manuel) çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. PLC sistemi, makinenin ayarlanan akım ve basınç değerleri arasında tamamen otomatik çalışmasını sağlamaktadır.

PLC kontrolünde otomatik çalışmada, sistemin açılmasıyla beraber çalışmasını sağlayacak değerlerin PLC’ye girilmesi gerekir. Bu değerler;

1. Motor akımı üst değeri (Amper)
2. Hidrolik baskı kovanının maksimum çalışma basıncı (bar)

PLC 'ye ilk ürün çıkışlarındaki sonuçlar kontrol edildikten sonra sıkma oranını arttırmak veya azaltmak için yeni değerler girilerek çalışma devam ettirilir. Bundan sonraki çalışma tamamen otomatik kontrolle devam eder PLC motorun çektiği akıma göre motor devri ile hidrolik baskı kovanı arasındaki ilişkiyi oluşturarak, makine içindeki presleme basıncını arttırıp azaltarak sıkma miktarını ayarlar. Şekil 6.7'de vidalı susuzlandırma presi otomatik çalışma prensibi şematik olarak gösterilmiştir.

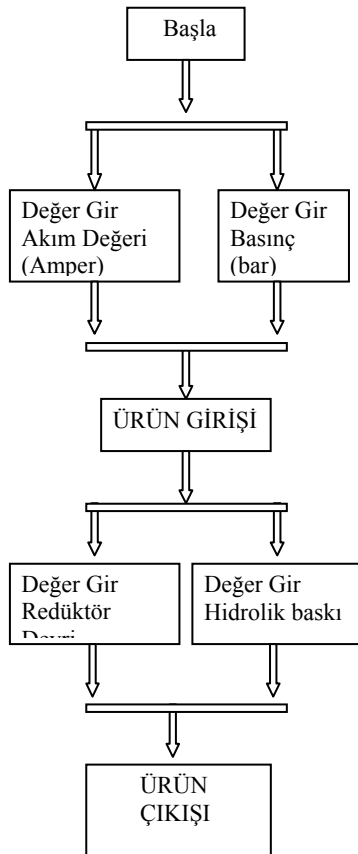


Şekil 6.7. Vidalı susuzlandırma presi otomatik çalışma prensibi

Manuel çalışma, PLC'nin arıza yaptığı durumlarda veya yeni bir ürünün preslenmesi esnasında kullanılmak için oluşturulmuştur. Sistemin açılmasıyla beraber bir buton marifetiyle istendiği takdirde manuel çalışma konumuna geçilebilir. Bu konumda

makinenin akım, devir ve baskı kovanı basınç ayarları tamamen operatör marifetiyle yapılmaktadır.

Manuel çalışma opsiyonu bir vidalı susuzlandırma presi için çok gereklidir. Bunun sebebi, ürün ne kadar standart olursa olsun ürünlerdeki ph ve rutubet değerleri vidalı presin çalışmasını etkilemektedir. Bu nedenle ürün makine içine ilk alınırken manuel olarak çalıştırılması daha uygundur. Daha sonra tekrar otomatik çalışma durumuna getirilerek çalışma devam ettirilmelidir.



Şekil 6.8. Vidalı susuzlandırma presi manuel çalışma prensibi

7. DENEYSEL ÇALIŞMA



Resim 7.1. Vidalı susuzlandırma presinin deneme için hazırlanması

Resim 7.1’ de Vidalı susuzlandırma presinin deneme için hazırlanmış hali görülmektedir. Makinenin denemeleri bir yağ fabrikasında yapılmış ve ilk deneme için ürün giriş bölümüne ürünü beslemesi için 1 adet helezon konveyör adapte edilmiştir.

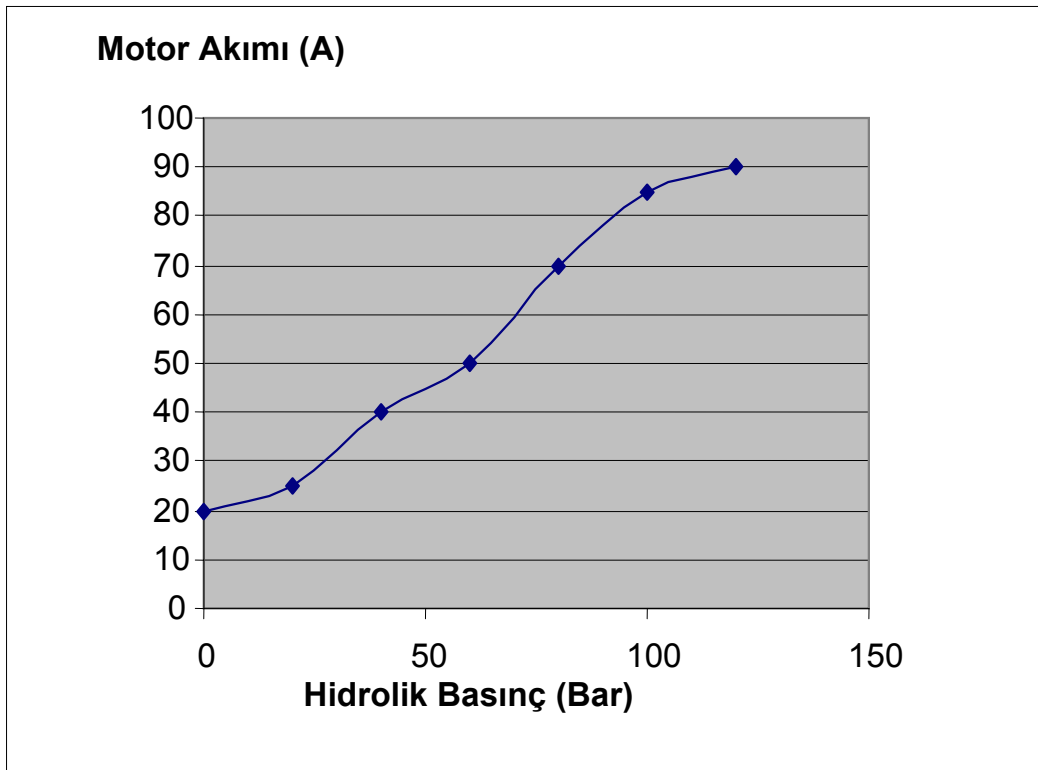


Resim 7.2. Vidalı susuzlandırma presi deneme çalışması

Vidalı susuzlandırma preslerin de akım ile presleme arasında doğrusal bir ilişki vardır. Yani akım yükseldikçe presleme de artmaktadır. Aynı zamanda yine akım ile hidrolik ünite basıncı arasında da doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Yani presleme esnasında hidrolik baskı plakası basıncı arttıkça motorun çektiği akım da artmaktadır. Akımın ve basıncın artması preslemenin sağlıklı olarak gerçekleştiğini ifade etmektedir. Preslemenin sağlıklı olması ise, ürün içindeki nemin en yüksek düzeyde alınması manasına gelmektedir.

Çizelge 7.1. Akım-basınç değerleri

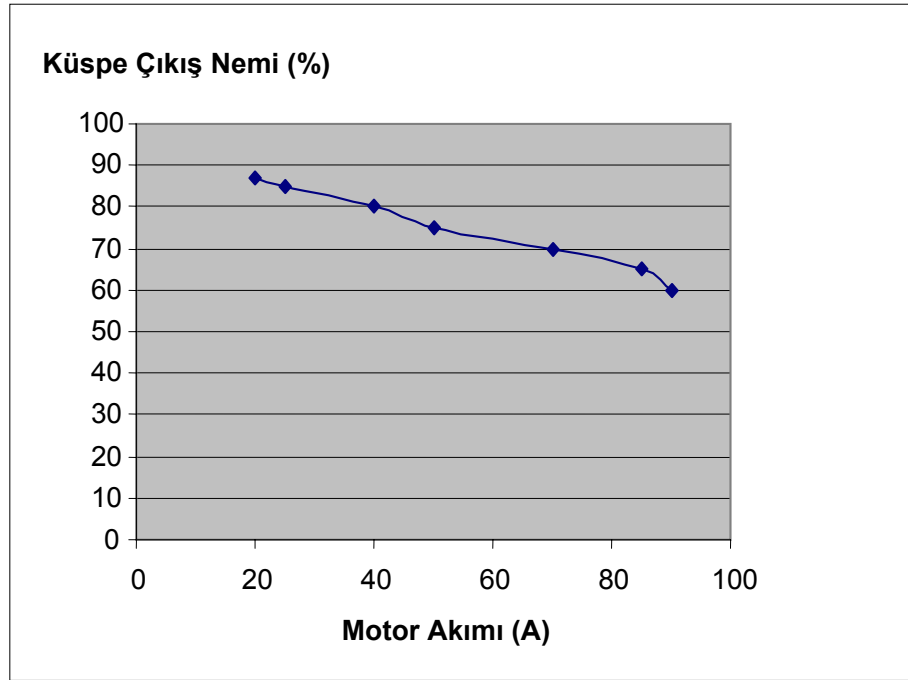
Motor Akımı (Amp)	20	25	40	50	70	85	90
Hidrolik baskı plakası basıncı (Bar)	0	20	40	60	80	100	120



Şekil 7.1. Hidrolik baskı plakası basıncının akıma etkisi

Çizelge 7.2. Akım-nem oranı değerleri

Küspe çıkış nemi	87	85	80	75	70	65	60
Motor Akımı	20	25	40	50	70	85	90



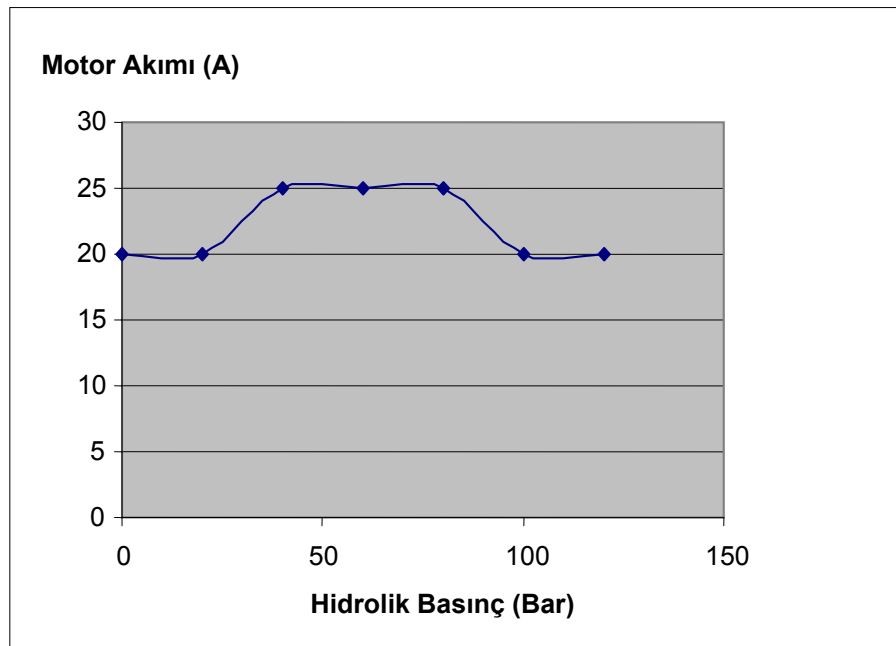
Şekil 7.2. Vidalı susuzlandırma presinde presleme sırasındaki ürün çıkış nemi ve akım ilişkisi grafiği

Şekil 7.1’de Sağlıklı bir presleme sırasında hidrolik baskı plakası basıncının motor akımına etkisi grafiksel olarak gösterilmiştir. Sağlıklı bir presleme işleminde ürün makine içine alınıp çıkış bölümünden çıkarken hidrolik baskı plakasını itmeye başlar. Hidrolik baskı plakasının basıncı itmeye karşı koymak için artar ve bu nedenle motor akım değeri yükselir. Grafikte de görüleceği üzere hidrolik baskı basıncı arttıkça motor akım değeri yükselmiştir. Ayrıca Şekil 7.2’de hidrolik baskı plakası basıncından oluşan motor akımının artmasının küspe çıkış nemine etkisi grafiksel olarak verilmiştir. Sağlıklı ve iyi bir presleme işleminde motor akımı yükseldikçe küspe çıkış nemi % olarak düşmelidir. Presleme işleminde amaç ürün içindeki nemin en az miktara indirilmesidir. Grafikte de görüleceği üzere motor akımı arttıkça küspe çıkış nemi azalmıştır. Yani yukarıda grafikleri verilmiş olan

presleme işlemi sağlıklı ve iyi bir presleme işlemini göstermektedir. Eğer akım değeri yükselmiyorsa bu preslemenin gerçekleşmediği anlamına gelir. Bu durumda ürün helis şaftı üzerinde çıkış bölümüne doğru doğrusal bir yönde ilerlemesi gerekirken helis şaftı eksen yönünde ilerlemeye başlar ki buna bloklama denilmektedir. Bloklanan ürün kesinlikle preslenememektedir. Şekil 7.3’de presleme esnasında oluşan bloklama grafiksel olarak gösterilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere hidrolik baskı basıncı 40 bara çıkıncaya kadar motor akımı 20 Amperde kalmış bundan sonra basınç 40 ile 100 bar arasında iken akım 25 Ampere kadar çıkmasına rağmen 100 Amperden sonra tekrar 20 Ampere yani, motor boşta çalışma amperine düşmüştür. Buradan anlaşılacağı üzere pres, presleme işlemini gerçekleştirememiş ürünü kendi içinde çevirmeye başlamıştır.

Çizelge 7.3. Bloklama hali basınç-motor akımı değerleri

Hidrolik baskı plakası basıncı	0	20	40	60	80	100	120
Motor Akımı	20	20	25	25	25	20	20



Şekil 7.3. Preste bloklama halinde hidrolik baskı basıncı ile motor akımı arasındaki ilişki

Vidalı susuzlandırma presi, iki farklı üründe denenmiştir. Bu ürünler;

- 1- Ayçiçeği küspesinin preslenerek yağının alınması
- 2- Yaş Pancar posasının kurutmaya alınmadan önce preslenerek içindeki suyun azaltılması

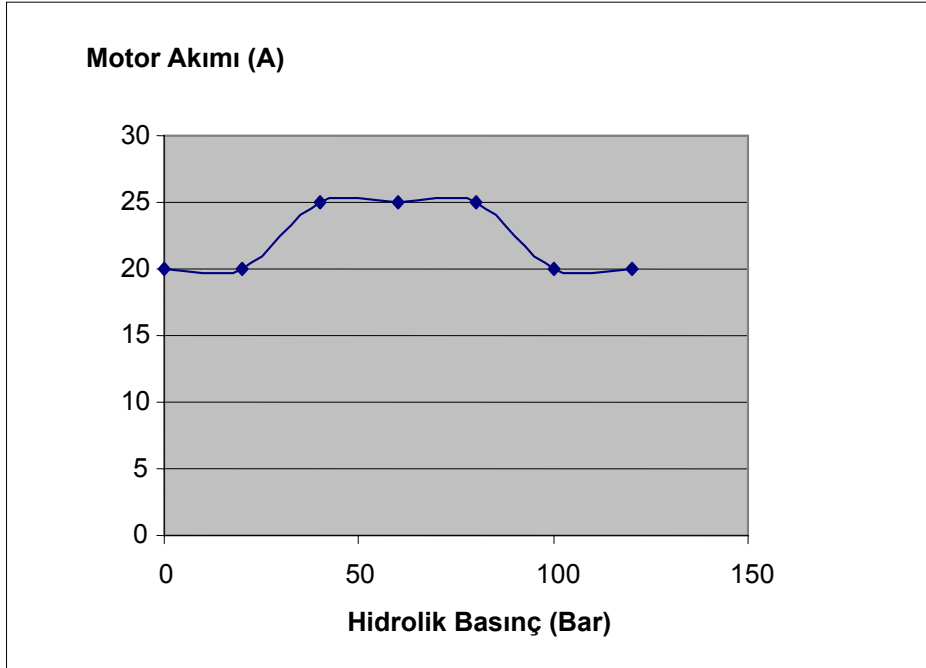
Ayçiçeği küspesinin preslenerek yağının alınması

Üretimi yapılan vidalı susuzlandırma presinin farklı ürünlerdeki performansını ve kullanılabilirliğini gözlemlemek için bu ürün ile denemesi yapılmıştır.

Vidalı susuzlandırma presi bir yağ fabrikasına kurularak ve tüm elektrik bağlantıları yapılarak hazırlanmıştır. Bu arada normal yağ prosesinde hazırlandığı şekilde ve sürede ayçiçeği küspesi tavalara alınarak ısıtılma işlemine tabi tutulmuştur. Ürün prese bir helezon konveyörle saatte 5 ton kapasiteyi sağlayacak şekilde beslenmeye başlanmıştır. Bu arada vidalı susuzlandırma presi manuel olarak çalıştırılmış baskı kovanı presleme odası çıkışını kapatacak şekilde konumlandırılmıştır. Ürün presleme odasına girip de presleme odası çıkışına ulaşmaya başladığında akım değerinin yükselmediği fark edilmiştir. Bu nedenle baskı kovanının basınç değeri 20 bardan başlayarak 120 bar' a kadar yükseltilmiştir. Presin devri helezon konveyörden gelen ürününün makine içini tam olarak doldurabileceği şekilde ayarlanmıştır. Çünkü vidalı susuzlandırma presinin presleme işlemini yapabilmesi için en önemli kurallardan biri sıkıştırmayı yapabileceği doluluğu yani tam doluluğu sağlamasıdır. Ancak makine presleme odası tamamen dolmasına rağmen motor akımı hiç yükselme göstermemiştir.

Çizelge 7.4. I. Deneysel çalışma basınç-motor akımı değerleri

Hidrolik baskı plakası basıncı	0	20	40	60	80	100	120
Motor Akımı	20	20	25	25	25	20	20



Şekil 7.4. I. Deney çalışması hidrolik baskı basıncına bağlı motor akımı grafiği

Şekil 7.4’de 1. deney sonucu grafik olarak gösterilmiştir. Bu grafikten de anlaşılacağı üzere baskı kovanı basıncı arttırılsa da akım değeri çok az bir yükselme kaydetmiş basınç 80 bara yükseltildikten sonra akım değeri tekrar makinenin boş iken çalıştığı akım değerine düşmüştür. Yani tam bu anda makine bloklama işlemi gerçekleşmiştir. Dolayısıyla presleme işlemi gerçekleştirilememiştir.

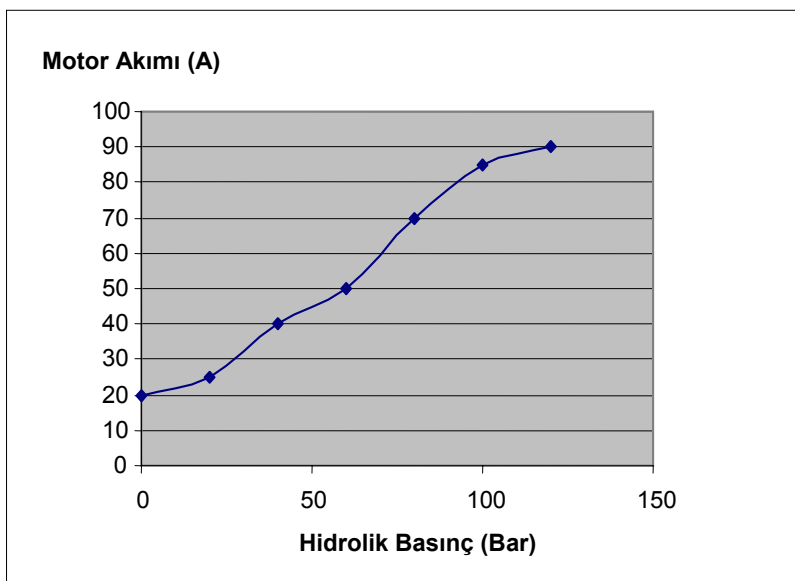
Yaş pancar posasının kurutmaya alınmadan önce suyunun azaltılması

Yaş pancar posası, pancardan şeker elde etme prosesinde ortaya çıkan bir artık ürün olup hayvan beslemesinde değerlendirilmektedir. Yaş pancar posası prostesten çıktığında içinde %87 oranında su ihtiva etmektedir. İçinde %87 oranında su barındıran pancar posasının içeriğinde yaklaşık olarak %10 oranında ekonomiye kazandırılabilir şeker bulunmaktadır. Bu atık şekerin en yüksek miktarda pancar posası çamurunun içinden alınması ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Ancak imalatını yaptığımız vidalı susuzlandırma presi üzerinde yapılan deneyler atık içeriğindeki şekerin alınmasını gözlemlemek değil, yalnızca rutubetin alınmasıyla alakalıdır. Çünkü; Pancar posasının bu rutubet değerleriyle muhafazası mümkün

değildir. Bu rutubet değerlerindeki ürün kısa zamanda küflenmekte ve hayvan beslemesinde kullanıldığında insan sağlığına zarar verebilecek küfler üretmektedir. Bu nedenle ya posanın atılması ya da ekonomiye katkı sağlaması için kurutulması gerekmektedir. Ancak kurutma işlemi çok pahalı bir işlem olup kurutmada fırında kalma süresinin en aza indirilmesi ekonomik açıdan önem kazanmaktadır. Bu nedenle yapılan ikinci denemede ürün olarak pancar posası seçilmiştir. Deneyde özgül ağırlığı $0,55 \text{ ton/m}^3$ olan 500 kg ağırlığında ve içinde %15 oranında katı madde bulunan yaş pancar posası kullanılmıştır. Makinenin hidrolik baskı plakasının basınç değeri 20 bar'dan başlamak suretiyle 120 bar'a kadar yükseltilmiştir. Ürün bir helezon konveyör vasıtası ile makineye aralıksız beslenmiş ve akım değerinin baskı plakası basıncının artmasına bağlı olarak 120 barda 90 Ampere kadar çıktığı gözlenmiştir. Şekil 7.5'de pancar posası preslemesi ile ilgili deneyin grafiği verilmiştir.

Çizelge 7.5. II. Deneysel çalışma basınç-motor akımı değerleri

Motor Akımı (Amp)	20	25	40	50	70	85	90
Hidrolik baskı plakası basıncı (Bar)	0	20	40	60	80	100	120



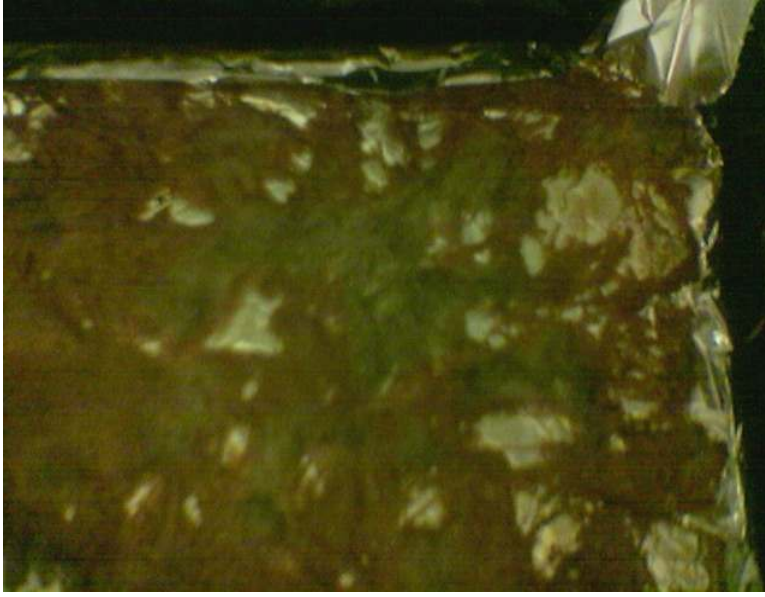
Şekil 7.5. II. Deney çalışması hidrolik baskı basıncına bağlı motor akımı grafiği

Presleme işlemi tamamlandıktan sonra üründen çıkan su ve posa ayrı ayrı tartılmıştır. Posa tartım değeri 203kg, su tartım değeri ise 297kg olarak gözlenmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere presleme sonrasında ürünün içindeki suyun %38' i preslenerek alınmıştır. Ürün ağırlığı ise %59,4 oranında azalmıştır.

Bu ürün ile ilgili ikinci deney ise kurutma deneyi olarak yapılmıştır. Vidalı susuzlandırma presinde işlem görmeden önceki rutubet değerine sahip yaş pancar posasından 1kg alınarak daha önce 250°C' ye getirilmiş olan fırın içine konularak 1 saat aynı sıcaklık değerinde bekletilmiştir (Resim 7.3). Bu süre sonunda fırından çıkartılan ürün tartıldığında ürün ağırlığının 880gr olduğu gözlenmiştir (Resim 7.4). Bu sonuca göre fırınlama sonrasında ürün ağırlığının %12 azaldığı görülmüştür. Daha sonra vidalı susuzlandırma presinde preslenen üründen aynı miktarda yani 1kg ürün aynı sıcaklıktaki fırında aynı sürede fırınlanmış ve bu süreden sonra yapılan tartım işleminde ürün ağırlığının 780gr'a düştüğü yani ürün ağırlığının %22 azaldığı tespit edilmiştir. Deney sonuçlarından da görüleceği üzere presleme öncesi ve sonrası ürünlerin aynı zaman zarfında fırınlanması ile kurutmada yaklaşık olarak %54 oranında presleme sonrası ürünün daha fazla kurutulabildiği görülmüştür.



Resim 7.3. Kurutma öncesi Pancar posası



Resim 7.4. Kurutma sonrası Pancar posası

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Susuzlandırma proseslerinde kullanılmak üzere yeni bir hidrolik baskı plakası basıncı otomatik olarak ayarlanabilen PLC kontrollü vidalı susuzlandırma presi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Vidalı susuzlandırma presi;

- Değişik amaçlarda susuzlandırma proseslerinde kullanılmaya uygundur. Pancar posasının içeriğinde bulunan şekerin alınmasında ve daha az enerji ile kurutulmasına katkı sağlayacağı için şeker fabrikalarında, atık su arıtma tesislerinde atık çamurun suyunun alınmasında, mısırdan nişasta elde edilmesinde, kağıt hamuru hazırlama tesislerinde kağıdın içeriğindeki suyun alınmasında, meyve suyu üretiminde ve haşhaştan baz morfin elde edilmesinde kullanılabilir.

- Geliştirilen makinenin aynı işi yapan diğer makinelerden en önemli farkı; diğer makineler belirli bir takım proseslerde kullanılabilirken, vidalı susuzlandırma presinin bir çok farklı proseste kullanılabilmesidir.

- İmalatı yapılan vidalı susuzlandırma presinin yurt dışında üretilen benzerlerinden en önemli farkı ise, hidrolik baskı plakası basıncının PLC kontrolü ile otomatik olarak yapılmasıdır. Bu sayede makine belirlenen basınç ve akım değerleri aralıklarında preslemenin en üst seviyede yapılabilmesini sağlamaktadır.

- Vidalı susuzlandırma presi benzer işlerde kullanılan makinelere göre kullanım kolaylığı, sürekliliği, yedek parça maliyetinin düşüklüğü, enerji maliyetlerinin düşüklüğü ve kapasitesinin yüksek olması gibi avantajlar sağlamaktadır. Örneğin; Bir filtre presin çalışma sistemi sürekli değildir. Makine her iki veya üç preslemeden sonra durdurulur ve içindeki filtre torbaları değiştirilir. Bu da bir yandan zaman kaybına sebep olurken öte yandan kullanımda çok zahmet gerektirmektedir. Aynı zamanda filtre presler vidalı susuzlandırma preslerinin kullanıldığı tüm proseslerde kullanılamamaktadır. Bant filtre preslerin ise, proseste sürekli çalışabilmesi ve kapasitesinin yüksek olması bir yana yurt dışında yapılan bir takım deneylerde, preslemede vidalı preslere göre daha başarısız olduğu tespit edilmiştir. Atık su

arıtma tesisinde yapılan denemelerde bant filtre presler, presleme sonrasında muhtevasında en fazla %35 katı bulundururken vidalı susuzlandırma presi %52 katı bulundurmayı başarmıştır. Bunun yanı sıra bant filtre presler, vidalı susuzlandırma presine göre daha yüksek yedek parça maliyeti getirmekte ve her türlü proseste kullanılamamaktadır. Bu nedenlerle vidalı susuzlandırma presleri benzer işi yapan makinelere göre kullanımda daha avantajlıdır.

- Tasarımı ve imalatı yapılan PLC kontrollü vidalı susuzlandırma presinin diğer benzerlerinden en önemli farklarından birisi de Dünya’da sağlık sektörü için çok önemli olan haşhaştan baz morfin elde edilmesine yönelik yapılmış ilk ve tek pres olmasıdır.

- İmalatı yapılan vidalı susuzlandırma presinin yurt dışından temin edilen benzerleri teknolojik olarak daha az niteliklere sahip olmasına rağmen çok daha yüksek fiyatlarla ithal edilebilmektedir. Bu fark yaklaşık olarak imal edilen presin maliyet değerinin 5-6 katı kadardır. Kullanımı her geçen gün artan, tasarımı ve imalatı yapılan PLC kontrollü vidalı susuzlandırma presinin ülkemizde seri olarak üretilmesi ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır.

- İmalatı yapılan vidalı susuzlandırma presinde kullanılan wedge-wire tipi elekler aşırı zorlanmaya çok mukavim olmadığından her an kırılma riski yaşanabilmektedir. Bu tip elekler yerine perforated plate olarak adlandırılan delikli saç eleklerin kullanılması daha uygun olabilecektir.

KAYNAKLAR

- 1- Shirato, M., Hayashi, N., Iwata, M., Murase, T., Ogawa, Y., "Continuous expression of slurry in a screw pres", *Int. Chem. Eng*, Nagoya, 25:1 (1985).
- 2- Kenny, R., Odendahl, S., Stuart, P., "Sludge Dewatering: An Opportunity To Reduce Operating Costs of AST Plants", *Pulp & Paper* Canada, 96:6-3 (1995).
3. Knight, E. W., "Recent Advances In Mechanical Dewatering Of Digested Sludge", *Water Science & Technology*, 21: 1441-1446 (1989).
4. Williams, T., Gould, M., Callihan, T., "Septage Dewatering, Treatment and Composting", *Biocycle Bcycdk*, 32: 66-75 (1991).
5. Barnhill, K.G., "Sludge Dewatering", *Industrial Water Engineering*, 11:21- 24 (1974).
6. Krieger U., Kufferath, I., "New developments in rejects and sludge dewatering High-speed paper machines : New approaches", *Kufferath Technical Seminar*, Stromberg , Allemagne, 39: 45-51 (1997).
7. Fitzgerald, R., Kovacs, K.J., "Screw Press Dewatering Solves Costly Waste Disposal Problem", *National Provisioner*, 175:12-14 (1976).
8. Nichols, B., Ross, D., "Deink plant sludge dewatering: to screw press or not to screw press?", *The 1995 International Environmental Conference. Part 1 (of 2)*, Atlanta, 547-554 (1995).
9. Jing, Q., Geoffrey, G., "Operational parameters in screw press dewatering", *Appita Journal*, 54:369-375, (2001).
10. Sparapany, J.W., Weibel, J., "Optimization of screw press dewatering using statistical analysis", *The 1995 International Environmental Conference. Part 1 (of 2)*, Atlanta, 281-289, (1995).
11. Kim, B.C., Zelinski, M.S., Criner, C.L., Senapati, N., Muralidhara, H.S., Jirjis, B., Beard, R.E., Cummings, C., Chauhan, S.P., "Electroacoustic dewatering of food and other suspensions", *Technical Report, DOE Project, Battelle Columbus Div.*, Ohio12621-2, (1989).
12. Ayol, A., Filibeli, A., Steven K., "Biyolojik arıtma çamurlarının reolojik özelliklerinin belirlenmesi ve reolojik parametrelerin gerçek ölçekteki tesislerde kullanılmasında kimyasal şartlandırma örneği", *1. Ulusal Çevre Kongresi*, Çevre Mühendisliği Bölümü, (2004).

13. İleri, R., “Çevre Biyoteknolojisi”, **Değişim yayınları**. İstanbul (2000).
14. Ayol, A., “Optimized processing of water and wastewater treatment residuals using rheological properties”, **Tübitak-Nato Science Fellowship Prorarmune, Final Report** , (2004).
15. Dentel, S., Abu-Orf, M., Walker, M., “Optimization of slurry flocculation and dewatering based on electrokinetic and rheological phenomena”, **Chemical Engineering Journal**, 80:65-72 (2000).
16. Özcan, M., Kahramanlı, Ş., “PLC’ler ve Uygulamaları, 1. basım”, **Atlas**, Ankara, 2-4, (2002).
17. Bayır, R., “Bir üretim bandında üretilen malın kalite kontrolünün PLC kullanılarak gerçekleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 5-7 (1998).
18. Ackerman, R., Franz, J., Hartman, T., Hopf, A., Kantel, M., Plegman, B., “Programlanabilir Lojik Kontrol Organları”, **Değişim yayınları**, İstanbul (1990).
19. Dayangaç, B., “Kompozit rezin restorasyonlar”, **Öncü**, Ankara, 1-13 (2000)
20. Özcan, F., “Hidrolik akışkan gücü, 4. baskı ”, **Mert Eğitim Yayınları**, İstanbul 9-10 (2004)
21. Autor C. W. Wegst, Stahlschlüssel, **Verlag Stahlschlüssel Wegst GMBH**, Germany, 350-354 (2001)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YAĞCI Ercüment
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 16.04.1969 Sungurlu
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 394 0 394
 Fax : 0 (312) 394 0 396
 e-mail : ercument@ymsmakine.com

Eğitim Derece

Eğitim birimi

Mezuniyet tarihi

Lisans	Gazi Üniversitesi/Makine Eğitimi	1994
Lise	İskitler Endüstri Meslek Lisesi	1986

İş Deneyimi Yıl

Yer

Görev

1988-1994	Yem Sanayi	Makine Teknisyeni
1994-1995	Altındağ Belediyesi	Bak.Onar.Şb. Müd
1995-1999	Yenibirlik Makine	Genel Müdür Yrd.
1999-2004	Yenibirlik Makine	Genel Müdür
2004-2006	YMS Makine	Genel Müdür

Yabancı dil

İngilizce