

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇME SUYU TERFİ HATLARINDA
DEBİ KOMPANZASYONU

78665

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEK. ELEKTRONİK MÜH. ERSEN KURU

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK MÜH.

Bu tez .../.../199.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Yrd. Doç. Dr. Etem KÖKLÜKAYA

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Halim ABDULLAH

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Abdulkah FERİKOĞLU

ÖNSÖZ

Günümüzde içme sularının düzenli, temiz, sağlıklı ve ekonomik dağıtımı için sürekli yeni çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmada da içme suyu terfi hatlarındaki su depoları ve pompalar arasındaki ilişkilerden yararlanılarak, su dağıtım sistemi otomatik hale getirilmiş ve mevcut sistemlerdeki sakıncalı durumlar giderilmeye çalışılmıştır.

Çalışmalarında her türlü teşvik ve fedakarlığı esirgemeyen, bilgi ve becerilerinden istifade ettiğim kıymetli Hocam Yrd. Doç. Dr. Etem KÖKLÜKAYA' ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ersen KURU


İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	V
ŞEKİLLER	VI
TABLolar	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
BÖLÜM 1. GİRİŞ	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
İÇME SUYU TERFİ HATLARI	2
2.1. Kuyular	2
2.2. Terfiler	2
2.3. Depolar	2
2.3.1. Depoların İnşa Maksatları	2
2.3.2. Depoların Zemine Yerleştirilmesi	3
2.3.3. Depoların Sağlaması Gereken Şartlar	4
2.3.4. Depoların Plandaki Şekilleri	4
2.3.5. Depo Hacminin Tayini	5
2.3.5.1. Analitik Metod	5
2.3.6. Depoların Donatımı	6
2.3.7. Mevcut Sistemin İşleyişi ve Sakıncaları	7
BÖLÜM 3.	
İÇME SUYU TERFİ HATLARINDA OTOMATİK KONTROL SİSTEMLERİ...	8
3.1. İçme Suyu Terfi Hatlarında Otomasyon	8
BÖLÜM 4.	
DEPO ÇIKIŞ DEBİSİ KOMPANZASYONU	12
4.1. Depo Çıkış Debisi Kompanzasyon Tasarımı	12
4.2. Seviye ve Debi Ölçümü	14
4.2.1. Seviye Ölçümü	14
4.2.2. Debi Ölçümü	15
4.3. Veri İletimi	16
4.3.1. Modem İle Veri İletimi	16
4.3.2. Telsiz İle Veri İletimi	17
4.3.2.1 ASK (Amplitude Shift Keying).....	17
4.3.2.2 FSK (Frequency Shift Keying).....	18
4.3.2.3 PSK (Phase Shift Keying).....	19

4.4. Kontrol Elemanları	19
4.4.1. PLC İle Kontrol	19
4.4.2. PC İle Kontrol	20
4.4.2.1. Kullanılan İnterface Kartı	21
4.4.2.2. Program Dili	22
4.5. Debi Kompanzasyonundan Beklenen Yararlar	22
BÖLÜM 5.	
DEBİ KOMPANZASYON PROGRAMI	23
5.1. Programın İçeriği	23
5.2. Programın Algoritması	25
5.3. Programın Akış Diyagramı	27
BÖLÜM 6.	
PROGRAM İLE SİSTEMİN SİMULASYONU	29
6.1. Çeşitli Depo Çıkış Debilerinde Pompaların Çalışma Durumları	29
6.2. $10 < D \leq 15$ Durumundaki Arızaların Analizi	35
6.3. Depo Seviyesinin İstenen Değere Gelmesi Durumunun İncelenmesi	39
BÖLÜM 7.	
SONUÇLAR	40
BÖLÜM 8.	
TARTIŞMA ve ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR	42
EKLER	
EK-A	
KURULAN MODEL İÇİN GELİŞTİRİLEN DELPHİ DİLİNDEKİ PROGRAM ..	43
EK-B	
POMPA KAPASİTELERİ VE GÜÇLERİ	62
ÖZGEÇMİŞ	64

KISALTMALAR

SCADA	: Supervisory Control And Data Acquisition
ASK	: Amplitude Shift Keying
FSK	: Frequency Shift Keying
PSK	: Phase Shift Keying
PLC	: Programmable Logic Controller
PC	: Personal Computer
ADC	: Analog to Digital Converter
LED	: Light Emitting Diode



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Dikdörtgen planlı ve iki gözlü depo	4
Şekil 3.1 Su kuyusunun şematik gösterimi	10
Şekil 3.2 Terfi istasyonunun şematik gösterimi	11
Şekil 4.1 Bir içme suyu sistemi	12
Şekil 4.2 Ana depoda sistemin uygulaması	14
Şekil 4.3 Geçiş zamanlı ultrasonik debimetrenin çalışma prensibi	15
Şekil 4.4 Modem ile iletişim	16
Şekil 4.5 ASK sinyal üretimi	18
Şekil 4.6 FSK sinyal üretimi	18
Şekil 4.7 PSK sinyal üretimi	19
Şekil 4.8 İnterface kartının yapısı	21
Şekil 5.1 Akış diyagramı	27
Şekil 6.1 Deponun çıkışındaki debinin $0 < D \leq 5$ olması durumu	29
Şekil 6.2 Deponun çıkışındaki debinin $5 < D \leq 10$ olması durumu	30
Şekil 6.3 Deponun çıkışındaki debinin $10 < D \leq 15$ olması durumu	31
Şekil 6.4 Deponun çıkışındaki debinin $15 < D \leq 20$ olması durumu	32
Şekil 6.5 Deponun çıkışındaki debinin $20 < D \leq 25$ olması durumu	33
Şekil 6.6 Deponun çıkışındaki debinin $25 < D \leq 30$ olması durumu	34
Şekil 6.7 3. Pompanın arızalanması durumu	35
Şekil 6.8 1 ve 3. Pompaların aynı anda arızalanması durumu	36
Şekil 6.9 2 ve 3. Pompaların aynı anda arızalanması durumu	37
Şekil 6.10 Faz Hatası olması durumu	38
Şekil 6.11 Depo seviyesinin istenen değere gelmesi durumu	39

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1 Depo hacminin analitik olarak tayini	5
Tablo 5.1 Pompaların ideal çalışma durumları	23
Tablo 5.2 Arıza şartlarında pompaların çalışma durumları	24
Tablo B.1 DOMAK firmasının ürettiği KPA660 tipi pompaların teknik özellikleri	62
Tablo B.2 DOMAK firmasının ürettiği KP325 tipi pompaların teknik özellikleri	63



ÖZET

Bu tezde içme suyu terfi hatlarının işletilmesi ve işletme durumlarında karşılaşılan sakıncalar incelenmiştir. Bu sakıncaların giderilebilmesi için içme suyu terfi hatlarının küçük bir modeli kurulmuş ve model üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Kurulan modelde deponun çıkışındaki debi ve depodaki su seviyesi devamlı ölçülmektedir. Deponun çıkışındaki debi sürekli değişmektedir. Bu değişimlerin yanında farklı debilere sahip pompaların arıza ve enerji sarfiyatları da göz önünde bulundurularak, optimum bir çözüm amaçlanmıştır. Deneysel çalışmaların yapılabilmesi kurulan modelin uzaktan kontrolü ve kumandası bilgisayar yardımıyla yapılmıştır. Delphi programlama dilinde yapılan görsel bir program sayesinde de modelin uzaktan izlenebileceği görülmüştür.

Model üzerinde yapılan simülasyonlar neticesinde, düşünülen sistemin pratik olarak uygulanabilirliği gösterilmiştir.

SUMMARY

Compensation Of The Flow Rate In Water Main System

Keywords: water main system, flow rate, energy consumption, pump, compensation.

In this thesis drinking water main system, the way it operates and the problems which are faced while it is managed have been examined.

A small model of this drinking water main system was established in order to eliminate these problems and different kinds of experiments have been done on it. On the model which was established the flow rate and the water level at the tank exit have been measured continuously. The flow rate of the tank exit changes continuously. Taking into account this change find also the energy consumption of the pumps which have different capacity, an optimum solution has been aimed. The experimental work, the remote control and checking of this established model have been done by the help of a computer. And also it has been observed that the model can be checked by means of a visual programme which was made in the language of Delphi.

The applicability of the system thought has been shown practically as a result of the simulations which have been done on the model.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde içme suyu terfi hatlarının iletiminde ve depo hacimlerinin hesaplanmasında analitik metoddan faydalanılmaktadır. Bu metoda göre; eldeki istatistiki verilerden faydalanarak su pompaları 12 veya 24 saat sabit debilerde devamlı olarak çalıştırılmaktadır. Böylece maksimum sarfiyat zamanlarında depoda bunu karşılamak üzere çok fazla su tutulmuş olmaktadır. Depoda çok fazla su tutulabilmesi için de depo hacminin büyük olması gerekmektedir. Bu da ekonomik yönden bir sakınca teşkil etmektedir. Ayrıca fazla miktarda suyun depolanmasından dolayı da su bayatlamaktadır. Analitik metodun bir diğer sakıncası da su pompalarının devamlı çalışmasından dolayı elektrik sarfiyatının çok fazla olmasıdır. Bazı zamanlarda şebekedeki dengesizliklerden ötürü depo taşmaları meydana gelmekte ve pompalar ile depo arasındaki mesafenin çok uzun olması sebebiyle de bu duruma acilen müdahale edilememektedir. Bu ise nitelikli su kaybına sebep olmaktadır.[1]

Bu tezde içme suyu terfi hatlarının işletilmesinde ve depo hacimlerinin belirlenmesinde analitik metodun kullanılması neticesinde karşılaşılan sakıncaların giderilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla içme suyu terfi hatlarının küçük bir modeli kurulmuş ve bu model için Delphi dilinde görsel bir bilgisayar programı yazılmıştır. Yazılan program ile, ana deponun çıkışındaki debinin değişen durumlarında, pompaların enerji sarfiyatları da optimum çözüm sağlayacak şekilde göz önüne alınarak, su pompalarının çeşitli kombinasyonlarda devreye alınıp deponun çıkış debisinin pompalar vasıtasıyla kompanze edilmesine çalışılmıştır. Ayrıca pompaların arıza durumlarında birbirlerine yedeklik yapması ve böylece sistemin sürekli çalışması amaçlanmıştır. Akış ve seviye sensörlerinden alınacak olan muhtemel çıkışlar için sistemin simülasyonu yapılmıştır. Yapılan simülasyonlar neticesinde düşünülen modelin pratik olarak uygulanmasıyla yukarıda anlatılan sakıncaların çoğuna büyük ölçüde çözüm getirilebileceği görülmüştür.

BÖLÜM 2. İÇME SUYU TERFİ HATLARI

2.1 Kuyular

Su sisteminin başlangıç noktası genelde kuyulardır. Kuyular dikey milli veya dalgıç pompalar kullanılarak yerin onlarca metre altından su çekilen yerlerdir. Motopompla çekilen su bir çek valfi aralar, daha sonra bir vanadan geçerek toplama deposuna doğru yol alır.

2.2 Terfiler

Çevre kuyulardan sağlanan içme ve kullanma suyu önce bir toplama deposuna pompalanır. Böylece bütün toplanan su ana depoya bir tek boru hattı ile pompalanmış olur.

2.3 Depolar

Depolar kuyular vasıtası ile yeraltından çıkarılan veya barajlardan arıtılarak elde edilen içme ve kullanma suyunun şebekeye verilmeden önce pompalandığı ve cazibeyle şebekeye dağıtıldığı yerlerdir.

2.3.1 Depoların inşa maksatları

a) Sarfiyat salınımlarını dengelemek

Şebekede öyle anlar vardır ki, o anlarda sarfiyat maksimumdur. Maksimum saatlik sarfiyatlar diye adlandırılan bu tüketimin karşılanması gerekir. Terfi hatları maksimum günlük sarfiyata göre boyutlandırıldığından aradaki farkı depolar karşılar.

b) Şebekedeki minimum ve maksimum su basınçlarını temin etmek

İskan alanındaki evlerin kat adedine bağlı olarak minimum bir basınç belirlenir.

Genel olarak bir evin en yüksek noktasındaki musluğunda 5 ila 10m. basınç olması arzu edilir. Bir içme suyu şebekesinde işletme basıncı 40 ila 50m. kadardır. Bu değer maksimum 80m. kadar olur. 80m.'den büyük basınçlara şebekede müsaade edilmez.

c) Yangın suyunu biriktirmek

Şebekede muhtemel yangınları önlemek maksadıyla depoda belirli bir yangın suyu hacmi ilave edilir.

d) Arıza anında şebekeye su temin etmek

Terfi hattında meydana gelen bir arızayı gidermek için terfi hattında su kesilir. Bu sırada şehrin susuz kalmaması için depodan su verilmeye devam edilir. Depolar boyutlandırılırken günlük maksimum ihtiyacın %10~20'si kadar bir hacim arıza hacmi olarak hesaplara ilave edilir.

e) Dinlendirme havuzu görevi görmek

Terfi hattı ile depoya gelebilen ince kum silt ve kil burada çöker. Böylece şebekeye daha temiz bir su verilmiş olur.

f) Menba ve ara depo olarak vazife görür

Şehrin en yüksek kotu ile en düşük kotu arasındaki fark büyük ise, şehir kat depoları ile beslenir. Kat depoları olması halinde üstteki depo alttaki depo için bir menba görevini yapar.[1]

2.3.2 Depoların zemine yerleştirilmesi

Hazneler zemine gömülü, yarı gömülü ve ayaklı lule şeklinde yerleştirilir. Şayet yerleşme merkezi civarında yeteri kadar yüksek kotlu nokta varsa, hazne zemine tamamen gömülür. Daha sonra üstü 0.70~1.0 m. yüksekliğinde toprak örtülür ki hazne içindeki su sıcaklıktan etkilenmesin. Şehrin civarında hazne üst su kotunu sağlayacak bir yer bulunamazsa o zaman haznenin bir kısmı zemine gömülür.

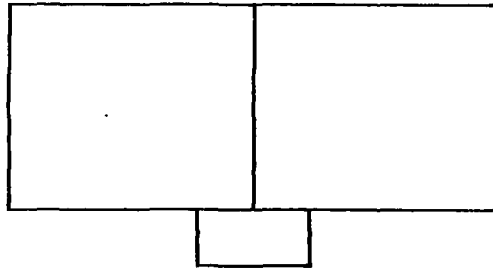
En yüksek su kotu seviyesine kadar zemin dışında inşa edilir. Böylece yarı gömme bir hazne yapılmış olur. Şehrin düz ve civarında şehirdeki basınçları sağlayacak bir kot yoksa, sular bir ayaklı su kulesine pompa ile yükseltilir. Böylece şehire istenilen basınçta bir su verilmiş olur. Şehrin mimari görüntüsünü bozmamak için ayaklı su kuleleri şehrin dış kısmına yapılır. Maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle fazla büyük hacimli yapılamazlar.[1]

2.3.3 Depoların sağlaması gereken şartlar

- İçerisindeki suyun özelliğini bozmamalı.
- Temizlenmesi kolay ve kirlenme tehlikesinden uzak olmalıdır.
- Depo içerisindeki sular sürekli olarak yenilenebilmeli ve durgun sular teşekkül etmemelidir.
- Hacmi yeterli, yapısı sağlam, sızdırmaz yapı tarzı ve malzemesi yönünden ekonomik olmalıdır.
- Tesis ve işletilmesi ile bakımı kolay ve ucuz olmalıdır.

2.3.4 Depoların plandaki şekilleri

Depoların göz sayısı 1, 2, 3, 4 ... veya daha fazla olabilir. 80 m^3 'den küçük depolar 1 gözlü olur. Bunlar kare planlı olup manevra odası bir köşede bulunur. 80 m^3 'den büyük olan depolar iki gözlü olarak inşa edilir. Depo hacmi 200 m^3 'den daha küçük ise bu depolar dikdörtgen planlı yapılır. 200 ila 3000 m^3 olanlar da genellikle dikdörtgen planlı yapılır. Bu durumda orta duvar servis ve boru donatımı için uygun bir geçit teşkil eder. Bu depolarda manevra odası hazne dışına yapılır. İki bölmeyi ayıran ara duvar üzerinden bir boru ile giren su, köşeye yakın bir yerden depoya verilir (Şekil 2.1).[1]



Şekil 2.1 Dikdörtgen planlı ve iki gözlü depo

2.3.5 Depo hacminin tayini

Genel olarak depolar günlük maksimum ihtiyacı karşılayacak şekilde hacimlendirilir. Depo hacminin tayin edilmesinde ve pompaların çalıştırılmasında en çok kullanılan metod analitik metoddur.

2.3.5.1 Analitik metod

Bu metotta depoya bir saatte giren ve çıkan suyun miktarı toplam sarfiyatın yüzdesi olarak hesaplanır. Her saat giren ve çıkan akımların farkları alınır. Şayet giren su fazla çıkan az ise fazla, giren az çıkan fazla ise eksik olarak ifade edilir ve tabloya yazılır. Bir günde depoya giren ve çıkan akımlar eşit olduğundan eksik yüzdelerin toplamı fazla yüzdelerin toplamına eşittir. Bulunan bu değerler günlük sarfiyatın yüzdesi olarak minimum depo hacmini verir. Tablo 2.1’de bu durum görülmektedir.

Tablo 2.1 Depo hacminin analitik olarak tayini

Günün saatleri	Sarfiyat %	24 saat uniform giriş			6-18 arası pompaj		
		Giriş %	Fazla %	Eksik %	Giriş %	Fazla %	Eksik %
- 1	2,0	4,16	2,16				2,0
1 - 2	1,5	4,16	2,66				1,5
2 - 3	1,0	4,16	3,16				1,0
3 - 4	0,5	4,16	3,66				0,5
4 - 5	0,5	4,16	3,66				0,5
5 - 6	1,5	4,17	2,67				1,5
6 - 7	2,5	4,17	1,67		8,33	5,83	
7 - 8	3,0	4,17	1,17		8,33	5,33	
8 - 9	3,5	4,17	0,67		8,33	4,83	
9 -10	4,0	4,17	0,17		8,33	4,33	
10-11	5,0	4,17		0,83	8,33	3,33	
11-12	7,0	4,17		2,83	8,33	1,33	
12-13	9,5	4,17		5,33	8,33		1,17
13-14	10,0	4,17		5,83	8,33		1,67
14-15	8,5	4,17		4,33	8,34		0,16
15-16	5,0	4,17		0,83	8,34	8,34	
16-17	3,5	4,17	0,67		8,34	4,84	
17-18	3,0	4,17	1,17		8,34	5,34	
18-19	5,0	4,17		0,82			5,0
19-20	8,0	4,16		3,84			8,0
20-21	6,0	4,16		1,84			6,0
21-22	4,0	4,16	0,16				4,0
22-23	3,0	4,16	1,16				3,0
23-24	2,5	4,16	1,67				2,5
			26,48	26,48		38,50	38,50

Tablo 2.1'den görüleceği gibi depoya 24 saat sürekli su gelmesi halinde her saatte gelen suyun yüzdesi $100/24 \cong 4,17$ olup minimum depo hacmi günlük maksimum ihtiyacın %26,48 'i kadar bulunmuştur. Depoya 12 saat pompajla su gelmesi halinde ise her saatte gelen suyun yüzdesi $100/12 \cong 8,34$ olmuş minimum depo hacmi de günlük maksimum ihtiyacın %38,50 'si kadar bulunmuştur. Birinci halde ikinci hale göre depo hacmi daha küçük çıkmıştır. Şayet depoya su terfi ile iletiliyorsa bu işlem elektriğin ucuz olduğu saatlerde yapılmalıdır.[1]

2.3.6 Depoların donatımı

Giriş ve çıkış boruları; giriş borusu terfi hattından gelir, manevra odasında iki kola ayrılarak her iki göze su verir. Çıkış borusu üzerinde bir süzgeç vardır. Bu süzgeç depo tabanından 15 ila 20 cm. üste monte edilir. Giriş ve çıkış boruları manevra odasında ikiye ayrılır.

Dolu savaklar; depoya gelen su sarfiyattan fazla olduğunda görev yaparlar. Hazneye gelen fazla suyu dışarı atarlar. Dolu savaklar üzerinde vana bulunmaz.

Dip savaklar; depoda meydana gelen arızaları tamir etmek ve depoyu zaman zaman temizlemek için dip savaklar teşkil edilir. Bunlar depo tabanındaki bir çukura yerleştirilir ve manevra odasından kumanda edilirler.

Vanalar; giriş, çıkış ve dip savak borularının açılıp kapanması için bu borular üzerine yerleştirilir. Ayrıca by pass borusu üzerinde de bir adet vana vardır. Bu vana açılarak su terfi hattından direk olarak şebekeye verilir.

Su sayacı; şehre veya kasabaya verilen suyun günlük miktarını ölçmeye yarar. Şebekede meydana gelen kayıplar bu saat yardımıyla kontrol edilir.

By pass; şayet depoya gelen su her iki gözde meydana gelen bir arıza nedeniyle tutulamıyorsa o zaman by pass yapılarak terfi hattından gelen su doğrudan şebekeye verilir.

Havalandırma bacaları; depodaki suyun hava ile temasını sağlar. Her su bölmesinde en az bir havalandırma bacası yapılmalıdır.[1]

2.3.7 Mevcut sistemin işleyişi ve sakıncaları

Günümüzde kullanılan sistemlerin çoğunda depo hacmi ve sistemin işletilmesi analitik metoda göre belirlenmektedir.

Daha önceden de anlatıldığı gibi analitik metoda göre sistemdeki pompalar çok uzun süreler belli debilerde çalışmakta ve bu da hem elektrik sarfiyatını arttırmakta hem de pompaların çok sık arızalanmasına yol açmaktadır. Sarfiyatın giren su miktarından daha az olduğu durumlarda depoda fazla su tutulmakta ve böylece şebekeye çok taze su verilememektedir. Ayrıca depoda fazla su tutulabilmesi için deponun çok büyük hacimli yapılması gerekmekte ve masraflar artmaktadır. Bütün bunların yanında bazen şebekede öyle anlar olur ki, fazla sarfiyat olması beklenen saatlerde bu gerçekleşmez bu sırada pompalar da hala çalıştığı için dolu savaklardan nitelikli su kayıp olarak dışarı atılır. Buna benzer durumlardan olan su kaçakları ve boru patlamaları gibi durumlarda da yine nitelikli su kaybı olmaktadır. Bu durumların fark edilmesi ve pompaların devre dışı bırakılabilmesi ancak çalışanlara bağlıdır. Sistemde pompalar ile depo arasındaki mesafe çok fazla olduğu için sisteme anında müdahale edilememektedir veya anında müdahale için fazla işçi çalıştırmak gerekmektedir. Bu ise ekonomik açıdan bir yük teşkil etmektedir.

BÖLÜM 3. İÇME SUYU TERFİ HATLARINDA OTOMATİK KONTROL SİSTEMLERİ

Düzenli, temiz, sağlıklı ve ekonomik su dağıtımında, pompaj ve depolama istasyonlarının bir merkezden otomatik olarak kontrol ve kumanda edilmesi en ideal yöntemdir. Bunun için sistemin; topladığı verileri değerlendirip, gerçekleştirmesi gereken hareket ve işlemleri otomatik olarak yerine getirebilmesi ayrıca merkezdeki operatörün komutlarına göre de yönlendirilebilir bir yapıya sahip olması gerekir. Bütün bu düşünceler gerçekleştirilebildiğinde işletmeciye kaliteli, kolay ve ekonomik bir işletme imkanı sunulmuş olunacaktır.

3.1 İçme Suyu Terfi Hatlarında Otomasyon

İçme suyu terfi hatlarının otomasyonunda sahaya yayılmış veri toplayıcıları (Sensörler), kumanda üniteleri ve iletişimi sağlayan çeşitli üniteler ile merkezi kontrol birimleri kullanılmaktadır. Tam teşekküllü bir sistemde sensörler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir. Bunlardan ihtiyaca göre seçim yapılır.

- a) Seviye sensörleri: depo seviyelerini tespit etmek için kullanılırlar.
 - Ultrasonik tip
 - Basınç ölçer tip
- b) Klor konsantrasyon sensörleri: sudaki klor oranını ölçmek için.
- c) Hat basınç sensörleri: terfi hattında veya şebekede oluşacak patlakların anında tesbitinde kullanılırlar.
- d) Debimetreler: istenilen noktalarda debi ölçümü için.
- e) Özel güvenlik sensörleri: depo ve terfi istasyonları için.
 - Zehirli madde sensörleri

- Hareket sensörleri

f) Akım ve voltaj sensörleri: pompalar ve koruma panoları için.

g) Devir sensörleri: pompalar için.

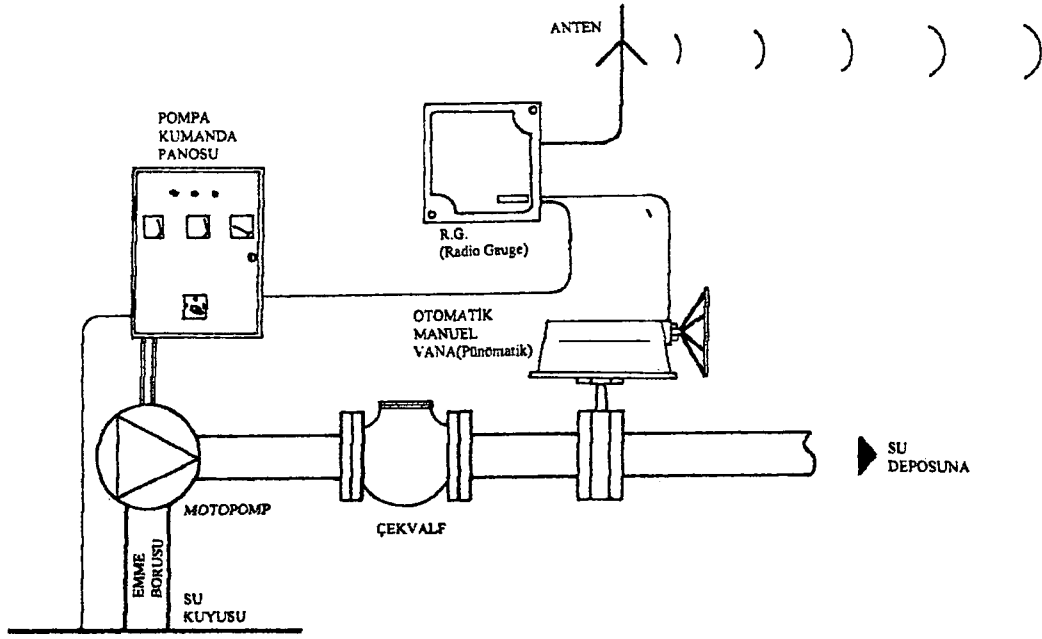
Bu sensörler yardımı ile sahadan toplanan bilgiler kumanda ünitesine aktarılır. Burada işlenip değerlendirilmesi yapılan bilgiler merkezi kontrol birimine gönderilir. Burada diğer kumanda ünitelerinden gelen bilgiler ile birlikte değerlendirilerek gerekli kumanda ünitelerine gereken komutlar iletilir. Sisteme uygun bir software ile birlikte bilgisayar eklenerek sistemin detaylarını ekranda görmek, çeşitli ikazları ekranda izlemek mümkün olmaktadır. Ayrıca yazıcı ilavesi ile günlük, aylık, yıllık raporlar tutularak istatistiki bilgi haline getirilebilir. Söz konusu sistemde iletişim, içme suyu tesisinde yer alan üniteler, mesafeler ve diğer durumlar gözönüne alınarak telsiz (radio transmitter ile) veya kablolu olarak gerçekleştirilmektedir.[2]

Böyle bir sistem için kuyularda, terfi hatlarında ve depolarda bazı parametrelerin bilinmesi ve kontrol edilmesi gereklidir. Buna göre;

Kuyularda;

- 1- Pompa on-off durum kontrolü
- 2- Pompa on-off kumandası
- 3- Pompa kombine arıza durum bilgileri
- 4- Arıza halinde otomatik stop ve ikaz
- 5- Otomatik vana durum kontrolü
- 6- Otomatik vana kumandası
- 7- Kuyu suyu debisi, parametrelerinin bilinmesi gereklidir.

Şekil 3.1'de böyle bir sistemin olası uygulama şekillerinden biri şematik olarak gösterilmiştir.[2]

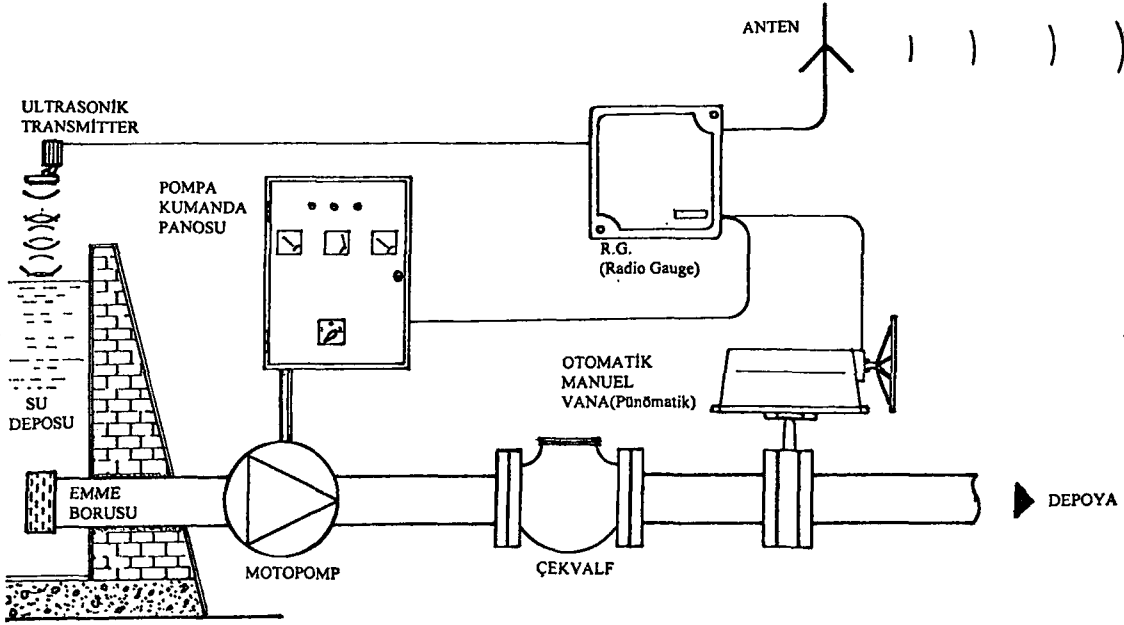


Şekil 3.1 Su kuyusunun şematik gösterimi

Terfi hatlarında;

- 1-Toplama deposu seviyesi
- 2-Toplama deposu çıkış debisi
- 3-Pompaların durum kontrolü
- 4-Pompaların on-off kumandası
- 5-Otomatik vana durum kontrolü
- 6-Otomatik vana on-off kumandası
- 7-Pompa kombine arıza kontrolü
- 8-Arıza halinde otomatik stop ve reset, parametrelerinin bilinmesi gerekir.

Şekil 3.2’de bir toplama deposu ile terfi istasyonunda sistemin uygulanış biçimi şematik olarak görülmektedir.[2]



Şekil 3.2 Terfi istasyonunun şematik gösterimi

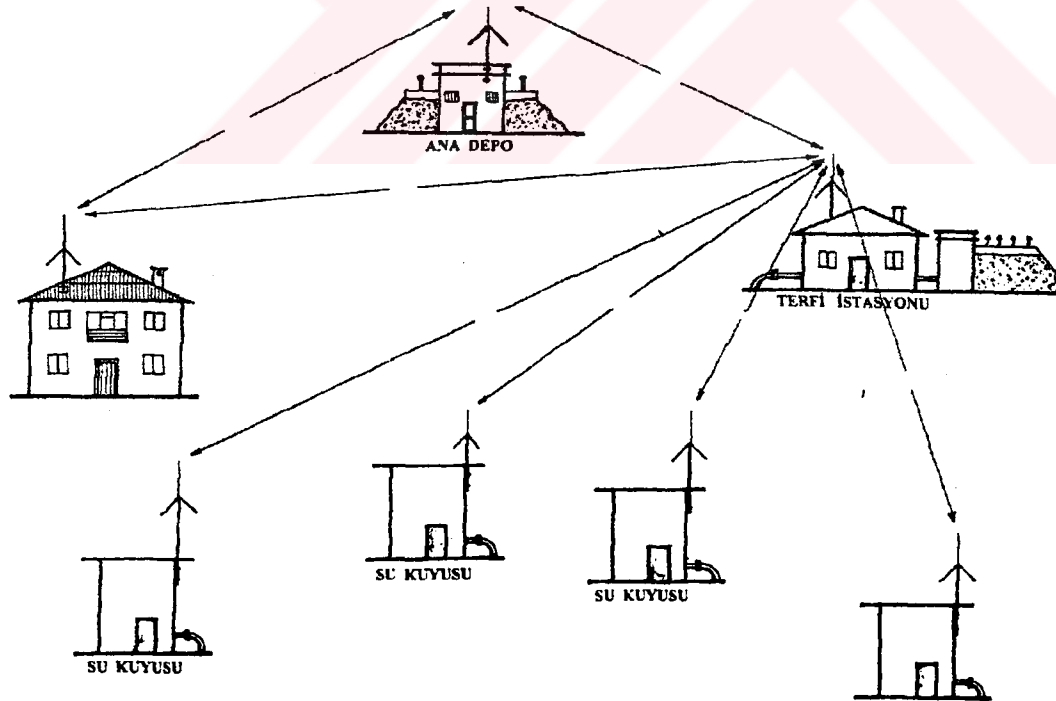
Depolarda;

- 1-Depo su seviyesi
- 2-Depo suyu klor oranı
- 3-Depo çıkış debisi
- 4-Çıkış kontrol vanası durum kontrolü
- 5-Çıkış kontrol vanası on-off kumandası, parametrelerinin bilinmesi gereklidir.

BÖLÜM 4. DEPO ÇIKIŞ DEBİSİ KOMPAZASYONU

4.1 Depo Çıkış Debisi Kompanzasyon Tasarımı

Deponun çıkışından okunan debinin kompanzasyonu otomatik kontrol algoritması içeren bir SCADA uygulaması olarak tarif edilebilir. Bu çalışmada komple bir SCADA sisteminden ziyade sadece otomatik kontrol ve kumanda sistemi üzerinde durulmuştur. Şekil 4.1’de bir su sisteminin tipik ve izah kolaylığı bakımından basite indirgenmiş şeması görülmektedir.



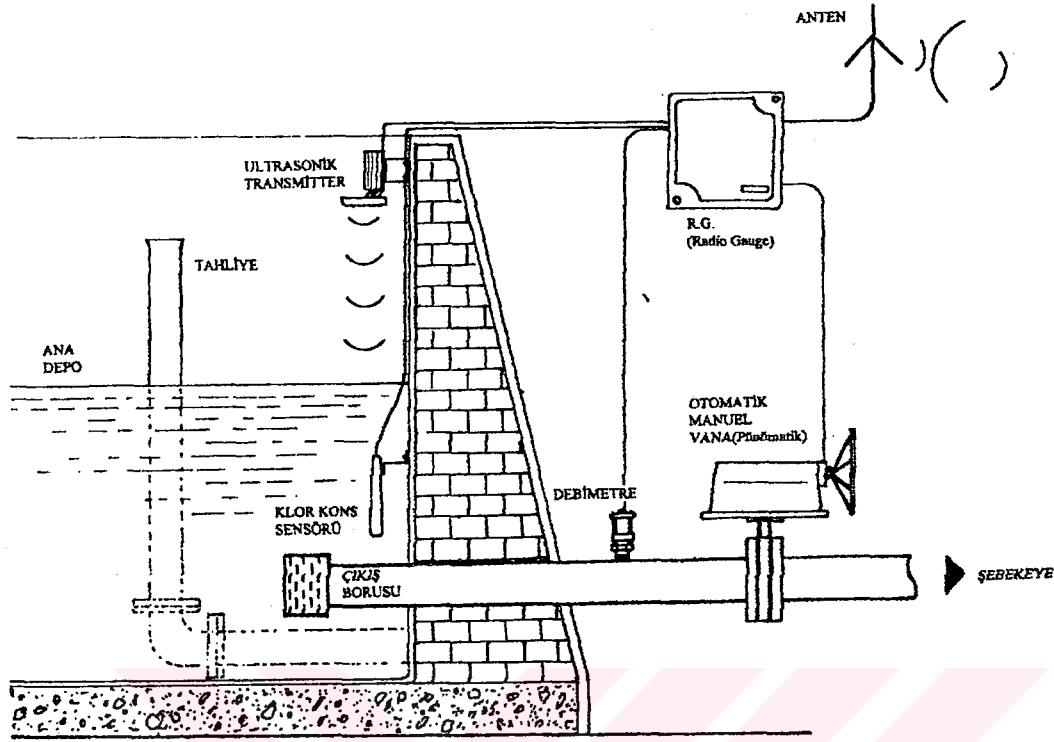
Şekil 4.1 Bir içme suyu sistemi

Şekilde üç adet su kuyusu bir terfi istasyonu aracılığı ile ana depoyu beslemektedir. Burada kuyular yani kuyulardaki pompalar hem işletme binasından hem de ana depodan, ana depo da hem işletme binasından hem de pompalar tarafından ayrı ayrı denetlenmektedir. Sistemde ana depo, pompalar ve işletme binası arasındaki mesafe çok fazla olduğu için iletişim (veri aktarımı) telsizle veya modemle yapılmaktadır. Yazılan bilgisayar programı sayesinde işletme binasından sistem gözlenebilmekte ve istendiği takdirde sisteme müdahale edilebilmektedir. Örneğin işletme binasından depo su seviyesi, depo çıkış debisi, pompaların çalışma ve arıza durumları izlenebilmektedir.

Burada asıl amaç sistemin otomatik olarak çalışmasını ve mümkün olduğunca manuel kontrole geçmenin önlenmesini sağlamaktır.

Sistemin otomatik olarak çalışabilmesi ana depo ve pompalar arasındaki gerekli verilerin aktarılabilmesine bağlıdır. Buna göre ana deponun çıkışındaki debi ölçülmekte ve debinin değişen miktarlarında (tıpkı reaktif gücün kompanzasyonunda değişik güçteki kondansatörlerin belli bir düzene göre devreye girip çıkmasındaki gibi) pompaların çeşitli kombinasyonlarda devreye girmesi ve çıkması sağlanmaktadır. Böyle bir çalışma sisteminde depo suyu seviyesi azalmayacak hatta çıkış debisine bağlı olarak artış gösterecektir. Deponun üstüne yerleştirilen ultrasonik seviye ölçer ise depo dolduğunda pompalara stop işareti göndererek deponun taşmasını engellemekte ve böylece nitelikli su kaybını önlemektedir. Ayrıca sistemde kullanılan değişik debilere sahip pompalar yazılan bilgisayar programı sayesinde birbirlerine yedeklik yapmakta ve böylece sistemin mümkün olduğunca aksamadan çalışmasını sağlamaktadır.

Şekil 4.2’de bir depoda sistemin uygulanması şematik olarak görülmektedir.



Şekil 4.2 Ana depoda sistemin uygulaması

4.2 Seviye ve Debi Ölçümü

4.2.1 Seviye ölçümü

Tasarlanan sistemde seviye ölçümü için ultrasonik seviye ölçer kullanılmaktadır. Ultrasonik seviye ölçerlerin hem noktasal ölçümlerde hem de sürekli seviye ölçümlerinde kullanılabilen tipleri bulunmaktadır. Burada ise sadece noktasal ölçüm yapılmaktadır. Yani depodaki su istenen maksimum seviyeye geldiğinde ultrasonik sensör çıkış sinyali üretir. Böylece o sırada depoya su basmakta olan pompalar devre dışı bırakılır. Ultrasonik seviye ölçme cihazlarında yüksek frekanslı ses sinyalleri meydana getirilir (50 kHz. Endüstriyel uygulamalarda çok yaygındır). Ses sinyalleri depoda bulunan su yüzeyine yöneltilmiştir. Bu durumda su yüzeyinden yansımakta olan sinyaller deponun üstünde bulunan dedektör tarafından algılanır. Nokta kontrol

cihazları dedektörün sinyali algılaması veya algılamaması esasına göre çalışırlar. Sürekli seviye kontrolünde ise sinyalin geliş süresi ölçülür. Sinyal ölçülen ortamdan geçer, yansıtılır ve tekrar algılayıcıya gelir. Bu süre seviye ile orantılıdır.[3]

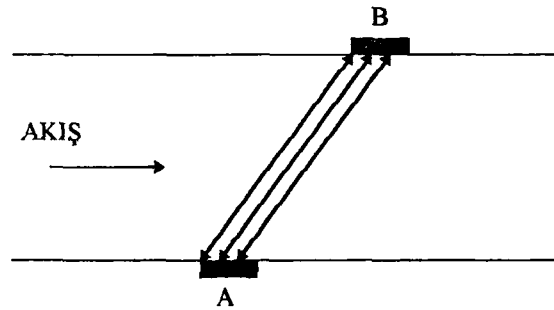
4.2.2 Debi ölçümü

Deponun çıkışındaki debinin ölçümünde de ultrasonik debimetre kullanılmıştır. Genellikle büyük çaplı borulardaki debi ölçümlerinde ultrasonik debimetreler çok sık kullanılmaktadır (250-3000 mm. çaplı borularda).

Ultrasonik debi ölçümü iki farklı fizik prensibine dayanır. Birinci prensibe göre; hareketli ortamdaki sesin algılanan hızı, ortam hızı ile sesin ortama göre olan hızının toplamına veya farkına eşittir. Bu durumda, akış yönünde hareketli olan ses, akış yönüne ters olarak hareket eden sestense daha büyük bir efektif hıza sahiptir ve bu iki efektif hız arasındaki fark, akışkanın hızının iki katı kadardır. İkinci prensibe göre ise; hareketli ortam tarafından yansıtılan sesin frekansı, ortam hızı ile orantılı olarak değişecektir. Sesin bu frekans değişimine Doppler frekans kayması veya kısaca Doppler frekansı denilmektedir. Bu iki prensibi kullanan ultrasonik akış ölçerler;

- A) Geçiş zamanı yöntemini kullananlar,
- B) Doppler yöntemini kullananlar, olarak adlandırılır.

Şekil 4.3'de geçiş zamanı yöntemine göre çalışan bir ultrasonik debimetrenin çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 4.3 Geçiş zamanlı ultrasonik debimetrenin çalışma prensibi

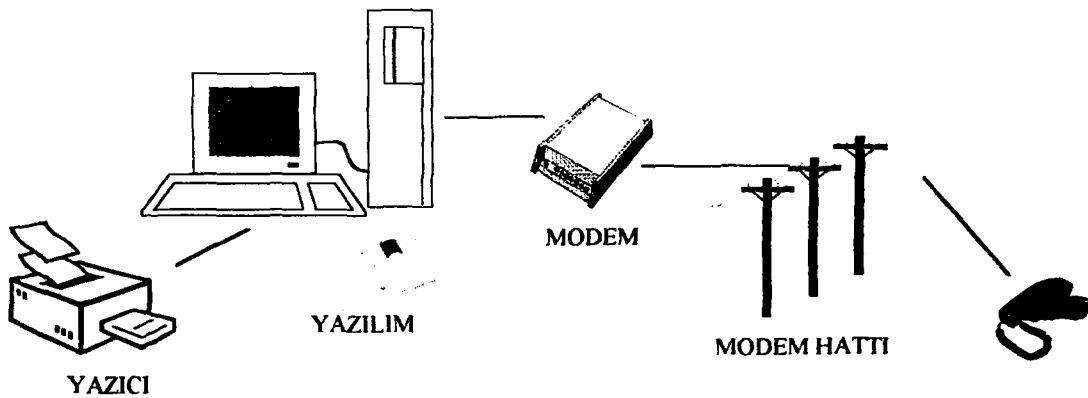
Şekil 4.3'de akış yönünde gönderilen bir ses dalgası akışa ters yönde gönderilen ses dalgasından daha hızlı gider. Başlangıçta A sensörü ultrasonik ses dalgası gönderir. Bu ses sinyali B tarafından alınır. Bu zaman geçişi (T_{ab}) ve alıcı arasında ölçülür. Sonra her iki probun fonksiyonları ters çevrilir ve geçiş zamanı (T_{ba}) zıt yönde olur. T_{ab} ve T_{ba} 'dan gerçek akış hesaplanır.

Ultrasonik debimetreler isteğe göre; akım, gerilim, darbe ve frekans çıkışı vermektedirler. Ultrasonik debimetrelerden alınan çıkışlar çeşitli metodlarla kontrol elemanlarına gönderilebilirler.[4]

4.3 Veri İletimi

4.3.1 Modem ile veri iletimi

Sistemde ana depo, pompalar ve işletme binası arasındaki mesafenin çok fazla olduğu ve civarda mevcut bir telefon hattı bulunduğu durumlarda çok sık kullanılan bir yöntemdir. Telefon hattı bulunmadığı takdirde iletişim için özel hat çekilmektedir. Kurulan bu sistemle ultrasonik seviye sensörü, ultrasonik debimetre, pompalar ve işletme binası arasındaki iletişim sağlanmaktadır. Böylece kontrol ve istendiğinde kumanda imkanına kavuşulmuş olmaktadır. Şekil 4.4'de modem ile iletişim sisteminin şematik gösterimi görülmektedir. [5]



Şekil 4.4 Modem ile iletişim

4.3.2 Telsiz ile veri iletimi

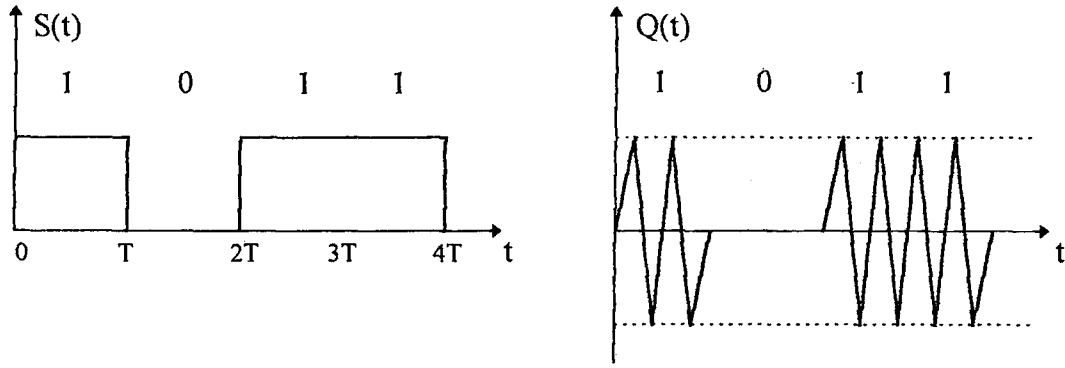
Sistemde ana depo, pompalar ve işletme binası arasındaki mesafenin çok fazla olduğu ve civarda mevcut bir telefon hattı bulunmadığı durumlarda kullanılabilen özel bir veri iletişim metodudur. Kablolu veri iletiminde masrafların çok fazla olduğu durumlarda başvurulacak en iyi yöntemdir. Telsizle veri iletiminde sensörlerden alınan darbe veya frekans çıkışları telsiz frekansı aracılığı ile istenen yerlere gönderilmektedir. Telsiz frekansının kullanılmasından dolayı telsizle veri iletimi resmi yollardan yapılmak zorundadır. Yani Telsiz Genel Müdürlüğünden özel bir frekans alınmalıdır. Böylece sistemdeki bütün birimler aynı telsiz frekansı üzerinden haberleşebilmektedir.

Telsiz ile veri iletiminde sensörlerden alınan aç-kapa sinyalleri, darbe veya frekans sinyalleri çeşitli şekillerde modüle edilerek telsiz frekansına bindirilir. Telsiz frekansı vasıtası ile gönderilen veriler alıcı telsizler tarafından alınır ve demodüle edilerek kullanılan kontrolöre gönderilir. En çok kullanılan modülasyon tipleri ASK (Amplitude Shift Keying), FSK (Frequency Shift Keying) ve PSK (Phase Shift Keying) modülasyonlardır.

4.3.2.1 ASK (Amplitude Shift Keying)

Genlik kaydırmalı anahtarlama olarak bilinmektedir. Sensörlerden alınan darbelere göre taşıyıcı işaretin genliği iki değer arasında değiştirilmektedir. Bu işlem var-yok anahtarlama ile yapılmaktadır. Tipik olarak var durumu "1" koduna, yok durumu ise "0" koduna karşı düşmektedir. Bu sayede bir osilatörün ürettiği dalga anahtarlama durumunun var olduğu, yani darbe kodunun "1" olduğu durumlarda taşıyıcıya bindirilmektedir. Alıcıdaki bir zarf dedektörü ile gönderilmiş olan işaret yakalanarak demodüle edilir ve tekrar darbe sinyalleri üretilir.[6]

Şekil 4.5’de bir darbe sinyalinden üretilen ASK sinyali görülmektedir.

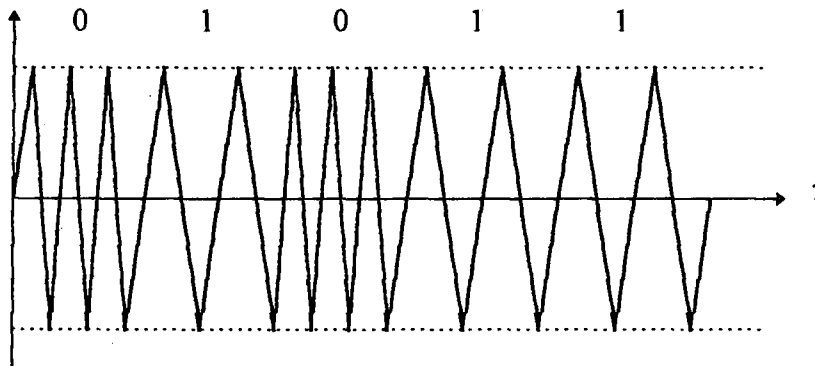


Şekil 4.5 ASK sinyal üretimi

4.3.2.2 FSK (Frequency Shift Keying)

Frekans kaydırmalı anahtarlama olarak bilinmektedir. Taşıyıcı işaretin ani frekansının darbe sinyallerine göre değiştirilmesiyle yapılmaktadır. Bu işlemde iki osilatör darbe sinyaline bağlı bir anahtarlama operasyonu ile devreye alınır veya devreden çıkarılır. Darbe sinyalinin "1" olduğu durumda osilatörlerden birinin ürettiği dalga taşıyıcıya bindirilir, darbe sinyalinin "0" olduğu durumda ise diğer osilatörün ürettiği dalga taşıyıcıya bindirilerek gönderilir. Böylece taşıyıcı sinyalin ani frekansı darbe sinyaline bağlı olarak değiştirilmiş olur. Alıcıda osilatörlerin ürettikleri her iki dalga biçimi için iki ayrı uyumlu filtre kullanılarak sinyaller ayrıştırılır ve darbe sinyaline dönüştürülür.[6]

Şekil 4.6'da bir darbe sinyalinden üretilen FSK sinyali görülmektedir.

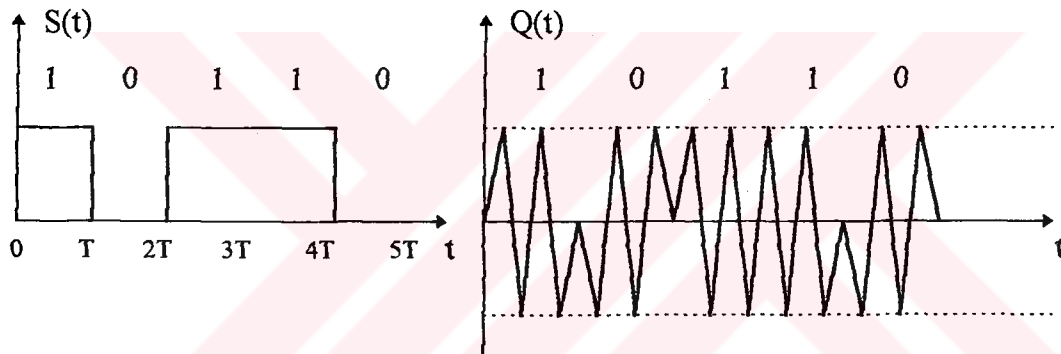


Şekil 4.6 FSK sinyal üretimi

4.3.2.3 PSK (Phase Shift Keying)

Faz kaydırmalı anahtarlama bir taşıyıcının fazı darbe sinyalinin iki seviyesine bağlı olarak iki değer arasında değiştirilir. Darbe sinyalinin "0" a geçilen her "1" anında ve "1" e geçilen her "0" anında taşıyıcı sinyalin fazının kaydırılması ile, başka bir tarif ile; her darbenin başlangıcında ve bitişinde taşıyıcının fazının kaydırılması ile yapılmaktadır. Böylece darbe sinyalinin özelliğine göre taşıyıcının fazı belli zamanlarda kaydırılmış olur. PSK sinyallerinin demodülasyonunda faz kaymasının anlaşılabilmesi için Korelasyon Dedektörü kullanmak yeterlidir.[6]

Şekil 4.7'de bir darbe sinyalinden üretilen PSK sinyali görülmektedir.



Şekil 4.7 PSK sinyal üretimi

4.4 Kontrol Elemanları

4.4.1 PLC ile kontrol

Otomasyon uygulamalarında PC'lerden daha önce kullanılmaya başlanan PLC'lere optimize edilmiş bilgisayar diyebiliriz. Çünkü işlemcisi, belleği ve I/O yapısı ile kontrol sistemlerindeki mantık sorunlarının çözümü için optimize edilmiştir. PLC'lerin bir çok iyi yanları olmasına karşın dezavantajları da vardır. Sınırlı komutlara sahiptir ve matematiksel analizlere pek uygun değildir. Grafik gösterimi ve bilgi depolama yetenekleri çok sınırlıdır. PLC'ler çok özel amaçlıdır ve tek dil kullanılır. Çok detaylı otomasyon uygulamalarında PLC'ler PC'ler ile beraber çalıştırıldıklarında birbirlerinin zayıflıklarını giderebilirler.[7]

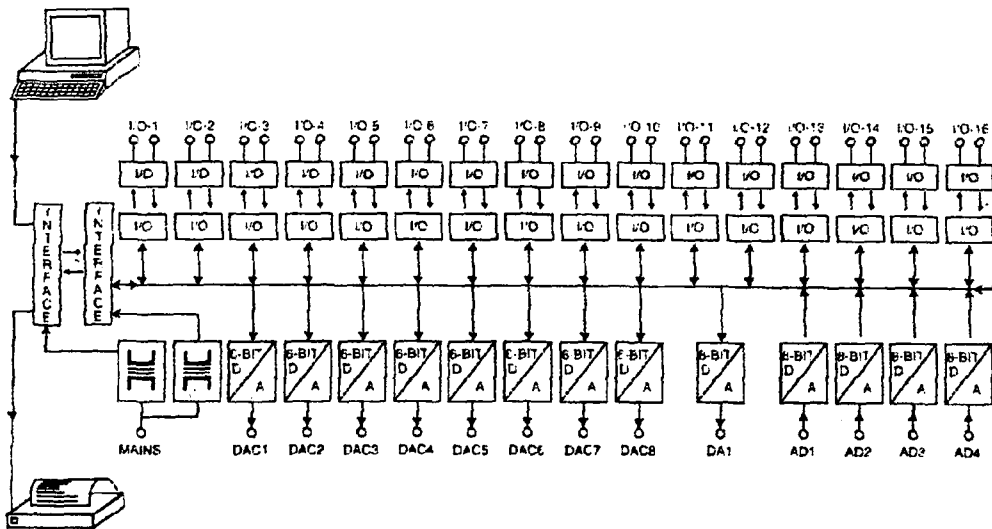
4.4.2 PC ile kontrol

PC'ler endüstride sayısal kontrol gerektiren yerlerde, makine kontrolunda kullanılabildiği gibi örneksel-analog kontrol gerektiren yerlerde de, örneğin sürekli kontrol gerektiren süreç denetimi gibi alanlarda da yoğun olarak kullanılmaktadır. Bazı durumlarda tek başlarına, bazı durumlarda daha büyük bir sistemin bir parçası olarak işlev görmektedirler. PC'ler otomasyon uygulamalarında bilgi toplamının ötesinde, toplanan bilgileri hızla analiz edip sistemi doğrudan denetleme işlevi görmektedirler. Burada sensörler ve analog-dijital çeviriciler önemli bir yer tutmaktadır. Sensörler sistemdeki bilgileri toplayarak elektrik sinyallerine çevirirler. Bu bilgilerin bilgisayar diline çevrilmesini de örneksel-sayısal çeviriciler yapar. Böylece alınan bilgiler okunup değerlendirilir, sapma durumlarında alarm üretilir ve iyileştirici önlemler alınır.[7]

Bu tezde tasarlanan debi kompanzasyonu için bilgisayardan faydalanılmıştır. Ultrasonik seviye sensöründen ve ultrasonik debimetreden alınan sinyaller telsiz aracılığı ile işletme binasındaki bilgisayara gönderilmiştir. Daha bu sinyaller sonra bilgisayarın dış dünya ile irtibatını sağlayan interface kartının ADC girişlerine uygulanmıştır. Ayrıca pompaların arıza durumlarını ve faz kesilme durumunu bildiren sinyaller de yine telsizle işletme binasındaki bilgisayara gönderilmiş ve interface kartının girişine uygulanmıştır. Pompaların arıza durumlarını ve faz kesilme durumlarını bildiren sinyaller için ADC girişlerini kullanmak gerekmemektedir. Fakat özellikle ultrasonik debimetreden alınan değişik debilerdeki değişik çıkışlar için ADC girişlerini kullanma zorunluluğu vardır. Yapılan bu işlemlere uygun bir yazılım eklendiğinde bilgisayar, sistemi kontrol ve kumanda edecek duruma gelecektir. Yapılan yazılım sayesinde bilgisayar interface kartındaki bilgileri okuyup değerlendirecek ve sistemin o andaki ihtiyacı olan sinyalleri yine interface kartının çıkışlarından faydalanarak sisteme gönderecektir. Sistemde bir sapma meydana geldiğinde yani pompaların arıza durumlarında ve faz kesilmesi durumunda sisteme müdahale ettiği gibi, arızanın derhal giderilebilmesi için bilgisayar başındaki operatörü de uyarmaktadır. Ayrıca istendiğinde sisteme ait istatistik bilgileri kayıt da etmektedir.

4.4.2.1 Kullanılan interface kartı

Bilgisayar ile kontrol uygulamalarında bilgisayarı dış dünya ile irtibatlandıran kartlara genel olarak interface kartı denilmektedir. Bu tezin simülasyon çalışmalarında kullanılan interface kartı yazıcı çıkış portuyla bilgisayara bağlanmıştır. Ayrıca yazıcı kullanılmak istendiğinde yazıcıyı direk karta bağlanmak gerekmektedir. Kartın kontrolü Turbo Paskal, Qbasic, C++, Visual Basic veya Delphi programlarından birisi ile yapılabilmektedir. Kartın isteğe göre giriş veya çıkış olarak seçilebilecek, optik olarak izole edilmiş 16 bağlantı çıkışı vardır. Örneğin 6 giriş, 10 çıkış gibi. Buna ilave olarak, biri yüksek hassasiyet olmak üzere 9 analog çıkışı ve 4 analog girişi mevcuttur. Uygulamalarda bunların yetersiz kalması halinde 1 ana karta 3 kart bağlanarak, 4 kart şeklinde kullanılabilir. Kartta LED göstergeli 16 adet dijital giriş ve çıkışlar bulunmaktadır. 8 adet analog çıkış 64 basamak ve yüksek hassasiyete sahip 1 analog çıkış ise 256 basamak çözünürlüğe sahiptir. 4 adet analog giriş de 256 basamak çözünürlüğe sahiptir. Bu tezde ultrasonik seviye sensöründen ve ultrasonik debimetreden gelen sinyaller analog girişlere (A/D) bağlanmıştır. Bu sayede ultrasonik debimetreden alınan değişken sinyaller bilgisayarın anlayacağı şekle getirilmiştir. Termiklerden ve faz kesilme rölesinden gelen sinyaller ise normal girişlere bağlanmıştır. Pompaları devreye almak için ve devreden çıkartmak için üretilen sinyaller de yine normal çıkışlara gönderilmektedir. Şekil 4.8'de kullanılan interface kartının yapısı görülmektedir.



Şekil 4.8 Interface kartının yapısı

4.4.2.2 Program dili

Endüstriyel kontrolün birçok alanında hazır yazılımlar kullanılmaktadır. Bunların yetersiz kaldığı durumlarda ya da bu yazılımların tüm özelliklerinin istenmediği durumlarda ya da özgün uygulamalarda yazılım özel olarak geliştirilmektedir. Bu tür yazılımlar donanımla yakın ilişki içinde bulunacağından dilin seçimi önemlidir. Hızın kritik olmadığı durumlarda C dili ya da Paskal kullanmak uygulamaların çoğunu gerçekleştirmek için yeterlidir. Son zamanlarda görsel programlar da uygulamalarda sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Görsel programlar sayesinde sistemler kontrol ve kumanda edildiği gibi, sistemin işleyişi de anında gözlenebilmektedir. Bu özellik de kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Tasarlanan modelin simülasyonunu gerçekleştirebilmek için Delphi dilinde bir program yapılmıştır. Bu programda deponun o andaki çıkış debisi, depodaki su seviyesi, pompaların o andaki durumları, yani arıza veya çalışma durumları hatta arızanın faz kesilmesinden mi yoksa ısınmadan mı kaynaklandığı izlenebilmektedir. Ayrıca bilgisayar başındaki operatör tarafından sistem otomatik veya manuel çalıştırılabilmektedir.

4.5 Debi Kompanzasyonundan Beklenen Yararlar

- 1) Pompalar sarfiyat miktarına bağlı olarak çalışacağı için enerji sarfiyatı azalabilecektir.
- 2) Ultrasonik seviye sensörünün kullanılması ile depo taşmaları önlenecek ve böylece nitelikli su kaybı olmayacaktır. Ayrıca terfi hatlarına basınç sensörleri konularak su kaçaqları ve patlaklar meydana geldiğinde pompalar devre dışı bırakılarak yine nitelikli su kaybı önlenebilecektir.
- 3) Sistemin işletilmesinde bekçi, pompacı gibi çalışanlar olmayacağı için eleman tasarrufu sağlanacaktır.
- 4) Pompalar sürekli çalışmayacağı için sık sık arıza yapmayacaklardır.
- 5) Çıkan su miktarına bağlı olarak depoya sürekli olarak su gireceği için depodan şebekeye daima taze su dağıtılacaktır.

BÖLÜM 5. DEBİ KOMPANZASYON PROGRAMI

5.1 Programın İçeriği

Depo çıkış debisi kompanzasyon tasarımında; deponun çıkışındaki değişen debiye göre pompaların optimum çözüm sağlayacak şekilde devreye girmesi istenmektedir. Bu tasarım için yazılan programla bunun gerçekleştirilmesi ve pompaların arıza durumları göz önünde bulundurularak, sistemin aksamadan çalışması amaçlanmıştır. Ayrıca program depodaki su seviyesi istenen maksimum seviyeye geldiğinde veya fazlardan biri kesildiğinde pompaların enerjisiz kalmasını da sağlamaktadır. Tasarlanan modelde üç adet pompa bulunmaktadır. Bu pompaların debileri $P_1=5 \text{ m}^3/\text{sn}$, $P_2=10 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve $P_3=15 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak düşünülmüştür. Deponun çıkışındaki debi maksimum olduğunda bu üç pompa bu debiyi karşılamak zorunda olduğu için deponun çıkışındaki debinin maksimum $P_1+P_2+P_3=30 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu kabul edilmiştir. Buna göre pompaların ideal çalışma durumları Tablo 5.1'de görülmektedir.

Tablo 5.1 Pompaların ideal çalışma durumları

Çıkış Debisi (m^3/sn)	$P_1(\text{m}^3/\text{sn})$	$P_2 (\text{m}^3/\text{sn})$	$P_3 (\text{m}^3/\text{sn})$	Devredeki Pompalar	Toplam Giriş (m^3/sn)
$D=0$	0	0	0	Hiçbiri	0
$0<D\leq 5$	1	0	0	P_1	5
$5<D\leq 10$	0	1	0	P_2	10
$10<D\leq 15$	0	0	1	P_3	15
$15<D\leq 20$	1	0	1	P_1 ve P_3	20
$20<D\leq 25$	0	1	1	P_2 ve P_3	25
$25<D\leq 30$	1	1	1	P_1, P_2 ve P_3	30

$10<D\leq 15$ durumu için $P_1=1$, $P_2=1$ ve $P_3=0$ durumu da vardır. Ancak bu durum Ek-B'de anlatıldığı üzere, enerji sarfiyatı açısından sakıncalı görülmüştür.

Pompaların arıza durumlarında, sistemin aksamadan çalışabilmesi için; pompaların ideal çalışma durumlarına çeşitli alternatifler getirilmektedir. Arıza durumlarındaki alternatifleri de içeren çalışma durumları Tablo 5.2’de görülmektedir.

Tablo 5.2 Arıza şartlarında pompaların çalışma durumları

Çıkış Debisi	P ₁	P ₂	P ₃	Arızalı Pompalar	Devredeki Pompalar	Toplam Debi
0<D≤5	1	0	0	YOK	P ₁	5
	0	1	0	P ₁	P ₂	10
	0	0	1	P ₁ ve P ₂	P ₃	15
5<D≤10	0	1	0	YOK	P ₂	10
	0	0	1	P ₂	P ₃	15
	1	0	0	P ₂ ve P ₃	P ₁	5
10<D≤15	0	0	1	YOK	P ₃	15
	1	1	0	P ₃	P ₁ ve P ₂	15
	0	1	0	P ₃ ve P ₁	P ₂	10
	1	0	0	P ₃ ve P ₂	P ₁	5
15<D≤20	1	0	1	YOK	P ₁ ve P ₃	20
	0	1	1	P ₁	P ₂ ve P ₃	25
	0	0	1	P ₁ ve P ₂	P ₃	15
	1	1	0	P ₃	P ₁ ve P ₂	15
	0	1	0	P ₃ ve P ₁	P ₂	10
	1	0	0	P ₃ ve P ₂	P ₁	5
20<D≤25	0	1	1	YOK	P ₂ ve P ₃	25
	1	0	1	P ₂	P ₁ ve P ₃	20
	0	0	1	P ₁ ve P ₂	P ₃	15
	1	1	0	P ₃	P ₁ ve P ₂	15
	0	1	0	P ₃ ve P ₁	P ₂	10
	1	0	0	P ₃ ve P ₂	P ₁	5
20<D≤25	1	1	1	YOK	P ₁ , P ₂ ve P ₃	30
	0	1	1	P ₁	P ₂ ve P ₃	25
	1	0	1	P ₂	P ₁ ve P ₃	20
	0	0	1	P ₁ ve P ₂	P ₃	15
	1	1	0	P ₃	P ₁ ve P ₂	15
	0	1	0	P ₃ ve P ₁	P ₂	10
	1	0	0	P ₃ ve P ₂	P ₁	5

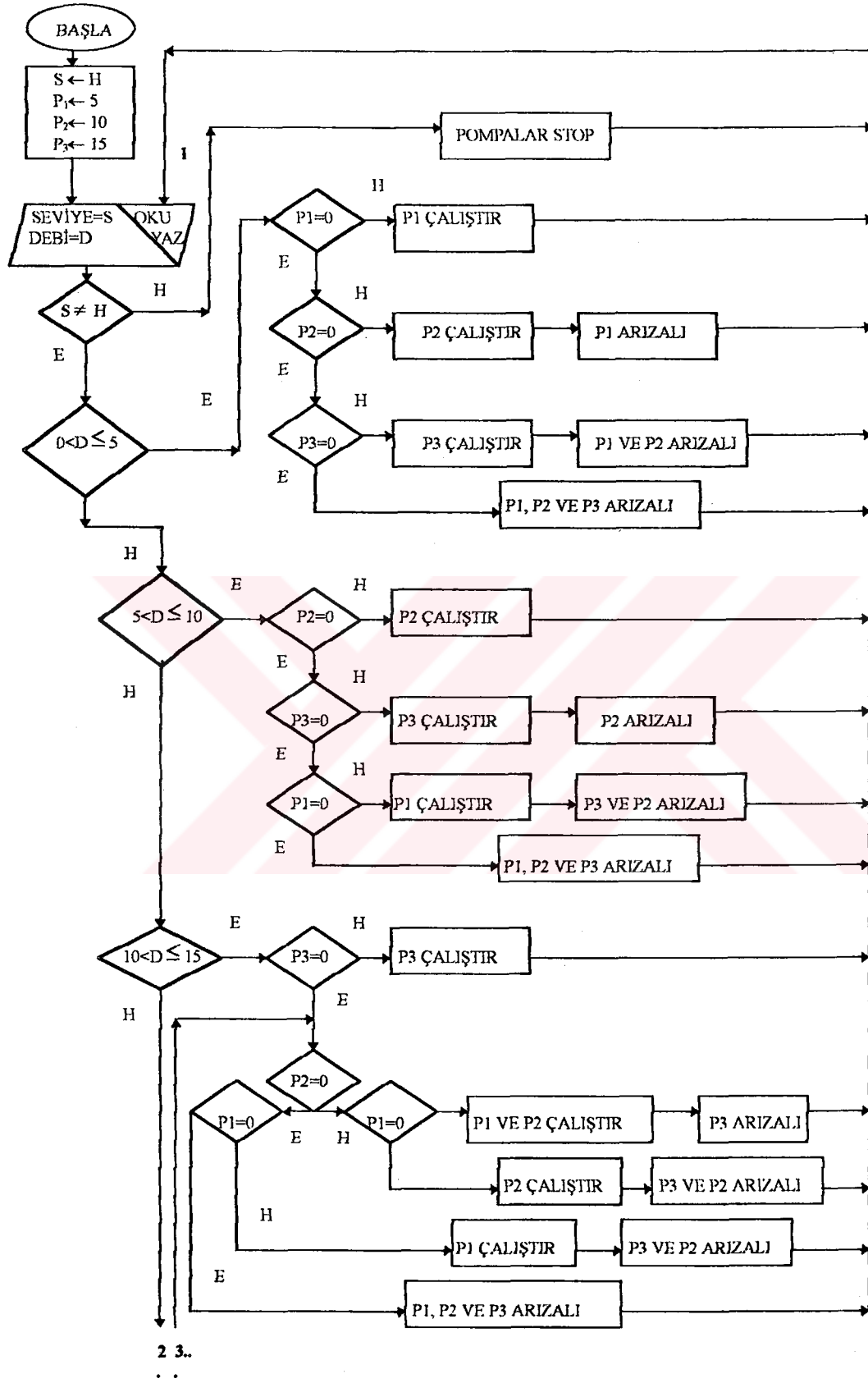
5.2 Programın Algoritması

1. Başla
2. Depo seviyesini (S) ve deponun çıkışındaki debiyi (D) oku
3. $S=H$ ise pompaları durdur ve 2. Adıma git
4. $0<D\leq 5$ ise 1. Pompayı çalıştır ve 2. Adıma git
5. 1. Pompa arızalı ise 2. Pompayı çalıştır, arızayı göster ve 2. Adıma git
6. 1 ve 2. Pompalar arızalı ise 3. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
7. 1, 2 ve 3. Pompalar arızalı ise pompaları durdur, arızaları göster ve 2. Adıma git
8. $5<D\leq 10$ ise 2. Pompayı çalıştır ve 2. Adıma git
9. 2. Pompa arızalı ise 3. Pompayı çalıştır, arızayı göster ve 2. Adıma git
10. 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 1. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
11. 1, 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 7. Adıma git
12. $10<D\leq 15$ ise 3. Pompayı çalıştır ve 2. Adıma git
13. 3. Pompa arızalı ise 1 ve 2. Pompaları çalıştır, arızayı göster ve 2. Adıma git
14. 1 ve 3. Pompalar arızalı ise 2. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
15. 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 1. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
16. 1, 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 7. Adıma git
17. $15<D\leq 20$ ise 1 ve 3. Pompaları çalıştır ve 2. Adıma git
18. 1. Pompa arızalı ise 2 ve 3. Pompaları çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
19. 1 ve 2. Pompalar arızalı ise 3. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
20. 3. Pompa arızalı ise 1 ve 2. Pompaları çalıştır, arızayı göster ve 2. Adıma git
21. 1 ve 3. Pompalar arızalı ise 2. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
22. 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 1. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
23. 1, 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 7. Adıma git
24. $20<D\leq 25$ ise 2 ve 3. Pompaları çalıştır ve 2. Adıma git
25. 2. Pompa arızalı ise 1 ve 3. Pompaları çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
26. 1 ve 2. Pompalar arızalı ise 3. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
27. 3. Pompa arızalı ise 1 ve 2. Pompaları çalıştır, arızayı göster ve 2. Adıma git
28. 1 ve 3. Pompalar arızalı ise 2. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
29. 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 1. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git

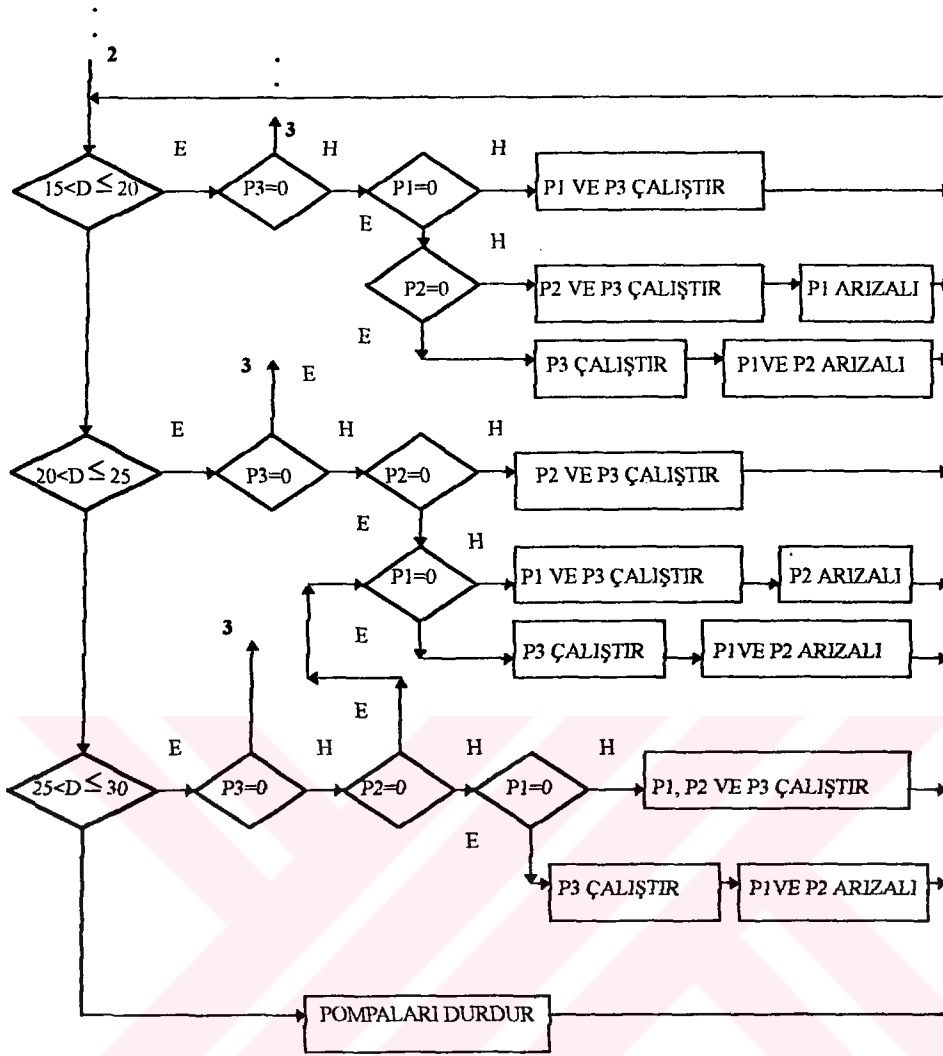
30. 1, 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 7. Adıma git
31. $25 < D \leq 30$ ise 1, 2 ve 3. Pompaları çalıştır ve 2. Adıma git
32. 1. Pompa arızalı ise 2 ve 3. Pompaları çalıştır, arızayı göster ve 2. Adıma git
33. 2. Pompa arızalı ise 1 ve 3. Pompaları çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
34. 1 ve 2. Pompalar arızalı ise 3. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
35. 3. Pompa arızalı ise 1 ve 2. Pompaları çalıştır, arızayı göster ve 2. Adıma git
36. 1 ve 3. Pompalar arızalı ise 2. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
37. 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 1. Pompayı çalıştır, arızaları göster ve 2. Adıma git
38. 1, 2 ve 3. Pompalar arızalı ise 7. Adıma git



5.3 Programın Akış Diyagramı



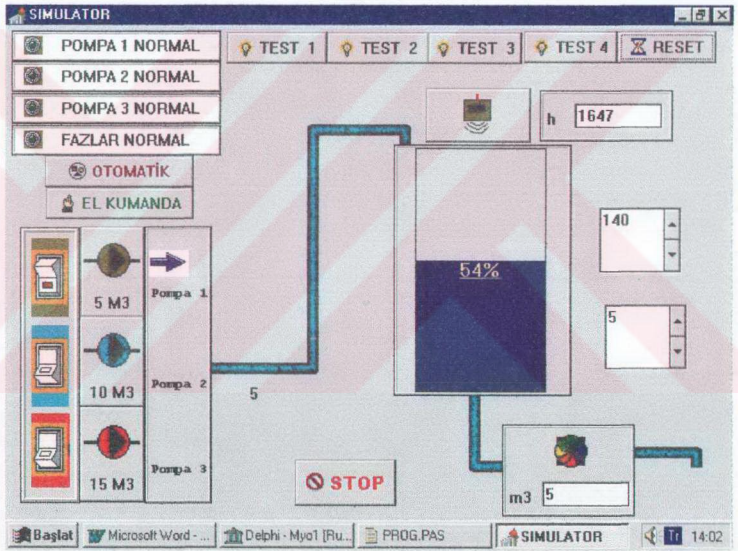
Şekil 5.1 Akış diyagramı



Şekil 5.1 Akış diyagramı (Devam)

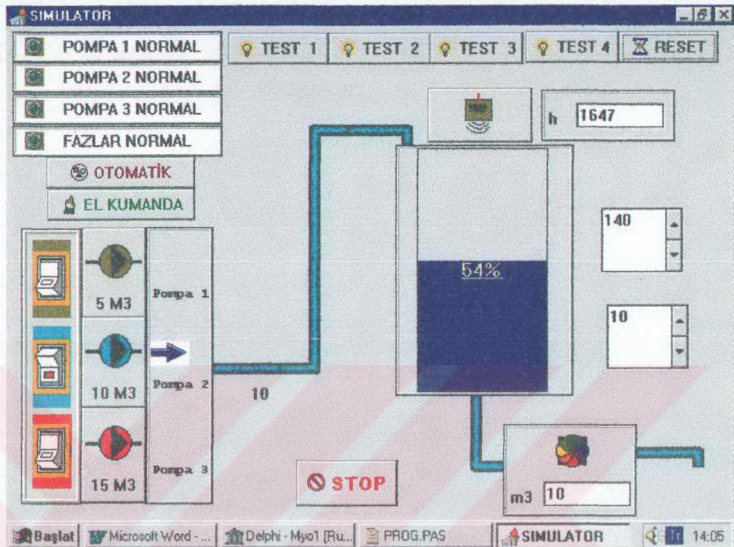
BÖLÜM 6. DEPO ÇIKIŞ DEBİSİ KOMPANZASYON PROGRAMININ SİMÜLASYONU

6.1Çeşitli Depo Çıkış Debilerinde Pompaların Çalışma Durumları



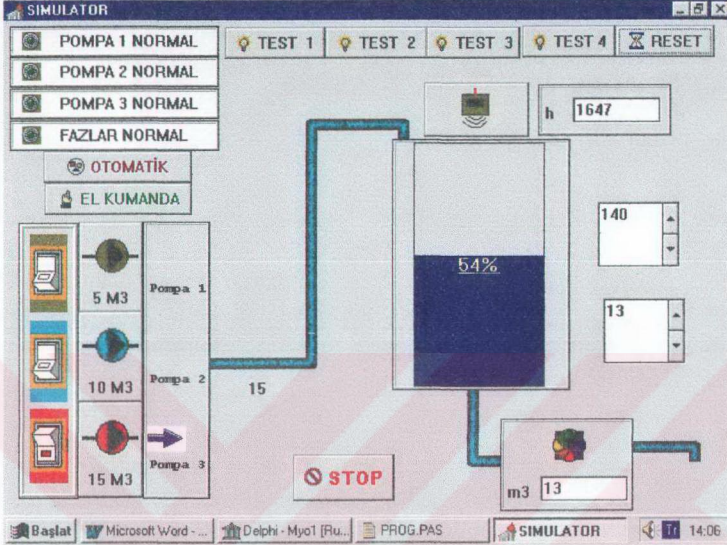
Şekil 6.1 Deponun çıkışındaki debinin $0 < D \leq 5$ olması durumu

Deponun çıkışındaki debi $0 < D \leq 5$ olduğunda 1. Pompa devreye girmekte ve şebekeye verilen suyu karşılamaktadır.



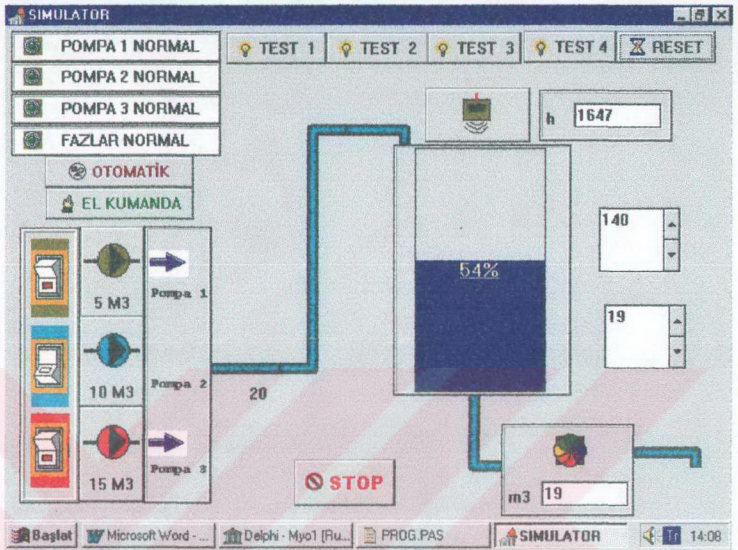
Şekil 6.2 Deponun çıkışındaki debinin $5 < D \leq 10$ olması durumu

Deponun çıkışındaki debi $5 < D \leq 10$ olduğunda 2. Pompa devreye girmekte ve şebekeye verilen suyu karşılamaktadır.



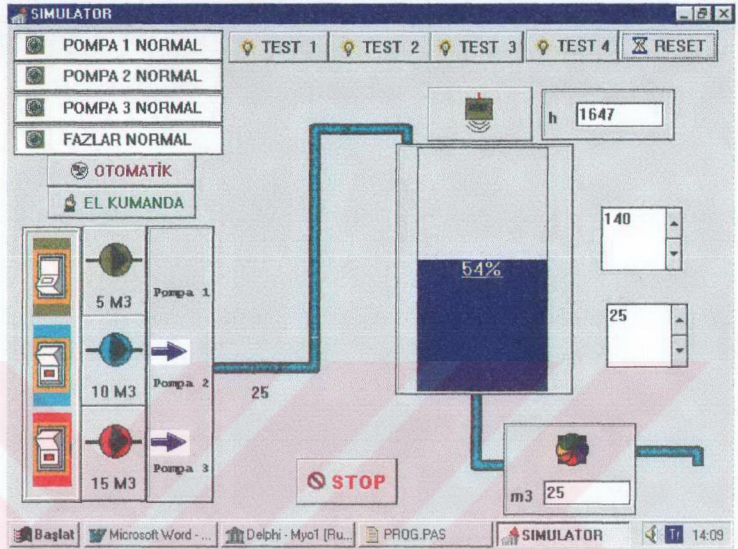
Şekil 6.3 Deponun çıkışındaki debinin $10 < D \leq 15$ olması durumu

Deponun çıkışındaki debi $10 < D \leq 15$ olduğunda 3. Pompa devreye girmekte ve şebekeye verilen suyu karşılamaktadır.



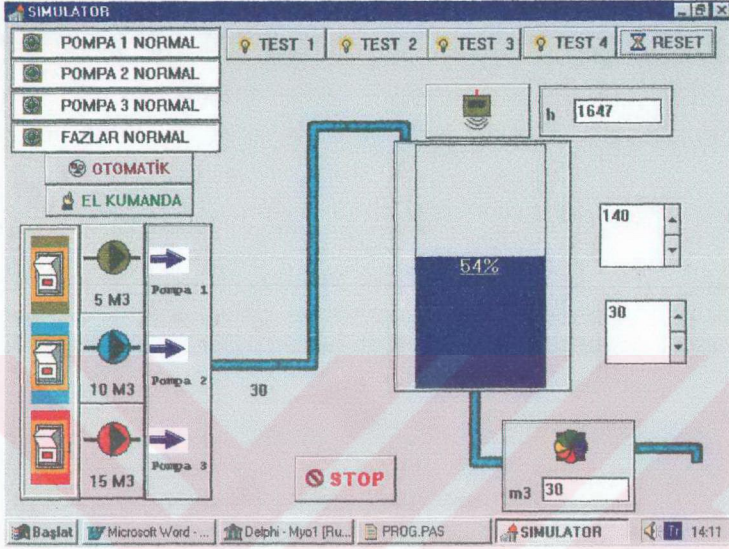
Şekil 6.4 Deponun çıkışındaki debinin $15 < D \leq 20$ olması durumu

Deponun çıkışındaki debi $0 < D \leq 20$ olduğunda 1 ve 3. Pompalar birlikte devreye girerek şebekeye verilmekte olan suyu karşılamaktadırlar.



Şekil 6.5 Deponun çıkışındaki debinin $20 < D \leq 25$ olması durumu

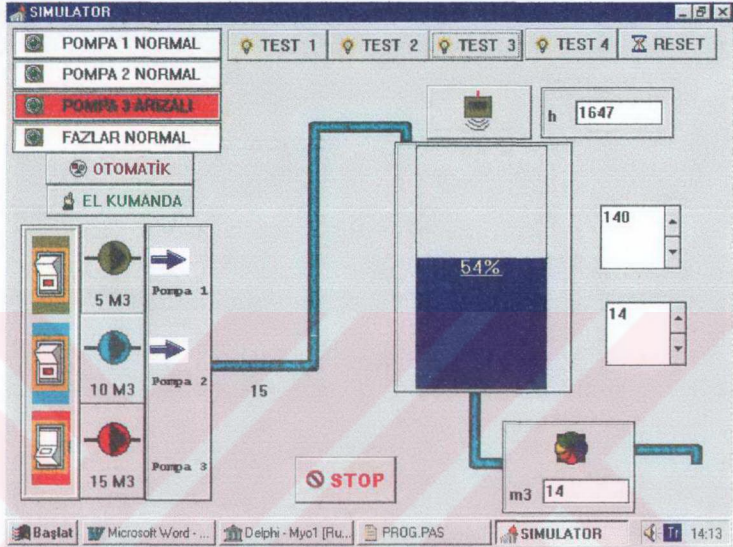
Deponun çıkışındaki debi $20 < D \leq 25$ olduğunda 2 ve 3. Pompalar birlikte devreye girerek şebekeye verilmekte olan suyu karşılamaktadırlar.



Şekil 6.6 Deponun çıkışındaki debinin $25 < D \leq 30$ olması durumu

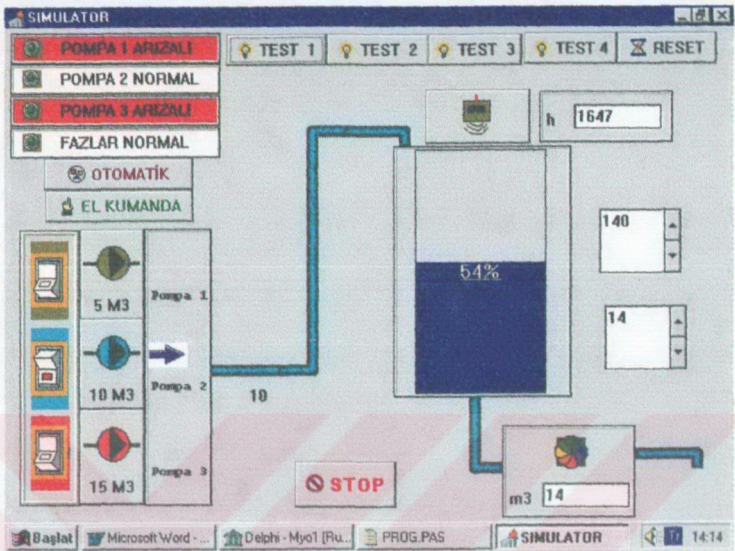
Deponun çıkışındaki debi $25 < D \leq 30$ olduğunda 1, 2 ve 3. Pompalar birlikte devreye girerek şebekeye verilmekte olan suyu karşılamaktadırlar.

6.2 $10 < D \leq 15$ Durumundaki Arızaların Analizi



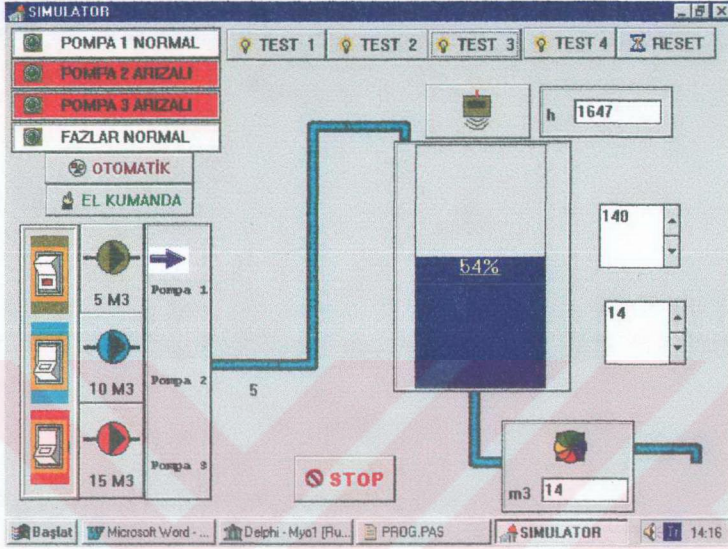
Şekil 6.7.3. Pompanın arızalanması durumu

Depo çıkışındaki debi $10 < D \leq 15$ olduğu bir durumda 3. Pompa arızalanırsa 1 ve 2. Pompalar birlikte devreye girecektir ve toplam debi 3. Pompanın debisine eşit olacaktır.



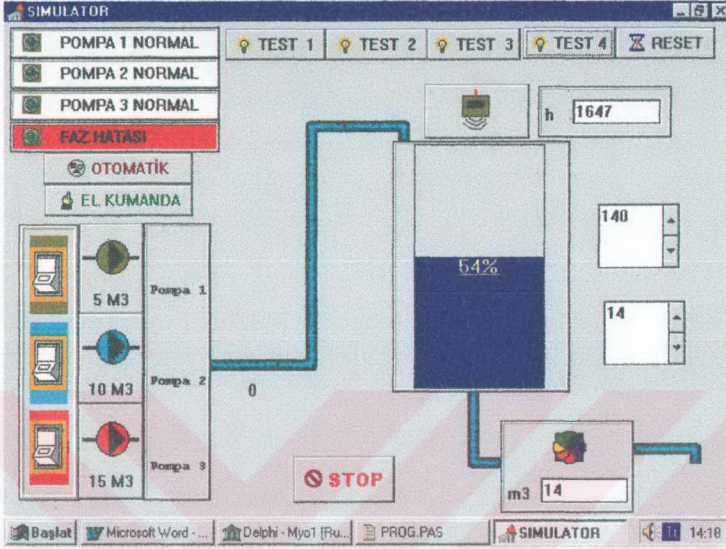
Şekil 6.8 1 ve 3. Pompaların aynı anda arızalanması durumu

1 ve 3. Pompalar aynı anda arıza yaparsa 2. Pompa depoyu eksik debiyle tek başına besler.



Şekil 6.9 2 ve 3. Pompaların aynı anda arızalanması durumu

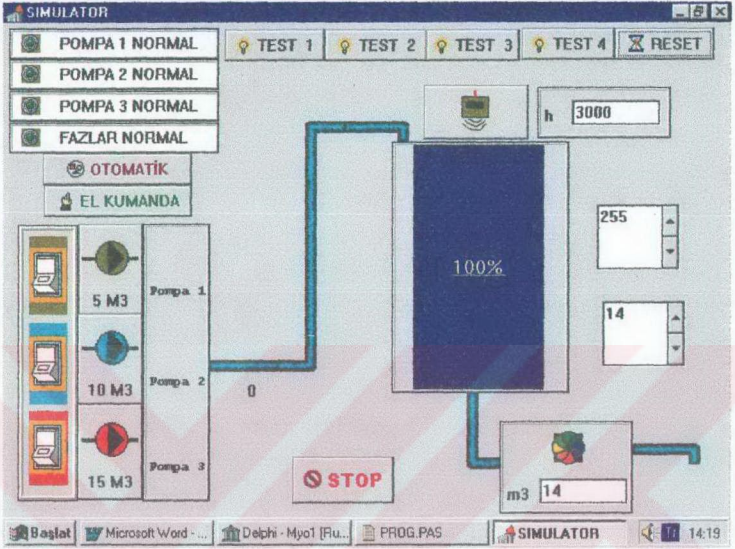
2 ve 3. Pompalar aynı anda arıza yaparsa 1. Pompa depoyu eksik debiyle tek başına besler.



Şekil 6.10 Faz Hatası olması durumu

Sistemde Faz Hatası meydana geldiğinde depo çıkış debisi ne olursa olsun bütün pompalar devre dışı kalacaktır. Örneğin burada depo çıkış debisinin $14 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu ve ideal çalışma durumunda faz hatası olmuş ve 3. Pompa devreden çıkmıştır.

6.3 Depo Seviyesinin İstenen Değere Gelmesi Durumunun İncelenmesi



Şekil 6.11 Depo seviyesinin istenen değere gelmesi durumu

Pompalar devrede iken depo seviyesi istenen değere ulaşırsa pompalar devre dışı kalacaktır. Örneğin burada depo çıkış debisinin $14 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu ve ideal çalışma durumunda depo istenen seviyeye gelmiş ve 3. Pompa devreden çıkmıştır.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR

İçme suyu terfi hatlarının çoğunda depo hacmi ve sistemin işletilmesi analitik metodlara göre belirlenmektedir. Bu durumda işletme giderleri çok fazla artmakta, temiz, sağlıklı ve düzenli bir su dağıtımını gerçekleştirilememektedir.

Bu sakıncaların ortadan kaldırılabilmesi için içme suyu terfi hatlarına ait küçük bir model üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Buna göre su pompaları sarfiyat miktarına bağlı olarak çalıştırılmış ve böylece enerji sarfiyatı azaltılmıştır. Seviye sensörü kullanılarak depo taşmaları önlenmiş ve böylece nitelikli suyun dolu savaklardan boşalması engellenmiştir. Pompalar sürekli çalışmayacağı için arıza olasılıkları azaltılmıştır. Meydana gelen çeşitli arıza durumlarında sistemin kararlı çalışmasını sürdürmesi ve arızayı anında haber vermesi sağlanmıştır. Depodan çıkan su miktarına bağlı olarak depoya sürekli olarak su gireceği için depodan şebekeye daima taze su dağıtılması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca depoda fazla miktarda su tutma zorunluluğu da ortadan kaldırılarak depo hacmi küçültülmüş ve böylece inşaat masrafları azaltılmıştır. Sistemin otomatik olarak çalışması ve istendiğinde manuel kontrole geçilmesi sağlanmıştır. Böylece istenmeyen durumlarda sisteme müdahale imkanına kavuşulmuştur.

Yapılan çalışmalar sonucunda; debi kompanzasyonu ile işletmeciyeye kaliteli, kolay ve ekonomik bir işletme imkanı sunulabileceği görülmüştür.

BÖLÜM 8. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Su kaynaklarının arttırılması, suyun kayıpsız ve sağlıklı olarak dağıtımı çözüm bekleyen problemlerdendir. Yerleşim birimlerinde nüfusun sürekli artması, yerleşimin çok dağınık olması ve yerleşim birimlerinin yakınlarında yeterli su kaynaklarının bulunmaması gibi etkenler bu problemlerin çözümünü gerekli kılmaktadır.

İçme suyu terfi hatlarında suyun otomatik olarak klorlanması, debi kompanzasyonunun yanında pompaların debi ayarlarının geri beslemeli olarak yapılabilmesi ve yine pompaların enerji sarfiyatlarının optimizasyonunun yapılması gibi konular da ele alınarak çalışmalara katkıda bulunulabilir.

KAYNAKLAR

- [1] SÜMER, B., “Su Temini ve Çevre Sağlığı”,S. 49-171, SAÜ, 1994.
- [2] FİDAN, V.,”İçme Suyu Terfi Hatlarında Otomatik Kontrol Sistemleri”, İller Bankası Dergisi, S. 22-24, Haziran, 1997.
- [3] BEŞERGİL, B. ve UĞUR, N., “Proses Ölçme Tekniği”, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 1991.
- [4] ENELSAN Endüstriyel Elektronik Sanayii A.Ş., KROHNE Katoloğu, İstanbul.
- [5] ÇENGEL, M., “Adapazarı Su Dağıtım Şebekesine SCADA Sisteminin Uygulanmasına İlişkin Yazılım Programının Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ, 1997.
- [6] KAYRAN, A.H., PANAYIRCI, E. ve AYGÖLÜ, Ü., “Sayısal Haberleşme”, İ.T.Ü., 1996.
- [7] AKSEL, A., “Endüstriyel PC’lerin Otomasyonda Kullanımı”, Otomasyon Dergisi, S. 103-109, Elektrik 1994/5
- [8] DOMAK Pompa ve Makine San. A.Ş., DOMAK Su Pompaları Kataloğu, Samsun

EK-A**KURULAN MODEL İÇİN GELİŞTİRİLEN DELPHİ DİLİNDEKİ PROGRAM**

```
PROCEDURE TSIMULATOR.AON;  
BEGIN  
IF NOT IO[1] THEN BEGIN  
POMPA1.PON:=TRUE;  
IMAGE1.VISIBLE:=TRUE;  
SETIOCHANNEL(11);  
END;  
END;
```

```
PROCEDURE TSIMULATOR.BON;  
BEGIN  
IF NOT IO[2] THEN BEGIN  
POMPA2.PON:=TRUE;  
IMAGE2.VISIBLE:=TRUE;  
SETIOCHANNEL(12);  
END;  
END;
```

```
PROCEDURE TSIMULATOR.CON;  
BEGIN  
IF NOT IO[3] THEN BEGIN  
POMPA3.PON:=TRUE;  
IMAGE3.VISIBLE:=TRUE;  
SETIOCHANNEL(13);  
END;  
END;
```

```
PROCEDURE TSIMULATOR.AOFF;  
BEGIN
```

```
POMPA1.PON:=FALSE;  
IMAGE1.VISIBLE:=FALSE;  
CLEARIOCHANNEL(11);  
END;
```

```
PROCEDURE TSIMULATOR.BOFF;  
BEGIN  
POMPA2.PON:=FALSE;  
IMAGE2.VISIBLE:=FALSE;  
CLEARIOCHANNEL(12);  
    END;
```

```
PROCEDURE TSIMULATOR.COFF;  
BEGIN  
POMPA3.PON:=FALSE;  
IMAGE3.VISIBLE:=FALSE;  
CLEARIOCHANNEL(13);  
END;
```

```
procedure TSIMULATOR.STOPER;  
BEGIN  
syskey:=false;  
PUMPDEBI:=0;  
KES:=TRUE;  
CLEARIOCHANNEL(11);  
CLEARIOCHANNEL(12);  
CLEARIOCHANNEL(13);  
POMPA1.PON:=FALSE;  
POMPA2.PON:=FALSE;  
POMPA3.PON:=FALSE;  
IMAGE1.VISIBLE:=FALSE;  
IMAGE2.VISIBLE:=FALSE;
```

```
IMAGE3.VISIBLE:=FALSE;

END;

procedure TSIMULATOR.FormCreate(Sender: TObject);
begin
TEST:=FALSE;
OTOMATIK:=TRUE;
IO[1]:=FALSE;
IO[2]:=FALSE;
IO[3]:=FALSE;
SYSOKEY:=TRUE;
BASLAT;
PANEL6.COLOR:=clGREEN;
PANEL7.COLOR:=clGreen;
PANEL5.COLOR:=clGreen;
PANEL9.COLOR:=clGreen;
POMPA1.PON:=FALSE;
POMPA2.PON:=FALSE;
POMPA3.PON:=FALSE;
IMAGE1.VISIBLE:=FALSE;
IMAGE2.VISIBLE:=FALSE;
IMAGE3.VISIBLE:=FALSE;
CONFIGIOCHANNELASOUTPUT(11);
CONFIGIOCHANNELASOUTPUT(12);
CONFIGIOCHANNELASOUTPUT(13);
end;
{TERMIK START STOP BURADAN}
procedure TSIMULATOR.Timer2Timer(Sender: TObject);
VAR
TOTAL:LONGINT;
begin
```

```

LABEL8.CAPTION:=FLOATTOSTR(PUMPDEBI);
{TRUNC(PUMPDEBI-DEBI);}
IF TEST=FALSE THEN BEGIN
READIOCHANNEL(4); {FAZ KESİLME}
END;
IF IO[4] THEN BEGIN
STOPER;
PANEL6.COLOR:=cIRED;
Label4.CAPTION:='FAZ HATASI';
END;

```

```

TOTAL:=3000;
{READADCHANNEL(1); {ULTRASONİK MESAFE}
AD[1]:=SPINEDIT1.VALUE;
Gauge1.PROGRESS:=TRUNC(AD[1]*TOTAL/255);
EDIT2.TEXT:=FLOATTOSTR(TRUNC(AD[1]*TOTAL/255));
{DENEME İÇİN}
IF AD[1]=255 THEN STOPER;
IF TEST=FALSE THEN BEGIN
READIOCHANNEL(1);
READIOCHANNEL(2);
READIOCHANNEL(3);
        END;
READADCHANNEL(2);

```

```

DEBI:=SPINEDIT2.VALUE;{7(AD[2]*30/255);}
EDIT1.TEXT:=FLOATTOSTR(TRUNC(AD[2]*30/255));
IF DEBI=0 THEN BEGIN
AOFF;
BOFF;
COFF;

```

END;

```
IF IO[1] THEN BEGIN {TERMIK 1 }
PANEL5.COLOR:=CLRED;
LABEL9.CAPTION:='POMPA 1 ARIZALI';
POMPA1.PON:=FALSE;
IMAGE1.VISIBLE:=FALSE;
END
ELSE
BEGIN
PANEL5.COLOR:=clGreen;
LABEL9.CAPTION:='POMPA 1 NORMAL';
END;
```

```
IF IO[2] THEN BEGIN {TERMIK 2}
PANEL7.COLOR:=CLRED;
LABEL11.CAPTION:='POMPA 2 ARIZALI';
POMPA2.PON:=FALSE;
IMAGE2.VISIBLE:=FALSE;
END
ELSE
BEGIN
PANEL7.COLOR:=clGreen;
LABEL11.CAPTION:='POMPA 2 NORMAL';
END;
```

```
IF IO[3] THEN BEGIN {TERMIK 3}
PANEL9.COLOR:=CLRED;
LABEL3.CAPTION:='POMPA 3 ARIZALI';
POMPA3.PON:=FALSE;
```



```
IMAGE3.VISIBLE:=FALSE;  
END  
ELSE  
BEGIN  
PANEL9.COLOR:=clGreen;  
LABEL3.CAPTION:='POMPA 3 NORMAL';  
END;
```

```
{ILK POMPA CALISIYOR}  
IF (SYSOKEY) AND (OTOMATIK) THEN BEGIN  
IF (DEBI>0) AND (DEBI<5) THEN BEGIN
```

```
IF NOT IO[1] THEN BEGIN  
AON;  
PUMPDEBI:=5;  
BOFF;  
COFF;  
END;
```

```
IF IO[1] THEN BEGIN  
BON;  
PUMPDEBI:=10;  
AOFF;  
COFF;  
END;
```

```
IF (IO[1]) AND (IO[2]) THEN BEGIN  
CON;  
PUMPDEBI:=15;  
BOFF;  
AOFF;
```

```

    END;
    END;
    {-----0-5 SON}
    {-----5-10 ARASI-----}
    {5 ile 10 arası}
    {5-10 arası 2.devrede }

```

```

IF ((DEBI>5) AND (DEBI<10)) THEN BEGIN

```

```

    IF IO[2]=FALSE THEN BEGIN

```

```

        BON;

```

```

        PUMPDEBI:=10;

```

```

        COFF;

```

```

        AOFF;

```

```

            END;

```

```

    { 2.bozuksa 3. devrede}

```

```

    IF IO[2]=TRUE THEN BEGIN {2 ARIZALI İSE}

```

```

        CON;

```

```

        PUMPDEBI:=15;

```

```

        BOFF;

```

```

        AOFF;

```

```

            END;

```

```

    { 2-3.devreden cikarsa 1.devrede}

```

```

    IF (IO[2]) AND (IO[3]) THEN BEGIN {1 ARIZALI İSE}

```

```

        AON;

```

```

        PUMPDEBI:=5;

```

```

        BOFF;

```

```

        COFF;

```

```

            END;

```

```

        END;

```

```
IF (DEBI>10) AND (DEBI<15) THEN BEGIN
```

```
IF IO[3]=FALSE THEN BEGIN
```

```
CON;
```

```
PUMPDEBI:=15;
```

```
BOFF;
```

```
AOFF;
```

```
END;
```

```
{EGER 3.BOZUKSA 1.- 2. beraber}
```

```
IF IO[3]=TRUE THEN BEGIN
```

```
AON;
```

```
BON;
```

```
PUMPDEBI:=15;
```

```
COFF;
```

```
END;
```

```
{EGER IKISI BOZUKSA 1-3.devreden cikarsa 2.devrede}
```

```
IF (IO[1]) AND (IO[3]) THEN BEGIN
```

```
BON;
```

```
PUMPDEBI:=10;
```

```
AOFF;
```

```
COFF;
```

```
END;
```

```
{ 2-3.devreden cikarsa 1.devrede}
```

```
IF (IO[2]) AND (IO[3]) THEN BEGIN
```

```
AON;  
PUMPDEBI:=5;  
BOFF;  
COFF;  
    END;
```

```
END;
```

```
{15 ile 20 arası}
```

```
{15-20 arası 3+1.devrede }
```

```
IF ((DEBI>15) AND (DEBI<20))THEN BEGIN
```

```
IF NOT ((IO[3]) and (IO[1])) THEN BEGIN
```

```
CON;
```

```
AON;
```

```
PUMPDEBI:=20;
```

```
BOFF;
```

```
END;
```

```
{EGER 1.BOZUKSA 3.+ 2. beraber}
```

```
IF (IO[1]=TRUE) THEN BEGIN {1 ARIZALI İSE}
```

```
BON;
```

```
CON;
```

```
PUMPDEBI:=25;
```

```
AOFF;
```

```
END;
```

```
{EGER IKISI BOZUKSA 1-2.devreden cikarsa 3.devrede}
```

```
IF (IO[1]) AND (IO[2]) THEN BEGIN
```

```
CON;
```

```
PUMPDEBI:=15;
```

```
BOFF;
```

```
AOFF;  
END;
```

```
{ 3.devreden çıkarsa 1+2 devrede}  
IF (IO[3]) THEN BEGIN {3 ARIZALI İSE}  
AON;  
BON;  
PUMPDEBI:=15;  
COFF;  
    END;
```

```
{ 1-3.devreden çıkarsa 2.devrede}  
IF (IO[1]) AND (IO[3]) THEN BEGIN  
BON;  
PUMPDEBI:=10;  
AOFF;  
COFF;  
  
    END;
```

```
{ 2-3.devreden çıkarsa 1.devrede}  
IF (IO[2]) AND (IO[3]) THEN BEGIN  
AON;  
PUMPDEBI:=5;  
BOFF;  
COFF;  
  
END;  
    {15 ile 20 arası son}  
    END ;
```

```
IF (DEBI>20) and (DEBI<25) then BEGIN
IF NOT ((IO[3]) and (IO[2])) THEN BEGIN
BON;
CON;
PUMPDEBI:=25;
AOFF;
    END;
```

```
{EGER 2.BOZUKSA 3.+ 1. beraber}
IF (IO[2]=TRUE) THEN BEGIN {2 ARIZALI İSE}
CON;
AON;
PUMPDEBI:=20;
BOFF;
    END;
```

```
{ 1-2.devreden cikarsa 3.devrede}
IF (IO[1]) AND (IO[2]) THEN BEGIN
CON;
PUMPDEBI:=15;
BOFF;
AOFF;
    END;
```

```
{ 3.devreden cikarsa 1+2 devrede}
IF (IO[3]) THEN BEGIN {3 ARIZALI İSE}
AON;
BON;
```

```
PUMPDEBI:=15;
COFF;
  END;
{1-3.devreden cikarsa 2.devrede}
IF (IO[1]) AND (IO[3]) THEN BEGIN
BON;
PUMPDEBI:=10;
AOFF;
COFF;
  END;
```

```
  { 2-3.devreden cikarsa 1.devrede}
IF (IO[2]) AND (IO[3]) THEN BEGIN
AON;
PUMPDEBI:=5;
BOFF;
COFF;

  END;
  END;
  {20 ile 25 arası son}
```

```
{25 İLE 30 ARASI }
IF (DEBI>25) AND(DEBI<30) THEN BEGIN
IF NOT ((IO[3]) and (IO[1])) THEN BEGIN
AON;
BON;
CON;
PUMPDEBI:=30;
END;
{EGER 1.BOZUKSA 3.+ 2. beraber}
IF (IO[1]=TRUE) THEN BEGIN
```

```
BON;  
CON;  
PUMPDEBI:=25;  
AOFF;  
END;
```

```
{2.devreden çıkarsa 3+1.devrede}  
IF IO[2] THEN BEGIN {2 ARIZALI İSE}  
AON;  
CON;  
PUMPDEBI:=20;  
BOFF;  
END;
```

```
{ 3.devrede 1+2 ARIZALI}  
IF (IO[1] AND IO[2]) THEN BEGIN  
CON;  
PUMPDEBI:=15;  
AOFF;  
BOFF;
```

```
END;
```

```
{ 1-3.devreden çıkarsa 2.devrede}  
IF (IO[1] AND (IO[3])) THEN BEGIN  
BON;  
PUMPDEBI:=10;  
AOFF;  
COFF;  
END;
```



```
{EGER IKISI BOZUKSA 2-3.devreden cikarsa 1.devrede}
```

```
IF (IO[2]) AND (IO[3]) THEN BEGIN
```

```
AON;
```

```
PUMPDEBI:=5;
```

```
BOFF;
```

```
COFF;
```

```
END;
```

```
IF (IO[2]) THEN BEGIN
```

```
AON;
```

```
CON;
```

```
PUMPDEBI:=20;
```

```
BOFF;
```

```
END;
```

```
END;
```

```
IF DEBI>=30 THEN BEGIN
```

```
AON;
```

```
BON;
```

```
CON;
```

```
PUMPDEBI:=30;
```

```
END;
```

```
END;
```

```
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.POMPA1On(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
READIOCHANNEL(1);
```

```
IF IO[1]=FALSE THEN BEGIN
```

```
SETIOCHANNEL(11);
```

```
IMAGE1.VISIBLE:=TRUE;
POMPA1.PON:=TRUE;
IF OTOMATIK=FALSE THEN PUMPDEBI:=PUMPDEBI+5;
END;
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.POMPA2On(Sender: TObject);
begin
  READIOCHANNEL(2);
  IF IO[2]=FALSE THEN BEGIN
    SETIOCHANNEL(12);
    IMAGE2.VISIBLE:=TRUE;
    POMPA2.PON:=TRUE;
    IF OTOMATIK=FALSE THEN PUMPDEBI:=PUMPDEBI+10;
  END;
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.BitBtn2Click(Sender: TObject);
begin
  READIOCHANNEL(3);
  IF IO[3]=FALSE THEN BEGIN
    SETIOCHANNEL(13);
    IMAGE3.VISIBLE:=TRUE;
    POMPA3.PON:=TRUE;
  END;
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.POMPA1Off(Sender: TObject);
begin
```

```
CLEARIOCHANNEL(11);  
IMAGE1.VISIBLE:=FALSE;
```

```
IF (OTOMATIK=FALSE) AND (PUMPDEBI>0) THEN PUMPDEBI:=PUMPDEBI-  
5;  
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.POMPA2Off(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
CLEARIOCHANNEL(12);
```

```
IMAGE2.VISIBLE:=FALSE;
```

```
IF (OTOMATIK=FALSE) AND (PUMPDEBI>0) THEN PUMPDEBI:=PUMPDEBI-  
10;  
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.POMPA3Off(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
CLEARIOCHANNEL(13);
```

```
IMAGE3.VISIBLE:=FALSE;
```

```
IF (OTOMATIK=FALSE) AND (PUMPDEBI>0) THEN PUMPDEBI:=PUMPDEBI-  
15;  
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.SpinEdit2Change(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
DEBI:=SPINEDIT2.VALUE;
```

```
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.BitBtn5Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
TEST:=TRUE;
```

```
IO[1]:=TRUE;
```

end;

```
procedure TSIEMULATOR.BitBtn6Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
TEST:=TRUE;
```

```
IO[2]:=TRUE;
```

```
end;
```

```
procedure TSIEMULATOR.BitBtn7Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
TEST:=TRUE;
```

```
IO[3]:=TRUE;
```

```
end;
```

```
procedure TSIEMULATOR.BitBtn8Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
IO[1]:=FALSE;
```

```
IO[2]:=FALSE;
```

```
IO[3]:=FALSE;
```

```
TEST:=FALSE;
```

```
syskey:=true;
```

```
PANEL6.COLOR:=clGREEN;
```

```
Label4.CAPTION:='FAZLAR NORMAL';
```

```
end;
```

```
procedure TSIEMULATOR.BitBtn10Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
OTOMATIK:=FALSE;
```

```
end;
```

```
procedure TSIEMULATOR.BitBtn9Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
Timer2.enabled:=true;  
OTOMATIK:=TRUE;  
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.BitBtn1Click(Sender: TObject);  
begin  
  READIOCHANNEL(1);  
  IF IO[1]=FALSE THEN BEGIN  
    SETIOCHANNEL(11);  
    IMAGE1.VISIBLE:=TRUE;  
    POMPA1.PON:=TRUE;  
  END;
```

```
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.BitBtn3Click(Sender: TObject);  
begin  
  READIOCHANNEL(2);  
  IF IO[2]=FALSE THEN BEGIN  
    SETIOCHANNEL(12);  
    IMAGE2.VISIBLE:=TRUE;  
    POMPA2.PON:=TRUE;  
  END;
```

```
end;
```

```
procedure TSIMULATOR.POMPA3On(Sender: TObject);  
begin  
  READIOCHANNEL(3);  
  IF IO[3]=FALSE THEN BEGIN  
    SETIOCHANNEL(13);  
    IMAGE3.VISIBLE:=TRUE;
```

```
POMPA3.PON:=TRUE;
IF OTOMATIK=FALSE THEN PUMPDEBI:=PUMPDEBI+15;
END;
END;
procedure TSIMULATOR.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
CLEARALLIO;
end;

procedure TSIMULATOR.BitBtn11Click(Sender: TObject);
begin
CLOSE;
end;

procedure TSIMULATOR.BitBtn12Click(Sender: TObject);
begin
TEST:=TRUE;
IO[4]:=TRUE;

end;

end.
```

EK-B**POMPA KAPASİTELERİ VE GÜÇLERİ**

Programın lojik tablosu çıkarılırken, depo çıkış debisinin $15 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu durumda 1. ve 2. pompanın birlikte çalıştırılması yerine 3. pompanın tek başına çalıştırılması tercih edilmiştir. Böylece depo çıkış debisinin kompanze edilmesinin yanında, enerji sarfiyatı açısından da ekonomiklik sağlanmıştır. Bu tercihin sebebi aşağıda değişik katalog bilgilerinden faydalanarak daha net olarak açıklanmıştır.

Tablo B.1 DOMAK firmasının ürettiği KPA 660 tipi pompaların teknik özellikleri

T İ P TYPE	POMPA - PUMP		MOTOR		KAPASİTE - CAPACITY								AĞIRLIK Kg
	GİRİŞ INLET	ÇIKIŞ OUTLET	HP	d/d	Qm - m^3/h								
					80	100	120	140	160	180	200	215	
				rpm	BASMA YÜKSEKLİĞİ mss-Hm								
KPA 660-2	6"	6"	75	1450	72	70	68	65	60	53	38	20	1050
KPA 660-3	6"	6"	125	1450	112	109	105	101	96	85	64	37	1350
KPA 660-4	6"	6"	150	1450	150	146	141	135	127	113	85	49	1500
KPA 660-5	6"	6"	180	1450	187	183	177	169	159	140	106	60	1700

Tabloda $80 \text{ m}^3/\text{h}$ debiye sahip pompanın basma yüksekliği 72 m olduğu durumda gücü 75 HP ve $100 \text{ m}^3/\text{h}$ debiye sahip pompanın basma yüksekliği 70 m olduğu durumda ise gücü yine 75 HP olarak görülmektedir. Bu iki pompa beraber çalıştırıldıklarında toplam debi $180 \text{ m}^3/\text{h}$ ve toplam güç ise 150 HP olmaktadır. Halbuki tabloda görülen $180 \text{ m}^3/\text{h}$ debiye ve 85 m basma yüksekliğine sahip pompa tek başına çalıştırıldığında harcanan güç 125 HP olmaktadır. Buradan da enerji sarfiyatı açısından bu pompanın tek başına çalışmasının daha uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Başka tip bir pompa için de yine benzer bir örnek verilebilir.

Tablo B.2 DOMAK firmasının ürettiği KP 325 tipi pompaların teknik özellikleri

T İ P TYPE	POMPA - PUMP		MOTOR		KAPASİTE - CAPACITY							AĞIRLIK Kg
	GİRİŞ INLET	ÇIKIŞ OUTLET	HP	d/d	Qm - m ³ /h							
			rpm		Basma yüksekliği mSS-Hm							
KP 325-2	3"	2,5"	15	2900	56	54	51	48	44	40	36	180
KP 325-3	3"	2,5"	20		84	80	76	71	65	60	53	200
KP 325-4	3"	2,5"	25		112	107	101	95	87	79	70	240
KP 325-5	3"	2,5"	30		140	134	126	118	108	98	86	275
KP 325-6	3"	2,5"	40		168	160	152	143	132	120	106	330
KP 325-7	3"	2,5"	50		196	187	177	166	153	138	120	360
KP 325-8	3"	2,5"	50		224	214	203	190	175	158	138	380
KP 330-2	3"	3"	20		2900	..	77	76	74	72	70	66
KP 330-3	3"	3"	30	..		115	113	110	108	104	100	250
KP 330-4	3"	3"	40	..		154	151	148	144	139	133	295
KP 330-5	3"	3"	50	..		192	189	185	180	173	166	330

Tabloda 20 m³/h debiye sahip pompanın basma yüksekliği 56 m olduğu durumda gücü 15 HP ve 25 m³/h debiye sahip pompanın basma yüksekliği 54 m olduğu durumda ise gücü yine 15 HP olarak görülmektedir. Bu iki pompa beraber çalıştırıldıklarında harcanan güç 30 HP olmaktadır. Halbuki tabloda görülen 45 m³/h debiye ve 60 m basma yüksekliğine sahip pompa tek başına çalıştırıldığında harcanan güç 20 HP olmaktadır. Yine ekonomik açıdan bu iki durum karşılaştırıldığında tek pompanın çalıştırılmasının daha ekonomik olduğu anlaşılmaktadır. [8]

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Tekirdağ-Çorlu'da doğdu. Yüksek öğrenimini **İ.T.Ü. Sakarya Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği** bölümünde, 1995 yılında tamamladı. Aynı yılda **Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nde Öğretim Görevlisi** olarak çalışmaya başladı.

