

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması sırasında beni her konuda destekleyen sayın hocam Prof. Dr. Can Özsoy'a, tezin sonucunda ortaya çıkan kontrol sisteminin ekipmanlarının sağlanmasında desteğini esirgemeyen Honeywell Bina Kontrol Sistemleri San. Tic. A.Ş.'ne ve kontrol sisteminin devreye alınmasında büyük emeği geçen Sn. Kadir Önal'a teşekkürü borç bilirim

Nisan 2002

Seyfettin Ersen Erd

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1 GİRİŞ	9
2 SİSTEM TANIMI	10
2.1 Kontrol Sistemi Kolon Şeması.....	12
2.2 Kontrol Sistemi Nokta Listesi.....	14
2.3 Kontrol Sistemi Kablo Listesi.....	15
2.4 Kontrol Ekipmanlarının Özellikleri:.....	17
2.4.1 Kontrolör:.....	17
2.4.2 Haberleşme Modülü.....	18
2.4.3 Analog Input Modülü.....	19
2.4.4 Analog Output Modülü.....	21
2.4.5 Dijital Input Modülü.....	22
2.4.6 Dijital Output Modülü.....	23
2.5 Kontrolörlerin Programlanması:.....	23
2.5.1 Sistem Şematik Gösterimi (Plant Schematics).....	24
2.5.2 Kontrol Stratejisi (Control Strategy).....	26
2.5.3 Lojik Tablolar (Switching Logic).....	28
2.6 Klima Santrali Kontrol Senaryosu.....	29
2.6.1 Klima Santralinin Çalıştırılması:.....	29
2.6.2 Optimum Start Parametreleri.....	29
2.6.3 Donma Koruması.....	29
2.6.4 Damper Çalışırılığı Kontrolü.....	30
2.6.5 Sıcaklık ve Entalpi Kontrolü.....	31
2.6.6 Üfleme ve Dönüş Fanları Kontrolü.....	33
2.6.7 Night Purge (Gece Havalandırması)......	34
2.6.8 Night Cycle (Gece Çalışması)......	35
2.7 Merkez Bilgisayar.....	35
2.7.1 Merkez Yazılım.....	36
2.7.2 Merkez Yazılımın Programlanması.....	36
2.7.3 Grafiklerin Oluşturulması.....	37
3 KONTROL AĞLARI TEKNOLOJİSİ:	39
3.1 Sistem büyüklüğü ve haberleşme yeteneği.....	41
3.1.1 OSI Referans Modeli.....	42
3.1.1.1 Fiziksel Katman.....	43
3.1.1.2 Data - Bağlantısı Katmanı.....	45
3.1.1.4 Ağ Katmanı.....	46
3.1.1.5 Transfer Katmanı.....	48
3.1.1.6 Oturum Katmanı.....	49
3.1.1.7 Prezantasyon Katmanı:.....	50
3.1.1.8 Aplikasyon Katmanı.....	51
3.2 Sistem güvenilirliği.....	52

3.3	Sistem esnekliği	53
3.4	Sistem performansı	54
3.5	Sistem entegrasyonu	57
3.6	Sistem kurulum, bakım ve tamir kolaylığı	57
4	DATA TRANSFER MODLARI	59
4.1	Arabirim	60
4.2	RS-232 C	61

KISALTMALAR

C-Bus	: Communication Bus
LON-Bus	: Local Operating Network Bus
I/O	: Input / Output
AI	: Analog Input
AO	: Analog Output
DI	: Digital Input
DO	: Digital Output
XF-M	: Excel Functional Module
RACL	: Recursive Algorithm Control Language
CARE	: Computer Aided Regulation Engineering
EBI	: Enterprise Buildings Integrator
HVAC	: Heating Ventilating and Air Conditioning
OSI	: Open Systems Interconnection
ISO	: International Organization for Standardization
DTC	: Data Communications Equipment
DTE	: Data Terminal Equipment
IVHS	: Intelligent Vehicle Highway Systems

Tablo 2.1 Kontrol Sistemi Nokta Listesi.....	13
Tablo 2.2 Kontrol Sistemi Kablo Listesi.....	14
Tablo 3.1 Güvenilir kontrol sistemleri ağlarının ihtiyaçları ve sistem mimarisi ve protokol üzerindeki etkileri, uygulamaları.....	51
Tablo 3.2 Sistem genişlemesi ve değişikliği için gerekli olan özellikler ve bunların sistem mimarisi ve protokoller üzerindeki etkisi.....	52
Tablo 3.3 Değişik kontrol sistemi uygulamalarında istenen haberleşme platformu özellikleri.....	57

Şekil 2.1	Karışımhavalı klima santrali.....	4
Şekil 2.2	XL500 kontrolör.....	8
Şekil 2.3	XDL- 505 Haberleşme Modülü.....	9
Şekil 2.4	Anal og Input Modül ü.....	10
Şekil 2.5	Anal og Input Modül ü bağlantı klemensi.....	10
Şekil 2.6	LON object taslağı.....	11
Şekil 2.7	Anal og Out put Modül ü.....	12
Şekil 2.8	Anal og Out put Modül ü Bağlantı klemens şeması.....	12
Şekil 2.9	Dijital Input Modül ü.....	13
Şekil 2.10	Dijital Input Modül ü Bağlantı klemens şeması.....	13
Şekil 2.11	Dijital Out put Modül ü.....	14
Şekil 2.12	Dijital Out put Modül ü Bağlantı klemens şeması.....	14
Şekil 2.13	Klima Santrali C A R E şematik gösterimi.....	16
Şekil 2.14	Switch Inputs kontrol ikonu.....	17
Şekil 2.15	Değişik XFMlerin kullanıldığı kontrol stratejisi.....	18
Şekil 2.16	Lojikt tablolar.....	19
Şekil 2.17	Lojikt tablolar da gecikme tanımlanması.....	19
Şekil 2.18	Donma Koruması.....	21
Şekil 2.19	Damper Rampa Fonksiyonu.....	22
Şekil 2.20	Fan hızı kontrol ü.....	25
Şekil 2.21	Enterprise Buildings Integrator Ana sayfası.....	27
Şekil 2.22	Quick Builder yazılımı.....	28
Şekil 2.23	Merkez yazılım grafik gösterimi.....	29
Şekil 3.1	Fabrika otomasyonunda nod sayısı.....	32
Şekil 3.2	OSI reference model katmanları.....	35
Şekil 3.3	Değişik sensör, aktüatör ve kontrolörler için data paketi büyüklükleri.....	45
Şekil 3.4	Değişik tipte ve büyüklükte mesajları destekleyen tek network.....	46
Şekil 3.5	Farklı işlemler için çoklu network.....	47

KLİ MA SANTRALİ KONTROL SİSTEMİ VE KONTROL AĞLARINDA KULLANILAN HABERLEŞME PROTOKOLLERİ

ÖZET

Bu yüksek lisans tezinin amacı, bu tezin konusu üzerinde çalışmalar ve deneyler yapmaya olanak sağlayacak bir ‘‘Kli ma santrali kontrol sistemi’’ kurmak ve kontrol teknolojilerinde kullanılan haberleşme protokollerini inceleyip, değişik marka ve tipteki kontrolörler arasında, her geçen gün daha çok ihtiyaç duyulan ve oldukça dinamik bir gelişme süreci yaşayan, ‘ortak bir dil’ yaratılabilme olasılığını araştırmaktır.

Aynı kontrol ağında bulunan ve değişik fonksiyonlar yerine getiren kontrolör ve saha ekipmanlarının (sensörler, motorlar, kart üyucular vb.) birbirine bağlı senaryoları gerçekleştirmeleri ve her birinin tek tek algıladıkları ve değerlendirdikleri değişkenlere bağlı bir çıkış verimleri ancak bu cihazların birbirini anlaması ile gerçekleştirilebilir.

Çağın yaşam tarzı her alanda iç içe geçmişlik olgusunu ön plana çıkarıyor. İşletmeler, çalışanlarının özel yaşamlarıyla iş yaşamlarını birleştirmesini bekliyor. Düşünsel anlamda yirmi dört saate yayılan iş yaşamıyla bu koşunun arasında yaşanan yaşamlarda entegrasyon (integration) ve bu tanımın kontrol teknolojilerindeki karşılığı olan ortak-kontrol (interoperability) kaçınılmaz bir gerekliliğe dönüşüyor. Kontrol mühendisleri tasarımlarında akıllı cihazlar arasında yeni yeni kurulmaya başlayan bu entegrasyon sayesinde, maliyeti arttıran ara haberleşme birimlerine ihtiyaç duymadan oldukça pratik ve ucuz çözümler üretebiliyor. Bu tez sonucunda kontrol fonksiyonu gerçekleştiren cihazlar arasında bu cihazların tüm fonksiyonları ile ilgili bilgi alış-verişi yapabilecekleri ‘ortak bir dil’ yaratılabileceği ortaya çıkmıştır. Fakat bunun gerçekleştirilmesini tek yolu, kontrol endüstrisindeki tüm firmaların katılacağı bir konsorsiyumun bu dili yaratmak için çalışmalar yapmasıdır.

AIR HANDLING UNIT CONTROL SYSTEM AND COMMUNICATIONS IN CONTROL NETWORKS

SUMMARY

The aim of this study is to build an 'Air handling unit control system' and make experiments on this system to search for the possibility of a 'common language' which allows the communication between different type of controllers in the same control network.

The only way for controllers to reproduce an output based on a control scenario depending on different inputs coming from various equipments (sensors, actuators, card readers etc.) is making all these equipments 'talk' to each other.

The new century's life-style points out the term 'integration' in every segment of life. Companies request their employees to integrate their lives with their work. The working-life which is spread-out to twenty-four hours a day, and the life beneath this run, makes 'integration' a must and 'interoperability' which stands for 'integration' in control industry is getting to be a 'must' for control networks.

Control engineers are now able to design more efficient and less expensive systems by using this integration which is about to be established between intelligent devices without using communication interfaces that increase the cost and wasting more engineering effort. As it is stated at the end of this study, it's possible to create a 'common language' between devices which realize control functions. But the only way to build this language can be realized with a consensus of all control technology companies to establish a workgroup to design the protocols that will be used in this language.

1. GİRİŞ

Büyük binalar ve iş merkezlerinde çalışma ortamlarını konfor şartlarına getirmek ve enerji tasarrufu sağlamak amacıyla merkezi havalandırma sistemleri olarak klima santralleri kullanılmaktadır. Havayı şartlandırmak için kullanılan klima santrallerinin otomatik kontrolüyle, bu santrallerin hizmet ettiği mahallerde, sıcaklık ve nem kontrolü, hava kalitesi kontrolü, basınç kontrolü, debi kontrolü uygulanarak hem optimum konfor şartları sağlanmakta hem de zaman programı, iltiyaca göre çalıştırma gibi özellikler kullanılarak büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Birden fazla kontrol senaryosunun aynı anda göz önüne alınmasını gerektiren klima santrali otomatik kontrolü kontrol sistemi açısından birçok kontrol uygulamasının si müle edilebileceği bir sistem olduğu için tercih edilmiştir.

2 SİSTEM TANIMI

Kontrol edilecek klima santralinin özellikleri şu şekildedir:

Üfleme Fanı:

Hava debisi:	10000 m ³ /s
Harici statik basınç:	850 Pa
Toplam statik basınç:	1662 Pa
Fan Tipi:	RDN 400 - L
Fan Hızı:	2757 rpm
Ses gücü:	91.86 dB
Motor gücü:	11 / 15 kW Hp
Motor hızı:	2930 rpm
Fan kasnağı:	180 x 2K x SPA
Motor kasnağı:	180 x 2K x SPA
Kayışlar:	12.5 x 1900

Dönüş Fanı:

Hava debisi:	10000 m ³ /s
Harici statik basınç:	700 Pa
Toplam statik basınç:	809 Pa
Fan Tipi:	RDN 400 - L
Fan Hızı:	2174 rpm
Ses gücü:	88.02 dB
Motor gücü:	5.5 / 7.5 kW Hp
Motor hızı:	2850 rpm
Fan kasnağı:	180 x 2K x SPZ
Motor kasnağı:	140 x 2K x SPZ
Kayışlar:	9.5 x 1750

Filtre 1:

Tip:	Zigzag Filtre
Filtre sınıfı:	EU-3

Filtre 2:

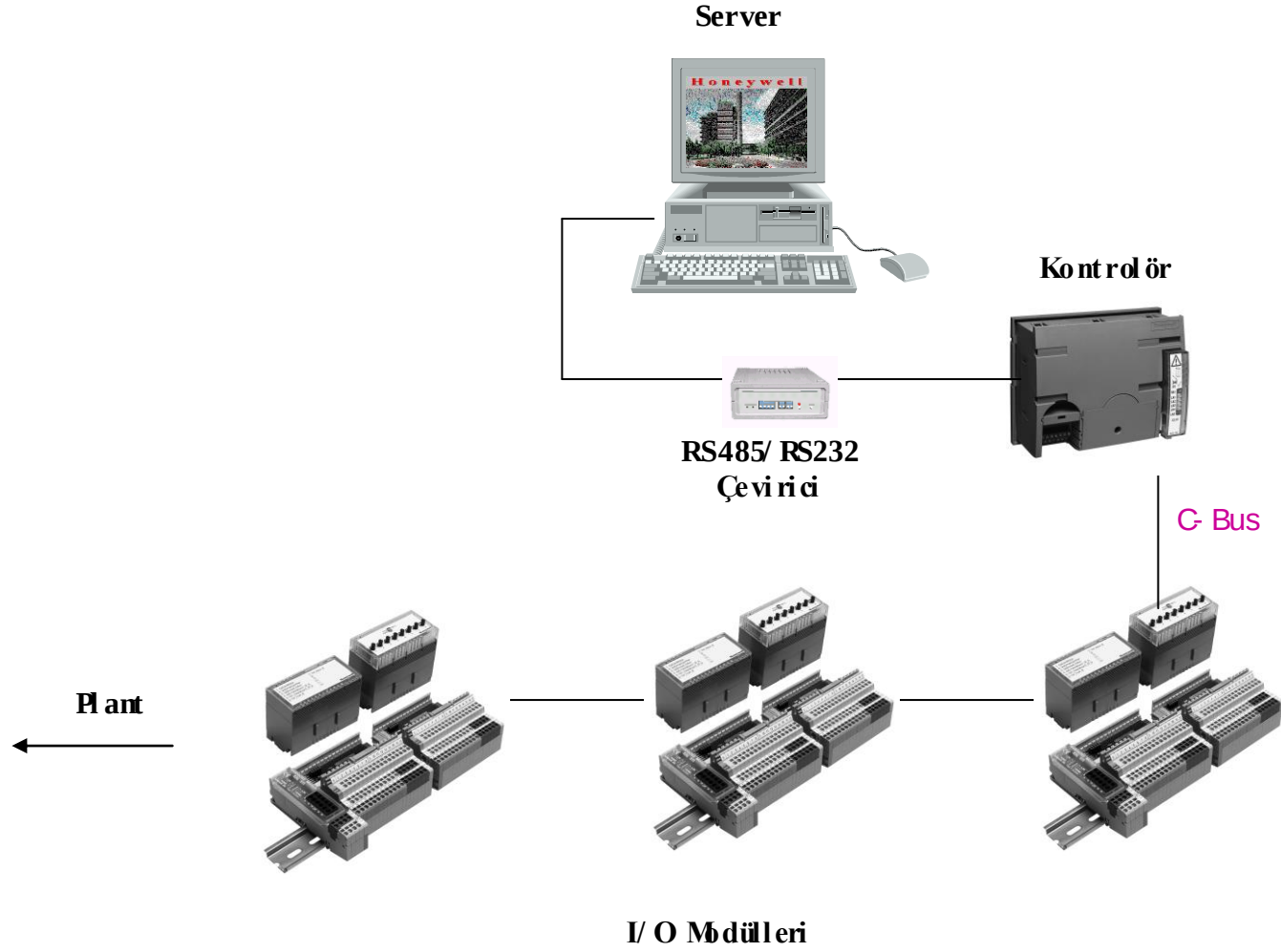
Tip:	Torba Filtre
Filtre sınıfı:	EU-7
Torba uzunluğu:	508
Filtre malzemesi:	Sentetik

Ön-ısıtma serpantini:

Isıtma yükü:	30000 Kcal/s
Isıtma aralığı:	90 / 70 °C
Hava girişi:	13.9 °CDB
Hava çıkışı:	24.245 °CDB
Sıra sayısı:	1
Serpantin tipi:	Cu / Al

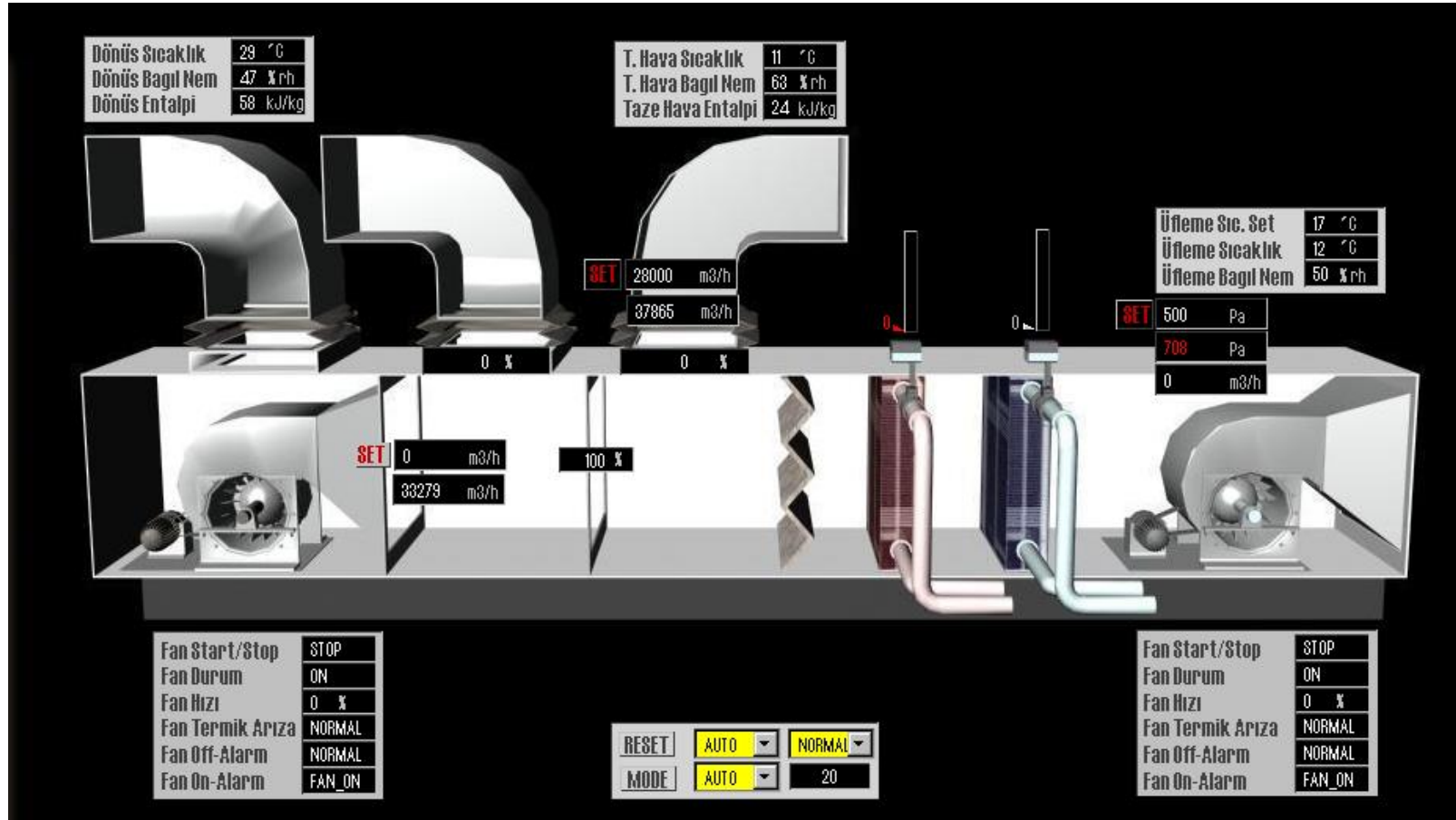
Soğutma serpanti ni:
Soğutma yükü: 70000 Kcal/s
Soğutma aralığı: 7 / 12 °C
Hava girişi: 27.4 °CDB / 21 °CWB
Hava çıkışı: 13.24 °CDB / 12.87 °CWB
Damla tutucu: Plastik
Sıra sayısı: 7
Serpanti tipi: Cu / Al

2.1 Kontrol Sistemi Klon Şeması



Kontrol Edilen Sistem

Karışım Havalı Klima Santrali



Şekil 2.1 Karışım havalı klima santrali

2.2 Kontrol Sistemi Nokta Listesi

Kontrol edilen nokta	A	AO	D	DO
Üfleme havası sıcaklığı	X	X		
Dönüş havası sıcaklığı	X	X		
Üfleme havası sıcaklığı set değeri	X	X		
Dönüş havası sıcaklığı set değeri	X	X		
Üfleme havası basınç bilgisi	X	X		
Üfleme havası basınç set değeri	X	X		
Dış hava sıcaklığı	X	X		
Dış hava nem	X	X		
Isıtma vanası kontrolü		X		
Soğutma vanası kontrolü		X		
Taze hava damperi komutu		X		
Karışım havası damper komutu		X		
Egzost havası damperi komutu		X		
Donma Alarmı			X	X
Filtre kirlilik durumu			X	X
Üfleme Fanı Devir On/Off				X
Dönüş Fanı Devir On/Off				X
Üfleme fanı hız komutu		X		
Dönüş fanı hız komutu		X		
PIR Dedektör			X	
Panel aydınlatması				X

Tablo 2.1 Kontrol Sistemi Nokta Listesi

2.3 Kontrol Sistemi Kablo Listesi

Proje: İ.T.Ü ÜFE					
Proje: İ.T.Ü ÜFE					
Kontrolör Tipi / Controller Type:			XL500 DI/ C		Kontrolör Numarası / Controller No:
XCL5010 Paneli / XCL5010 Panel:			CP01		Bina/ Building:
KABLO/ CABLE			Modül		
No	Tipi	Kesiti	Klemensi	Sistem/ Adres	Kontrol Noktası Tanımı
	Type	Section	Terminal	Plant/ User Address	Point Description
Modül Tipi: XFL521 (8xA)			Adres: 1		1. XFL521 Modülünün Bulunduğu Panel:
Module Type: Analog Input			Address		XFL521 Module No1 isin Panel
CP01/001	JY(st)Y	1x2x1, 00+0, 80 mm	1-19 AI 1	AHU_01____ AHU_01____TSA	Ülme havası sıcaklığı Supply air temperature
CP01/002	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	2-20-31 AI 2	AHU_01____ AHU_01____HRA	Dönüş havası nemli Return air humidity
CP01/003	JY(st)Y	1x2x1, 00+0, 80 mm	3-21 AI 3	AHU_01____ AHU_01____TSASP	Ülme Havası Set Değeri Supply air set point
CP01/004	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	4-22-33 AI 4	AHU_01____ AHU_01____HRASP	Dönüş havası nemset değeri Return air humidity set point
CP01/005	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	5-23-48 AI 5	AHU_01____ AHU_01____PSA	Ülme havası basıncı Supply air pressure
CP01/006	JY(st)Y	1x2x1, 00+0, 80 mm	6-24 AI 6	AHU_01____ AHU_01____PSASP	Ülme havası basınç set değeri Supply air pressure set point
CP01/007	JY(st)Y	1x2x1, 00+0, 80 mm	7-25 AI 7	AHU_01____ AHU_01____OAT	Dış hava sıcaklığı Outside air temperature
CP01/008	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	8-26-51 AI 8	AHU_01____ AHU_01____OAH	Dış hava nemli Outside air humidity
Modül Tipi: XFL522 (8xAQ)			Adres: 2		1. XFL522 Modülünün Bulunduğu Panel:
Module Type: Analog Output			Address		XFL522 Module No1 isin Panel
CP01/009	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	1-19-30 AO 1	AHU_01____ AHU_01____TSA	Ülme havası sıcaklığı Supply air temperature
CP01/010	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	2-20-31 AO 2	AHU_01____ AHU_01____HRA	Dönüş havası nemli Return air humidity
CP01/011	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	3-21-32 AO 3	AHU_01____ AHU_01____TSASP	Ülme Havası Set Değeri Supply air set point
CP01/012	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	4-22-33 AO 4	AHU_01____ AHU_01____HRASP	Dönüş havası nemset değeri Return air humidity set point
CP01/013	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	5-23-48 AO 5	AHU_01____ AHU_01____PSA	Ülme havası basıncı Supply air pressure
CP01/014	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	6-24-49 AO 6	AHU_01____ AHU_01____PSASP	Ülme havası basınç set değeri Supply air pressure set point
CP01/015	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	7-25-50 AO 7	AHU_01____ AHU_01____OAT	Dış hava sıcaklığı Outside air temperature
CP01/016	JY(st)Y	2x2x1, 00+0, 80 mm	8-26-51 AO 8	AHU_01____ AHU_01____OAH	Dış hava nemli Outside air humidity

Tablo 2.2 Kontrol Sistemi Kablo Listesi

Modül Tipi :		XFL522 (8xAO)		Adres :	3	2. XFL522 Modülünün Bulunduğu Panel :
Module Type		Analog Output		Address		XFL522 Module No2 isin Panel
CP01/017	JY(st)Y	2x2x1,00+0,80mm	1-19-30	AHU_01____		Isıtma vanası
			AO 1	AHU_01____HV		Heating valve
CP01/018	JY(st)Y	2x2x1,00+0,80mm	2-20-31	AHU_01____		Soğutma vanası
			AO 2	AHU_01____CV		Cooling valve
CP01/019	JY(st)Y	1x2x1,00+0,80mm	3-21	AHU_01____		Taze hava damperi durumu
			AO 3	AHU_01____FAD		Supply air damper
CP01/020	JY(st)Y	1x2x1,00+0,80mm	4-22	AHU_01____		Karışım havası damperi
			AO 4	AHU_01____MAD		Mixed air damper
CP01/021	JY(st)Y	1x2x1,00+0,80mm	5-23	AHU_01____		Egzost havası damperi
			AO 5	AHU_01____EAD		Exhaust air damper
CP01/022	JY(st)Y	2x2x1,00+0,80mm	6-24-49	AHU_01____		Üfleme havası fan hızı komutu
			AO 6	AHU_01____SFSC		Supply air fan speed command
CP01/023	JY(st)Y	2x2x1,00+0,80mm	7-25-50	AHU_01____		Dönüş havası fan hızı komutu
			AO 7	AHU_01____RFSC		Return air fan speed command
CP01/024			8-26-51			
			AO 8			
Modül Tipi :		XFL523 (12xD)		Adres :	4	1. XFL523 Modülünün Bulunduğu Panel :
Module Type		Digital Input		Address		XFL523 Module No1 isin Panel
CP01/025	JYY	1x2x1mm	1-13	AHU_01____		Donma termistörü
			D 1	AHU_01____FT		Frost protection
CP01/026	JYY	1x2x1mm	2-14	AHU_01____		PIR dedektör
			D 2	AHU_01____PIR		PIR detector
CP01/027	JYY	1x2x1mm	3-15	AHU_01____		Filtre durumu
			D 3	AHU_01____FDPS		Filter status
CP01/028	JYY	1x2x1mm	4-16			
			D 4			
CP01/029	JYY	1x2x1mm	5-30			
			D 5			
CP01/030	JYY	1x2x1mm	6-31			
			D 6			
CP01/031	JYY	1x2x1mm	7-32			
			D 7			
CP01/032	JYY	1x2x1mm	8-33			
			D 8			
CP01/033	JYY	1x2x1mm	9-48			
			D 9			
CP01/034	JYY	1x2x1mm	10-49			
			D 10			
CP01/035	JYY	1x2x1mm	11-50			
			D 11			
CP01/036	JYY	1x2x1mm	12-51			
			D 12			

Tablo 2.2 Kontrol Sistemi Kablo Listesi

2.4 Kontrol Ekipmanlarının Özellikleri:

2.4.1 Kontrolör:

Sistemde kullanılan kontrolör Honeywell XL5000 kontrolör ailesinden XL500 kontrolördür. 128 fiziksel ve 256 sanal nokta kapasitesi vardır.

Teknik Özellikler:

Model No: XCL5010

Güç Kaynağı: 24 Vac $\pm$ %20

Güç Tüketimi: Maks. 5 VA (Maks. 4 W)

Bellek: 72 saat, altın kapasitör ile.

Yüksek gerilim koruması:

Tüm giriş ve çıkışlar 24 Vac ve 40 Vdc yüksek voltaja ve kısa devreye karşı korumalıdır.

Çevresel Özellikler:

Çalışma sıcaklıkları: 0 - 45 °C

Çalışma nem oranları: 5 - 90 RH

En zayıf malzemenin maks. dayanma süresi:

>13.7 yıl

Ölçüler: (150 x 198 x 97 mm)

Kullanılan firmware versiyonu: 2.06.93



Şekil 2.2 XL500 kontrolör

2.4.2 Haberleşme Modülü

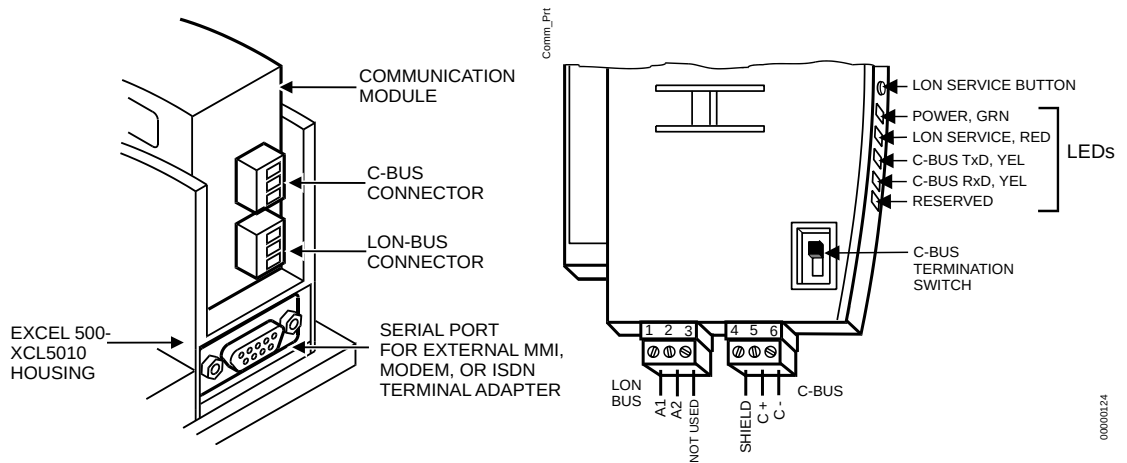
Kontrol ürün diğ er kontrol ö rler, mod üller ve merkez bilgisayar ile haberleşmesini sağlar. İki farklı haberleşme protokol ü kullanılabilir.

1) G-Bus

Kontrol ürün diğ er kontrol ö rler yada gateway'ler ile 9600 baud ile 76800 baud arasında değış en hızlarda haberleşebildiğı protokol dır. Maksimum C-Bus uzunluğu 1200 m'dir. Bir G-Bus hattında en fazla 30 kontrol ö r olabilir.

2) LON-Bus

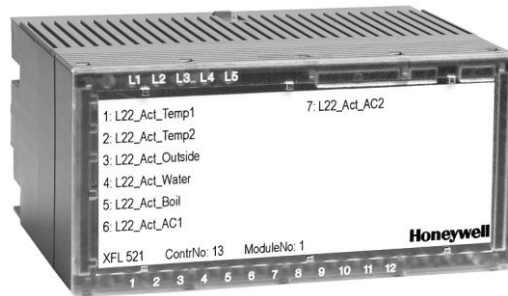
Echelon firmasının geliştirdiğı Neuron Chip adı verilen çipleri olan cihazların birbirleriyle haberleştiğı protokol. XL500 ile dağıtık I/O modülleri arasındaki haberleşmeyi sağlar. Haberleşme hızı 76800 baud'dur. Kablo uzunluğu 320-2200 m olabilir. Lon-Bus ve diğ er haberleşme protokolleri BÖLÜM 2'de daha detaylı olarak incelenecektir.



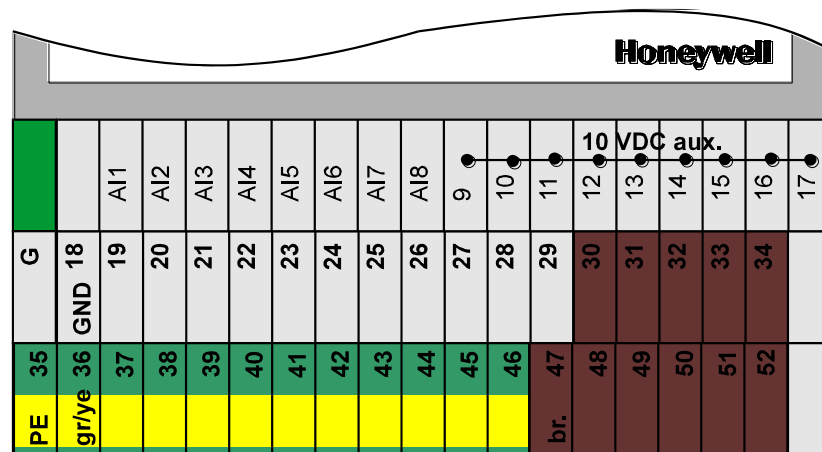
Şekil 2.3 XDL-505 Haberleşme Modülü

2 4 3 Anal og Input Mødül ü

- 8 Griş (A1- A8)
- 0 - 10 Vdc sinyal
- 0 - 20 mA (hari ci 500 ohm direnç ile)
- 4 - 20 mA (hari ci 500 ohm direnç ile)
- NTC 20K ohm(-50⁰ C - 150⁰ C)
- PT1000 (-50⁰ C - 150⁰ C)

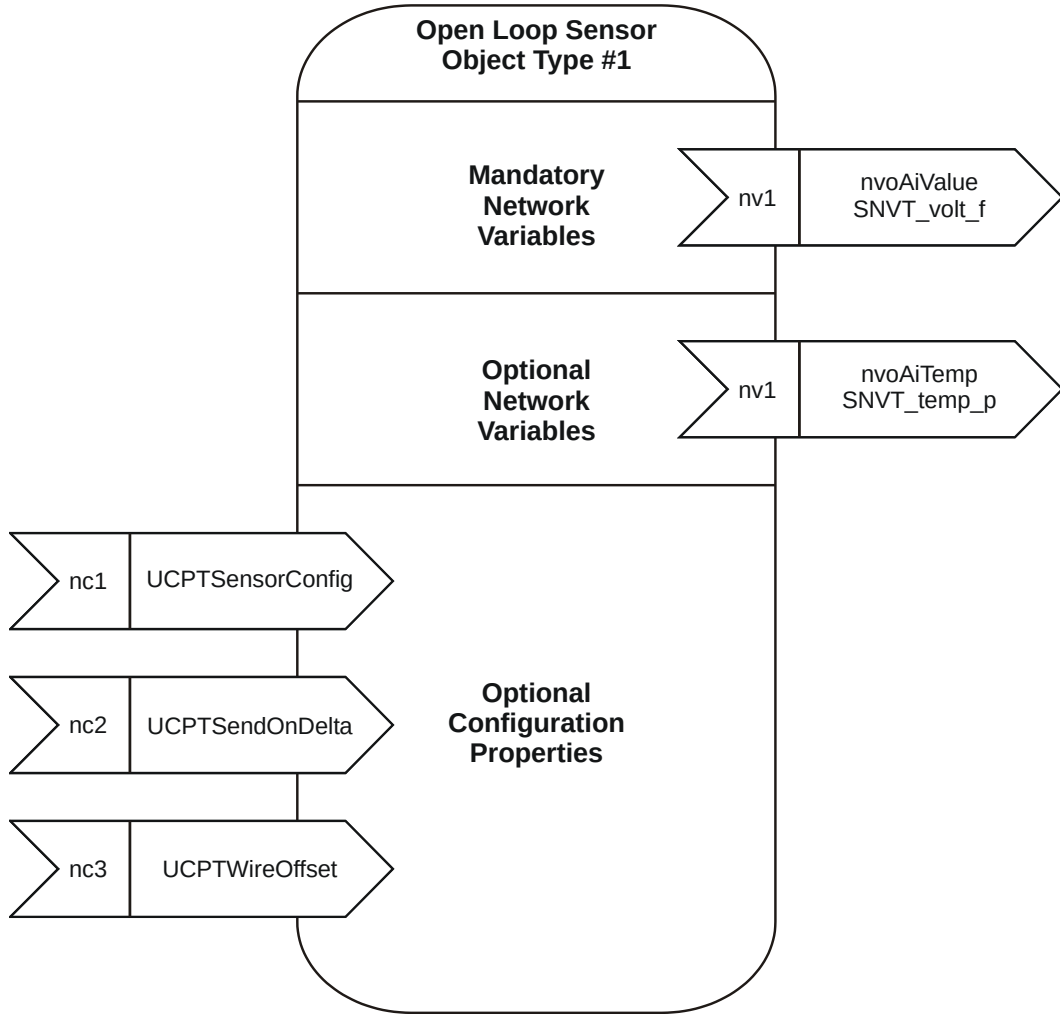


Şekil 2.4 Anal og Input Modül ü



Şekil 2.5 Anal og Input Modül ü Bağlantı klemens şeması

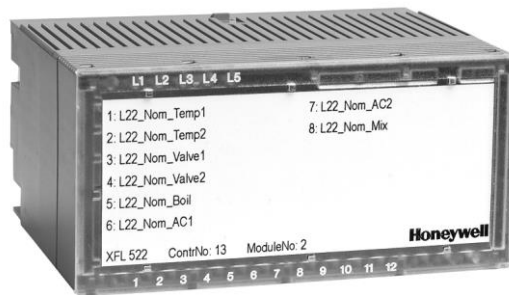
LON AI taslağı:



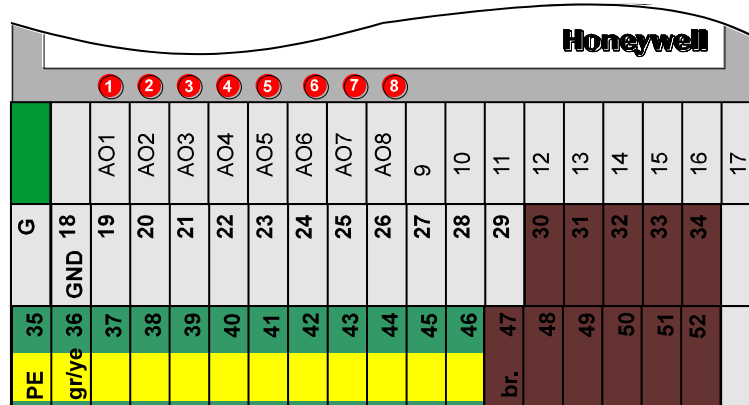
Şekil 2 6 LON object taslağı

244 Anal og Out put M d ü l ü

- 8 G kı ş (AO1 - AO8) Kı sa devre kor u mal ı
- Si nyal sevi yesi 0 - 10 Vdc
- $U_{\max} = 11 \text{ Vdc}$, $I_{\max} = +1 \text{ mA}$, -1 mA
- Her  ık ı ş i  in voltaj sevi yesi ne g re ř iddeti de ğ i ř en LED



Şekil 2.7 Anal og Out put Mo dül ü



Şekil 2.8 Anal og Out put Mo dül ü Ba ğ l antı k l e m e n s ş e m a s ı

2.4.5 Dijital Input Modülü

- 12 Griş (D1 - D12)
- $R_i = 10\text{K ohm}$
- Switch seviyeleri $\text{OFF} = U \leq 2,5\text{ V}$
- 18 Vdc harici voltaj çıkışı



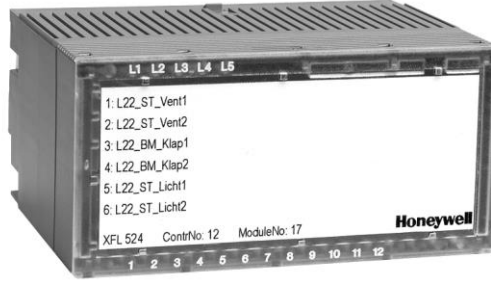
Şekil 2 9 Dijital Input Modül ü

Honeywell																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PE	35	G	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350

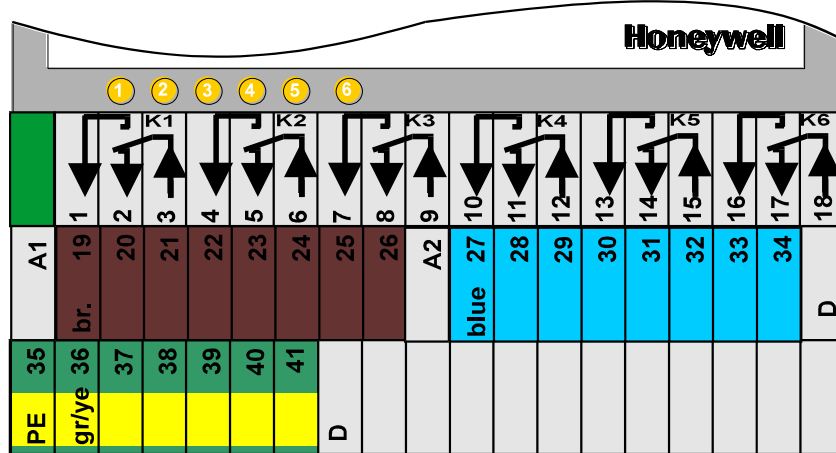
Şekil 2 10 Dijital Input Modül ü Bağlantı klemens şeması

2.4.6 Dijital Output Modülü

- 6 izde change-over kontak
 - Her kontak için $U_{max} = 230 \text{ Vac}$ voltaj çıkışı
 - Her kontak için $I_{max} = 2 \text{ A}$ akı mçısı
 - Her kanal için LED çıkışı
- OFF: LED sönük
- ON: LED sarı



Şekil 2.11 Dijital Output Modülü



Şekil 2.12 Dijital Output Modülü Bağlantı klemens şeması

2.5 Kontrolörlerin Programlanması:

Kontrolörleri programlamak için C A R E (Computer Aided Regulation Engineering) yazılım kullanıldı. Grafik birimleri, lojik tablolar ve kontrol stratejileri ile, kontrol edilen sistemin takip edeceği senaryoyu oluşturmak için kullanılan bu yazılımda programadınarı şu şekildedir:

2.5.1 Sistem Şematik Gösterimi (Plant Schematics)

Bu adımda, sistemde kontrol edilecek her giriş/çıkış (I/O) noktası için bir giriş/çıkış (I/O) noktası oluşturulur. Dijital ve Analog noktalar farklı renkte gösterilerek ayrımsağlanır. Giriş noktaları aşağı yöne, çıkış noktaları yukarı yöne bakar. Kullanılan ikonlar şu şekildedir:



Analog Input noktası



Dijital Input noktası

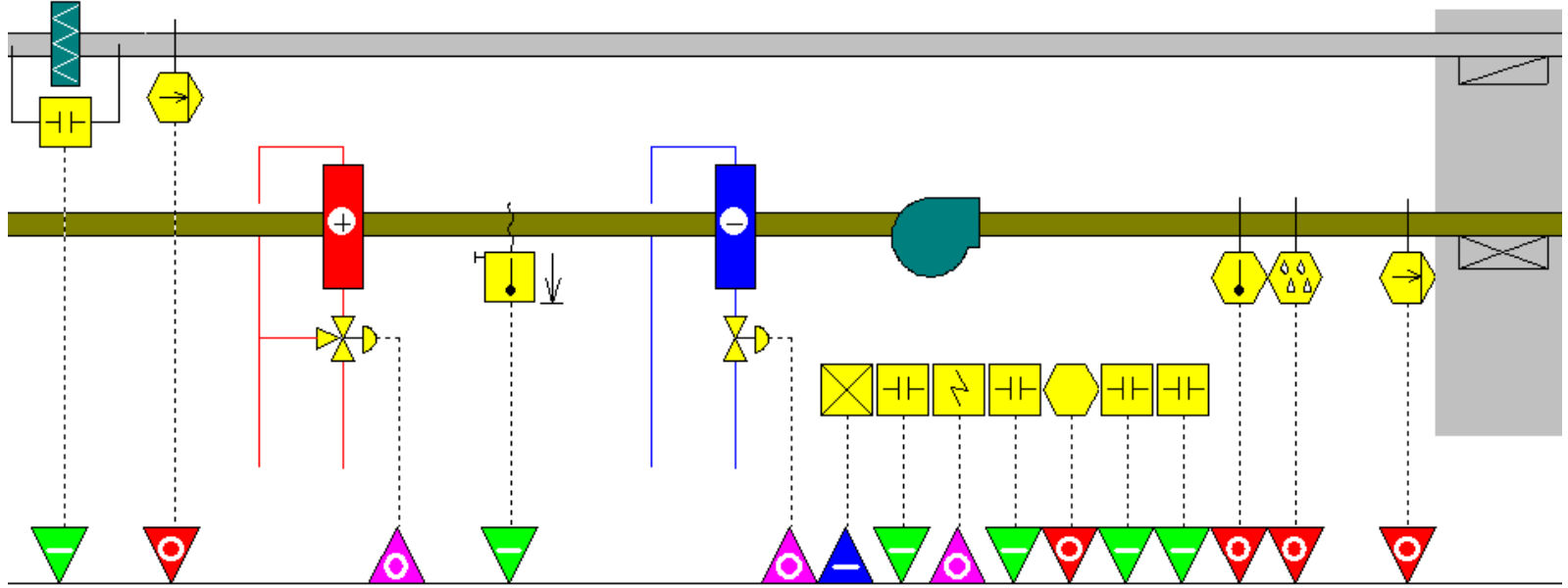


Analog Output noktası



Dijital Output noktası

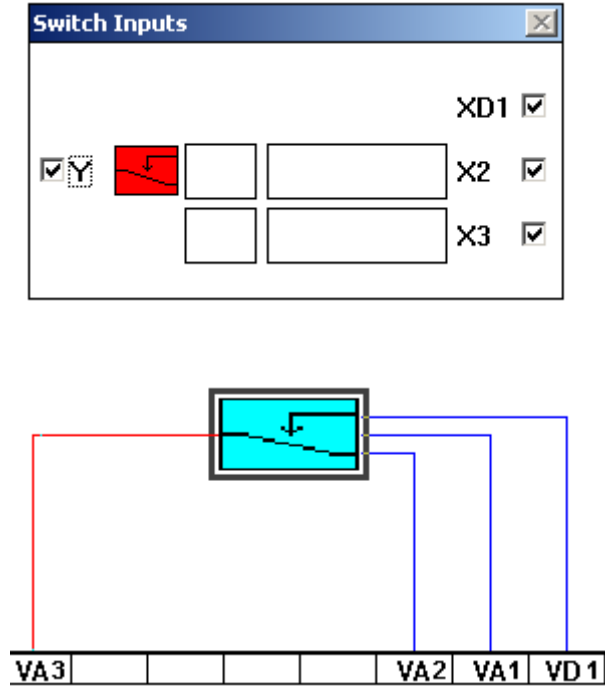
Şematik gösterimde ayrıca kontrol edilen ekipmanlarda gösterilebilir; pompalar, fanlar, filtreler, sıcaklık ve basınç sensörleri, serpantinler için kullanılan ikonlar ile oluşturulmuş klişesanalri şematik gösterimi Şekil 2.13'teki gibidir.



Şekil 2.13 Kİİ'nin Santrali C.A.R.E. şematik gösterimi

2.5.2 Kontrol Stratejisi (Control Strategy)

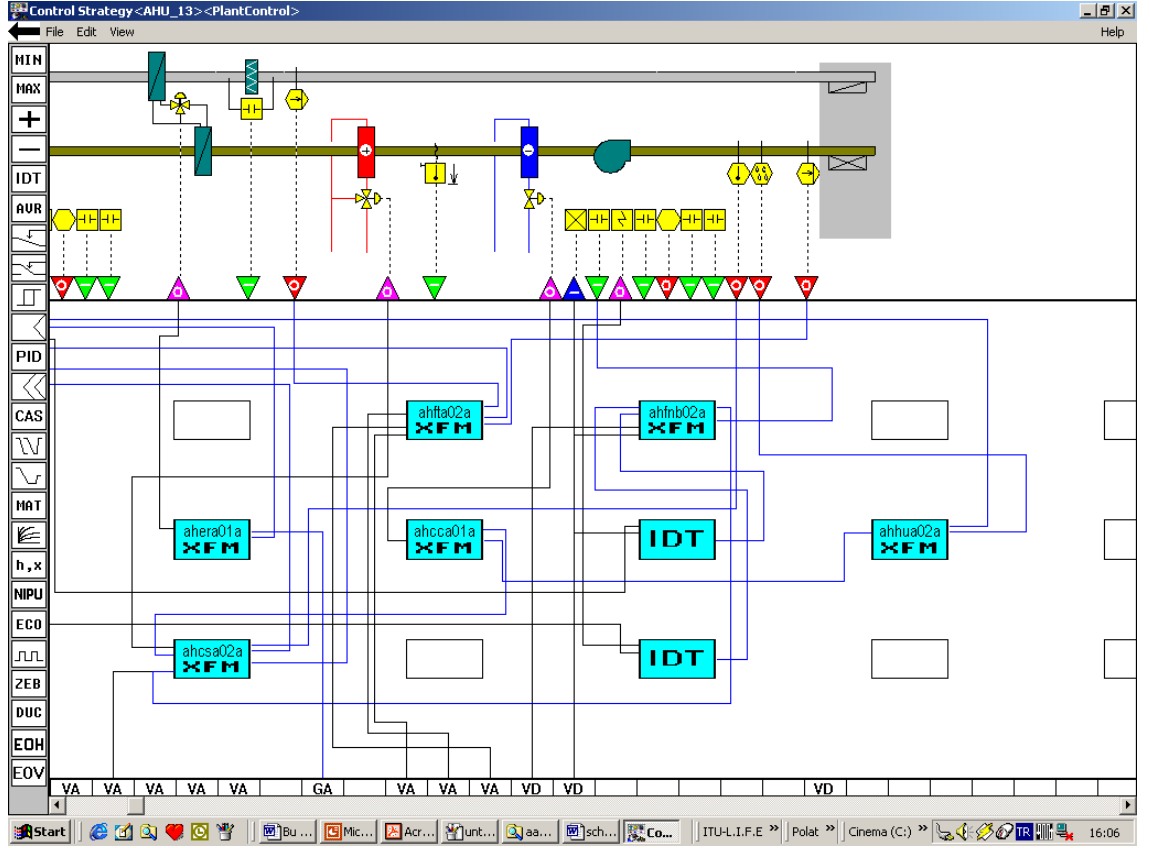
Bu adımda uygulanacak kontrol stratejisi belirlenir. Kontrol ikonları yardımıyla öncelikler, kontrol algoritmaları ve birbirine bağlı koşullar tanımlanır. Her kontrol ikonunun girişleri ve bu girişlere kontrol ikonunun uyguladığı fonksiyon sonucu üretilen çıkışları vardır. Örneğin, aşağıdaki girişleri koşula göre değiştiren ‘switch inputs’ kontrol ikonu, VA3 çıkışına zaman program (VD1) aktifken VA1 girişini, zaman program aktif değilken VA2 girişini gönderir.



Şekil 2.14 ‘Switch Inputs’ kontrol ikonu

Kontrol ikonları dışında spesifik kontrol senaryoları için geliştirilen XF M (Excel Functional Modules) modülleri kullanılır. Örneğin, ısıtma vanası kontrolü için, serpantin dönüş suyu sıcaklığı yada üfleme havası sıcaklığına göre kontrol sağlayan, donma termistatı girişi olan, ikili serpantinler için sıralı kontrol yapan, PID parametreleri değiştirilebilen, dış hava sıcaklığının belli değerleri arasında

ısıtma vanasının kapalı konumda tutan ısıtma vanasını, ihtiyaca göre parametreleri değiştirilebilen rampa fonksiyonuna göre kontrol eden AHCCA XF Mi geliştirilmiştir. Bu XF Mler RACL (Recursive Algorithm Control Language) programlama diliyle geliştirilir.



Şekil 2.15 Değişik XF Mlerin kullanıldığı kontrol stratejisi

2.5.3 Lojik Tablolar (Switching Logic)

Kontrol stratejilerle belirlenen çıkışlar ilgili fiziksel noktalara belli koşullara bağlı olarak bağlanır. ‘‘V ’’ ve ‘‘Yada’’ lojik kapılar yardımıyla çıkış koşulları belirlenir. Örneğin, klima santrali üfleme fanının, fan arıza bilgisinin gelmesi durumunda durması ve taze hava damperi a ılma ıdan çalışmaya ba lama ı ve yangın durumunda durması ve zaman program aktifken çalışması ve donma tehlikesi sinyali geldiğinde durması için aşağıdaki lojik tablo (switching logic) du turulur.

AHU_04___SFO01		1
AHU_04___SFF		0
AHU_04___FADST		1
AHU_04___TPRG		1
AHU_04___FT		0

Şekil 2.16 Lojik tablolar

AHU_04___SFO01 :  fleme fanı  alı /Dur komutu
 AHU_04___SFF:  fleme fanı arıza bilgisi
 AHU_04___FADST: Taze hava damperi açık bilgisi
 AHU_04___TPRG Zaman programı
 AHU_04___FT: Donma termistatı durumu bilgisi

Lojik tablolarda koşulların belirlendiği sütunlara yada bu koşullar gerçekleştikten sonra etkin olacak çıkışa çalışma yada durma gecikmesi verilebilir.

AHU_04___SFO01	Te=15s	1	
AHU_04___RUN		1	-
AHU_04___ST2S		0	-
AHU_04___PDO		-	1
AHU_04___FT		0	0
		Ta=5s	

 ıkı  gecikmesi 15 sn

Sütun gecikmesi 5 sn

Şekil 2.17 Lojik tablolarda gecikme tanımlanması

2.6 Klima Santrali Kontrol Senaryosu

2.6.1 Klima Santralinin Çalıştırılması:

Klima Santrali zaman programına göre çalıştırılır. Zaman programı tarih ve saati merkez bilgisayardan girilir. İlk çalışma sırasında taze hava ve egzost havası damperleri %0 konumda (kapalı), karışım damperi de %100 (açık) konumdadır.

Sistem OPTIMUM START parametrelerine göre koşullar uygunsa, zaman programından kontrol programının hesaplayacağı bir süre kadar önce devreye girer.

2.6.2 Optimum Start Parametreleri

Sistem 3 günlük süreler zarfında dış hava sıcaklığının ortalamasını alır ve her zaman programı komutundan önce mahal sıcaklığı değeri ve dış hava sıcaklığına göre optimum start süresini kendi belirler. Optimum start, 3 gün süresince ortalaması alınan dış hava sıcaklığı 18°C den ve ortalama mahal sıcaklığı mahal set değerinden düşükse ısıtma yönünde, dış hava sıcaklığı 18°C den ve ortalama mahal sıcaklığı mahal set değerinden yüksekse soğutma yönünde başlar ve mahal sıcaklığı, mahale atfedilen set değerinin $\pm 2^{\circ}\text{C}$ civarına getirilene kadar devam eder. Optimum start süresince karışım damperi 100 % taze hava ve egzost damperi 0 % konumunda kalır.

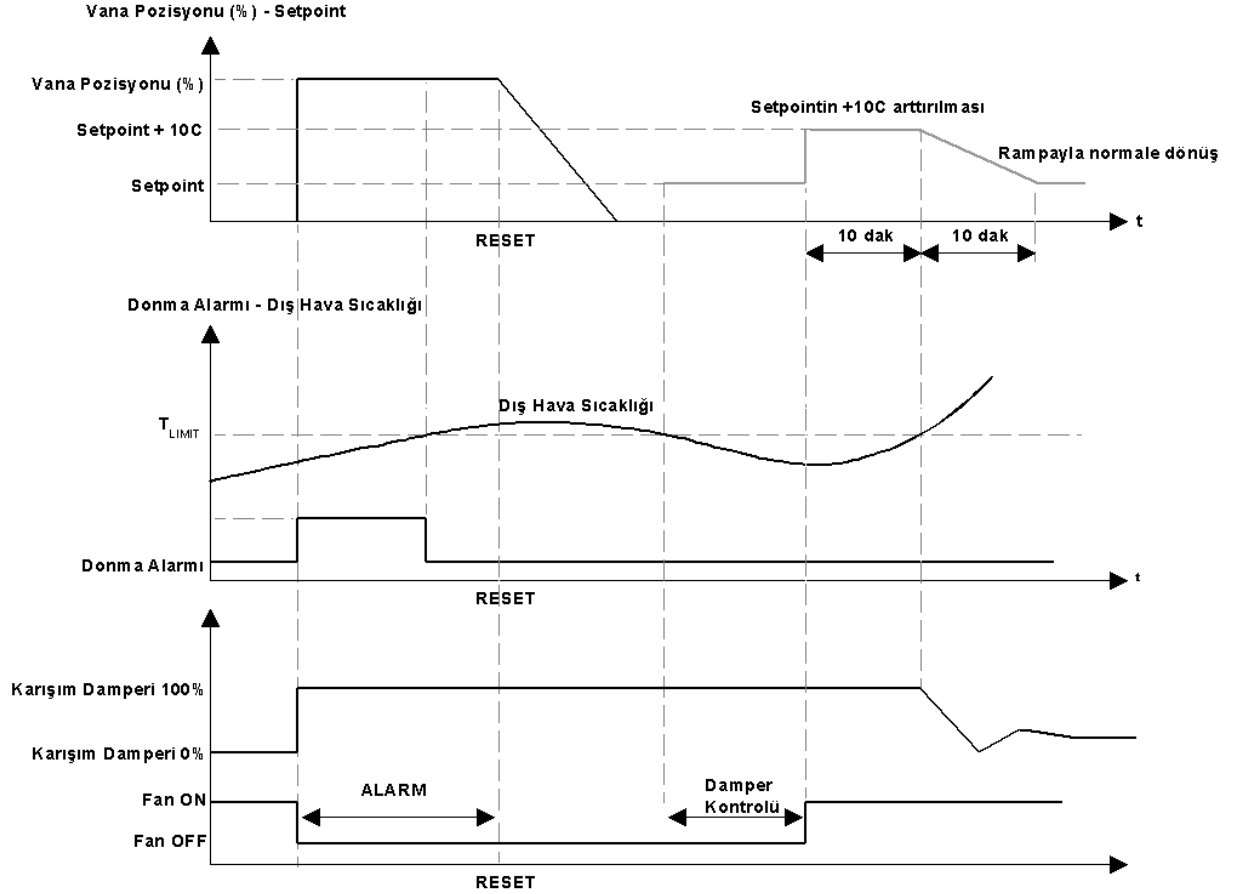
2.6.3 Donma Koruması

Donma termostatından gelecek bir donma bilgisi sonucunda klima santralî fanları durdurulur, egzost ve taze hava damperleri kapatılır ve ısıtma vanası 100 % açılır. Bu durum donma termostatından gelen donma bilgisi süresince devam eder.

Donma koruması ayrıca dış hava sıcaklığı izlenerek de devreye girer. Klima santralînin devreye girmesi sırasında taze hava sıcaklığının 6°C nin altında olması durumunda; klima santralî, karışım damperinin 100 % egzost ve taze hava damperlerinin 0 % konumu aldığı 10 dakikalık bypass'a zorlanarak donma tehlikesinin önlenmesi sağlanır. 10 dakika süren bypass modundan normal çalışmaya geçildiğinde sisteme soğuk taze hava alınmasıyla beraber tekrar donmaların oluşmaması için üfleme

sıcaklığı set değeri 10° C arttırılır. Bu artış daki kada 1° C olacak bir rampa fonksiyonu ile normal değere düşürülür.

Donma termostatından donma alarmı gelen santral, donma alarmı resetlenmeden normal çalışma periyoduna döner.



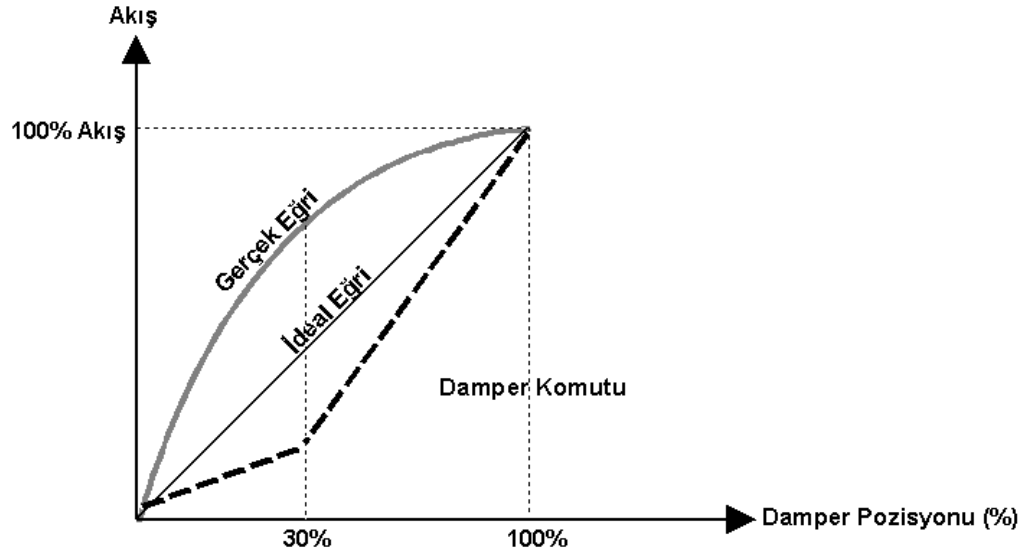
Şekil 2.18 Donma Koruması

2.6.4 Damper Çalışma Kontrolü

Klima santralının her devreye girişinde sistem damperleri damper motoru açma süresi boyunca 100% açık konuma zorlayarak test eder. Eğer herhangi bir damper limit switchinden AÇIK bilgisi alınmazsa klima santrali ALARM verir ve devreye girmez. Damper alarmı operatör tarafından RESET tuşuyla resetlenene kadar klima santrali alarm konumunda kalır. Kısaca damper test süresi boyunca damper limit switchlerinden

AÇIK bilgisi geldiğinde klima santralı kontrol programı ÇALIŞ komutu vermez ve sistem merkez bilgisayar üzerinden ‘‘ancak’’ analog (damper konumu vb.) ve dijital (fan anahtarlama vb.) noktalara manual olarak değer verilirse (yazılım haricinde) çalıştırılabilir.

Normal çalışmada damperlerin 0 % konumundan harekete başlanması durumunda damper-akış eğrisinin kontr-exponansiyel olması sebebiyle uygun akış değerlerinin yakalanamaması ihtimalini gidermek için damperlere komut 0 % - 30 % arasında yavaşlatılarak verilecektir.



Şekil 2.19 Damper Rampa Fonksiyonu

2.6.5 Sıcaklık ve Entalpi Kontrolü

Sıcaklık kontrolü üfleme havası sıcaklığına göre yapılır. Üfleme sıcaklığı set değeri dış hava sıcaklığına göre kompanze edilir. Dış hava kompanzasyonu için baz alınan dış hava sıcaklığı ise yüksek zaman sabitli ($\tau = 30$ dak.) 1. dereceden bir filtreden geçirilerek klima santralı kontrolünün, dış hava sıcaklığının ani değişimlerinden etkilenmesi engellenecektir.

Klima santralı kontrol programı hesaplanmış sabit üfleme havası set değerini yakalamak üzere çalışır. Üfleme sıcaklığı için verilecek damper ve vana konum komutları entalpi kontrolüne ve belli bir sıralanmaya dayanır.

Sistem sürekli olarak taze hava ve dönüş kanallarına monte edilen sıcaklık ve nem sensörleri ile dış hava ile dönüş havası sıcaklık ve bağıl nemlerini kontrol ederek taze hava ve dönüş havası entalpi ve mutlak nemlerini hesaplar. Enerji ekonomisi yönetimiyle, sistem ihtiyacı soğutma yönünde ve dış hava entalpi'si dönüş havası entalpi'sinden küçükse sistem soğutma serpantini yükünü hafifletmek üzere taze hava ile çalışır. Eğer sistem ihtiyacı ısıtma yönünde ise sistem sıcaklığı yüksek olan kanalın damperini açık konuma yönlendirecek şekilde komut verir.

Üfleme havası sıcaklığı damper hareketleri ile sağlanamaz ise ısıtma veya soğutma ihtiyacının devamlılığı yönünde ısıtma veya soğutma vanası devreye girer. Üfleme sıcaklığının set değerinin altına düşmesi durumunda damperler sıcaklığı yüksek kanalın damper konumu 100% olacak şekilde konumalır. Set değerinin yakalanması durumunda ısıtma vanası açmaya başlar.

Üfleme sıcaklığının set değerinin üstüne çıkması durumunda damperler, entalpi si düşük kanalın damper konumu 100% olacak şekilde konum alır. Set point in yakalanması durumunda soğutma vanası açmaya başlar. Entalpi kontrolü vasıtasıyla gızi ısıya harcanan enerji mini mu indirilir ve enerji ekonomisi sağlanır.

Sistemin ani soğutma ihtiyacı göstermesi olasılığına karşılık soğutma grubuna ani soğutma yükü yüklenmek için soğutma vanası konumu belli bir hızla belirlenecektir. Buna göre soğutma vanasının 100% açılığa ulaşması 20 dak. sürecektir. (Vana poz. komutu 5%/ dak.)

Yukarıda belirlenen dış hava kompanzasyonu vasıtası ile vana hareketlerinin dış hava sıcaklığına göre li mitlenmesi olanaklı hale gelmektedir. Buna göre:

- Isıtma vanası, dış hava sıcaklığı /20° C ise, açmayacaktır.
- Soğutma vanası, dış hava sıcaklığı $\leq 14^{\circ}$ C ise, açmayacaktır.

Bu sıcaklık değerleri arasında da sıcaklık kontrolü yine önce damper hareketleri ile sağlanmaya çalışılacaktır.

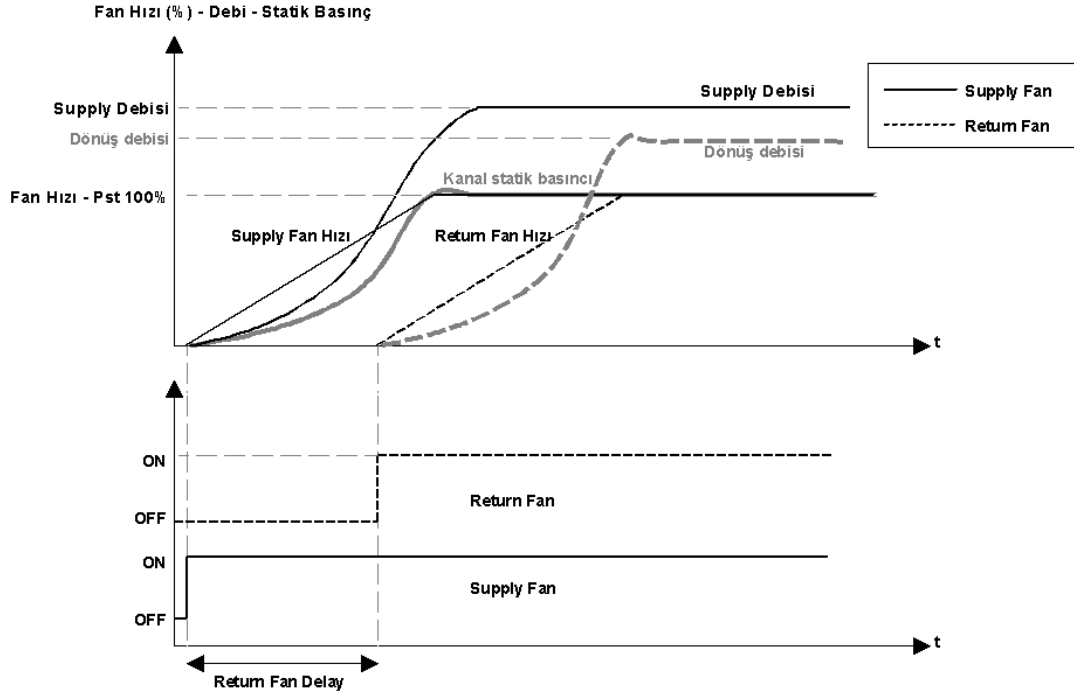
Normal çalışma sırasında tüm damper hareketleri taze hava damperinin minimum taze hava debisini sağlamak için alacağı konumlarla kısıtlanacaktır. Sıcaklık kontrolünden gelen taze hava damperi konum bilgisi hesaplanan minimum taze hava damperi konum bilgisinden düşük ise taze hava damperi minimum taze hava debisini sağlayacak konumda kalır. Dış hava entalpisinin veya sıcaklığının uygunluğu durumunda ise taze hava damperi 100% konuma yönlendirilir ve içeri maksimum taze hava verilir.

Minimum taze hava debisi kontrolü optimum start, night cycle ve night purge çalışma modlarında uygulanmaz.

2.6.6 Üfleme ve Dönüş Fanları Kontrolü

Üfleme fan hız kontrolü üfleme kanalındaki statik basınç kanala monte edilmiş olan statik basınç sensörü vasıtasıyla takip eder. Verilen üfleme kanalı statik basınç setpointine göre frekans konvertörlerine referans frekansı verilir. Üfleme kanalındaki basınçın VAV damper konumlarına göre değişmesi sebebiyle statik basınç salınımından yakalayabilmek amacıyla fan hızı değişimleri 10%/dak olacak şekilde artırılır veya azaltılır. Statik basınç set değerinin salınımından yakalanabilmesi için sistem integral etkiyi 600 sn boyunca devre dışı bırakır.

Dönüş fanı hız kontrolü dönüş kanalı debisini takip eder. Dönüş kanalı debisi üfleme kanalının o anki debisinin belli bir bağıl farkı olacak şekilde soft ware tarafından hesaplanır. Bunun için üfleme kanalındaki dP sensöründen edinilen bilgiye göre hız ve debi bilgisi hesaplanır ve buna göre bir dönüş debisi belirlenir. Üfleme kanalındaki ani statik basınç değişimlerinin yaratacağı ani hız değişikliklerinden üfleme ve dönüş fanı hız kontrollerinin etkilenmesi için debiler 1. dereceden bir filtreden geçirildikten sonra soft ware tarafından işlenir. Ayrıca dönüş fanı debi set değeri değişimleri bir rampa fonksiyonundan (10%/dak) geçirilerek belirlenir. Tüm bu işlemler sonucunda oldukça düzgün bir fan hızı kontrolü sağlanır.



Şekil 2.20 Fan hızı kontrolü

2.6.7 Night Purge (Gece Havalandırması)

Sistem zaman programından verilmiş olan komutları sürekli olarak kontrol eder ve aşağıdaki şartlar sağlanmışsa ÇALIŞ komutundan 6 saat önce sistemin soğutma yükünü hafifletmek üzere entalpi kontrolü de uygulayarak gece havalandırması moduna girer.

- Mahal sıcaklığı $\leq 20^{\circ}\text{C}$ ise,
- Dış hava sıcaklığı $\leq 12^{\circ}\text{C}$ ise
- Dış hava entalpi $>$ dönüş entalpi ise
- Mahal sıcaklığı ve dış hava sıcaklığı arasındaki fark $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ise

gece havalandırması yapılır.

Gece havalandırması için taze hava damperi ve egzost damperi 100% konuma, karışım havası damperi 0% konumuna yönlendirilir. Fanlar 100% çalıştırılarak mahal

havası soğuk dış hava ile süpürülür. Gece havalandırması başladıktan sonra yukarıdaki sıcaklık şartlarındaki değişimler 2°C ye ulaşana kadar gece havalandırması devam eder.

Gece havalandırması modu zaman programından gelen ÇALIŞ komutu ile biter ve normal çalışma başlar.

2.6.8 Night Cycle (Gece Çalışması)

Klima santralının kontrol ettiği mahalın gece şartlarında konfor şartlarından çok yüksek farklarla uzaklaşmasını ve normal çalışma başlangıcında sistemin aşırı zorlanmasını engellemek için mahal sıcaklığı VAV wall modüllerinden alınan sıcaklık bilgileri vasıtasıyla gece boyunca kontrol edilir ve aşağıdaki şartlar oluşursa gece çalışması yapılır.

- Mahal sıcaklığı $> 28^{\circ}\text{C}$ veya
- Mahal sıcaklığı $< 13^{\circ}\text{C}$ ise

gece çalışması yapılır. Gece çalışması mahal şartlarında 2°C lik bir iyileşme sağlanana kadar devam eder.

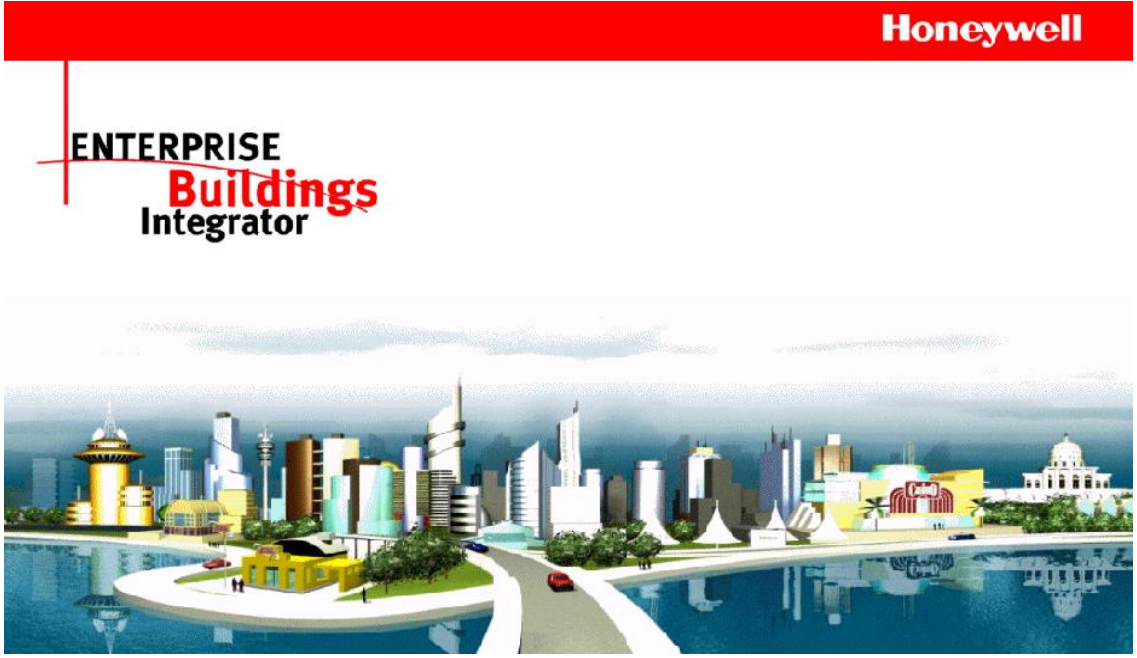
2.7 Merkez Bilgisayar

Kontrol edilen sistem merkez yazılımı tarafından sürekli izlenir ve set değerleri merkez yazılımı aracılığıyla verilebilir. Merkez Bilgisayarın donanım özellikleri şu şekildedir :

İşlemci:	Intel PentiumIII 500 Mhz
RAM	256 MB
Sabit Disk	8 GB
Monitör:	14' Low Resolution
Ekran Kartı:	16 MB

2.7.1 Merkez Yazılım

Merkez Yazılım ‘ ‘Honeywell Enterprise Buildings Integrator’ ’ (EBI)’ dir. Merkez bilgisayarı ndan sistemde üretilen alarmlar izlenir, sistemle ilgili raporlar alınır ve gerekli durumlarda sisteme müdahale edilebilir.



Şekil 2.21 Enterprise Buildings Integrator Ana sayfası

2.7.2 Merkez Yazılımın Programlanması

CARE programıyla tanımlanan her noktanın görüntülenebilmesi için merkez yazılımda da tanımlanması ve yaratılan noktaların birbirine atanması (mapping) gerekmektedir.

Merkez yazılımda gösterilecek noktalar ‘ ‘Quick Builder’ ’ yazılımında tanımlanır. Quick Builder’da sırasıyla Server, Station, Channel, Controller, Points tanımlamaları yapılır.

Server: Sistemdeki tüm noktaların yer aldığı database’e sahip olan bilgisayardır. Station programıyla aynı makineada kurulabilir.

Station: Operatörlerin sistemi izleyip müdahale edebilecekleri yazılımdır. Server programının yüklü olduğu makineye kurulabilir.

Channel: Aynı tipte kontrolörlerin yer aldığı haberleşme hattı. XL5000 kontrolör ailesi aynı ‘‘Channel’’ içinde yaratılabilir.

Controller: Kontrol programının koştugu kontrolörler. Aynı ‘‘Channel’’ da tanımlanan kontrolörler aynı haberleşme hızında haberleşecek şekilde konfigüre edilmiş olmalı ve aynı adreslere sahip olmalıdırlar.

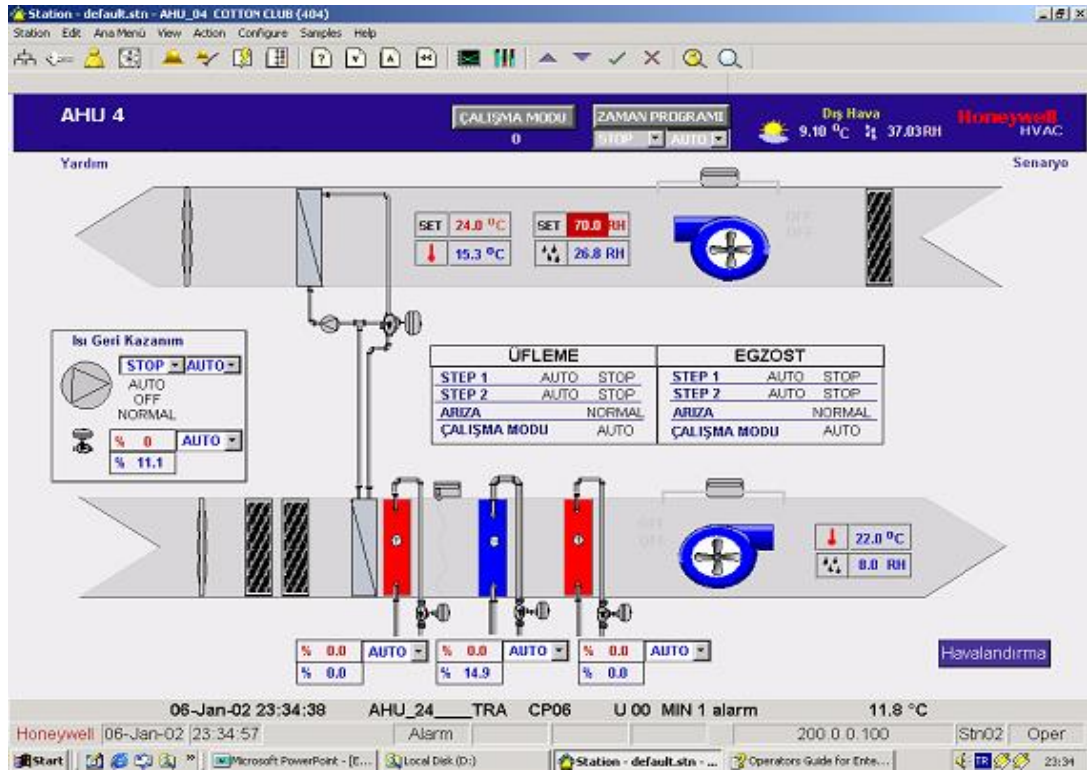
Points: Kontrolörde yüklü olan ve merkez bilgisayarda gösterilmek istenen kontrol, izleme yada alarm noktaları.

ItemName	ItemDescription	AreaCode	SourceAddressPV
AHU_04_AHO	MUTLAK NEM BASKIN CALISMA MO...	A1	CONEXC1 AHU_04_AHO value
AHU_04_CDTSPH	XFM UFLEME MAX. SET DEGERI	A1	CONEXC1 AHU_04_CDTSPH value
AHU_04_CDTSP	XFM UFLEME MIN. SET DEGERI	A1	CONEXC1 AHU_04_CDTSP value
AHU_04_CHTSP1	XFM ISITMA SET DEGERI	A1	CONEXC1 AHU_04_CHTSP1 value
AHU_04_CHTSP2	XFM ISITMA SET DEGERI	A1	CONEXC1 AHU_04_CHTSP2 value
AHU_04_CLGDMD	SOGUTMA IHTIYACI	A1	CONEXC1 AHU_04_CLGDMD value
AHU_04_CRMTSP	XFM MAHAL SET DEGERI	A1	CONEXC1 AHU_04_CRMTSP value
AHU_04_CV	SOGUTMA VANASI KOMUT NOKTASI	A1	CONEXC1 AHU_04_CV value
AHU_04_DATSP	UFLEME SICAKLIGI SET DEGERI	A1	CONEXC1 AHU_04_DATSP value
AHU_04_DMEAL	DURUM BILGISI	A1	CONEXC1 AHU_04_DMEAL value
AHU_04_EADST	EGZOST HAVASI DAMPERI DURUMU	A1	CONEXC1 AHU_04_EADST value
AHU_04_EO	ENTALPI BASKIN CALISMA MODU	A1	CONEXC1 AHU_04_EO value
AHU_04_FADST	TAZE HAVA DAMPERI DURUMU	A1	CONEXC1 AHU_04_FADST value
AHU_04_FDPS1	FILTRE DURUM BILGISI	A1	CONEXC1 AHU_04_FDPS1 value
AHU_04_FDPS2	FILTRE DURUM BILGISI	A1	CONEXC1 AHU_04_FDPS2 value
AHU_04_FDPSR	FILTRE DURUM BILGISI	A1	CONEXC1 AHU_04_FDPSR value
AHU_04_FMODE	CALISMA MODU	A1	CONEXC1 AHU_04_FMODE value
AHU_04_FSC	PROGRAM PARAMETRESI	A1	CONEXC1 AHU_04_FSC value
AHU_04_FT	DONMA ALARMI	A1	CONEXC1 AHU_04_FT value
AHU_04_HMODE	CALISMA MODU	A1	CONEXC1 AHU_04_HMODE value
AHU_04_HRA	DONUS HAVASI NEMI	A1	CONEXC1 AHU_04_HRA value

Şekil 2.22 Quick Builder yazılımı

2.7.3 Grafiklerin Oluşturulması

Sistemin grafik gösterimini için kullanılacak resimler ‘‘Display Builder’’ yazılımıyla hazırlanır. Merkez yazılımda (Station) gösterilecek noktalar bu yazılımda birer alfanumerik ikona atanır ve nokta bilgileri grafiklerle desteklenir.



Şekil 2.23 Merkez yazılım grafik gösterim

3 KONTROL AĞLARI TEKNOLOJİSİ:

Her hangi bir sistemin haberleşme alt yapısını incelediğimizde iki temel bileşen karşımıza çıkar: Bilgisayar ve kontrol haberleşmesi. Uygulanan sisteme göre biri yada diğeri daha fazla önem kazanabilir ama her durumda her ikisi de sistemde az yada çok ana önemi bir rol oynar. Bu durum hastaneler, fabrikalar, binalar, uçaklar, gemiler, hastaneler, trenler ve evler gibi birçok uygulamaları için geçerlidir. Yol da giderken karşılaştığımız otomatik bilet kesme makineleri, trafik ışıkları, benzin istasyonları, hepsi bilgisayar sistemlerinin yanında kontrol sistemlerine de bağlıdır. Güç üretimsantrallerinde elektrik enerjisinin evimize kadar ulaşan döngüsünde, bilgisayar sistemleriyle birlikte çalışan kontrol sistemleri mevcuttur. Hastanelerde, hastaların durumu, monitörler, diagnostik araçları ve terapici hazırlarıyla kontrol edilip, bilgisayarlar ağı ile sürekli kayıt altında tutulur. Bir uyduda yada uzay aracında kontrol sistemleri, aracın hareketlerini kontrol eder, farklı türde dataları toplar ve bilgisayarlar bu datayı işleyerek kayıt ederler. Farklı sistemlerin birbirleriyle haberleşerek ortaya çıkaracakları entegrasyonun sağlayacağı kazanımları daha iyi açıklamak için şu örnek verilebilir:

HVAC sistemlerinin bina otomasyon sistemiyle kontrol edildiği bir iş merkezi düşünelim Aynı binada bir kartlı geçiş sistemi kurulu olsun. Kartlı geçiş sistemi, Bina Otomasyon sistemiyle haberleşebildiğinde, binaya giriş yapan personelin çalıştığı katlarda ve giriş yapan personel sayısına göre doğacak ihtiyağa havalandırma sistemleri devreye alınarak az miktarda enerji tasarrufu ve optimum konfor şartları sağlanır. Kontrol ekipmanlarının ortak bir dil kullanması, farklı üreticilerin ürünlerinin aynı sistemde kullanılmasına olanak sağlayacağından büyük verim artışı sağlar. Çünkü, aynı dili konuşan sistemlerde bilgiler, ortak bir formatta transfer edilir ve haberleşme protokolünün platformu olan kablounun ulaştığı en uç noktaya kadar aynı ağ içinde, her bir ekipman (node) tarafından kullanılabilir.

Bilgisayar teknolojilerinde günden büyük bölümünü meşgul eden ağ kavramı ortak-kontrolle birlikte kontrol sistemleri teknolojisi de her geçen gün daha çok bahsedilir bir kavram olarak karşımıza çıkıyor. Kontrol sistemini bir bütün olarak düşünüp, bu büyük ağı içinde bilgilerin sınırlı sistemi içindeki nod'lar arasında doluştuğu mükemmellikte

transfer edildiği sistemler kurmak şüphesiz konvansiyonel sistemler ile bugünün sistemleri arasında belirgin bir fark oluşturmaktadır.

Bilgisayarlar çoğu zaman daha fazla göz önünde olsa da, kontrol sistemleri daha yaygın bir yapıya sahiptir. Dünyada kişi başına düşen sensör ve aktüatör sayısı kişisel bilgisayar sayısından fazladır. Endüstriyel tesisler ve büyük binalarda I/O sayıları yüzbinlere ulaşmaktadır. Her nod'da 2-3 I/O olduğunu düşünürsek, her kontrol ağında sayısı yüzlerden binlere kadar değişen network nod'u olduğunu görürüz.

Bilgisayar dünyası uzun süredir gelişmiş client/server ağ yapısına ve birçok yerel yada global ağ standardına sahip. Şüphesiz bu standartlar gelişecek ama bilgisayar ağlarını sürekli yönetilebilir kılmak için bu standartların sayısı hep küçük kalacaktır.

Kontrol ağları dünyası, kişi başına düşen sensör ve aktüatör sayısı daha fazla olsa da, bilgisayar ağları dünyasının oldukça gerisinde kalmıştır. Kontrol sektörü, yeni bir network yapısı geliştirirken bilgisayar endüstrisi ne göre neredeyse onyıllar kadar geridedir ama kontrol endüstrisinin izlediği yol da ortak-bağlanabilirlik ve dağıtık sistemlere doğru ilerlemektedir.

Kontrol ağlarının gerekliliklerini düşündüğümüzde ortak noktalar bulunduğunu görmekteyiz. Küçük standart organizasyonları ve endüstri grupları bu konuda kafaya başlamışlardır ve birbirlerinin farkına vardıklarında pek çok ortak eğilim ve ihtiyaçlarının olduğunu farkına vardılar. Kişisel bilgisayarlar da benzer bir gelişme süreci geçirmişlerdir. Keline işleyiciler, pos makineleri, bankacılıkta kullanılan bilgisayarlar ve bazı özel amaçlar için kullanılan bilgisayarların aslında aynı fonksiyonel özelliklere sahip olduğu görüldü. Kontrol ağları teknolojisinde de, mesaj büyüklüğü, adresleme, güvenilirlik, çoklu-ortamlara duyulan ihtiyaç gibi birçok ortak özellik olduğu kolayca ortaya çıkar. Şüphesiz, konektör ve kablo tipleri, İnsan-makine arabirimleri (MM) gibi bazı konularda farklı ihtiyaçlar ortaya çıkacaktır ama bunlar aynı tema altında sunulabilecek farklı seçenekler olarak görülmeli ve ortak çözümler içinde yer almalıdır.

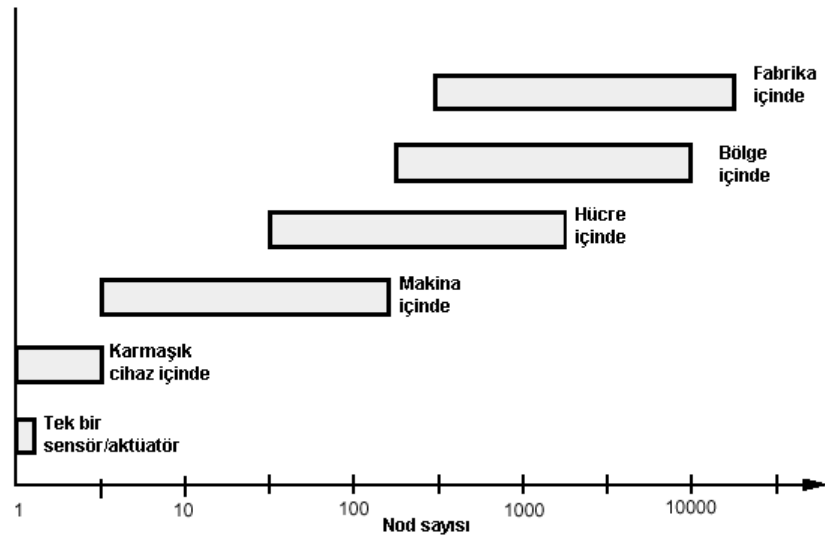
Farklı endüstrilerdeki kontrol ağları ihtiyacını daha iyi anlamak için öncelikle bir kontrol sisteminde beklenen özellikleri belirlemek gerekir. Bunlar;

- Sistem büyüklüğü ve haberleşme yeteneği
- Sistemin güvenilirliği
- Sistem esnekliği
- Sistem performansı
- Sistem entegrasyonu
- Sistem kurulum, bakım ve tanı kolaylığı
- Sistem maliyeti ve geri dönüşüm oranı

olarak özetlenebilir.

3.1 Sistem büyüklüğü ve haberleşme yeteneği

Tipik bir kontrol sisteminin büyüklüğü ve ayrıldığı alt-sistemler, network'teki nod adres alanını belirler. Network'te ayrı ayrı adreslenebilen nod sayısı büyük sistemlerde bir limit olarak karşımıza çıkabilir ve network'ü alt-sistemlere ayırmak, nod'ların birbirleriyle direkt haberleşmesini engelleyeceğinden tercih edilir. Artık endüstriyel bir tesiste, tesis-bütününde kontrol (plant wide control) yada entegre bin otomasyonu (total building automation) sistemleri kıyaslanırsa ve sistem verimini belirlemede en önemli etkenlerden biri konumuna gelmiştir.



Şekil 3.1 Fabrika otomasyonunda, alt-sistemler ve bütün bir sistemde kontrol ağında ihtiyaç duyulan nod adresi sayısı

Çi hazlar arasındaki kablağı kolaylaştırmak için sensörler arası haberleşme hattı (bus) kullanılabilir. Bu sensörler, makinalara ve çoğunlukla diğer sensörlere bağıdırlar ve farklı alt-sistemlerdeki sensörler bir proxy yada gateway yerine direk olarak diğer sensörlerle haberleşme ihtiyacı gösterirler. Bir materyal kontrol konveyör sisteminde her motor kendi alt-sisteminden Çalış/Dur komutlarını alabilir. Fakat malzeme yığılmasını ve hız hatalarını önlemek için her konveyör sensöründen hız bilgisi alınıp hatalar sürekli tüm sistem bazında değerlendirilebilir ve maksimum veri melde edilir.

Genel kural olarak bir enstrüman yada makinede 10-100 adreslenebilir nod, alt-sistemlerde 32000 nod ve bir sistemde 10-100 alt-sistem bulunur.

Hiyerarşik düzene sahip sistemlerde daha az sayıda nod adres kapasitesine sahip network'ler kullanılabilir fakat küçük parçalardan oluşan sistemlerin daha kararlı olması sadece geleneksel bir düşünce tarzının ürünüdür. Daha iyi bir yaklaşım tüm sisteme ayrı nod adresi verebilecek kapasiteye sahip ve mantıksal ayrımyapabilen ağ yapısıdır.

Ağ yapılarını daha iyi anlamak için ISO(International Organization for Standardization) kuruluşunun değişik marka ve özellikteki bilgisayarların birbirleriyle haberleşmesi için geliştirdiği Temel Referans Modeli'ni (BRM Basic Reference Model) inceleyelim

3.1.1 OSI Referans Modeli

Bu model, haberleşme sisteminin karışıklığını minimize etmek için ağ haberleşmesini katmanlara ayırma yaklaşımını öne sürer. Modelin geliştirilmesi için ISO'nun takip ettiği prensipler şöyledir;

1. Katmanlar arasında sınırlar yaratmak ve bu sınırlar arasındaki etkileşimleri minimize etmek
2. Birbirinden tamamen farklı fonksiyonları gerçekleştiren katmanlar yaratmak ve benzer fonksiyonları aynı katmanda toplayabilmek
3. Sınırların nereye konulacağını belirlemek için geçmiş deneyimleri kullanmak

4. Kat manları modüler yaratmak ve böylece bir kat manı yeniden düzenlemek gerektiğinde bir alt yada bir üst kat manı direkt olarak etkilemesini önlemek
5. Sınırları arabirimi standardize edebilecek bölümlere yerleştirmek

OSI modeli, gerçek bir sistemden farklılıklar gösterebilir. Model yönetilebilir kat manlardan oluşan bir haberleşme sisteminin, nasıl olması gerektiğini vurgular. Gerçek sistemde modelde tanımlanan bazı kat manlar ortak kullanılabilir yada hiç kullanılmaz fakat model tasarımıya nasıl bir yol izlenmesi gerektiği konusunda fikir verir. Modelin burada açıklanmasının nedeni de daha sonra detaylı incelenecek farklı ağ yapılarının daha iyi açıklanmasında ve terminolojinin oturmasında sağlayacağı faydalardır.

Modelin üzerinde durduğu kat manlar şunlardır;

1. Fiziksel Kat man (Physical Layer)
2. Data-bağlantısı Kat manı (Data link Layer)
3. Ağ Kat manı (Network Layer)
4. Transfer Kat manı (Transport Layer)
5. Seans Kat manı (Session Layer)
6. Gösterim Kat manı (Presentation Layer)
7. Aplikasyon Kat manı (Application Layer)

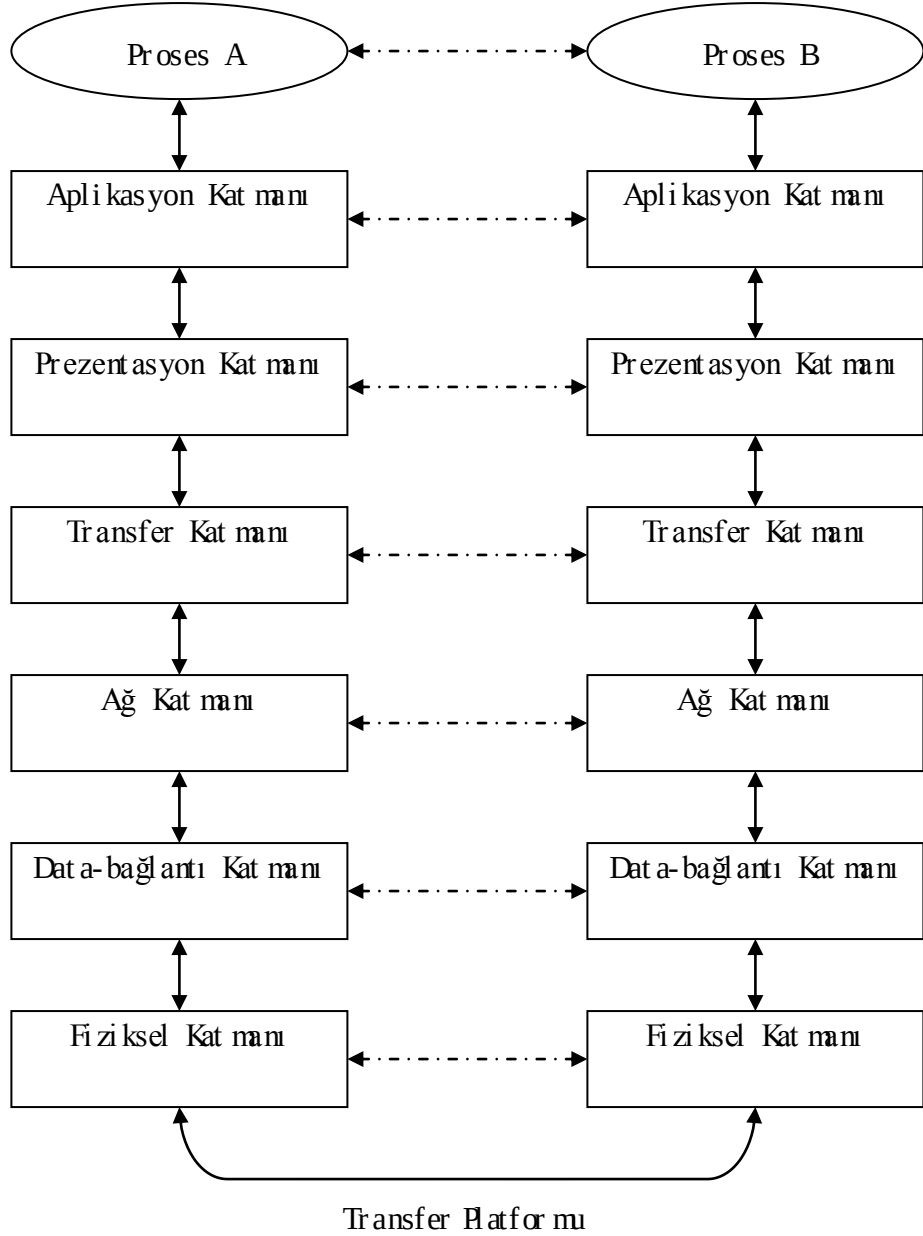
3.1.1.1 Fiziksel Kat man

Modelin hiyerarşik düzeninde en altta bulunan kat mandır. Bu kat manın görevi, data paketlerinin fiziksel ağ platformu üzerinde transferini gerçekleştirmektir. Bit'ler data-bağlantısı kat manından aşağı fiziksel kat manına geçip, bir sistemden bir başkasına transfer edilirler. Fiziksel kat man ayrıca sürekli ağı dinleme modunda bulunup, kendisine herhangi bir data ulaştığında bunu hemen data-bağlantısı kat manına iletir. Fiziksel kat manın görevlerini şöyle sıralayabiliriz;

1. Fiziksel bağlantıları aktif / pasif etmek
2. Fiziksel bağlantılar üzerinden bitlerin transferini sağlamak

3. Aynı hat üzerinde iki ve daha fazla fiziksel bağlantıyı desteklemek
4. Hata kontrolü ve hat aktivasyonu gibi fiziksel ağ yönetimi işlerini yapmak

Kullanılacak sinyal tipi, standartta tariflenmiştir ve elektriksel, optik yada radyo sinyali olabilir. Kullanılan sinyal tipi, sinyalin üzerinde yol alacağı platforma bağlı olduğundan değişik tipte platformlar da kullanılabilir fakat iki yada daha fazla sistemin haberleşebilmesi için sinyal oranı ve transfer platformu konusunda fiziksel katmanda bir uyum sağlanmalıdır.



Şekil 3.2 OSI reference model katmanları

Fiziksel katman tarafından data-bağlantısı katmanına iletilen bilgiler şu şekildedir;

Fiziksel Bağlantılar: Bitlerin fiziksel ağ platformu üzerinden transparan transferi.

Fiziksel servis data birimleri : Fiziksel katman tarafından düzenlenen data birimi

Fiziksel bağlantının sonlandığı noktalar: Data bağlantılarının kimlik olarak kullandığı fiziksel bağlantı son noktalarını belirlemek

Data devresi belirleyicisi: İki data-bağlantısı arasındaki fiziksel bağlantıları belirleyen aynı ağ içinde ‘eşsiz’ kimlik

Sıralama Bilgisi: Bitlerin gönderildiği sıralamada transfer edilmesi.

Hata durumu uyarısı: Ortaya çıkan fiziksel hataların bildirilmesi

Servis parametrelerinin kalitesi: Fiziksel katmanda mümkün olan servislerin parametreleri; Hata oranı, servise hazır olma durumu, transfer hızı ve transfer gecikmesi gibi.

3.1.1.2 Data - Bağlantısı Katmanı

Data-bağlantısı katmanı bir fiziksel nod’dan diğerine hatalardan arındırılmış ham transfer yapabilmek için tasarlanmıştır. Data-bağlantısı katmanının fonksiyonları şu şekildedir;

1. Gerekirse birden çok fiziksel bağlantı üzerinden, data bağlantıları kurmak
2. Data birimlerini (frames) transfer etmek
3. Data bağlantısında birimlerin (frame) doğru sıralamayla transferini sağlamak
4. Transfer, format yada operasyonel hatalarını bulup, düzeltmek
5. Birim(frame) alımını dinamik olarak kontrol etmek

Data-bağlantı katmanı, ağ katmanına birimler (frames) gönderir. Bu birimler bit’lere dönüştürülerek fiziksel katmana gönderilir. Fiziksel katman sadece bit’lerle ilgilendiğinden, data-bağlantı katmanı birimlerin (frame) sınırlarını belirlemek ve karşı taraftaki data-bağlantı katmanının değerlendirebileceği özel bit formatları geliştirmek görevini üstlenir.

Bu katmandaki haberleşme bağlantısız yada bağlantılı moda gerçekleşebilir. İstasyonlar arasındaki haberleşme, kurulum bakım ve birimlerin transferine kadar her yönden kontrol edilir. Sağlanan bu arabirim ağ katmanının nod'lar arasındaki fiziksel bağlantılarla uğraşmasına engel olur. Data-bağlantı katmanında ortaya çıkan bir diğer husus, yavaş data transferi yapan bir alıcıyla hızlı data gönderimi yapan bir sunucu arasındaki bağlantının korunmasını sağlamaktır. Bunu sağlamak için akış-kontrol mekanizmaları bu katmanda geliştirilmiştir.

Data-bağlantı katmanının ağ katmanına sağladıkları şu şekildedir;

Dalink adresleri: Bu katmanda haberleşme bağlantıları arasında eşsiz adresler oluşturmak

Dalink bağlantıları: Ağ içinde dinamik bağlantı kurulumu ve data transferi sağlayacak mekanizma geliştirmek

Dalink-servis-data birimleri: Data alışveriş birimleri (frame) oluşturmak

Data-bağlantısının sonlandığı noktalar: Ağ katmanının data-bağlantılarının son noktalarını belirleyebilmesi için bitiş noktaları

Hata bildirimi: Düzeltilemez bir hatayla karşıldığında ağ katmanı haberdar edilir

Servis parametrelerinin kalitesi: Data-bağlantı katmanında sağlanan fonksiyonların kalitesi; hatalar arasında geçen süre, kalıcı hata oranı, gecikme gibi

Reset: Data-bağlantı girişinin bilinen bir mod'a zorlanması

3.1.1.4 Ağ Katmanı

Ağ katmanının görevi, transfer katmanında şeffaf ve düzgün bilgi transferi sağlamaktır. Bunu yapmak için ağ katmanı, alt-ağların fiziksel ve data-bağlantı katmanlarındaki farklılıkları gizleyip, iyi tanımlanmış ve istikrarlı bir ağ hizmeti sağlamalıdır.

Transfer katmanından alınan mesajlar, ağ data birimleri olan paketlere bölünürler. Paketler buradan data-bağlantı katmanına, oradan da fiziksel katmana ve fiziksel ağa iletilirler. Sımetrik olarak, data hedefine ulaştığında da önce fiziksel ve data-bağlantı

katmanlarına ve oradan da ağ katmanı fonksiyonları gerçekleştirildikten sonra transfer katmanına iletilir.

Ağ katmanındaki önemli hususlar; ağ adreslemesi, paket yönlendirimi, paketlerin parçalanması ve yeniden toplanmasıdır. Paketlerin farklı tipte ağlar arasında transferinde problemler çıkabilir. İlk ağdaki paket, hedef ağa göre çok büyük yada farklı bir formatta olabilir. Bu problemleri çözmek ve farklı tipte ağların birbirine bağlanmasını sağlamak ağ katmanının görevidir. Ağ katmanının önemli fonksiyonları şu şekilde sıralanabilir:

1. Gönderici den gelen paket için hedef istasyona kadar olan yolu belirlemek
2. İki transfer katmanı ağ birimini bağlamak
3. Çoklu ağ katmanı bağlantılarını kullanarak data bağlantılarını optimize etmek
4. Paketlerin transferini sağlamak için parçalayıp yeniden oluşturulmalarını sağlamak
5. Hataların ortaya çıkarılması ve düzeltilmesi
6. Transfer katmanının talebi olduğunda doğru sırada data paketlerini göndermek
7. Değişik kalitede alt-ağlarla karşılaşılrsa da ağın en uç noktasına kadar aynı seviyede ağ hizmeti sağlamak

Ağ katmanı transfer katmanına aşağıdakileri sağlar:

Net work Adresi: Transport katmanındaki haberleşme için eşsiz adres

Net work bağlantıları: Transfer katmanındaki haberleşme için gerekli araçlar ve bu noktadan noktaya bağlantıları yönetmek için gerekli araçlar

Net work bağlantısının sonlandırıldığı noktalar: Transport katmanındaki haberleşmelerin fiziksel son noktalarını belirlemek

Net work servis data birim transferi: Net work katmanı tarafından yönetilen data birimini Transfer katmanındaki bağlantıya transfer edilir

Servis parametrelerinin kalitesi: Kalıcı hata oranı, güvenilirlik, transfer gecikmesi, bağlantı kurulumu gecikmesi gibi servisleri belirleyen parametreler

Hata bildirimi: Hatalar transfer katmanına bildirilir

Hızlandırılmış net work servis data birimi transferi: Net work bağlantısı üzerinden daha hızlı bilgi alış-verişi sağlayan araç

Reset: Transfer edilmede olan tüm dataların iptal edilmesi ve bu durumun bağlantının diğer ucuna bildirilmesi

Ortaya çıkarma: Transfer katmanından bir talep olduğunda net work katmanı bağlantısı başlatmak

3.1.1.5 Transfer Katmanı

Transfer katmanının görevi iki oturum katmanı bağlantı varlığı arasındaki data transferini belirlenen servis kalitesinde kontrol etmektir. Oturum katmanından alınan data, gerekirse daha küçük birimlere bölünerek kullanıcı spesifikasyonuna göre iletilir. Transfer katmanı, ağ katmanı tarafından kontrol edilen data yönlendirme yada gecikme fonksiyonları ile ilgilenmez.

Transfer katmanının spesifik görevleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Servis parametrelerinin kalitesini de içeren transfer katmanı bağlantılarını kurmak ve başlatmak
2. Transfer katmanı adresleriyle ağ katmanı adreslerini karşılaştırıp birbirine atamak
3. Transfer katmanı bağlantılarını çoklayıp bölerek ağ katmanı bağlantısı kullanımını arttırmak
4. Oturum katmanı talebi olduğunda güvenilir mesaj iletimini sağlamak
5. Mesajları blok etme, ayırma ve birleştirme
6. Hata belirleme ve düzeltme
7. Hızlı data transferi için mekanizma sağlamak

Ağ katmanının bazı paketletme kaybı muhtemeldir. Dosya transferi gibi bazı programlar tüm paketlerin iletilmediğini bilebilirler. Transfer katmanında geliştirilecek bazı implemantasyonlar eksik bir paket olduğunun farkına varıp, bu eksik paketi tekrar gönderilmesini sağlayabilir. Bir başka uygulamada bir paketin kaybolması sisteme çok

daha az zarar verir. Bu durumda tüm paketlerin ulaştığı garantisi sağlamayan transfer katmanı protokolleri de geliştirilebilir.

Transfer katmanı oturum katmanına aşağıdakileri sağlar:

Transfer bağlantısı kurulumu: İki oturum katmanı bağlantısı arasında kurulum gerçekleştiği anda belirlenen kalitede bağlantı kurmak

Transfer bağlantısı başlatmak: Alıcının varlığını bildiren oturum katmanı bağlantıları kurma araçları

Data transferi: Transport data birimleri transfer etmeye yarayan ve belli kalitede hizmet veren servisler. Servis kalitesi istenen düzeyde sağlanmazsa bağlantılar kapatılır ve alıcılar bu durumdan haberdar edilir.

Hızlı data: Daha hızlı data alış-verişi imkanı

3.1.1.6 Oturum Katmanı

Oturum katmanı, kullanıcı prosesleri arasında, oturumları başlatıp sona erdiren standartları ifade eder. Oturum katmanının spesifik fonksiyonları şu şekildedir:

1. Oturum katmanı ve transfer katmanı bağlantıları arasında birebir eşleştirme yapar, bu birleşme bağlantı sürecinde değişebilir ve birçok oturum katmanı bağlantısı tek bir transfer katmanı bağlantısı tarafından desteklenebilir
2. Oturum katmanında akış kontrolü fonksiyonu bulunmadığından, transfer katmanını akış kontrol mekanizmaları geliştirmek için zorlamak
3. Oturum katmanı bağlantılarındaki bir hata oluşması durumunda, bağlantının sürekliliğini sağlamak için transfer katmanı bağlantılarının yeniden kurulumu

Oturum katmanının önemli diğer bir fonksiyonu senkronizasyon ve token yönetimidir. Bu oturumlar data alış-verişi yapan ve senkronizasyon bilgisi taşıyan prezentasyon katmanı bağlantılarıdır.

Senkronizasyon, oturumlar arası haberleşmenin belli noktalarında haberleşmenin tanımlandığını belirleyen kontrol işlemleridir. Oturumda hata oluşursa bu kontrol noktalarının birine geri dönülüp data kaybolması tehlikesi engellenir. Bu duruma örnek olarak dosya transferi programı verilebilir. Büyük bir dosyanın transferi sırasında bir hata olduğunda, bu kontrol noktaları sayesinde dosya transferi kaldığı yerden devam edebilir ve transfer için harcanan süreyi minimize edilmiştir.

Oturum katmanı prezentasyon katmanına aşağıdakileri sağlar:

Oturum bağlantısı kurulumu: İki prezentasyon katmanının oturum katmanı bağlantısı kurmasını sağlar

Oturum bağlantısı başlatma: İki prezentasyon katmanı bağlantısı için sıralı oturum katmanı bağlantısı mekanizmasını başlatma

Normal data transferi: İki prezentasyon katmanı bağlantısı için oturum katmanı normal data birimi transferi

Hızlı data transferi: İki prezentasyon katmanı bağlantı girişi için yüksek öncelikli data transferi

Token yönetimi: İki prezentasyon katmanı bağlantı girişi içindeki minimum spesifik kritik fonksiyonları kullanacağını belirler

Oturum bağlantıları senkronizasyonu: Prezentasyon katmanı bağlantılarının senkronizasyon noktaları tanımlamalarını sağlar ve bir kısım datanın kaybolmasını engellemek için reset fonksiyonu tanımlar

Çağüstü durum bildirimi: Çağüstü durumlarda prezentasyon katmanını uyarılır

3.1.1.7 Prezentasyon Katmanı:

Prezentasyon katmanı, datanın ve bilginin alıcılar tarafından algılanabilen bir formatta transferini sağlar. Eğer iki sistem aynı formatı kullanarak haberleşiyorsa, prezentasyon katmanı fonksiyonları minimal olur yada hiç kullanılmaz. Prezentasyon katmanı servisleri, bir karakter reprezentasyonundan diğerine dönüştürme, data sıkıştırılması, ve data encryption fonksiyonlarını sağlar. Prezentasyon katmanı datayı alıcının algılayabileceği bir formata dönüştürürken datanın özelliklerini de korur.

Prezentasyon katmanının fonksiyonuna örnek olarak büyük karakter reprezentasyonuna sahip bir sistem ile küçük karakter reprezentasyonuna sahip bir sistem arasındaki haberleşme verilebilir. Bu iki sistem arasında haberleşme birçok şekilde sağlanabilir ancak iyi yol her iki formatın üniversal bir formata dönüştürülmesidir. Bu şekilde yeni tip bir sistem eklendiğinde, diğer tüm formatları anlamak yerine sadece üniversal formata dönüşümü yapılır.

Prezentasyon katman fonksiyonları şu şekildedir:

1. Haberleşme için kullanılacak formatların birbirine uyumunu sağlamak
2. Transfer için seçilen formattan ve formata dönüşüm sağlamak
3. Oturum katmanı servislerine ulaşılabilir yeteneği

Aplikasyon katmanına aşağıdakiler sağlanır:

Oturum servisleri: Aplikasyon katmanı, oturum katmanı servislerine prezentasyon katmanı formunda ulaşır

Format transformasyonu: Sistemin kullandığı data formatlarını transferde kullanılacak formata dönüştürme

Transfer formatının seçimi: Data transferinin başlangıcında kullanılacak formatı belirleyip, transmisyon sırasında, gerektiğinde, bu formatı değiştirme

3.1.1.8 Aplikasyon Katmanı

OSI referans modelinin 7. ve son katmanı olan aplikasyon katmanı, kullanıcı uygulaması ile ilgili fonksiyonları içermez, bunun yerine haberleşmenin sağlanabilmesi için bir takım ortak fonksiyonlar ve özellikler taşır. Aplikasyon katmanında karşılaşılabilecek haberleşme tipleri sanal terminal protokolü yada dosya transferi protokolleridir.

Aplikasyon katmanı tarafından sağlanan servisler şunlardır:

Kimlik belirlenme: Haberleşme taraflarının isim adres yada bir başka tanımlamayla kimliklerini belirlemek

Servis kalitesi: Kabul edilebilir hata oranı, yanıt zamanı gibi servis kalitesini belirleyen parametreleri ayırt etmek

Senkronizasyon: Haberleşmeye katılan uygulamaların senkronizasyonu

Hata düzeltme: Hata düzeltmedeki sorumlulukları düzenleme

Güvenlik: Data entegrasyonu, erişim kontrol, ve güvenlik seviyesi belirlenme konularında anlaşma sağlanması

Transfer formatı: Haberleşme sistemleri arasında bilgi transferi için kullanılacak formatı seçme

OSI referans modeli katmanları, haberleşmenin nasıl irdelenmesi gerektiği konusunda kılavuz olarak kullanılmalıdır.

Ağ içinde yapılacak en doğru ayarın network düzeyinde kullanılacak routerler elde edilir. Bu router'lar nodların kendi başlarına gerçekleştirdikleri fonksiyonları etkilemez ve router'ın iki tarafındaki nodların izleme, kurulum araçlarıyla ve birbirleriyle direkt haberleşmesine izin verir.

Uygulama düzeyinde router yada gatewayler hard-wired bir erişim noktası gibi davrandığından network'teki kablaj değişimleri uygulamada değişimi gerektirir. Ayrıca bu tür router'lar izleme ve devreye alma araçlarının direkt olarak nodlara ulaşmasını engellerler.

Düzgün bir sistem mimarisinde, nod sayısına göre küçük sistemlerde küçük nod adres aralığı, büyük sistemlerde büyük nod adres kapasitesine ulaşabilecek ağ yapıları kullanılmalıdır.

3.2 Sistem güvenilirliği

Tablo 3.1'te ağ yapısına sahip bir kontrol sisteminin sistem bazındaki ihtiyaçları ve ağ yapısı ve kullanılacak protokollere etkileri özetlenmiştir. Tabloda, onaylanmış mesajlar, sistemin güvenilirliğini sağlayan araçlar olarak gösterilmiştir.

Sistem İhtiyacı	Mimari/Protokol etkileri
Güvenilir mesaj transferi / kontrol hattı sonlandırılması	- Tekrarlı onaylanmış mesaj servisi - Tekli yada çoklu mesaj servisi. herhangi bir nod'dan değil her bir nod'dan ayrı ayrı onay alınması

Sistem ihtiyacı	Manari/ Protokol etkileri
Sistem genişlemesi / değişimi	• Yeterli genişleyebilir adres kapasitesi • Hat uzunluğunun kolay uzayabilirliği • Kolay kablolu, topoloji ve kablolu haberleşme • Bir cihazın nod'un kolay eklenip çıkarılabilirliği, kolay lojik cihaz kurulumu ve kaldırımı, ağ'da router'ların kolay konfigüre edilmesi

Tablo 3.2 Sistem genişlemesi ve değişikliği için gerekli olan özellikler ve bunların sistem manarisi ve protokoller üzerindeki etkisi

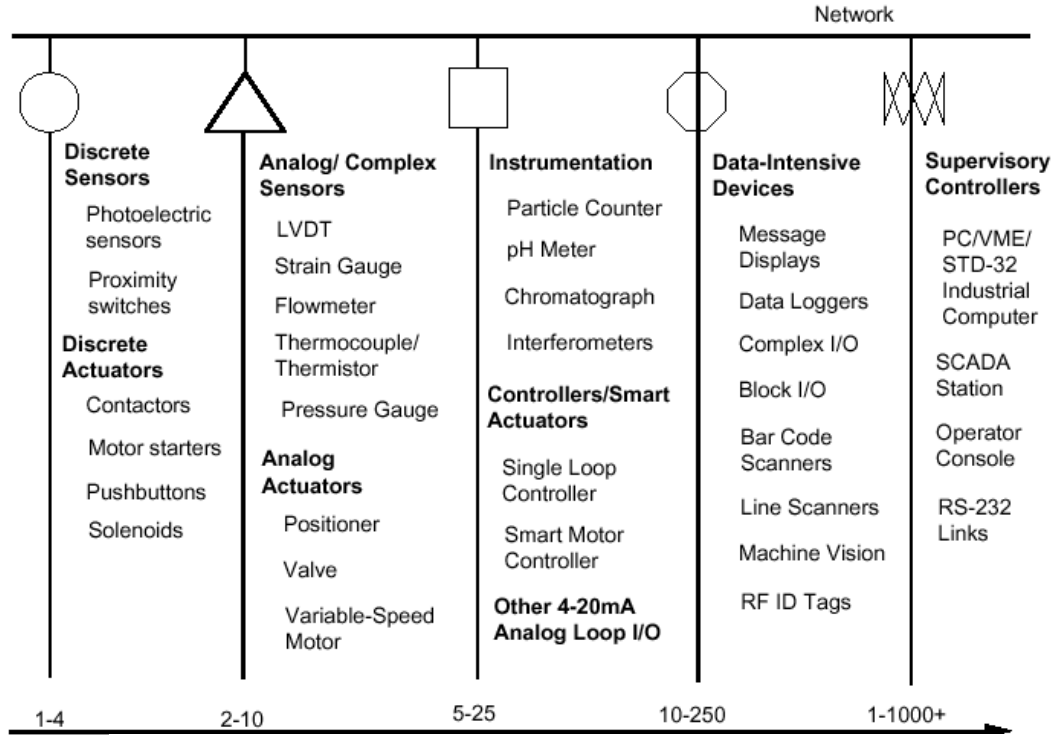
3.4 Sistem performansı

Sistem performansı birçok faktöre bağlıdır. Bunlar;

Maksimum bit oranı: Bu oran bir bit'in kablo üzerinde geçirdiği süreyi belirler. Örneğin, 100 bit'lik bir paket 1 Mbps'te 0,1 µs. süre kullanırken, 100 kbps'te 1 ms. süre kullanır. Bit oranını birkaç kbps'ten Mbps'lere değiştirebilmek, transceiver performans/ maliyeti açısından büyük önem taşır.

Platform erişim düzeni: Tüm nod'lar için demokratik bir haberleşme platformu erişim hakkı olmalıdır. Demokratik olmayan platform erişim düzeninde, network'e erişimin sadece önceliğe bağlı olduğu düzende, düşük öncelikli nod'ların çok 'konuşan' nod'lar tarafından yutulma tehlikesi vardır. Bu durum bu nod'ların performanslarının istenmeyen seviyelere düşmesine neden olabilir.

Maksimum paket büyüklüğü: Maksimum paket büyüklüğü, bir transferi tanımlamak için gerekli paket sayısını ve geçen süreyi belirler. Şekil 3.3'te değişik sensör ve aktörler için gerekli data paketi büyüklüğünü görülebilir.

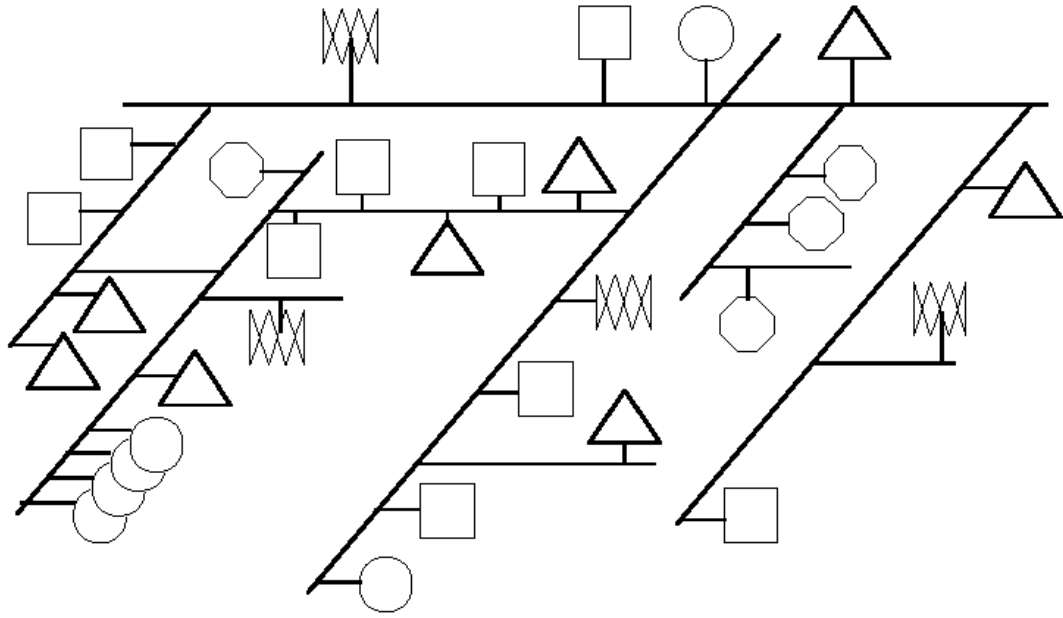


Şekil 3.3 Değişik sensör, aktüatör ve kontrolörler için data paketi büyüklükleri

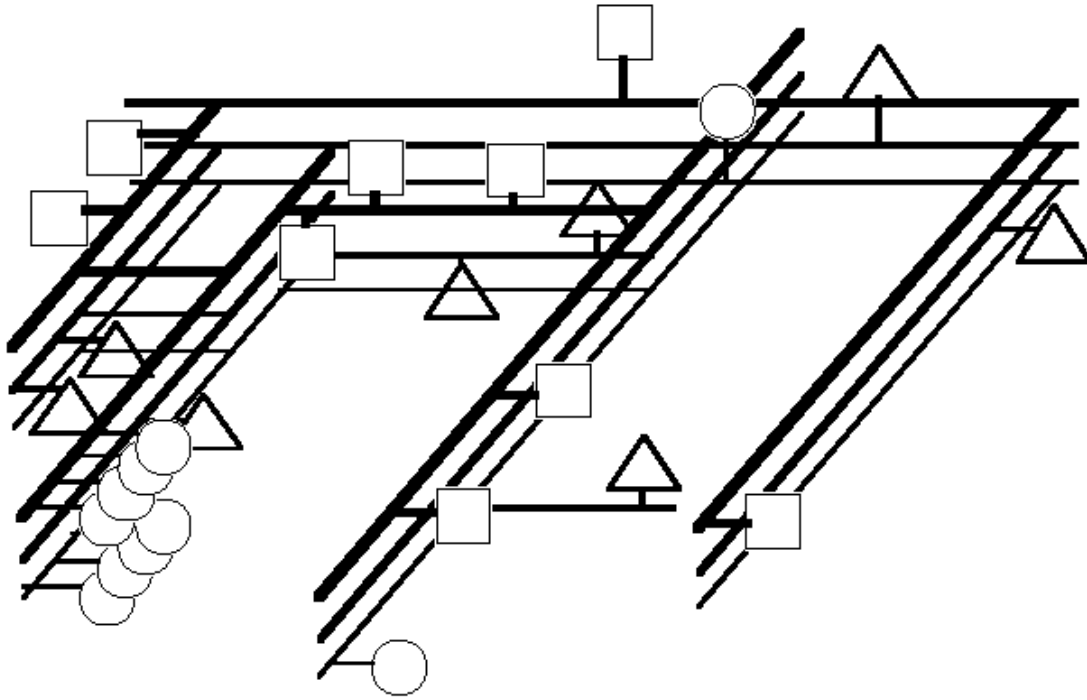
Bir aydınlatma sisteminde yada üretim sisteminde kullanılan binary sensörlerin dahi içinde analog / karmaşık sensörler mevcuttur ve bu sensörlerin data paket alanları standart data için 4 - 25 byte arasında değişir ve buna konfigürasyon ve kalibrasyon için gerekli olan data da eklenmelidir ve bu cihazlar daha akıllı hale geldikçe bu data paketi büyüklükleri şüphesiz artacaktır. Sonuç olarak, günümüzde bir cihaz için data paketi büyüklüğü 30 byte'ı bulmaktadır ve önümüzdeki birkaç yıl içinde bu 50 byte'ı bulacaktır. Dolayısıyla ağ yapısı ile ilgili iki ihtiyaç ortaya çıkmaktadır;

- Geniş maksimum paket büyüklüğü alanı
- Paket büyüklüğünü sıfır ile maksimum arasında değiştirebilme yeteneği

Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te tüm paket büyüklüklerini destekleyen tek bir network ile değişik büyüklükte paketleri destekleyen çoklu network'ler arasındaki fark gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Değişik tipte ve büyüklükte mesajları destekleyen tek net work



Şekil 3.5 Farklı işlemler için çoklu net work, dijital ve analog nod'lardan oluşan hibrid sistem

Clay-bazlı güncelleme: Sensörler daha önce belirlenen tarama zamanlarında değil, gözledikleri dayda bir değışiklik olduğunda, network'e bilgi ulaştırırlar.

Cihazdan cihaza mimeri: Kontrol döngüsü içinde direk haberleşme sağlar. Bu mimeri yapı merkez kontrolörün darboğaz olmasını engeller. Daha önce gereksinim duyulan ve merkez kontrolörde toplanan hesaplama gücü, gelişen teknolojiyle çok küçük boyutlarda sensör ve aktüatör seviyesindeki cihazlara yerleştirilebildi. Böylece bu cihazlar merkez kontrolöre gereksinim duymadan ihtiyacı karşılayacak kontrol algoritmasını uygulayıp, gerekli çıkışı üretebilir duruma geldiler.

3.5 Sistem entegrasyonu

Sistem entegrasyonunun kolaylığı, sistem kurulumu ve bakım maliyetini direk olarak etkiler. Sistem entegrasyonunun önemi, bilgisayar sektöründeki UNIX ve DOS rekabeti örneğiyle açıklanabilir. Teknik özellikleri ağır basan UNIX yeterince ‘‘uyumlu’’ olmadığından, birçok uygulama geliştiricisi DOS ortamını tercih etmişti. Sistem maliyetinin %80'ini oluşturan kurulum maliyetini ve sisteme yapılacak eklemelerde, bakım maliyetini oldukça düşüren ‘‘uyumlu’’ sistemler, ağ yapısı ve ağ protokolü seçiminde büyük rol oynamaktadır.

3.6 Sistem kurulum, bakım ve tanı kolaylığı

Ağ yapısını etkileyen faktörlerden en zorlayıcı ana aynı zamanda da en kolay anlaşılabilir faktör, farklı haberleşme ortamlarının, platformlarının kurulumudur. Tarihi bir yapıya eklenecek bir sensör için kablo çekmek yada bir fabrikada eklenecek bir vana motoru için üretimi durdurmak ağ yapısının önemini ortaya çıkarmaktadır. Kolay kurulum ve esnekliği sağlayacak en doğru platformu seçmek kontrol ağları teknolojilerinde verilmesi gereken önemli kararlardan biridir.

Endüstri	İstenen platform özellikleri
Endüstriyel Oranasyon	• 4-20 mA döngüler yerine link gücü >20 mA olan burgulu sarımsal kablo • Kolay kurulum/değişim/ekleme için esnek topoloji • Güvenilirlik • Saha ekipmanları için uzun mesafe (2000 m) • Yüksek EM toleransı
Bina Oranasyonu	• Fiber optik omurga (binalar arası) • Enerjili link hattı. (Pille çalışan yada yedeklenen sistemler için Ön Güvenlik sistemleri) • Basit kablaj, kolay topoloji ve polariteye duyarlı, düşük maliyetli kurulum • Uzun mesafelerde toprak döngüsünü engelleyen izolasyon • AC güç hattı, şimşek gibi yüksek voltaj sinyallerinden etkilenmeyen yapı
Ulaşım	• Gürültülü ortamlarda fiber • I VHS, demiryolu hatları için enerjili link hattı • Mobil sistemler ve diğer istasyonlar sistemlerle haberleşebilme için RF • Standart çift burgulu kablaj
Ev Oranasyonu	• Nodlar arasında kolay değişimi için enerjili link hattı ve RF • Ekonomik yeni kurulumlar için basit burgulu kablaj • Kolay kablaj (ev sahibinin de yapabileceği) ve kolay topoloji • Düşük maliyetli nodlar için (yangın/güvenli sistemleri) enerjili link hattı

	• EM ve toprak döngüsü toleransı
--	--

Tablo 3.3 Değişik kontrol sistemi uygulamalarında istenen haberleşme platformu özellikleri

3.5 Sistem maliyeti ve geri dönüşüm oranı

Birçok endüstride yeni kurulmuş sistemlerde geri dönüşüm periyodu düşmektedir. Bir fabrikada üretim hatlarındaki üretim araçlarının yenilenmesi 6-10 yıldan 3-4 yıla gerilemiştir. Yarı-iletken üretiminde üretim hatları her 2-3 yılda bir yenilenmektedir. Bina otomasyon sistemleri üretim araçlarına göre biraz daha uzun süre değişmeden fonksiyonlarını yerine getirir de sürekli küçük eklemeler ve değişimler gerektirmektedir. Ölçülebilir ve düşük geri dönüşüm oranları kontrol ağları teknolojilerinin başarısında önemli rol oynamaktadır.

4 DATA TRANSFER MODLARI

Mikrobilgisayarlarda mantıksal data bit'lerle temsil edilir (binary digits). Her bit, bütün bir mantıksal düzeni oluşturan tablolarda yerini alır. Bit, sanal bir mantık kavramı olsa da fiziksel olarak genliği bit'in değerini belirleyen bir voltajdır.

Bilgisayar içinde bitler kablolar vasıtasıyla transfer edilir. Transfer edilecek data 8 bit formatındaysa, 8 ayrı kablo her bir elektriksel sinyali taşımak için kullanılmalıdır. Bir byte bilgiyi oluşturan bu 8-bit data transferi 'paralel transfer' adını alır. Bu yüzden paralel transfer birbirini takip eden byte'lar olarak yapılır. 8 bit'te gidecekleri noktaya aynı anda ulaştıkları için paralel transfer çok yüksek hızlarda gerçekleştirilebilir ve bu özellik yüzünden mümkün olduğunca bu bağlantı şekli tercih edilmektedir.

Yüksek hızlarda data transferi ortam şartlarının çok dikkatli kontrol edildiği zaman gerçekleştirilebilir. Bilgisayarın iç ortam sıcaklığı regüle edilmeli, rezistans, kapasitans ve

induktansların elektriksel özellikleri iyice hesaplanmalıdır. Bilgisayarın içinde kaldıkça bu parametreler kararlı tutulabilir ve öngörülebilir ama çok miktarda data bilgisayarın dışına taşınmaktadır. Bu prosese giriş/çıkış (input/output) yada kısaca I/O denir.

4.1 Arabirimi

Arabirimi birbirinden farklı ekipmanların karşılaştıkları noktalarda ihtiyaç duyulan ekipmanlardır. Bilgisayarın devresiyle, çevre ekipmanlarının bağlanması sırasında devreye girerler. Arabirimler, bilgisayarın dünyasına açılan bir ‘kapı’ olduğuna göre İngilizce ‘li man’ olarak adlandırılmaları (port) şaşırtıcı değildir. (Bazen ‘I/O port’ yada sadece ‘port’ olarak adlandırılır)

Her arabirimi milik ve en önemli fonksiyonu, data transferi için bir zemin hazırlamaktır. Arabirimin kendini koruması ve kullanılabilirliği arabirimlerde aranan diğer özellikler olarak karşımıza çıkar.

Arabirimle paralel transferi göz önüne aldığımızda iki problem karşımıza çıkar. Birincisi kablunun kendisidir. Paralel transferde en az 9 kablo kullanılması gerekmektedir (8 data bit + ortak uç, toprak) ve genellikle data akışını kontrol etmek için daha birçok kablo kullanılması gerekmektedir. İkinci zorluk, data transferinin en önemli aşamasında ortaya çıkar. Bir bit/voltaj, ‘1’ değerinden ‘0’ değerine çok küçük bir zaman aralığında (nanosaniye = saniyenin milyarda biri) geçiş yapar. Bu ani değişim data transferi prosesinin en önemli aşamasını oluşturur. Sıfırdan bire yavaş geçişler, değişimler data olarak bile algılanmaz. Haberleşme kablosu uzadıkça, kablunun elektriksel özelliklerinde dolay (kapasitans & induktans) değişimi olmaz ve bu da datanın bozulmasına yada kaybolmasına neden olur. Bu nedenle uzun haberleşme hatlarında paralel transfer problem yaratmaktadır. Dolayısıyla, paralel transferin kullanımı, bilgisayar ile kendisine yakın cihazlar (yazıcı) arasında yada yüksek hızlarda data transferine ihtiyaç duyulması durumunda gerçekleştirilebilir.

Tüm bitleri si multane olarak göndermenin alternatifi, bitleri teker teker ve arka arkaya göndermek olabilir. Datanın ulaştığı yerde proses ters çevrilir ve toplanan bitler yeniden

birleştirilip byte'lara dönüştürülür. Tek bir anda bir bit transfer edildiği için sadece iki kablo içeren basit bir elektronik devre kullanılabilir. ‘**Seri Transfer**’ olarak bilinen bu düzen paralel tekniğın pahalı ve kompleks yapısının neden olduğu zorlukları azaltır.

Seri transferin bu avantajlarının yanında veri ni belli ölçüde düşürdüğü de bilinmelidir. 8 biti paralel transferde olduğu gibi göndermek yerine teker teker birbiri ardına göndermek 8 kat daha fazla zaman almaktadır. Ancak birçok tipik uygulamada bu hız sorunu pek fazla önem kazanmaz. Çünkü çevresel cihazlar, mikroprosesör hızlarının yanında oldukça yavaş çalışırlar. Birçoğu fazla zaman alan mekanik işlemlerden dolayı hızlarını büyük oranda yitirirler. Yazıcının hızı, yazıcı kafası yüzünden, modem hızları telefon hatlarının frekans kısıtlamalarından ve disk yürütücüler, rotasyonel hareketlerinden dolayı nispeten yavaştır. Sonuçta paralel transferde kazanılan yüksek hızlar, bu cihazların kendi kısıtlamaları yüzünden yitilir ve seri transfer bir miktar hız kaybına neden olsa da, yüksek mesafelere ulaşabildiğinden ve daha güvenilir oluşundan dolayı tercih edilir.

4.2 RS-232 C

RS-232 C asıl olarak uzak terminallerin ve host bilgisayarların birbirleriyle haberleşmesini standart hale sokmak için geliştirildi. Bilgisayarın dijital datası modemler aracılığıyla telefon hatlarında iletebilecek analog sinyallere ve uzaktaki bilgisayara ulaştığında da tekrar dijital sinyale dönüştürülüyordu.

1960’larda uzaktaki bilgisayarlara seri linkle ulaşmanın tek yolu telefon hatlarını kullanmaktı. O zamanlarda her firma DTE ve DTC ekipmanlarını haberleştirmek için değişik konfigürasyonlar kullanıyorlardı. Kablolar, konnektörler ve voltaj seviyeleri farklı ve birbirine uyumsuzdu. Bu nedenle iki farklı firmanın ekipmanlarını birlikte çalıştırmak için çoğunlukla voltaj seviyesi değiştiricileri kullanılması ve özel kablolarla konnektörlerin üretilmesi gerekiyordu.

1969'da EIA (Electronic Industry Association) ve Bell Laboratuvarları, terminaller ve Data İletim ekipmanlarının haberleşmek için önerilen bir standart geliştirdi. Bu standardın amacı farklı firmaların ekipmanlarının haberleştirilmesini kolaylaştırmaktı.

Standart, elektriksel, mekanik ve fonksiyonel karakteristikleri tarifliyordu. Elektriksel karakteristikler, voltaj seviyeleri ve kablo empedansı gibi parametreleri içeriyordu. Mekanik bölüm atanan pin numaralarını tarif ediyordu ama konektörün kendisi tarif edilmedi. Fonksiyonel karakteristikler, kullanılan farklı elektriksel sinyalleri belirliyordu.

Standart kısa zamanda RS-232 C (Recommended Standard number 232, revision C from the Electronic Industry Association) adını aldı, bu sıralarda Avrupa'da da V.24 (functional description) yada V.28 (electrical specifications) diye bilinen ve CCITT (Comité Consultatif International de Telegraphie et Telephonie) tarafından geliştirilen bir standart kullanılmaktaydı.

1980'lerde hızla gelişen mikrobilgisayar endüstrisi RS-232 C standardını, çevre ekipmanları mikrobilgisayarlara bağlamak için ucuz (paralel bağlantıya göre) ve uygun bir standart olarak benimsedi ve yazıcı, plotter, backup tape cihazlar ve terminalleri, mikrobilgisayarlara bağlamak için yaygın olarak kullanmaya başladı.

Standartın 20 kbps (Kilobits per second)'e kadar olan haberleşme hızlarını desteklemesi ve maksimum uzaklığın 16 metre civarında olmasından dolayı EIA tarafından yeni standartlar geliştirilmesi için çalışmalara başlandı. Daha sonra geliştirilen RS449 (mekanik) ve RS443 (Elektrik) standartları RS-232 C ile uyumu ve 10 Mbps hıza kadar data transferi hızlarına ulaşmakta ve 1200 metre uzunluğunda haberleşme hattı kurulumuna olanak sağlanmaktadır.

Bu temel data transfer modları, hem bilgisayar sektöründe hem de kontrol ağları teknolojilerinde kullanıldığından, data transferinde temel yapı ve temel ihtiyaçlar

konusunda gerekli altyapıyı sağlamaktadır. Şimdi kontrol ağları teknolojilerinde ‘tek protokol’ e giden yolda atılması gereken adımları inceleyelim

Tek protokol’e giden yolda izlenmesi gereken adımları dört noktada özetleyebiliriz;

- Ortak kontrol ağı, ortak obje modelleri
- Değişik kontrol ağlarında, ortak obje modelleri
- Ortak kontrol ağlarında, değişik obje modelleri
- Değişik kontrol ağlarında, değişik obje modelleri

Birinci senaryoda, ortak kontrol ağında, ağ seviyesinde uyumsağlanacaktır. Ortak obje modelleri, aplikasyon seviyesi davranışları tanımlayarak, sensör seviyesinde uyum sağlayacaktır. Böylece sensör üreticileri sadece bir obje modeli için gerekli yazılım oluşturacak ve tek bir kontrol ağı modelini destekleyecek bir çeşit donanım tasarlayacaklar.

İkinci senaryoda, desteklenecek her kontrol ağı için ayrı bir donanım tasarımı gerekecektir. Aynı şekilde, kurulum araçları üreticileri her cihaz için ayrı sürücüler tasarlamak zorunda kalacaklar. Bu senaryoda değişik platformlar için ortak obje modelleri geliştirme aşağıdaki sebeplerden dolayı hala istenen bir girişimdir:

- Bir görevi gerçekleştirmek için tasarlanmış bir sensör, üzerinde çalıştığı platform ne olursa olsun aynı fonksiyonel davranışı göstermelidir.
- Standart bir arabirim tanımlanması, sensör üreticileri için yazılım geliştirme sürecini kolaylaştıracak
- Sistem araçları geliştiricileri aynı obje tanımları setleri kullanarak diğer üreticilerle daha kolay iletişimi kurabilme olanağına sahip olacaklar.

Günümüzde bu özellikleri gösterebilecek, endüstride kullanılan protokoller ve ağ yapıları şunlardır:

- CAN temelli çözümler, DeviceNet™, J1850, SDS™
- Basit sensörler için kullanılan, Seriplex™, Bt Bus™
- LONWORKS teknolojisi

- CEBus
- BACnet
- Enstrümantasyon ağları; IEEE488
- Fabrika çözümleri MAP ve ARCnet
- Proses odaklı çözümler; Profi-Bus
- Diğer endüstriyel ağlar; Opto-22, Interbus-S

Sensör ve aktüatör ağı ihtiyaçları sistem ve sistemin yaşam döngüsü özelinde incelenmelidir. Önemli sistem ihtiyaçları; sistem büyüklüğü ve bağlanabilirlik, sistem güvenilirliği, esnekliği, performans, entegrasyon, bakım ve teşhis kolaylığı ve maliyet olarak özetlenebilir. Bu sistem ihtiyaçlarından ortaya çıkan haberleşme ağı gereksinimleri; değişik platformları destekleme, değişik büyüklükteki data paketlerini destekleme, geniş adresleme kapasitesi, cihazdan cihaza haberleşme ve kontrol olarak özetlenebilir.

Yukarıda listelenen ağ protokolleri bu özelliklerden bir yada birkaçını karşılayabilmektedir, ancak bu özelliklerin tümünü karşılayan bir protokol henüz geliştirilmemiştir. Bu protokollerden biri ortak kontrol için geliştirilebilir.

SONUÇ:

Bilgisayar endüstrisi internetin gelişimiyle haberleşme konusunda çok yol aldı. Kontrol endüstrisi, bu gelişmeleri 10 yıl geriden takip ediyor. Bilgisayar endüstrisinde kazanılan deneyimler, kontrol alanında da kullanılarak çok kısa bir zaman içinde kontrol ağlarında haberleşme, standarda oturabilir. Tezde bir kontrol haberleşme sisteminden beklenen özellikler incelenmiş ve bu özellikleri karşılayacak, şu anda endüstride kullanılan haberleşme sistemleri listelenmiştir. Bu haberleşme modellerinden biri kullanılarak akıllı cihazlar arasında ortak bir dil yaratılabilir. Bu dil mümkün olduğunca OSI referans modelinde tanımlanan ağ düzeyinde haberleşme sağlamalı, varolan sistemlere entegre edilebilmesi için yeni ekipmanlara ve bileşenlere ihtiyaç duymamalıdır. Kullanılacak network protokolü genişleme kapasitesine sahip olmalı ve kontrolör dışında diğer elektronik cihazlarla da haberleşebilecek açık ve kolay bir yapıda olmalıdır. Cihazlar arasında sağlanacak bu entegrasyon üretimde verimi arttıracak, günlük yaşamımızda daha konforlu, daha kontrollü yaşamımıza olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Midan P.**, 2001. Overview of Control Networking Technology, Echelon Corporation, California
- [2] **Quatech Pub.**, 2000. Data Communications Overview Quatech Corporation, www.quatech.com
- [3] **Stanek J.**, 1997. Introduction to RS-422 & RS-485, www.hw.cz/document
- [4] **Building Operating Management**, 2000. ABC's of BACNet, B O M Online, www.facilitiesnet.com
- [5] **Coldschmidt L.**, 2001. The Development of BACNet, www.bacnet.org
- [6] **Hines R. M.**, 1997. Open Systems Interconnection Basic Reference Model, University of Virginia, Virginia
- [7] **Honeywell Corp.**, XL5000 field devices, Honeywell Corp., Minnesota
- [8] **Erd S.**, 2001. Open Lon Eğitimi Notları, Honeywell Türkiye, İstanbul
- [9] **Echelon White Paper**, Implementing Open Interoperable Building Control Systems, Echelon Corporation, www.echelon.com
- [10] **Echelon Pub.**, Open Systems Design Guide, Echelon Corporation, www.echelon.com
- [11] **Alerton Pub.**, 2001. BACNet Guide Specification based on BACtalk by Alerton, Alerton Corporation, www.alerton.com
- [12] **Lon Works Engineering Bulletin**, 1995. Serial interfacing with the Neuron Chip, Echelon Corporation, www.echelon.com
- [13] **Jan Axelson**, 1999. Designing RS-485 Circuits, Circuit Cellar, Issue 107, June 1999
- [14] **Maxim Pub.**, 2001. RS-485 Design Basics, Maxim Integrated Products, www.maxim-ic.com
- [15] **Toshiba Pub.**, 1999. Neuron Chip Local Operating Network LSIs, Toshiba Corporation <http://doc.semi-conductors.toshiba.co.jp/indexus.htm>
- [16] **Rad Pub.**, 2001. RS-232 Common Configurations, Rad Corporation, www.rad.com/networks/1995/rs232/common.htm

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında İstanbul’da doğdu. İlk öğrenimini Hürriyet-i Ebediye ve Ahmet Mîrter İlkokulu, orta okul ve lise öğrenimini Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi’nde tamamladı. Lisans öğrenimini İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü’nde yaparak 1999 yılında Makina Mühendisi ünvanı aldı. Halen İ. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Bölümü, Makina Teorisi ve Kontrol programında yüksek lisans öğrenimini sürdürmektedir.