

## ÖNSÖZ

Yapmış olduğum bu çalışmada benden yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. İlhan Tarımer'e, SCADA simülasyonu yazılım programı konusunda yol gösteren Üçgen Mühendislik Ltd. Şti'den sayın Seda Canıgür'e, şekil çizimleri konusunda birlikte çalıştığımız Ümit Kartal, Gürkan Çelik'e, oda arkadaşım F. Murat Müftüler'e ve bana destek olan mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Özer Aker, Muğla Temmuz 2006

**İÇİNDEKİLER**Sayfa No:

ÖNSÖZ .....	II
İÇİNDEKİLER .....	III
ÖZET .....	VI
ABSTRACT .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	X
TABLolar/ÇİZELGELER DİZİNİ .....	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIII
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLER.....	4
3. SİSTEMİN TANITIMI .....	7
4. KERESTE KURUTMA FIRINI OTOMASYONU .....	14
4.1 Bir Otomasyon Türü Olan Scada Sisteminin İncelenmesi .....	14
4.1.1 Scada sisteminin uygulama alanları .....	15
4.2 Scada Sisteminin İşlevleri .....	15
4.3 SCADA Yapısı .....	16
4.4 Scada Sistemi ve Uzaktan Bilgi Toplama ve Denetleme Ünitesi ...	18
18 4.4.1 RTU'nun tanımı ve görevleri . .....	18
20 4.4.2 Bilgi toplama ve depolama .....	20
4.4.3 İzleme (Monitoring) .....	21
4.4.4 Arıza yerinin tesbiti .....	21
4.5 RTU'nun Sistem İçindeki Yeri .....	21
4.5.1 RTU'nun ana bölümleri .....	21
4.5.2 İletişim birimi .....	22
4.5.3 Merkezi işlem birimi (MİB) (CPU-Central Processing Unit) .....	22
4.5.4 Giriş çıkış / yalıtım birimi .....	23
4.5.5 Kullanıcı arabirim ünitesi .....	23
4.5.6 Test ünitesi .....	23
4.5.7 Güç kaynağı ünitesi .....	24
4.6 Scada Sisteminin Kontrol Merkezi .....	24
4.6.1 Kontrol merkezinin görevleri .....	26
4.6.2 Kontrol merkezinin sistem içindeki yeri .....	26
4.6.3 Sistem bilgisayarları .....	26
4.6.3.1 Bilgisayar işletim sistemi .....	27

4.6.3.2	Kontrol merkezi bilgisayar yazılım programları .....	27
4.6.3.3	Yazılım sistemini oluşturan parçalar .....	28
4.6.4.4	Kontrol merkezli kullanıcı (Operatör) arabirimi, elemanları ve işlevleri .....	31
4.6.4.5	Kontrol merkezi giriş çıkış birimleri .....	32
4.6.4.6	Kontrol merkezi veri depolama birimleri .....	33
4.6.4.7	Kontrol merkezi veri iletişim ağı .....	33
4.6.4.8	Kontrol merkezi zaman ayar sistemi.....	33
4.6.4.9	Kontrol merkezi kesintisiz güç kaynağı .....	33
4.6.4.10	İzole yükseltilmiş tabanlı kontrol odası .....	34
4.7	Kontrol Üniteleri (PLC’li Kısım).....	34
4.7.1	Elektrik panosu .....	37
4.7.2	Saha, cihaz, detektör ve enstrümanları .....	37
4.8	Scada Sistemlerinde Kontrol .....	38
4.8.1	Veri tabanlı kontrol ve gözetleme .....	38
4.8.2	Scada yazılımlarında ekran tipleri .....	38
4.8.3	Elle kontrol.....	39
4.8.4	Arıza ve durum ihbarları .....	40
4.8.5	Şifre sistemi ile korunma .....	40
4.9	Scada’nın İletişim Sistemi .....	40
4.9.1	İletişim sisteminin elemanları .....	41
4.9.2	İletişim mimarisi.....	42
4.9.3	İletişim ağı .....	42
4.9.4	Bağlantı türleri.....	43
4.9.5	İletişim teknikleri .....	44
4.9.5.1	Uzak mesafe iletişimi .....	44
4.9.5.2	Modülasyon .....	44
4.9.6	Veri iletişimi .....	45
5.	GÜNEŞ FIRINI BİLGİSAYARLI DENETİM SİSTEMİNİN YAPISI ve KURULUMU .....	46
5.1	Saha Ekipmanları.....	49
5.2	Otomasyon Panosu ve Kumanda Ettiği Devre Elemanları .....	50
5.3	Veri İzlemenin Değerlendirilmesi .....	61
5.4	Kereste Kurutma Fırınının Scada Simülasyonu .....	63

5.4.1	Yapılan çalışmadaki SCADA simülasyonunu.....	63
5.4.2	SCADA simülasyonunun gerçekleştirilmesi .....	64
6	ARAŞTIRMA BULGULARI .....	74
6.1	Maliyet Analizi .....	75
	SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	81
	KAYNAKLAR .....	83
	ÖZGEÇMİŞ .....	85

**BİLGİSAYAR KONTROLLÜ GÜNEŞ ENERJİLİ AHŞAP KURUTMA  
FİRİNİNİN OTOMASYONU SİSTEMİ TASARIMIVE BİR SİMÜLASYONU**

(Yüksek Lisans tezi)

**Özer AKER**

**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**2006**

**ÖZET**

Modelimizdeki güneş enerjili kurutma fırını güneş enerjisini kullanarak ısı depolaması ve ısı deposu katkısı ile sistemin günlük daha uzun süre çalışabilmesi, enerji tasarrufu katkılarını arttırmaktadır. İşletmelerde doğru kararlar verebilmek için çabuk, güvenilir ve dünya ile rekabet edebilir maliyetlerde üretim yapabilen sistemlere ihtiyaç vardır. Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı oluşu, tüketimi sırasında çevre sorunlarına yol açmasından dolayı güvenilir temiz ve ucuz enerji için yenilenebilir doğal enerji kaynakları üzerinde durulmaktadır. Çalışmamızda güneş enerjili kereste kurutma fırınının otomasyonla çalıştırılması halinde katkılarının ne düzeyde olacağı üzerinde durulmuştur. Kurulan güneş enerjili yoğunmalı kurutma fırınının çalıştırılması bir otomasyon sistemi ile gerçekleştirilmesi düşünülmüştür. Sistemin operatör tarafından kolayca anlaşılması, süreç hakkında çeşitli verilerin toplanması ve denetimin sağlanması için bir SCADA sistemi yapılması öngörülmüştür.

Yapılan çalışmadaki SCADA otomasyonu denetim sürecinde, merkezi yönetim, denetleme ve bilgi toplama sistemi kurulmuştur. Denetleme ve kontrol merkezi fırın içerisinde ve güneş kollektörünün ısı ve nem değerlerini kaydetmekte ve anlık değerler alarak nem alıcı (yoğuşturucu) ve sıcak hava dolaştırıcı ünitelerini kontrollü olarak çalıştırmaktadır.

Keresteden nem alma olayı kontrollü gerçekleştirilerek malzemenin fiziksel bozulması önlenmektedir. Çalışma sürecinde elde edilen veriler bilgisayara kaydedilip veri analizde kullanılmıştır. Yapılan maliyet analizleri sonucunda elde edilen verilere göre güneş enerjili kurutma fırını daha kısa sürede başa baş noktasına ulaşmakta ve kâra geçtiği anlaşılmıştır. Ancak SCADA otomasyonu sonucunda yapılan maliyet analizinde başa baş noktasına daha uzun bir sürede ulaşıldığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** SCADA, PLC, Uzak Terminal Ünitesi, Kereste Kurutma, Başa baş noktası

**Sayfa adedi** : 85

**Tez Yöneticisi** : Yrd. Doç. Dr. İlhan TARIMAUTOMATION SYSTEM

**DESIGN AND SIMULATION OF COMPUTER CONTROLLED SUN POWER  
CONDANSATION TIMBER DRYING OWEN**

**(M. Sc. Thesis)**

**Özer AKER**

**MUĞLA UNIVERSITY**

**INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY**

**2006**

**ABSTRACT**

The limit ness of the fossil fuels and as they cause to environmental problems while being used, the renewable energy sources have been come to important position. Using of a sun power condensation timber drying owen increase the energy saving and works longer times in a daily period by heat storing.

In this study, the energy saving level of an automatic controlled sun power condensation timber drying owen has been put forward. The sun power condensation timber drying owen's automatic operation has been thought by realizing an automation system. Understanding easily, collecting different process data and supplying for a smart control, a SCADA system's realization has been foreseen. In a SCADA automation's controlling process, a supervision and data collection system design-simulation have been made. The temperature and humidity values of owen and sun power collector have been recorded. The controlled operations of the heat and humidity units have been simulated.

The data obtained at a operation process have been recorded in a database system and they have been used in a data analysis. At the end of cost analysis, sun power drying owen has been reached to the break-even point and it has been understand obtaining the benefits in a shorter time. Nevertheless, the system controlled by SCADA automation has been reached to the break-even point in a layer time at the cost analysis.

**Key Words** : : SCADA, PLC, remote terminal unit, drying timber, break-even point

**Page Number** : 85

**Advisor** : Assistant Prof. İlhan TARIMER



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1.	Güneş panelinin görünüşü .....	7
Şekil 3.2.a	Güneş panelinden hava akış yönü .....	8
Şekil 3.2.b	Panel montaj parça görünüşleri .....	8
Şekil 3.3.	Kereste kurutma fırınının taşla doldurulmuş tabanının kesit	9
Şekil 3.4	Kereste kurutma fırınının bir kesitinin görünüşü .....	10
Şekil 3.5	Kızak üzerindeki vagonların görüntüsü	10
Şekil 3.6	KKF Güneş kollektörü sirkülasyon pompası	11
Şekil 3.7	Yoğuşma ünitesi ve ısı pompasının dış görünüşü	11
Şekil 3.8	Nem alma ünitesinin içerisinde sirkülasyon pompası ve evaparatörün resmi .....	11
Şekil 3.9	Nem alma ünitesinin içerisinde kompresör ve kondenserin resmi .....	11
Şekil 3.10	KKF'nın nem alma ünitesinin blok diyagramının görünüşü	12
Şekil 3.11	Nemli havanın psikometrik diyagramı .....	13
Şekil 3.12	Evaparatörde havanın neminin yoğuşması .....	13
Şekil 4.1.	Bir SCADA otomasyonunun katmanları .....	17
Şekil 4.2.	Scada'nın Genel Yapısı .....	18
Şekil 4.3	RTU ya gelen ve giden işaretler .....	20
Şekil 4.4	SCADA Test kutusu olarak üç değişik konfigürasyon	24
Şekil 4.5	Pano üzerinde uzak giriş/çıkış, yerel giriş/çıkış kartları ile bir PLC'nin resmi .....	36
Şekil 4.6	Ana istasyonun RTU'larla haberleşmesinde kullanılan konfigürasyonlar .....	41
Şekil 4.7	Çok basit SCADA sisteminin ve İletişim Sisteminin Anahtar Elemanları .....	42
Şekil 4.8	Tek Kontrol Merkezi, Tek Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi, .....	42
Şekil 4.9	Scada'da Yıldız şeklinde bağlantı .....	43
Şekil 4.10	Scada'da Halka şeklinde bağlantı .....	43

Şekil 5.1	Güneş fırını otomasyon sisteminin algoritması .....	48
Şekil 5.2	Hygroclip SP05 daldırma sensör probu .....	49
Şekil 5.3	ASM134F130 damper motoru .....	49
Şekil 5.4	Otomasyon sisteminin saha elemanları .....	50
Şekil 5.5	PLC'nin fonksiyonel yazılımı ve merdiven diyagram şeması	56
Şekil 5.6	Motorların PLC'nin çıkış modüllerine bağlantı şeması .....	58
Şekil 5.7	Kereste kurutma fırınının bilgisayar denetimli otomasyonla çalışma şeması .....	59
Şekil 5.8.a	Kurutma fırınındaki sıcaklık değişimleri .....	62
Şekil 5.8.b	Kerestede ki nem oranının değişimi.....	62
Şekil 5.9	P-CIM Setup'ın alt menüsü .....	66
Şekil 5.10	New Project ekranı .....	67
Şekil 5.11	New Project teki pencereden sistemin tanımlanması .....	67
Şekil 5.12	Tanımlanan projenin seçilmesi .....	67
Şekil 5.13	Veri yolu protokolü .....	68
Şekil 5.14	Animasyon editörünün ekran görüntüsü .....	69
Şekil 5.15	Animasyon editörünün malzeme kutusu .....	69
Şekil 5.16	P-CIM Clipart malzeme kutusu .....	70
Şekil 4.17	Seçilen devre elemanının grafik ekranda istenilen büyüklüğe getirilmesi .....	70
Şekil 5.18	Devre elemanlarının simülasyon için ilişkilendirme menüsü .....	71
Şekil 5.19	Kereste kurutma fırınının simülasyon ekranının görüntüsü .....	72
Şekil 4.20	PC ile birlikte simülasyonun blok diyagramı .....	72
Şekil 5.21	Motorların çalıştırma simülasyon görünümü .....	73
Şekil 6.1	Güneş enerjili kereste kurutma fırınının maliyet analizi grafiği	78
Şekil 6.2	Güneş enerjili KKF'nda SCADA uygulandığında maliyet analizi .....	79
Şekil 6.3	Katı yakıtla çalışan kereste kurutma fırınının maliyet analizi ..	80

**TABLolar VE ÇİZELGELER**

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
<u>No</u>		
Çizelge 5.1	Kurutma fırını sıcaklık ölçümleri .....	62
Çizelge 5.2	Malzeme nem kaybı değerleri .....	62
Çizelge 5.3	P-CIM Grup modülleri .....	65
Çizelge 6.1.	A ve B kesitlerindeki havanın akış miktarı .....	74

**SEMBOLLER DİZİNİ**

a	Birim değişken maliyet	
A	Güneş panelinden gelen havanın fırını terk ettiği	
AC	Alternative Current	(Alternatif Akım-AA)
AKM	Ana Kontrol merkezi	
b	Sabit maliyet (kurulum maliyeti)	
B1	Yoğuşma ünitesi fanının fırının içine gönderdiği havayı taşıyan boru	
B2	Yoğuşma ünitesi fanına geri dönen havayı taşıyan boru	
BKM	Bölge Kontrol Merkezi	
CPU	Central Proccesing Unit	(Merkezi İşlem Birimi –MİB)
DDE	Dynamic Data Exchance	(Dinamik Veri Değişimi)
DDS	Distributed Digital System	(Dağınık Sayısal Sistemler)
DYS	Dağıtım Yönetim Sistemi	
EDI	External Device Interface	(Harici Arayüz Birimi)
EYS	Enerji Yönetim Sistemi	
GIS	Geographic Information System	(Coğrafi Bilgi Sistemi)
$h_1$	Evaporatöre giren havanın entalpisi	
$h_2$	Evaporatörden çıkan havanın entalpisi	
$h_2'$	Evaporatördeki havanın entalpisi	
$hf_2$	Çıkıştaki suyun entalpisi	
HMI	Human Machine Interface	(İnsan Makine Arayüz Birimi)
IED	Intelligent Electronic Devices	(Akıllı Elektronik Devreler)
KKF	Kereste Kurutma Fırını	
LAN	Local Area Network	(Yerel Saha Şebekesi)

LDN	Lif Doyum Yoğunluğu	
$\dot{m}$	Birikme tavaında bir saatte toplanan su	
$\dot{m}_a$	Havanın Debisi	
MMI	Man Machine Interface	(İnsan Makine Arayüz Birimi)
MTU	Master Terminal Unit	(Ana Denetim Merkezi-ADM)
OOP	Objjected Orianted Programing	(Nesneye Dayalı programlama-NYP)
PLC	Programable Logic Control	(Programlanabilir Sayısal Kontrol)
RAM	Random Acces Memory	(Rastgele Erişimli Bellek)
ROM	Read Only Memory	(Yalnızca Okunabilir Bellek)
RTU	Remote Terminal Unit	(Uzak Uç Birim- UUB)
$Q$	Güneş kollektörünün 15 günlük verdiği enerji	
$Q_G$	Güneş kollektörünün günlük verdiği enerji	
$Q_S$	Sabit enerji giderlerinin günlük toplamı	
$Q_t$	Güneş kollektörüne gelen yıllık enerji miktarı	
$Q_{ST}$	Sabit enerji giderlerinin 15 günlük toplamı	
$Q_V$	Güneş kollektöründen faydalanılabilen yıllık toplam enerji	
SCADA	Supervisory and Data Acquisition	
SCSI	Small Computer System İnterface(Küçük Bilgisayar Sistemi arabirimi)	
$t^*$	Evaporatördeki yaş termometre sıcaklığı	
$t_1$	Evaporatördeki giriş sıcaklığı	
$t_2$	Evaporatörün çıkış sıcaklığı	
TG	Toplam Gelir	
TM	Toplam maliyet	
$v_G$	Güneş kollektörünün fırına üflediği havanın debisi ( $m^3/h$ )	

$v_{\phi}$	Güneş kollektörünün fırından çektiği havanın debisi ( $m^3/h$ )
$w$	Özgül nem
WAN	Wide Area Network (Geniş Alan Şebekesi)
$x$	Üretilen birim iş (Kurutulan kereste miktarı)
$\eta$	Verim (Güneş kollektörünün verimi)

## 1. GİRİŞ

Üretim ya da hizmet aşamasında üretilen mamulün miktarına bağlı olarak ne kadar sürede, hangi kalitede üretimin yapılacağı girdi; (hammadde, enerji) maliyetleri de hesaba katılarak bilinmesi gerektiğinden günümüz işletmelerinde endüstriyel otomasyon teknolojilerine büyük önem verilmektedir. Ülkemizde başta güneş enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli yüksektir. Enerjide dışa bağımlılık ve artan çevre sorunları nedeniyle ileride oluşacak sıkıntıları azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yararlanılmalı enerji tasarrufuna ve verimliliğe yönelik tedbirler alınmalıdır.

Otomasyon sistemlerindeki gelişmeler çeşitli süreçlerden geçmiştir. Analog sinyallerin güvenilir hale gelmesi ile pnömatrik ve elektrikli cihazlar imalathanelerde kullanılmaya başlamıştır. 1960'larda dijital teknoloji süreci verilerinin saklanması ve işlenmesinde ilk defa kullanılmaya başlamıştır. 1970'lerde ise entegre devreler ve PLC'ler ile analog sinyaller denetim sürecinde iyi seviyelerde kullanılmıştır.

Gelişmekte olan DDS, dijital ve mikroişlemci teknolojisi denetim istasyonlarında kullanılmaya başlamıştır. 1980'li yıllarda, süreç denetimi merkezi bir yerde toplanmış işlemler hiyerarşik olarak dağıtılmıştır. Yine bu yıllarda iletişim için koaksiyel kablo ve optik iletişim kullanıma başlamıştır. 1990'larda saha ekipmanları ve veri yolları geliştirilmeye başlamıştır. Sürecin farklı noktalardan yönetimi ile karmaşa başladığından bilgisayar tabanlı denetimler geliştirilerek bu riskler azaltılmaya başlamıştır. Süreç yönetiminin geldiği son durumda veri yolları ve iletişimindeki çok büyük değişiklikler olmasıdır. Sürecin bulunduğu yer dışında uzak mesafelerden denetimi, şehirlerarası veya ülkeler arası denetim uydu sistemlerinin kullanımı ile mümkün hale gelmiştir. Böylece meydana gelen herhangi bir değişiklik merkez tarafından en kısa zamanda görülebildiği gibi, arıza durumlarında kısa sürede müdahale edebilme yeteneğini kazandırmıştır.

Muğla ili orman ve orman ürünleri açısından oldukça zengin olup ilin, 835620 hektarlık kısmı yani Muğla ilinin tamamının %68 'i ormanla kaplıdır. Bozuk orman alanları da eklendiğinde bu oran % 72'ye çıkar. 2000 yılı verilerine göre Muğla'da yaşayan insanların 82654 kişi ormanlık alanların içinde, 152411 kişide orman bitişiğinde ikamet etmektedirler. Özellikle orman köylerinde orman ürünleri üretimi ilin en önemli ekonomik girdilerindedir. Doğrudan orman ürünleri istihsalı, tomruk, tel direk, maden direği, sanayi odunu, kağıtlık odun, yakacak odun, sırk, lif yonga

gibi ürünlerdir ([www.mugla.gov.tr](http://www.mugla.gov.tr) 1 Haziran 2006). Kerestenin hammaddesi olan tomrukta ise 2002 verilerine göre 183133 m<sup>3</sup>'lük bir üretim söz konusudur ([www.ogm.gov.tr](http://www.ogm.gov.tr) 1 Haziran 2006). Muğla ormanlarından üretilen bu tomruktan elde edilen kereste, ahşap yat, kotra, özellikle turizmin yoğunlukta olduğu sahil yerleşimlerinde bina mimarisi ve dekorasyonunda kullanılmaktadır. Ancak yörede yetişen bu ağaçların tomrukları sektörün gereksinim duyduğu kaliteli ve kuru kerestenin temini için Antalya, İzmir ve Denizli'ye sevk edilerek kurutma fırınlarında kurutulup tekrar Muğla'ya getirilmektedir. Bu da sektör açısından zaman kaybı ve ulaşım giderlerinden dolayı da maliyetin artması demektir.

Bu durum göz önüne alınarak bir DPT projesi kapsamında inşaatı bitirilip manuel çalıştırılmakta olan Muğla Üniversitesi Kampus alanındaki KKF'nın otomasyonu yapılarak zaman ve enerji tasarrufu sağlanarak maliyetin düşürülmesi amaçlanmıştır. Düşünülen avantajların sağlanması halinde bu fırının keresteyi hammadde olarak kullanan bu sektöre bir model teşkil edebileceği düşünülmüştür.

Teknik kurutma yönteminde farklı tipte kurutma sistemleri mevcuttur. Bunlar ağaç cinslerine ve iklim koşullarına göre klasik endüstriyel kurutma, güneş enerjili kurutma, ısı pompalı (yoğuşmalı) kurutma, yüksek sıcaklıklarda kurutma teknikleridir. Muğla iklim şartları ve ağaç türleri göz önüne alındığında ısı pompalı/yoğuşmalı, güneş enerjili ve ısı depolamalı sistem bir araya getirilerek bir çok avantaj sağlanmıştır. Yenilenebilir ve çevreye zarar vermeyen güneş enerjisi kullanılarak enerji giderleri azaltılmıştır. Isı depolayan taşlar kullanılarak günlük zaman diliminde daha uzun süre sistemin çalıştırılması, dolayısıyla zamandan kazanç amaçlanmıştır. Isı pompası/yoğuşmalı kurutma ünitesinde de havanın nemi evaporatörde alınırken, soğutma yapılmış aynı zamanda ısı ortaya çıktığı için bu ısı kanal üzerinden sisteme dahil edilerek KKF'nın avantajları arttırılmıştır. Kereste kurutma sırasında kontrolsüz bir nem kaybı malzemenin fiziksel özelliklerinin bozulmasına neden olur. Bu da kontrollü bir kurutmayı gerektirir.

Malzemenin istenen şartlarda istenen özellikleri kazanabilmesi için saha ekipmanlarının en uygun şartlarda çalıştırılmaları gerekmektedir. Bunun için de kurutma sırasında sensörlerden gelen sinyallerin devamlı izlenerek gerektiğinde müdahalelerin anında yapılması elzemdir. Ancak bu durumda istenen sıcaklık ve nem değerine ulaşmak mümkün olabilir. Ayrıca kurutma fırınının içerisinde havuzlara doldurulan taşlar sayesinde güneş battıktan sonra taşların gündüzden absorbe ettiği ısı kullanılarak sistem çalışmaya devam edecektir. Bu süreçler için gözetleyici denetim ve veri toplama işlemleri yapan bir sistem kullanılmalıdır.



Kapsamlı ve bütünlük bir veri tabanlı kontrol gözetleme sistemi olan SCADA kontrol sistemi sayesinde kurutma fırınının ekipman kontrolü yapılması düşünülmüştür. Böylece üretim planlaması yapılmış ve çevre kontrol üniteleri dahil tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözetilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca Yapılan maliyet analizleri sonucunda elde edilen verilere göre güneş enerjili kurutma fırını daha kısa sürede başa baş noktasına ulaşmakta ve kâra geçtiği anlaşılmıştır.

Bu tezin 2. bölümünde kaynak özetleri verilmiş 3. bölümde güneş enerjili kurutma fırınının fiziki ölçüleri verilmiştir. Fırının çalışması güneş panelleri, güneş panellerinde ısınan havanın kurutma fırını ortamında dolaştırılması, yoğuşma (nem alma) ünitesinin çalışması ve ekonomik katkısı üzerinde durulmuştur. 4. Bölümde manuel çalışan kurutma fırınının otomasyonu (SCADA otomasyonu) anlatılmış ve bu otomasyon üzerinde durulmuştur. 5. Bölümde ise sistem projelendirilmiş ve sanal ortamda simülasyonu gerçekleştirilmiştir. 6. Bölümde ise güneş enerjili KKF, katı yakıtla ısınan KKF ile karşılaştırılmış ayrıca otomasyonla çalıştırılması halindeki verilerle sonuçlar ve değerlendirme yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Doğal olarak kurutulmuş ağaç malzemenin, istenen nem derecesinde kurutulması için uzun süre bekletilmesi ve bunun için de büyük kereste depoları gerekeceği bildirilmektedir (Örs, 1986). Klasik kurutmada fırının ısıtılması için %10–25 elektrik ve % 75–90 ısı enerjisi kullanılmaktadır (Kantay, 1978). Teknik kurutmada kısa zamanda istenen nem derecesi sağlanmakla birlikte yakıt ve işletme masrafları yüksektir.

Yeryüzünden 151.106 km uzaklıkta bulunan güneş, nükleer yakıtlar dışında, dünyada kullanılan tüm yakıtların ana kaynağıdır. İçinde sürekli olarak hidrojenin helyuma dönüştüğü füzyon reaksiyonları gerçekleşmektedir ve oluşan kütle farkı ısı enerjisine dönüşerek uzaya yayılmaktadır (Çıtıroğlu)

41° Kuzey enleminde (Trabzon) 1996 Mayıs-Temmuz tarihleri arasında Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill) kerestesinin açık havada ve güneş fırınındaki kurutma oranı, süresi, sonuç rutubetini belirlemiştir (Yadigaroglu, 1996). Fırındaki kuruma hızı açık havadaki kuruma hızından LDN üstünde 2, LDN altında ise 6 kat daha yüksek olarak belirlemiştir.

Türkiye güneş kuşağı bölgesinde ve güneş enerjisi bakımından zengin sayılabilir nitelikte olduğundan, ülkede güneş enerjisi uygulamalarına ağırlık verilmesi bir gerekliliktir. Muğla Üniversitesi yerleşke alanında güneş enerjisi yoğunluğuna bir kereste kurutma fırını tasarım ve kurulumu tamamlanmıştır. Bu fırın, halen güneş enerjisinden sağlanan sıcak havanın oda iç hacminde dolaştırılması ve kurutma odasının neminin alınması şeklinde manuel olarak çalıştırılmaktadır (Tarımer, vd., 2004).

İzmit'te 1999 Ağustos'unda yaşanan depremde SCADA denetimi sayesinde rafineri çalışmasında herhangi bir problem görülmemiş. Kontrol odasından şebekedeki ana çelik vanalar otomatik kapatılmış, 27 adet bölge regülatörü de eş zamanlı olarak durdurulmuş tüm sistemin gaz akışı kesilmiştir. İZGAŞ'daki SCADA sisteminin şehir doğalgaz dağıtım şebekelerinde uygulanabilen otomatik, uzaktan kumanda ile vanaların kapatılabildiği tek sistem olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1999).

Kaya yataklı ayrılmış kazanç sistemlerinin mimari yapıya uygulaması, bir model tarafından bir model olarak sunulmuştur (Çalış ve Ülgen, 2006). Güneş

kolektörü aracılığıyla toplam enerjinin kullanılacak miktardan fazlasının olması durumunda, bir kanal vasıtasıyla ısıl kütle (kaya parçaları)'ye yönlendirilerek günlük ısı depolanmıştır. Gün batımında mekanın sıcaklığı ısıl kütlede sıcaklığından daha düşük olduğundan kütle depoladığı enerjiyi salarak sıcaklık artış ve düşüşlerini dengelemiştir.

Banvit Bandırma Tesisi OG-AG Enerji Dağıtım ve İzleme Otomasyon Uygulaması'nda fabrikanın enerji dağıtım sistemini denetim altına almak amacıyla kurulmuş olan enerji otomasyon sistemi PLC-SCADA tabanlıdır. OG ve AG dağıtım merkezlerinde kurulu olan tüm kesicilerin ve şalterlerin enerji parametreleri, koruma röleleri ve enerji analizörleri vasıtasıyla bilgisayardan anlık olarak izlenebilmekte ve değerler diske kaydedilmektedir. PLC giriş modülleri ile dijital ve analog sinyaller sahadan toplanmaktadır. Bu sinyaller bilgisayar ekranında gösterilmekte ve bazıları otomasyon senaryoları için kullanılmaktadır. Bu sayede tesisteki enerji kesintileri mümkün olduğunca en aza indirilmekte ve üretim kesintiye uğramamaktadır (Canıgür, 2001).

Bir çalışmada proses tasarım, benzetim ve kontrolü için genel amaçlı bir SCADA programı hazırlanmıştır. Bu çalışma PC ortamında bir SCADA yazılım paketi geliştirilmesini konu almıştır. Farklı alanlarda gerçekleşen ve bilgisayar üzerinde modellenebilecek proseslerin benzetimi ve kontrolü için bir yazılım paketi geliştirilerek proseslerin modellenmesi ile gerçek zamanlı kontrol yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Böylelikle programı kullanan kişilerin kendi hesaplama ve kontrol rutinlerinin bu programa sonradan eklenmesi mümkün olmaktadır. Paket C++ Builder kullanılarak Windows ortamı için geliştirilmiştir (Derinkaya, 2001).

Oyak-Renault fabrikası Megane kaporta hattında Scada ile arıza izleme ve takip sistemi gerçekleştirilmiştir. Üç bölümden oluşan yazılımının ilk bölümünde, PC'lerin birinde gerektiğinde çeşitli iletişim araçlarını kullanarak yetkilileri fabrikada oluşan olaylarla ilgili olarak bilgilendiren bir kısım bulunmaktadır. İkinci yazılım bölümünde PLC'lere saha elemanları tarafından veri gönderilmektedir. Son bölümde ise üretim hattının kontrolünü yapan PLC yazılımı vardır. Geliştirilen sistemde üretim hattında meydana gelen bir arıza bakım personeline bildirilmekte, ayrıca yazılan bir Sql-programı ile bu bilgiler MS Access veri tabanına kaydedilmektedir. Veri tabanındaki bilgiler ile oluşan arızalara yönelik istatistiksel büyüklükler hesaplanmakta ve bunlar yerel ağ üzerinden diğer kullanıcılarla paylaşılması sağlanmaktadır (Hasdemir, 2001).

Bayramiç ilçesinde Manuel Atık Su Tesisinin Scada Otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Bayramiç (Çanakkale)'de atık su arıtma tesisinin manuel çalışması

PLC ve Scada dönüşümü sağlanarak otomasyona alınmıştır. Siemens ailesinden S7-400 ve S7-300 PLC'leri kullanılarak WinCC programı ile atıksu tesislerinde ve tüm endüstriyel tesislerde hayati bir öneme sahip olan enstrümantasyon konusu ilgili tesite kullanılan sensörler ve aktüatörler temel alınarak sistem gerçekleştirilmiştir (Güner, 2002).

Scada sisteminin doğalgaz uygulaması yapılarak Scada sisteminin tanımı, uygulama alanları, sistem ve elemanlarının tanıtımı, elemanların sistemdeki yeri, önemi ve özellikleri, çalışma şekilleri, kontrol merkezinin yapısı kontrol merkezinde bulunan enstrümanların fonksiyon ve yapılarının yanı sıra, bir SCADA projesinin safhaları, anlatılmıştır. Sistemin kuruluş amacı, şebekeye kazançları, sistemin tarihçesi, fonksiyonları, saha ölçüm işlemleri anlatılmıştır (Keleşer, 2001).

Bu tezde üzerinde çalışılan güneş enerjisi yoğunmalı ve otomatik kontrollü kereste kurutma fırını, DPT 2002-124702 No.lu proje kapsamında tasarlanarak Muğla Üniversitesi kampus alanına kurulmuştur (Tarimer, ve ark.; 2004).

Güneş enerjisi ile kereste kurutmanın Trabzon iklim şartlarında kullanılabilirliğini ve enerji tasarrufuna katkısını belirlemek amacıyla, Trabzon'da güneş enerjisi ile kereste kurutma olanaklarının araştırılması Tübitak tarafından TOAG-689 sayılı projeye desteklenen bir çalışma ile yürütülmüştür (Üçüncü, 1991).

Bir SCADA çalışmasında sistem genişlemelerindeki eklerin mevcut donanıyla aynı modüler formda olması halinde bir problemle karşılaşılacağı bildirilmiştir (Bailey; Wright, 2005).

Deprem riski yüksek olan ülkemizde bileşik ısı-güç sistemlerinde (elektrik, doğalgaz, petrol boru hatları vb.) SCADA sistemleri teşvik edilmelidir (Etemoğlu; vd., 2002).

Kereste kurutma fırınının otomatik denetimli çalıştırılmasıyla kurutulan kerestenin kalitesinde artma, enerji tasarrufu işgücü ve zaman kazancı sağlanabileceği bildirilmektedir (Tarimer; Aker, 2006).

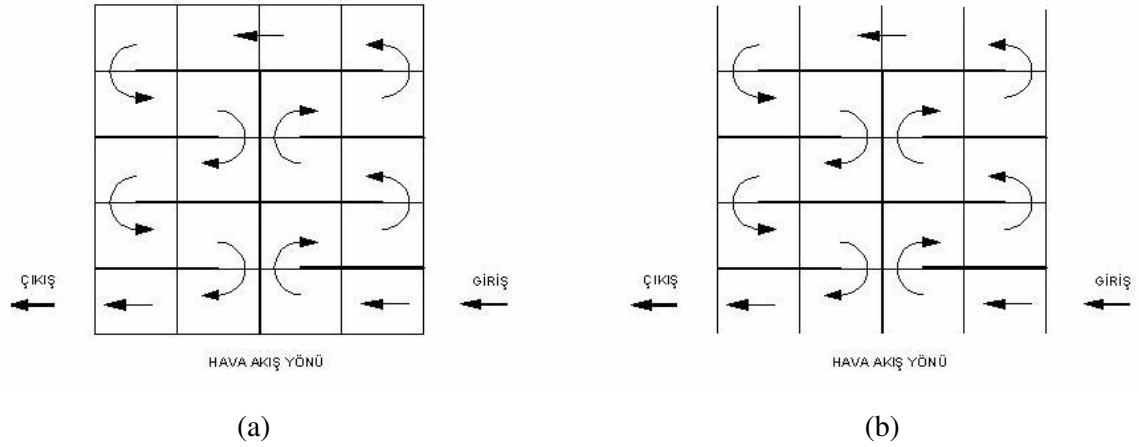
### 3.SİSTEMİN TANITIMI

Gerçekleştirilen kurutma fırını  $300 \text{ m}^3/\text{yıl}$  kapasiteli,  $40 \text{ m}^3$  iç hacme sahip,  $40 \text{ m}^2$  havalı güneş toplayıcı alanı ile olan bir sistemdir. Şekil 3.1'de görülen güneş kolektöründen sağlanan sıcak hava, dolaştırıcı bir pompa ile fırın içerisinde dolaştırılmaktadır. Güneş paneli, gün ışığından sabit durumda en iyi verimi alabilmek için, güneşe bakar durumda ve yüzeye  $45^\circ$  lik bir açı ile yerleştirilmiştir. Mevcut güneş kolektör paneli 20 ayrı gözden meydana gelmekte olup giriş kısmından alınan hava uygun yönlendirmeler sayesinde bütün odacıklardan dolaşmaktadır hava dolaştırma ünitesi sayesinde kereste kurutma fırınının içine gönderilmektedir.



Şekil 3.1. Güneş panelinin görünüşü

Güneş kolektörünün imalatında gözlerin arası alüminyum çitalarla ayrılmış olup araları hava kaçaklarına karşı yalıtılmıştır. Kapalı sisteme dahil olan ikinci bir dolaştırma sistemi ise yoğuşma ünitesinden geçirilmektedir. Her iki ünite birbirlerinden bağımsız kapalı sistem olarak çalışmaktadır. Güneş panelinde ısınan hava fırının içerisini ısıtmakta, yoğuşma ünitesi ise fırın içerisinde ısınan havanın ısınıp düşürerek içerisindeki nemin yoğuşmasını sağlamaktadır. Hava ısındığında içerisinde barındırabileceği nem oranı artmakta olup, havanın soğutulmasıyla içinde barındırabileceği nem azalmakta ve evaporatörden sıvı hale dönüşerek dışarıya alınmaktadır. Şekil 3.2'de Güneş panelinde dolaştırılan hava akış yönü ve panel montaj parça görünüşleri verilmiştir.

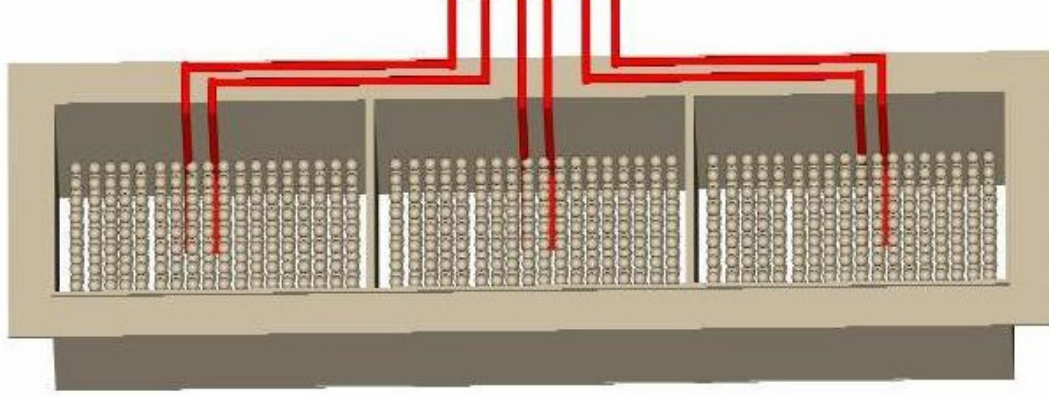


Şekil 3.2.a Güneş panelinden hava akış yönü. Şekil 3.2.b Panel montaj parça görünüşleri

Bir ağaç malzemenin kolay ve geç kuruması % nem değerini belirten özgül kütleyle belirlenir. Ağaç malzemenin özgül kütlelerinin artması ile ağaç malzemenin kuruması güçleşmekte olup suyun difüzyon hızı düşmektedir. Yüksek özgül kütleli ağaçlarda kurutma kusuru olasılığı, hafif olanlara nazaran daha yüksek olduğundan bu cins ağaçların kurutulmasında koruyucu ve dikkatli kurutma programı uygulanır (Üçüncü,1991). Ağaç malzemenin teknik olarak kurutulmasında kurutma fırını içerisinde belirli bağıl nemin bulunması koruyucu bir kurutma bakımından önemlidir. Kuru hava ile yapılan kurutmada yüzeye yakın tabakalar, iç tabakalara nazaran çok hızlı kurumakta; bu nedenle çeşitli kurutma kusurlarına yol açmaktadır. Kurutmanın her safhasında yeteri kadar bağıl nem bulunmalıdır. Hava, kurutma fırınlarında nem ve ısı taşıyıcısı olarak kullanılmaktadır. Dolaştırılan kuru hava ile kurutulan ağaç malzemenin yüzeyinde biriken nemli hava alıp uzaklaştırır ve bunun yerine nem alma yeteneği olan taze kuru ve sıcak havanın gelmesi sağlanır. Bizim sistemimizde ise kurutulan ağaç malzemenin yüzeyinden alınan nemle birlikte bağıl nemi arttığı için bu hava soğutulduğunda (yoğuşma ünitesinden geçerken) içindeki nemin belli bir miktarı sıvıya dönüşerek atık madde olarak yoğuşturucudan dışarı alınmaktadır.

Kurutma, ağaç malzeme içerisinde bulunan, kullanım amacı ve yeri için uygun olmayan fazla suyun atılmasıdır. İdeal bir kurutmanın amacı, kurutma sırasında kaliteyi düşürmeden, koruyucu önlemleri alarak en kısa sürede en ekonomik şekilde ağaç malzemeyi çeşitli kullanım yerlerinin gerektirdiği nem derecelerine kadar kurutmaktır. Kurutmanın ilk evresinde yüzeydeki hücreler iç kısımlardaki hücrelere göre daha fazla su kaybeder ve kerestenin yüzey bölgesinde daralmalar meydana gelir. Daralmanın meydana getirdiği basınç etkisi ile iç kısımlardaki hücrelerin suyu hava boşluklarına doğru hareket eder. Zorlama etkisi ile gerçekleşen bu akım, hücre boşluklarında bulunabilecek ekstratif maddeleri de beraberinde taşır. Bu maddeler

özellikle hızlı kuruma sonucu kılcal akım borularını tıkar. Bu nedenle kereste kurutma sırasında ısının belli bir değerin üzerine çıkarak malzemeden hızlı bir nem düşüşünün gerçekleşmesi istenmeyen bir durumdur. Şekil 3.3. de kereste kurutma fırınının zemininden alınmış bir kesit görülmektedir.



Şekil 3.3. Kereste kurutma fırınının taşla doldurulmuş tabanının kesiti

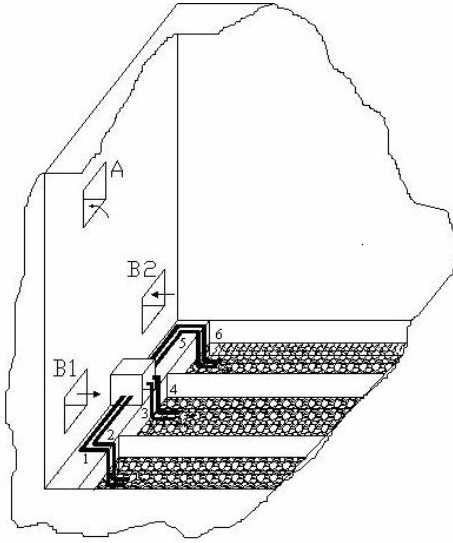
Zeminde, üzerinde tekerlekli vagonların yerleştirilmiş olduğu üç adet havuz mevcuttur. Bu havuzların içi belirli büyüklükte (hava akışını engellemeyecek ebatta) yuvarlak dere taşlarıyla doldurulmuştur. Bu polimer taşların fonksiyonu; kereste kurutma fırını çalışırken, güneş kolektöründe ısınarak çıkan altı adet borudan gelen sıcak havanın havuzların tabanından yayılmasını sağlaması ve gün boyu belli bir ısı enerjisi depolamasıdır. Depolanan ısı, güneş battıktan sonra belli bir süre daha kurutma işlemine devam ederek gün içerisinde sistemin çalışma saatini artırır ve kurutma süresini kısaltır.

Şekil 3.4 'de kereste kurutma fırınının üç boyutlu bir kesitinde güneş kolektörü ve yoğuşma ünitesinin fırına giriş çıkış kanalları görülmektedir. Güneş kolektörü ve yoğuşma ünitesinin kereste kurutma fırınına bağlantıları dairesel esnek bir boru ile sağlanmış olup borular ayrıca izocam ile sarılarak izole edilmiştir

Güneş kolektöründe ısınan hava pompa tarafından fırının içine üflenir; ortadaki küp şeklindeki dağıtıcıdan çıkan altı adet borudan zemindeki taşların altından havuz içine üflenmektedir. Dağıtıcıdan çıkan borular 10 cm çaplı olup A, B1 ve B2 ye gelen boruların çapı 40 cm dir. Güneş kolektörü pompasının üflediği havanın dönüşü

ise A kapakçığından olmaktadır. Burada 1,2,3,4,5,6 numaraları, güneş kolektöründe ısınan havayı bir dağıtıcı kutudan her üç havuza ikişerli dağıtan borulardır.

Yoğuşma ünitesinin üflediği hava ise B1 den kurutma ortamına girip B2 den geri dönmektedir. Kereste kurutma işleminin süresi sıcaklığa ve kurutma ortamına giren ve geri dönen havanın hızına ve debisine bağlıdır. Şekil 3.5 'de kurutulacak kereste malzemenin rahat taşınması için zemindeki kızak üzerinde kullanılan tekerlekli vagonlar görülmektedir.



Şekil 3.4 Kereste kurutma fırınının  
bir kesit görünüşü

Şekil 3.5 Kızak üzerindeki vagonların  
görüntüsü

Şekil 3.6-7-8-9'da yoğuşma ünitesi ve ısı pompası resimleri verilmektedir. Bu üniteler güneş kolektörü ile kurutma fırını havuzları arasındaki kısımda yerleşiktir.

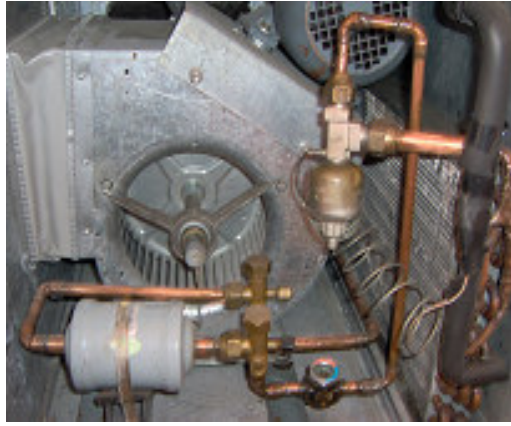




Şekil 3.6 KKF Güneş kolektörü sirkülasyon pompası



Şekil 3.7 Yoğuşma ünitesi ve ısı pompasının dış görünüşü

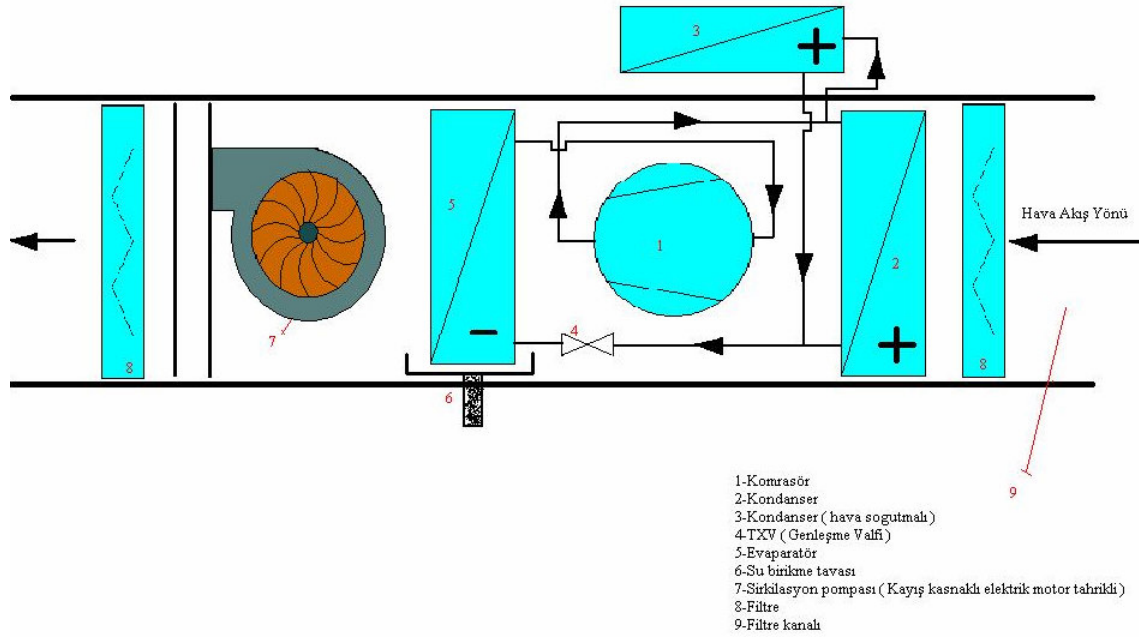


Şekil 3.8 Nem alma ünitesinin içerisinde sirkülasyon pompası ve evaporatör resmi



Şekil 3.9 Nem alma ünitesinin içerisinde kompresör ve kondenserin resmi

Şekil 3.7 ve 3.8’de iki parçalı halde görülen nem alma ünitesinin Şekil 3.9’da blok diyagramı çizilmiştir. Hava kanalı içerisinde görülmekte olan bu blok diyagramda soğutma sistemi (ısı pompası) ile fırından gelen nemli havanın kurutulması sağlanmaktadır. Diyagramda görüldüğü gibi kurutulacak malzemenin bulunduğu ortamdan geçirilen hava geçişi sırasında kerestenin nemini alacağı için nemi artacaktır. Nem oranı artan hava çığileme noktası sıcaklığının altında (ortalama  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) bir sıcaklığa sahip evaporatör yüzeyinden geçirilirken, havanın nemi yoğunlaşarak yoğunlaşma tavasına birikir. Tahliye hortumu ile dışarı atılır. Böylece daha kuru bir havanın fırın içerisine gönderilmesi sağlanır. Burada amaç havanın nem absorbe etme özelliğini arttırmaktır.



Şekil 3.10 KKF'nın nem alma ünitesinin blok diyagramının görünüşü

*Nemli havanın soğutularak kurutulması:* Nemli hava çığıleme noktasının altında bir sıcaklığa kadar soğutulursa havanın nemi yoğuşur. Yoğuşan bu nem dışarıya alınırsa hava kurutulmuş olur. Yapılan çalışmalarda kereste malzemenin güneşe ve hava şartlarına bağlı olarak değişken değerleri olduğu görülmüştür. Burada örnek bir prosesdeki ortalama değerler verilecektir. Yapılan bir ölçümde evaporatör öncesi ve sonrası aşağıdaki değerler okunmuştur. Buna göre sistemden atılan su miktarı hesaplanmaktadır. Ancak malzeme kurudukça yani malzemenin havaya verdiği nem azaldıkça hesaplanan değerlerde küçülecektir.

Yapılan ölçümler sonucunda evaporatöre giriş sıcaklığı 40 ° C, evaporatördeki yaş termometre sıcaklığı 30 ° C ve evaporatörün çıkış sıcaklığı' da 20 ° C olarak ölçülmüştür. Buna göre  $\dot{m}_a$  Eş. 3.1'deki gibi hesaplanır.

$$\dot{m}_a = \text{havama debisi} \times 0,866 \text{ (kg/h)} \quad 3.1$$

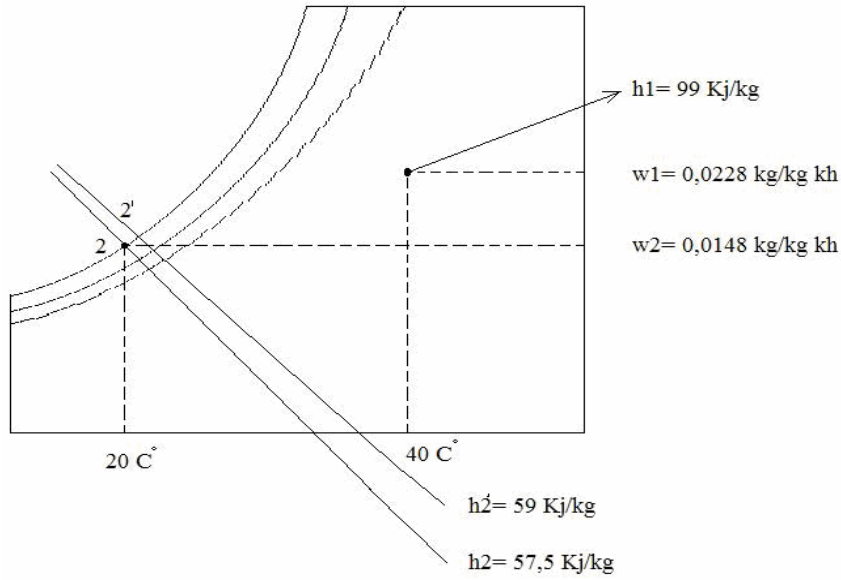
$$\dot{m}_a = \text{havama debisi} \times 0,866 = 98 \times 0,866 = 84,868 \text{ kg/h} \text{ (havanın debisi tablo 6.1)}$$

Şekil 11'de verilen psikometrik diyagramdan  $h_1$  ve  $h_2$  değerleri 99 Kjoule/kg, 57,5 Kjoule/kg olarak okunur. Aynı şekilde  $h_2'$  de 59 Kjoule/kg olarak okunur.

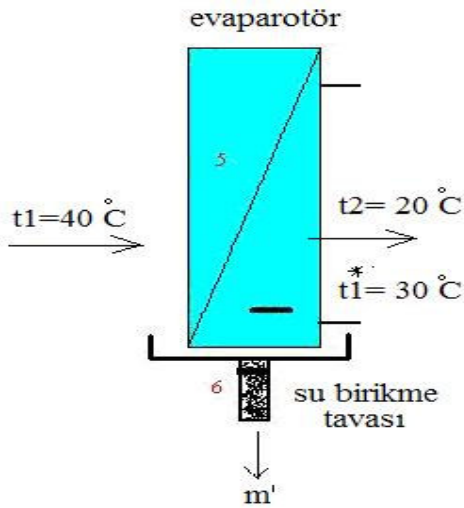
Buhar tablosundan  $h_{f2}$ 'de 83,72 KJoul/kg olarak bulunur.. Bu durumda  $\dot{m}$  değeri Eş 3.2 ile bulunur.

$$\dot{m} = \dot{m}_a x (w_1 - w_2) \quad 3.2$$

$\dot{m} = 83,33 \text{ kg / h} \cdot (0,028 - 0,0148) = 0,667 \text{ kg / h}$  olarak bulunur.



Şekil 3.11 Nemli havanın psikometrik diyagramı



Şekil 3.12 Evaporatörde havanın neminin yoğunlaşması

#### 4. KERESTE KURUTMA FIRINI OTOMASYONU

Güneş fırını kurutma düzeneğinin bilgisayarlı denetim sistemi saha ekipmanları, veri ağı, mantık denetim yazılımı ile insan-makine arayüzü birimlerinden oluşur. Saha ekipmanları kontrol edilen ve izlenen sahadan veri toplamakta ve mantık denetim yazılımının vermiş olduğu kararları sahadaki cihazlara göndermektedir. Veri ağı PC’de görüntülenen yazılımla denetlenen sistem arasındaki veri iletişimini sağlamaktadır. Ara yüz programı SCADA hiyerarşisi içinde fırının otomatik denetimini ve cihazlarla bilgisayar arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Cihazlar arasındaki kablolu bağlantı için ekranlı koaksiyel kablolar kullanılmaktadır. Güneş fırını otomasyon sisteminin kurulumu ve uygulanmasında; sistemin çalışması sırasında kurutma sürecinin ön kontrolü, işletim, denetim, yönetim ve veri izleme – değerlendirme aşamalarını kapsamaktadır. Kereste kurutma fırını otomasyonunda saha elemanı olarak yedi adet nem ve sekiz adet ısı sensörü bulunmaktadır. Bu sensörlerin gönderdiği sinyallere bağlı olarak SCADA yazılım katmanı otomasyonu sağlamakta olan PLC ye uygun komutlar göndererek analog kontrolle (İstenen sıcaklığı sağlayacak hava miktarının üflenmesi için) güneş kolektöründeki damper motorlarının damper kanatçıklarını uygun konuma getirmektedir. Sistemin set-up değerlerine bakılarak güneş battıktan sonra havuzdaki taşların sıcaklığı belli bir değerin altına düştüğünde veya kerestenin nem miktarı uygun değere indiğinde gönderilen dijital sinyal her iki motor otomatik olarak açık devre konumuna getirilmektedir.

##### 4.1 Bir Otomasyon Türü Olan Scada Sisteminin İncelenmesi

SCADA “İzleme, Kontrol ve Veri Toplama Sistemi” anlamındadır. SCADA sistemi izleme, danışma, kontrol ve veri toplama işlevlerini yerine getirir.

**Danışma ve Uzaktan Kontrol İşlevi:** Belli bir cihazı veya tesisi uzaktan kontrol edebilmek, bunların verilen kontrol komutuna göre çalışmasını sağlayabilmek ve davranışlarının kontrol komutları doğrultusunda olup olmadığını doğrulayabilmektir.

**Uzaklık Kavramı:** Uzaklık için genel kriter; kontrol bölgesi ile kontrol edilen cihaz arasındaki mesafenin telli kontrol kullanmaya elverişli olup olmadığı veya pratik olmadığı uzaklıktır.

Danışmanlı Kontrol Sistemi: Bir iletişim kanalı üzerinden, uzak ve geniş coğrafi bölgeye yayılmış olan, çok sayıda cihaz ve tesisin sistem operatörü tarafından, danışma ve kontrolünü sağlayan sistem, danışmanlı kontrol sistemi olarak tanımlanır.

SCADA sistemleri kullanılarak uygulama yazılımı geliştirmek için protokollerin tanımlanması ve veri tabanı yapısının tanımlanması gerekmektedir. İletişim protokolleri, SCADA'nın işletmedeki bilgi omurgası olma görevini yapması için birbirleri ile iletişim kurması gereken birimlerin haberleşmesini sağlamaktadır. SCADA sisteminin gözlem ve denetim fonksiyonlarını üstlenmesi için sürece ait giriş ve çıkış bilgileri bir veri tabanında tanımlanır. Bu süreç değişkenlerinin bulunması gereken seviyelerle ilgili alarmlar ve bu değişkenlerin işlenmesi gerektiğinde kullanılacak bilgi blokları veri bilgi tabanı tanımlanması aşamasında gerçekleştirilir. SCADA sistemleri; sistem operatörlerine, merkezi bir kontrol noktasından geniş bir coğrafi alana petrol ve gaz alanları, boru sistemleri, su şebekeleri, termik ve hidrolik enerji üretim sistemleri ile iletim ve dağıtım tesisleri gibi alanlarda vanaları, kesicileri, ayırıcıları, anahtarları uzaktan açıp kapama, ayar noktalarını değiştirme, alarmları görüntüleme, ölçü bilgilerini toplama işlevlerini güvenilir, emniyetli ve ekonomik olarak yerine getirme avantajı sunmaktadır.

#### **4.1.1 Scada sisteminin uygulama alanları**

SCADA sisteminin birçok kullanım alanı vardır. Geniş bir coğrafi alana yayılmış, tesislerin yanı sıra bölgesel ve yerel tesislerin de birçoğunda kullanılmaktadır. Başka sistemlere de alt yapı teşkil etmektedir.

SCADA sisteminin başlıca kullanım alanları; kimya endüstrisi, doğalgaz ve petrol boru hatları, elektrik üretim ve iletim tesisleri, elektrik dağıtım tesisleri, su toplama arıtma ve dağıtım tesisleri, hava kirliliği kontrolü, çimento endüstrisi otomotiv endüstrisi, bina otomasyonu gibi alanlardır.

#### **4.2 Scada Sisteminin İşlevleri**

*Genel olarak SCADA sisteminden beklenenler:* Sisteme ait elektriksel ve endüstriyel parametrelerin PC'den izlenebilmesi, set edilen değerler için alarm alabilme, istenen değerlerin talep edilen periyotlarda kaydedilmesi, grafik trend izleme kaydetme imkanı, enerji tasarrufuna imkan sağlayan veri tabanı, ürün başına indirgenebilen enerji maliyeti, elektrik sarfiyatının faturalanması, tek bir merkezden dükkan, ofis,

grup ve bina bazında elektriksel yük kontrolü sağlanması, arıza takibi, sistemdeki her noktaya PC'den kumanda imkanı sağlanmasıdır.

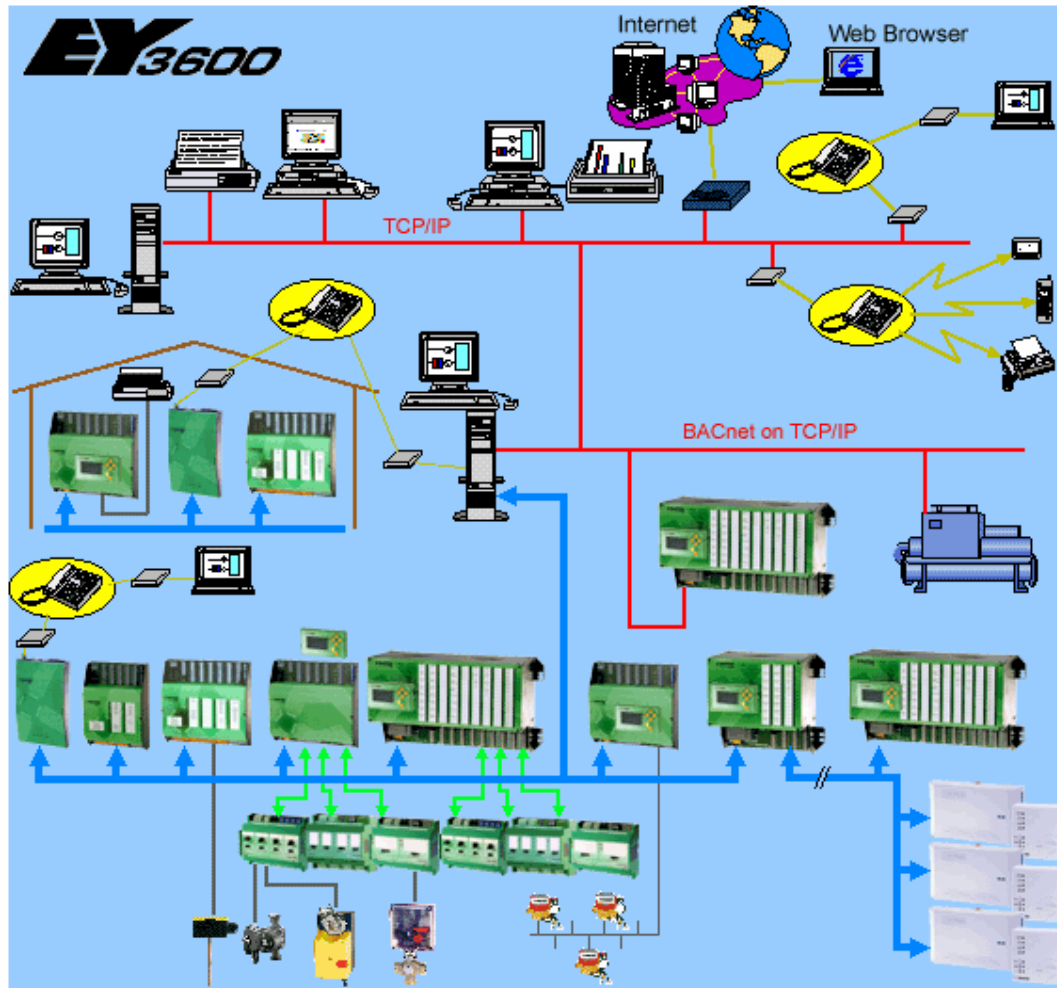
*Yazılımdan beklenenler:* Çabuk kolay uygulama tasarımı, dinamik grafik çizim araçları, çizim kütüphaneleri, alarm yöntemleri, tarih bilgilerinin toplanması ve rapor üretimidir.

### **4.3 SCADA Yapısı**

SCADA genel olarak üç ana kısımdan oluşur:

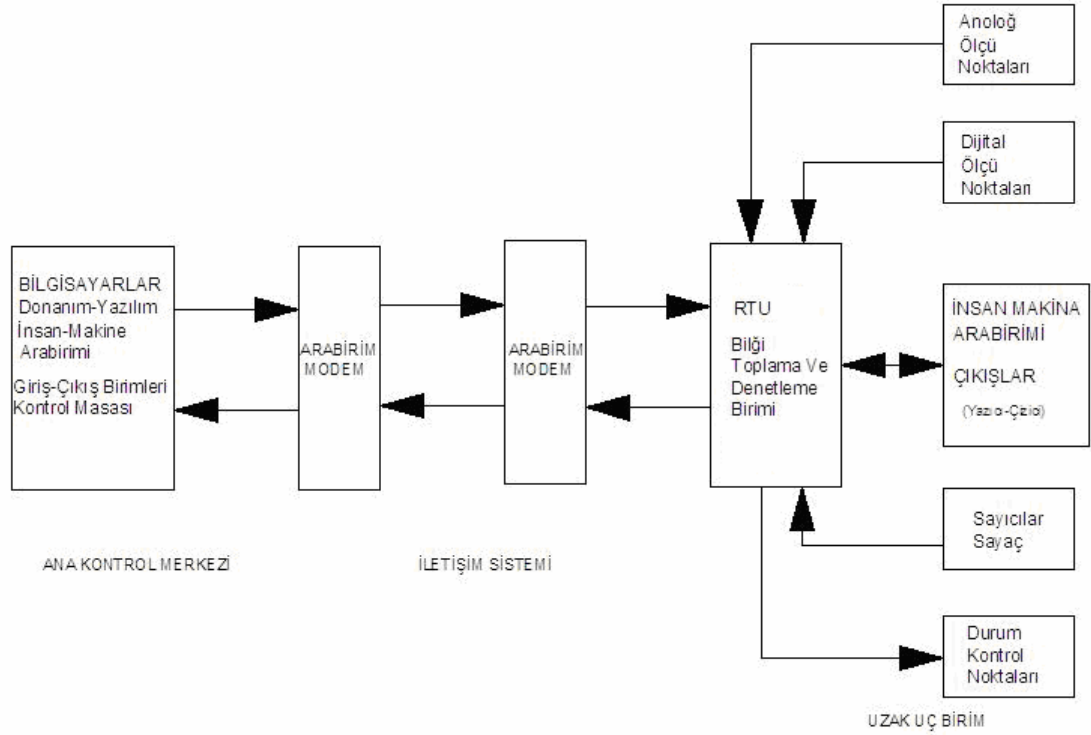
1. Uzak Uç Birim ya da Saha Elemanları (Veri toplama ve kontrol uçbirimlerini oluşturan yerel sistemler); değişik fiziksel şartlarda algılaması olan sensörler ve kontrol sinyalini alıp uygun prosesi gerçekleştiren elemanlardır.
2. İletişim Sistemi; sistemin katmanları arasında haberleşmede kullanılan iletimi sağlayan (koaksiyel kablo, RF iletişimi, uydu kanalları gibi) ortamlardır.
3. Kontrol Merkezi Sistemi; geniş bir alana yayılmış cihazların bir merkezden bilgisayar aracılığıyla denetlenmesini, izlenmesini, önceden tasarlanmış bir mantık içinde işletilmesini ve geniş zaman birimine ait verilerin saklanması sağlayan sistemlere verilen genel bir addır.

Şekil 4.1'de bir SCADA otomasyonunun katmanlarının şematik yapısı görülmektedir. Bu sistem sayesinde, bir tesise veya işletmeye ait tüm elemanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar bütün birimlerin kontrolü ve gözetilmesi sağlanabilir. (www.sauter\Fr\_ Sauter Ltd\_, Basle (Switzerland) - Building management systems.htm,1Haziran 2006)



Şekil 4.1 Bir SCADA otomasyonunun katmanları

Bu sistem, bir dizi elektronik kontrol ünitelerini, endüstriyel bilgisayarları veya iş istasyonlarını, uygulama yazılımlarını ve iletişim bölümlerini içerir. Aşağıda şekil 4.2’de verilen diyagramda ise bir Scada sisteminin genel yapısı görülmektedir. ([www.scadasitesi.dostweb.com/b1.html](http://www.scadasitesi.dostweb.com/b1.html), 1Haziran2006) Şekildeki blok diyagramda sahadaki uç birim analog ve dijital ölçüm noktaları belirtilmiştir. İkinci katman olarak bilgi toplama ve denetleme birimi (otomasyon işlemlerinin yapıldığı) görülmektedir. Üst kısımda sistemin denetimini yapan SCADA yazılım ortamı mevcuttur.



Şekil 4.2 Scada'nın Genel Yapısı

#### 4.4 Scada Sistemi ve Uzaktan Bilgi Toplama Denetleme Ünitesi

SCADA sistemleri çok geniş alanların kontrol ve denetiminde kullanıldığı için, birbirinden uzakta farklı alanlarda bilgi toplama ve denetleme üniteleri kurulur. Şehir suyu toplama havzaları depolama sahalarında, havzanın değişik alanlarında bilgi toplama ve denetleme üniteleri kurularak SCADA uygulamaları yapılabilir.

##### 4.4.1 RTU'nun tanımı ve görevleri

Uzak Uç Birimi (UUB): Bir SCADA sisteminde UUB bulunduğu merkezin sistem değişkenlerine ilişkin bilgileri toplayan, depolayan, gerektiğinde bu bilgileri kontrol merkezine belirli bir iletişim ortamı yolu ile gönderen, kontrol merkezinden gelen komutları uygulayan bir SCADA birimidir. SCADA sistemlerinde UUB olarak RTU, PLC ve Akıllı Elektronik Cihazlar (IED) kullanılmaktadır. Genel olarak RTU, küçük bir bilgisayar olarak diğer RTU'ların denetlenmesinde ve görüntülenmesinde kullanılır. Uzak uç birimleri buldukları yerde ölçüm ve denetleme işlemleri yürüten birimlerdir. SCADA sistemleri içerisinde yerel ölçüm ve kumanda noktaları oluşturan RTU'lar birbirine bağlanabilen çeşitli cihazlara kumanda edilebilir. Ölçülmesi gereken büyüklükler ölçülebilir. RTU yardımıyla merkezi kumanda ve izlemeyi sağlayabilmek için RTU'lar tüm ölçüm sonuçlarıyla cihazın çalışma durumlarını merkeze ileterek



merkezden gelen komutlar doğrultusunda işlemlerini yaparlar. Böylece merkezi denetim birimlerinin başında bulunan sistem operatörünün tüm ölçüm sonuçlarını görmesini ve gerekli komutları göndererek sistemi denetlemesini sağlar. Fakat RTU'nun görevi sadece ölçüm yapmak ve komut uygulamak değil, ölçüm sonuçlarının belirli sınırlar içerisinde olup olmadığını da denetleyerek gereken ikazları merkeze bildirmektir. RTU'lar gelişen teknoloji ile birlikte birçok aşamadan geçmişlerdir.

Bütün SCADA sisteminin yükü merkez bilgisayarı üzerinde olacağından çok hızlı, yüksek işlem gücü olan bilgisayarlar kullanmak gerekmektedir. Diğer yandan mikroşlemcili RTU'lar, tüm olumsuz durumları değerlendirerek alarm uyarıları üretebilir ve bu durumlarda ne yapılacağına anında karar vererek yerinde müdahale edebilir. Aynı zamanda işlemcili RTU'lar kullanıcının özel isteklerini yerine getirecek şekilde programlanabilir, böylece denetleyici cihazların kullanıcı gereksinimlerini karşılayacak şekilde çalışması sağlanır. Bu esnada diğer işlemcili RTU'larla haberleşerek işlemleri yerine getirir. Birbirleri arasındaki iletişimi sağlarken aynı zamanda merkezi birim tarafından sürekli gözetlenerek sistemin tümünün denetlenmesine izin verirler. Mikroşlemcili RTU'lar en karmaşık kontrol yöntemlerinin dahi uygulanmasını sağlarlar. Çoğu zaman merkez birimine gerek duymadan denetim uygulamasını devam ettirirler. Bu da toplam sistem performansını önemli oranda artırır ve tepki süresini azaltır. Böylece acil müdahale edilebileceği için tüm sistemin güvenilirliği yükselir.

Mikroşlemcili RTU'lar çoğu elektromekanik cihazın işlevini üstlenmektedir. Mekanik cihazlar, uzun kullanım süreleri sonucunda aşınmakta, verimleri düşmekte ve güvenilirlikleri azalmaktadır. Tamamıyla elektronik yapıdaki RTU ise hassasiyetinde hiçbir değişiklik olmadan daha uzun süre çalışabilmektedir. Ayrıca merkez bilgisayarın yapabileceği pek çok işi üstlenir. Merkez birimin durması veya iletişimin kesilmesi durumunda akıllı RTU hiç durmadan görevini icra eder. Merkezin işlem yükünün RTU' lara dağıtılması sonucunda, merkezin RTU' lar ile sık iletişim kurma gereksinimi kalmayacak, iletişim trafiği hafifleyecek ve iletişim verimi artacaktır. Bilgi toplama depolama ve gerekli kumandaları yapmak bir RTU'nun temel görevidir. RTU, ADM (Ana Denetim Merkezi) 'den aldığı veriyi sahadaki cihazları anlayabileceği analog veya sayısal sinyallere dönüştürür. ADM tarafından denetlenen

cihazlara gerekli emirler RTU, vasıtasıyla gönderilir. Ayrıca izleme, arıza yeri tespiti ve yalıtımı da diğer görevlerindedir.

#### 4.4.2 Bilgi toplama ve depolama

RTU bilgi toplama ve denetleme birimi doğru ve zamanında tali merkezlerde analog değerler, alarm ve durum bilgilerini ve sayaç değerlerini toplama görevini yapar. Böylece tali merkezlerin ve ana merkezin ihtiyacı olan bütün bilgileri toplayarak otomasyonda ilk işlemi yaparlar. Toplanan bilgiler hafızada MTU kendilerini sorgulayınca kadar veya ayarlanan belli süreler için saklanır. RTU' lar bilgilerin toplanmasını ve gönderilmesini RS-232 veya RS-485 seri formatta çalışan cihazlarla yapmaktadır. Bu, SCADA fonksiyonelliğini arttırmakla birlikte sahadaki yerel veri transferini kolaylaştırmaktadır.

Şekil 4.3'de RTU' nun haberleşmede kullandığı RTU'ya gelen ve giden sinyal çeşitleri görülmektedir ([www.scadasitesi.dostweb.com/b1.html,1haziran2006](http://www.scadasitesi.dostweb.com/b1.html,1haziran2006)).



Şekil 4.3. RTU ya gelen ve giden işaretler

Bu şekilde RTU'nun topladığı değerleri istendiğinde bir ön işlemden geçirmesi gerekmektedir. Böylece bilgiler kullanıcı tarafından tanımlanabilir. Analog bir bilgi sayısal bilgiye çevrildikten sonra RTU' da oluşturulmuş bir veri tabanı vasıtasıyla, o değere ait sınır değerlerle karşılaştırılarak matematiksel hesaplama yapılır. Sonra o bilginin kontrol merkezine gönderilmeye değer bir bilgi olup olmadığı ortaya çıkar. Böylelikle sadece önemli bilgiler gönderilir ve iletişim kanalı meşgul edilmez. Bilgi alındıktan ve gerekliyse işlemden geçirildikten sonra, ya o anda kontrol merkezine

gönderilir ya da daha sonra gönderilmek üzere RTU' da depolanır. Depolanan bu bilgiler RTU' da oluşturulmuş veri tabanı kütüğüne "oluş sırasına göre" kaydedilir.

Bu şekilde bir depolama işlemi sayesinde bir gün içinde hangi olayın, tam olarak, ne zaman ve kaç defa gerçekleştirildiği Kontrol Merkezi tarafından rahatlıkla izlenebilmektedir. Bu SCADA gibi gerçek zamanlı bir sistemde mutlaka bulunması gereken bir özelliktir. Şekil 4.3'de kumanda cihazlarına ve SCADA'nın üst katmanında bulunan kontrol ve denetleme merkezine gönderilen sinyal türleri de görülmektedir.

#### **4.4.3 İzleme (Monitoring)**

RTU, Bölüm 4.3'de belirtilen görevlerin doğrulukla yerine getirildiğine ilişkin bölge operatörüne kanıt görüntüleri sunar. Tali merkez seviyesinde böyle bir işleve zamanla gereksinim duyulmuştur. Böylece tali merkezden diğer tali merkezlere bilgi göndermek, kontrol işareti göndermek, programlama yapmak bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile mümkün hale gelmiştir. RTU; aldığı bilgileri, yapılan kumandaların sonuçlarını sadece Kontrol Merkezine bildirmek ve bünyesinde isteğe bağlı olarak depolamakla birlikte, aynı zamanda sınırlı bir veri tabanı yapısına sahip yerleşik veya seyyar bir bilgisayara da bildirmektedir.

#### **4.4.4 Arıza yerinin tesbiti**

Bu amaçla RTU kendi bünyesinde, arıza arabirim modülü ve buna bağlı olarak arıza akımı algılayıcı modüllerini bulundurur. Bu modüller sayesinde arıza algılanmakta ve RTU' ya bildirilmektedir. Kontrol merkezinden gelen bilgiler ışığında arızanın giderilmesi için gerekli komutlar arıza akımı algılama modüllerine gönderilir. SCADA sistemi RTU yardımıyla arızaları; saniyeler içinde tespit eder ve giderir.

### **4.5 RTU'nun Sistem İçindeki Yeri**

#### **4.5.1 RTU'nun ana bölümleri**

RTU'nun en önemli parçası PLC'dir. RTU panosunun içerisinde PLC ile birlikte ana istasyondaki bilgisayarla haberleşmeyi sağlayacak haberleşme portları, modem, veri yolu sürücüleri, besleme üniteleri de vardır. RTU'nun fiziksel olarak üzerinden bilgi toplayabileceği, gerektiğinde kumanda edebileceği giriş ve çıkış noktaları vardır. Bir SCADA sisteminde bir veya birkaç kontrol sistemi olabilirken aynı sistemde RTU

sayısı yüzlerce olabilir. Bu nedenle RTU' lar sistemin taşınabilirliği, güvenilebilirliği ve özellikle maliyeti gibi önemli öğelerin doğrudan besleyicisidir. RTU' ların küçük boyutta olması ve kullanılacak bölgelerin doğal koşullarına dayanabilecek şekilde üretilmesi önemlidir. Eğer bir sistemin kontrolü için büyük cihazlar kullanılıyorsa, maliyet ve taşınabilirlik açısından kurulan sistemin önemli dezavantaja sahip olacağı açıktır. Belirtilen görevleri yerine getirmek için RTU'nun iletişim ünitesi, merkezi işlem ünitesi, giriş/ çıkış izolasyon ünitesi, kullanıcı arabirimi ünitesi, test ünitesi, ve güç kaynağı ünitesi tarafından yerine getirilir.

#### **4.5.2 İletişim birimi**

RTU ile sistem arasında bir köprüdür ve iletişimden sorumludur. Bu iletişim iletişim standartlarının oluşturduğu iletişim protokollerine dayalıdır. İletişim ünitesi kontrol merkezinden gelen ve bu protokoller dâhilinde oluşturulmuş komutları değerlendirerek gerekli işlemleri ana işlemciyle temasa geçerek başlatır. Bu işlemlerin sonunda da uygun cevapları aynı protokoller çerçevesinde düzenleyerek kontrol merkezi yönünde iletişim ortamına yollar. RTU- AKM arasındaki iletişim, mesafe uzun olduğu için seri iletişimdir. Yeterli bir iletişim performansı için iletişim biriminde; iletişim kanallarında oluşacak gürültüye karşı RTU' nun korunmuş olması gerekir. Bunun için gelen iletişim sinyalinin toprağı ile ünite toprağının farklı olması gereklidir. Başka RTU'larla ya da kontrol merkezleri ile haberleşmeyi sağlayacak birden fazla kanal yapısı olması, kanalda kullanılacak çeşitli iletişim ortamlarının ve protokollerinin desteklenmesi, hata bulucu ve hata giderici yapıya sahip olması gerekir. Sinyalin hatalı gelebileceği olasılığı nedeniyle fark edilir ölçüde düzeltme yapabilecek bir yazılım yapısı olması gereklidir. Kanalin gürültü seviyesini devamlı kontrol eden bir donanım yapısı bulunmalıdır.

#### **4.5.3 Merkezi işlem birimi (MİB)**

Bu birim, bütün RTU'nun beyni durumundadır ve kullanılması zorunlu olan bir mikroişlemci tabanlı mimariyi yönetir. RTU' nun ulaşabildiği bütün noktalarla ilgili bilgilerin bulunduğu bir veritabanını saklayan hafıza birimi de bu mimari içindedir. Bu ünitenin görevleri; her türlü analog işaretleri ve alarm bilgilerini Giriş-Çıkış-Yalıtım Birimi'nden toplamak, ayıklayıp süzmek ve gereksizleri elemek, kontrol işlemleri için gereklisinyalleri aynı üniteye göndermek, iletişim ünitesinin aldığı ve

tercüme ettiği komutlara ve sorgulamalara cevap vermek, mevcut veritabanındaki bilgilerin ışığında olayları oluş sırasına göre rapor etmektir.

#### **4.5.4 Giriş çıkış / yalıtım birimi**

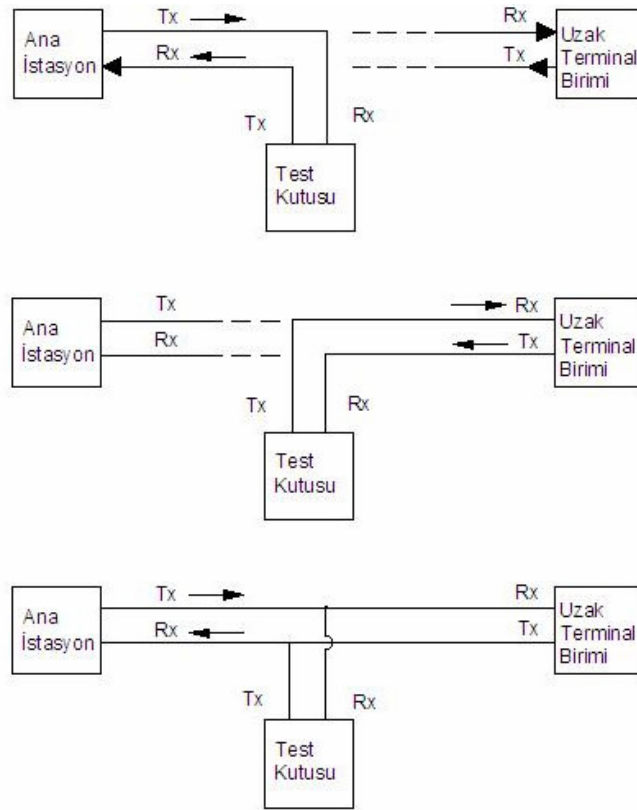
Birçok RTU' da Giriş-Çıkış ve yalıtım birimleri iç içe geçmiş durumdadır. Bulunduğu merkezdeki olumsuz çevre şartlarına karşı RTU' nun korunması görevini üstlenir. Bulunduğu yerdeki tüm analog ve durum değişkenleri ile analog ve sayısal çıkışlar bu birim tarafından alınır, gerekli izolasyonlar bu birimde yapılır. Optik ve mekanik olmak üzere iki çeşit yalıtım vardır.

#### **4.5.5 Kullanıcı arabirim ünitesi**

Modern birçok RTU' da kullanıcı arabirimine gerek duyulmaktadır. İstasyon seviyesinde otomatik ya da manuel olarak yapılacak işlemlerden, durum bilgilerinden orada bulunan operatörün de haberdar olması için istasyonda bir bilgisayar ile yazıcı ve çizicinin bulunması kaçınılmazdır. Sadece merkeze ilişkin bir veri tabanına yönelik bir gösterim işlevi RTU' nun kendisi tarafından yapılmaktadır.

#### **4.5.6 Test ünitesi**

SCADA, RTU' nun fonksiyonlarını yerine getirip getirmediğini test ünitesi vasıtası ile gerçek zamanlı olarak izler. RTU' nun bütün üniteleri bu ünite tarafından test edilerek arıza olup olmadığı ve arızalı üniteler tespit edilir. Arıza halinde gerektiğinde RTU' nun diğer RTU' ları etkilemeyecek biçimde iletişim kanalından izole edilme görevi de yine bu ünite tarafından yerine getirilir. Şekil 4.4'de sırasıyla RTU, Ana İstasyon ve dinleyici simülatörü olarak test kutusu görülmektedir (Bailey, Wright, 2005).



Şekil 4.4 SCADA Test kutusu olarak üç değişik konfigürasyon

#### 4.5.7 Güç kaynağı ünitesi

RTU, 24 V luk DC güç kaynağı ile beslenir. Bunlar bakım gerektirmeyen akü-redresör grubu bir kaynaktır. Güç kaynağı biriminin sağlıklı çalışması için RTU toprağı ile bulunduğu merkezin toprağı birbirlerinden ayrıdır. Bu güç kaynağı ünitesi RTU' nun tüm diğer ünitelerini besler. Ayrıca merkezde yedekte kullanılmak üzere standartlar dahilinde belirlenmiş 250V AC'den beslenen 24V DC kaynak vardır.

#### 4.6.Scada Sisteminin Kontrol Merkezi

Ana denetim bir ana sunucudan oluşan ve sistemi denetleyen ana birimdir. Kontrol merkezi geniş bir alana yayılmış tesislerin, bilgisayar esaslı bir yapıyla uzaktan kontrol edildiğı, izlendiğı ve yönetildiğı yer olarak tanımlanabilir. Kontrol Merkezi genelde SCADA sistemlerinin ve kontrol edilecek tesislerin merkezi bir yerine kurulur. Kontrol merkezi, sistem güvenilirliğinden sorumludur. Yetki verilmeksizin açma ve kapama işlemi yapılamaz. Bunun sonucunda merkez; bakım için dağıtım birimlerinin hizmetten çekilmesi ve işleme modelinde değişiklikler yapılması için gereken bütün açma-kapama işlemlerine müsaade eder ve bunları denetler. Kontrol

merkezi, yüklerin izlenmesinden sorumludur ve bunların kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalması için, ya uygun otomatik cihazları devreye almak suretiyle ya da işletme programını değiştirmek suretiyle önlemleri alır. Kontrol merkezinde özellikle kullanım ve arızalar hakkında istatistikler tutulması çok önemlidir. Bu istatistikler daha sonra geçmişteki işletme planlamasında aynı zamanda da sistem planlanmasında kullanılır.

İstatistiklerin yapılması; nicelik ve nitelik bakımından verilerin toplanmasını, ileride kullanılmak üzere bu verilerin kayıtlara geçirilmesini, planlama ve bilgisayar donanımı gereksinimlerine uyarlanmış hesaplama yöntemlerini kullanmayı gerektirmektedir. SCADA sistemindeki RTU' ların koordineli çalışması, RTU'lardan gelen bilgilerin yorumlanması, kullanıcıya sunulması ayrıca kullanıcıların isteklerini RTU'lara ileterek merkezi kumandanın sağlanması işlevlerini SCADA sisteminde ana kontrol merkezi yapar.

Merkezi bilgisayar; RTU'lardan periyodik olarak gelen verileri, sistem üzerinden alınan ikazları, istenilen verileri düzenli olarak saklar. Merkezi yazılım bu bilgileri değerlendirerek kontrol eder. SCADA sistemlerinde merkezi bilgisayar vasıtasıyla RTU'lardan ve sistemin diğer elemanlarından toplanan bilgiler, gerek duyulan hallerde her türlü raporlar çıktı olarak kullanıcının sistemine sunulur. Merkezi sistemde denetlenen sistemin akış diyagramının ekran üzerinde görüntülenmesi sağlanır. Dolayısıyla operatör tüm sistemi ekran üzerinde gözlemleyerek sistem takibini yapar. Sistemin çalışması açısından RTU' lardan gelen alarm ve arıza uyarıları çok önemli olduğundan merkezi yazılım bu durumları görsel ve sesli olarak operatöre bildirir.

Merkezi sistem birimi, yöneticilerin işletme operatörlerini, bakım elemanlarını ve tüm işletim sistemini gerçek zamanlı görsel olarak izleyebildikleri fiziksel çevredir. Kontrol merkezinde merkezi bilgisayardan başka bulunan ara birimler bilgisayar terminalleridir. Birçok kullanıcıya çalışma imkanı veren bu terminaller operatörlerin sistemi takip edebilmelerini sağlar. Bilgisayar ekranları ile dinamik işletme noktasının (kesici, ayırıcı, motor, vana, ölçü noktası) sürekli gözlenmesi sağlanır. Yazıcılar da işletmeye ve sisteme ait tüm durum ve arıza hallerini raporlama imkânını sağlar.

#### **4.6.1. Kontrol merkezinin görevleri**

Kontrol Merkezleri kısaca bilgisayarlardan, giriş çıkış birimlerinden, insan ve makine ara biriminden (MMI), RTU'larla haberleşme birimlerinden, bilgi depolama birimleri ve bunların ek birimlerinden oluşur. Kontrol merkezleri yukarıda kısaca bahsedilen donanımları ile görevlerini yerine getirir (Etemoğlu; Karagöz; Can, 2002).

Kontrol merkezi, uzaktaki RTU birimlerinden verilerin toplanması, toplanmış verilerin yazılım programları ile işlenerek ekrana veya yazıcıya gönderilmesi, sistemde kontrol edilecek cihazlara kontrol komutu gönderilmesini sağlar. Belli olaylar karşısında alarm üretir, gelen alarmları operatöre iletir. Meydana gelen olayları ve verileri zaman sırasına göre kaydeder. Başka bilgisayar sistemleri ile iletişimde olur. Yazıcı, çizici, haberleşme birimleri gibi ek birimlerin kontrolünü sağlar.

#### **4.6.2 Kontrol merkezinin sistem içindeki yeri**

Kontrol merkezi için SCADA sisteminin büyüklüğüne göre, ayrı bir mekân olmalıdır. Bu ayrı kontrol merkezinden; tüm SCADA sistemine kumanda edilir, gerekli bilgiler toplanır, uygun bir veri tabanı programı ile bilgiler depolanır, gelen veriler ve alarmlar, analiz programları ile yorumlanır, veriler üzerinde işlem yapılır, bunların yazılım programları vasıtasıyla görüntülenmesi ve yazıcı çıktıları alınabilir. Kontrol merkezleri, SCADA sistemi içinde bir tane olabileceği gibi, sistemin büyüklüğüne göre bir kaç tane de olabilir.

#### **4.6.3 Sistem bilgisayarları**

Bilgisayar kontrol merkezindeki her türlü ek birimler üzerinde, denetimi ve koordinasyonu sağlayan birimdir. Bu işlemleri giriş, çıkış, bellek, merkezi işlem birimi, bilgisayar işletim sistemi ve uygun yazılım programları vasıtasıyla yerine getirmektedir.

Giriş birimi merkezi işlem birimine dış birimlerden verilerin gelmesini sağlar. Bu birim; klavye, grafiksel giriş birimi, haberleşme birimleri ve depolama birimlerini kontrol eder. Çıkış birimi de verilerin dış dünyadaki birimlere ulaşmasını sağlar. Çıkış birimine bağlı olan birimler, yazıcılar, çiziciler, depolama birimleri ve grafiksel gösterim birimleridir.



#### **4.6.3.1 Bilgisayar işletim sistemi**

Bilgisayar işletim sistemi, bilgisayar sisteminde çalışan programların denetimini yapar, ek birimlere erişimini sağlar. Verilerin depolama ya da yedekleme birimlerine transferini sağlar, bellek erişimini ve sistem kullanıcılarının erişimini denetler. İşletim sistemleri hem bir tek kullanıcının bilgisayarı çalıştırmasına ve bir tek programın işletilmesine izin verir, hem de çok sayıda kişinin birden fazla programı aynı anda işletebilmesini sağlar. Bu sistemler genel olarak iletişim ağı tabanlıdır. Dolayısıyla verilerin ortak olarak kullanımı söz konusudur.

#### **4.6.3.2 Kontrol merkezi bilgisayar yazılım programları**

Bilgisayar yazılım ve donanım teknolojilerindeki gelişmeler otomasyon sistemlerinin tasarımını da etkilemekte, bu tür otomasyon işlevlerini ekonomik ve teknik açıdan mümkün hale getirmektedir. Yazılım teknolojisinde yeni bir teknik olan nesneye dayalı programlama yoluyla gerçekleştirilebilir. Bu programlama dili, bilgisayar teknolojisinde büyük yazılım sorunlarına çözüm getiren önemli bir gelişmedir. Getirdiği avantajları, algoritmik süreçlere alternatif olarak nesnelere birbirlerine mesaj göndererek süreci oluşturmaları ve tamamının bu şekilde iletişim kurmayı sağlamasıdır.

NYP, programlamaya veri gizleme, soyutlama, çok şekillilik gibi kolaylıklar getirir. İstemci/ sunucu (client / server) mimarisi çok süreçli dağıtım sistemlerde de yaygınca kullanılan bir mimaridir. Açık sistem yaklaşımının öngördüğü biçimde başka sistemlerden alınan parçaların asıl sisteme eklenebilmesi bu mimari sayesinde gerçekleştirilebilir. Entegre edilmesi düşünülen modül sistem katmanlarından kendi düzeyinde olan birine müşteri olur. İletişim protokollerinde olduğu gibi her katman, altındaki katmanın hizmetlerini kullanır. Kendi üstündeki katmana hizmet verir. Her katman ayrıca alt katmanlardan oluşabilir. SCADA sistemi yazılım programları oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir ve gelişimi yıllar alır. Bu nedenle SCADA gibi büyük sistemlerde yazılım çok pahalıdır. Yazılımın pahalı olması, elde edilmesinin ve geliştirilmesinin zor olması nedeniyle yazılım da kalite ve performans üstünlükleri aranmalıdır. Bir program yazılım sürecinde, analiz, tasarım, kodlama ve test aşamalarından geçmektedir. Yazılım süreci analiz ve tasarım aşamalarından oluşur.

Bilgisayar yazılım programları yazılım kalitesi, geliştirilebilirlik, doğruluk, anormal durumlara karşı koyabilme, uyumluluk, yeniden kullanılabilir olma,

verimlilik, taşınabilir olma, doğrulanabilirlik modüler olma, okunabilir olma, öğrenme ve kullanma kolaylığı etkenlerine bağlıdır. Çok karmaşık olan yazılım sistemlerinde kaliteye ulaşmak için, standartlara uyma, tasarıma gereken önemi verme, standartlaşmış yüksek düzeyli diller kullanma ve nesneye dayalı tasarım tekniklerine ve programlama dillerini kullanma unsurları önem taşır.

#### 4.6.3.3 Yazılım sistemini oluşturan parçalar

SCADA yazılım sistemi; bir veri tabanı, veri toplam sistemi ve bunlarla birlikte çalışan programlardan oluşur. Programlar CPU'lar üzerinde dağılmış olabilir. Aynı zamanda bir CPU birden fazla programı kontrol edebilir. Programların çoğu veri tabanı gibi değişik programlarla iletişim halindedir. Genelde amaç; veri toplama donanımından verileri veri tabanına kaydetmek, kullanıcı ara biriminde görüntülemek, denetim işlevini sağlamak ve güncel ya da geçmişe dönük veriler üzerinde analizler yapmaktır.

Scada merkez sistemini oluşturan yazılım birimleri aşağıda verilmiştir.

- 1) Veri toplama sistemi,
- 2) Veri tabanı ve yönetimi
- 3) Kullanıcı arabirimi (insan / makine arabirimi MMI)
- 4) Yerel giriş-çıkış
- 5) Rapor çıkarma, sebep gösterme
- 6) Veri analizi (geçmişe dönük veya güncel)
- 7) Uygulama programları (GIS gibi)
- 8) Konfigürasyon araçları (Veri tabanı editörleri, grafik editörleri)
- 9) Donanım yönetim programları (işletim sistemi, network sistemi, pencere sistemi)
- 10) Eğitim, test simülasyon ve hata bulma programları
- 11) Yerleştirme ve kurma programları
- 12) Derleyiciler gibi diğer araçlar.

*1) Veri Toplama Sistemi:*

Veri tarama sistemi: RTU' dan bilgi taramak, veri tabanına ve diğer ilgili birimlere iletmekle yükümlüdür. RTU' dan nasıl tarama yapılacağı bu sistem içindeki tarama programlarında tanımlıdır ve değişebilir olmalıdır. Tarama sıklığı veri tarama sistemi

içinde önemli bir kavramdır. Analog ve sayısal veriler için farklı olabilir. Günümüzde bütün verilerin birkaç saniye aralıkla yenilenmesi mümkündür. Tarama için farklı teknikler kullanılabilir. Bazı tekniklerde gözlenen noktada bir değişim varsa veri alma işlemi gerçekleşir. Hatta değişim hızına göre veri alma işlemi sıklığı artırılıp azaltılır. Veriler RTU' dan istasyona kesme olarak gelebileceği gibi merkezde de alarm yaratır.

Olay dizisi bilgisi alma, iletişim istatistikleri: Gerektiğinde milisaniye düzeyinde bilgi almayı sağlar. Olaylar arası öncelik sırasını gösterir. Veri toplama sistemi, toplanan verilerin doğruluğu üzerinde istatistikler yapabilir ve RTU' larla olan iletişimin güvenilirliği hakkında rapor çıkarılabilir

### 2) Veri Tabanı:

SCADA gerçek zaman verileri, kontrol merkezi konfigürasyonu ile ilgili veri tabanı yazılımlarına ait diğer veri tabanlarından oluşur.

SCADA gerçek zaman verileri: RTU' lardan elde edilen ve zaman bilgisi taşıyan verilerin tutulduğu veri tabanıdır. Her taramada yenilenir. Verilerin çokluğu zamanla artar ve erişim hızının yüksek olması beklenir. Farklı uygulama programları ile uyumlu olabilmesi için veri tabanının standartlara uygun olması gerekir. Veri tabanı yönetimi SQL gibi standart erişim yollarına açık olmalıdır. İlişkisel veri tabanı kullanımı uygun olmakla beraber günümüzde nesneye dayalı veri tabanı sistemleri ilişkisel veri tabanı sistemlerinin yerini almaktadır. Veri tabanı işlemlerini yapacak MİB'nin diğerlerinden ayrı olması ve diğer birimlere veri tabanı hizmeti vermesi öngörülür, hem bu veri tabanı yöneticisinin hızı hem de diğer programların hızı açısından önemlidir. SCADA sistemi, eleman adresleri, RTU işletim tipi, istasyon şemaları, network bilgisi, bağlantı bilgisi ve elemanlara ait istatistiki bilgiler ile ilgili konfigürasyon verilerini de tutar. Bu veri tabanı statik olmakla beraber güç sisteminde olacak değişiklikler karşısında güncelleştirilebilmelidir.

### 3)Kullanıcı arabirimi:

Sistem gözetleme ve kontrolün esas yapıldığı noktadır. Veri tabanı ve veri toplama sistemi ile iletişim kurarak verileri görüntüler ve kullanıcının komutlarını SCADA' ya iletir. Kullanıcı arabirimi sistem şemalarını kolayca görüntüler, herhangi bir noktanın

bütün verilerini görüntüler, sisteme yeni veri noktaları ekleyebilir. Zoom (yakından görüntü), pan (kaydırma) gibi grafik görüntüleme tekniklerine sahiptir. Ekran üzerinden başka programları çağırabilir. Bağlantı (network) bilgisini şemalar üzerinde gösterebilir. Çeşitli düzey ve detaylarda şema görüntüsü verebilir. Güvenlik için erişim sınırlaması (şifreli seçim)'na sahiptir.

#### *4)Yerel Giriş Çıkış:*

Yerel RTU' yu tarama ve yerel denetimi sağlar. Çıkış denetim sinyallerini oluşturur. Yerel saat ve frekans bilgisini sağlar.

#### *5) Rapor Çıkarma, Sebep Gösterme:*

SCADA, gerçek zaman veri tabanı kullanarak geçmişe dönük ya da güncel veriler hakkında istatistiksel raporlar çıkarır. Olay dizisi verilerinden de faydalanarak sebep gösterir ve hata yerini bulur. Çıktıları yazıcı ile ya da ekrandan verebilir.

#### *6)Uygulama programları:*

SCADA programları gerçek zaman verilerine ve başka verilere dayanarak sistem bakımı, onarım ve gelişimi için kullanılan programlardır. Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) örnek olarak verilebilir.

#### *7)Konfigürasyon araçları:*

Sistemin ilk kuruluşundan ve sistemin değişmesi durumunda verilerin doğru noktalardan doğru aralıklarla görüntülenmesi için konulan parametrelerin girilmesi amacıyla kullanılır. Bu programların kolay kullanılabilir olması ve hata yapmaya karşı korumalı olmaları gerekir. Sistemdeki değişiklikler fonksiyon değişimi gerektirmediği sürece yeniden programlama gerekmektedir.

#### *8) Donanım yönetim programları:*

İşletim Sistemi, çeşitli işletim sistemleri kullanılabilmeyle beraber SCADA sisteminin dağıtılmış işlevlerden oluşan yapısı çok görevli (multitasking) işletim sistemlerinin kullanımını gerektirir. SCADA sistemleri için UNIX iyi bir adaydır. Ayrıca standart işletim sisteminin seçimi farklı firmalardan alınacak ürünlerin birlikte çalıştırılmasına olanak tanır.

Network Sistemi: süreçler arası veri alışverişini ve ek birimlerle çeşitli noktalardan erişim olanağı tanır. Network sisteminde standartlar ISO' nun 7 katmanlı OSI sistemi üzerinde standartlaştırılmıştır.

Pencere Sistemi: Bir pencere kütüphanesinden ve işletim sistemi ile birlikte çalışan pencere yöneticisinden oluşur. Grafik ekran üzerinde açılan dörtgen alanlar pencere olarak adlandırılır. Pencere sistemleri menü, tuş gibi grafiksel giriş araçlarının eklenmesine de imkan verirler. X-windows pencere sistemleri içinde en çok kullanılandır.

X-windows pencere sistemi donanım marka ve modelinden bağımsızdır, nesneye dayalıdır, olay güdümlü bir sistemdir. Network tabanlıdır. Yaygındır. Açık bir sistemdir. X-Windows uygulamaları taşınabilir.

Kurma ve yerleştirme programları: sistemin ilk kuruluşunda program kodlarını disk alanı içinde uygun yerlere yerleştirmek ve ilk çalışma alanını yaratmak, veri tabanının ilk durumunu hazırlamakla görevlidir. ....

Eğitim test ve simülasyon programları: kullanıcıların yetiştirilmesi, sistemin çalışırılığının kontrolü amacıyla, genellikle SCADA' ya bağlı olmadan çalışan programlardır. Simülasyon programları RTU ve diğer SCADA elemanlarını simüle ederek eğitim programlarına yardım eder.

#### **4.6.4.4 Kontrol merkezli kullanıcı (Operatör) arabirimi, elemanları ve işlevleri**

*Kullanıcı arabirimi:* SCADA sistemi ile operatör arasındaki ilişkiyi kuran temel birimlerden biridir. SCADA sistemini kumanda merkezine bağlayan kullanıcıya sistemin her konusunda bilgi sağlayıp yardımcı olan merkezi ve karmaşık bir yapıdır. Süper mini bilgisayarlar sayesinde daha kaliteli, hızlı açık seçik, yeterli bilgileri, gelişmiş yazılım programlarını da kullanarak sunmaktadırlar. Kullanıcı arabirimi yapı olarak genelde gerçek grafik türündendir.

*Gerçek grafik yapı :* Yeni ve yaygın kullanıma sahiptir. Dosya erişme ve çağırma hızı, görüntü kalitesi ve yeteneği yüksektir. Özel grafik kartları sayesinde her türlü görüntüyü hızlı bir şekilde verebilir. Büyüklük olarak, karakter grafik yapıya yayma süresi oldukça az yer kaplar. Kullanıcı arabirimi için en uygun konfigürasyon budur. Kullanıcı arabiriminde olması gereken başlıca cihazlar; monitörler, klavyeler, fare yazıcılar ve çizicilerden ibarettir.

*Monitörler:* Görüntüleme birimleridir. Son yıllarda oldukça kaliteli ve yüksek çözünürlüğe sahip, SCADA sistemleri için uygun boyutlarda (17-19 inch veya daha büyük), düşük radyasyon yayan monitörler kullanılmaktadır.

*Klavyeler:* SCADA uygulamalarına özel klavyeler standart Q ve F klavyeler olup ayrıca özel tuşlar içermektedir. Fonksiyonel klavyeler; üzerinde SCADA sisteminde kullanılan bazı özel tuşlar içeren ve istasyonda çalışan yazılım programlarında çalışan yapıdadırlar.

*Fare:* Üzerinde iki veya üç (istasyonlar için üç) tuş bulunan ve ekrandaki kursörün hareket ettirilmesinde kullanılan aletlerdir. Ekrandaki mönülerden madde seçme ve programlara değişik komutların gönderilmesinde kullanılır.

*Yazıcılar ve çiziciler:* Çeşitli rapor dosyalarını ve grafik bilgilerini kağıda aktarmak amacıyla kullanılır.

Öncelikle SCADA sistemi yazılım programlarının kullanılmasını görüntüleme ve SCADA'nın kontrol ettiği ve bilgi toplanan cihazların izlenmesini ve bu cihazlara komut göndererek durumlarındaki değişikliklerin ekrandan izlenmesini sağlamaktadır. SCADA sisteminde kullanılan elemanlar hakkındaki detaylı bilgilendirmeyi (bakım tarihleri, markası, üzerindeki arıza durumlarının izlenmesi, karakteristik değerlerinin bilinmesi) yapmaktadır. Ayrıca bağlantı bilgilerinin görüntülenmesi ve yük analizi sonuçlarının ekrana işlenmesi gibi çeşitli network analizlerinin sonuçlarının verilmesini, alarm bilgilerini oluş sırasına göre kayıt, listeleme ve raporlamayı diğer analiz programlarının çağrılarak kendi raporlarını üretmesini, güvenlik ve şifrelemenin işlemlerini sağlamaktadır.

#### **4.6.4.5 Kontrol merkezi giriş çıkış birimleri**

Giriş çıkış birimleri bilgisayarların giriş çıkış birimlerine ve RTU' larla iletişim hatlarına bağlanan birimlerdir. Bu birimleri kontrol eden birkaç standart denetleyici vardır. Bunlar seri, paralel, SCSI denetleyicileridir. Bu denetleyicilerden; yazıcı denetleyicisi, yazıcıları kontrol eden veri transferi sağlayan seri veya paralel denetleyicileridir. Haberleşme denetleyicisi, bilgisayarın diğer birimlerle bağlantı kurmasını sağlar. Genellikle seri kanal ve modem yardımı ile telefon hatları kullanılarak iletişim sağlanır. Kullanıcı arabirimi denetleyicisi, verilerin kullanıcı arabirimleri arasında gidip gelmesini kontrol eder. Bu bağlantı genellikle yerel iletişim ağları ile olur. RTU Denetleyicisi, haberleşme ünitelerini kullanarak veri

transferi sağlarlar. SCSI denetleyicisi birden fazla üniteyi kontrol edebilmektedir. Çeşitli rapor dosyalarını ve grafik bilgilerini kağıda aktarmak amacıyla yazıcı ve çiziciler kullanılır.

#### **4.6.4.6 Kontrol merkezi veri depolama birimleri**

Depolama birimleri, SCADA sisteminin veri ve alarm bilgileri ile bilgisayar programlarının depolandığı yerdir. Bu depolama birimleri hareketli kafalı ve sabit kafalı diskler, floppy diskler, değiştirilebilen sabit diskler, optik diskler, manyeto-optik diskler olabilir

#### **4.6.4.7 Kontrol merkezi veri iletişim ağı**

Kontrol merkezinde bilgisayarlar arasında veri program paylaşımını sağlamak, çok sayıda ve farklı özelliklerde bilgisayarları 1-100 Mbyte/saniye gibi büyük hızlarda veri iletişimi sağlamak için yerel iletişim ağı oluşturulmuştur. Bu yerel iletişim ağı (LAN) aynı zamanda ek ünitelerin de paylaşımını sağlamaktadır. Yerel iletişim ağları üzerinden bilgisayarlar ring, yıldız veya düz veri yolu şeklinde bağlanabilirler.

#### **4.6.4.8 Kontrol merkezi zaman ayar sistemi**

Zaman ayar sistemi kontrol merkezinin standart zamanını doğru olarak görüntülemek ve RTU' ların senkronizasyonu ile tarih atanmasını sağlamak için kullanılır. Zaman ayar sistemi 6 haneli bir sayısal gösterim cihazı (saatler, dakikalar, saniyeler), zamanı yeniden ayarlama cihazı ve bilgisayara standart zamanı vermek için arabirim içermelidir.

#### **4.6.4.9 Kontrol merkezi kesintisiz güç kaynağı**

Kontrol merkezi; bilgisayar ve çevre donanımlarına kesintisiz akım sağlayacak bir kesintisiz AC ve DC güç kaynağı bulunmalıdır. Kesintisiz AA güç kaynağı iki doğrultucudan oluşmuştur. Burada 220 V 50 Hz bir fazlı veya 380 V 50 Hz 3 fazlı kaynaktan DA elde edilmiştir. Doğrultucu beslemesinin arızalanması durumunda bir saat kapasiteli bir akü bataryası da kullanılır. Aküyle beslenen iki dönüştürücü, paralel olarak yarım yükte çalışacaktır. Bunlar birbiriyle ve AA ana besleme hattıyla senkronize çalışmaktadır. Doğrultucular ya yarım yükte paralel olarak ya da normal/yedek modunda çalışabilir. Her bir doğrultucu tek başına tesislerin tamamını besleyebilir ve aküden geri beslemeye karşı korumalıdır. Her bir dönüştürücü de

tesislerin tamamını tek başına besleyebilmelidir. Besleme kaynağı kesintisiz olmaksızın sürekli çalışacak durumda olmalıdır. Kaynağın ciddi arızalanması durumunda, kullanıcı devreleri kesintisiz olarak AA ana kaynaktan, bir by-pass düzeni ile beslenebilmektedir.

#### **4.6.4.10 Tabanı yalıtımlı yükseltilmiş kontrol odası**

Kontrol merkezi kumanda odası, tüm önemli bilgisayar ve elektronik cihazların çalıştırıldığı yerlerde olduğu gibi, statik elektriğe karşı, izole edilerek zeminden bir miktar yükseltilmiş bir taban ile zeminden ayrılmıştır. Bu oda, havuzlardan sağlanan bilginin ve teknik görevli tarafından okunduğu kumanda masasından kolaylıkla görülecek şekilde tasarlanmıştır. Aydınlatma, kullanıcıların gözlerini yormayacak ve ekranların parlamasına neden olmayacak şekilde projelendirilmiştir. Odaların iklimlendirilmesi ve ses yapan cihazlara karşı ses yalıtımının insan sağlığı ve bilgisayarların güvenliği açısından yapılmıştır.

#### **4.7 Kontrol Ünitesi (PLC'li Kısım)**

Programlanabilir mantık denetleyicisi, üst denetimsel kontrolü sağlayan, mikroişlemci tabanlı elektronik ünedir. PLC' ler otomasyonun vazgeçilmez bir unsurudur. Burada da teknik proseslerin gerçekleştirilmesinde, otomatik üretim ve bunu kontrol etme ve izleme görevini sağlamaktadır. Kontrol işlemi içinde bilgisayar ihtiva eden endüstri otomasyonu cihaz ve sistemleri kullanılarak otomatik çalışma ve böylece üretimi koordine etme, yönlendirme işlevi yaptırılmıştır. Üretimi kontrol etmeden yüksek verimlilik sağlama, ekonomi sağlama ve insanın çalışma ortamında emniyetinin sağlanması anlaşılmalıdır.

Günümüzün otomasyon sistemleri ile üretim tekniğinde bir kavram değişimi yaşanmıştır. Pazardan gelen talep; yani ürün tipini müşterinin belirlemesi ve bunun sonucu olarak üreticinin müşterinin isteğine göre üretmesi, en iyi kalitede ve ekonomik olarak rekabet edebilecek şekilde pazara sunma zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir.

Endüstriyel otomasyon mühendisliği, elektrik, makine ve otomasyonu yapılacak sektör mühendisliği dalıyla ilişkili olup yoğun bilgi birikimini gerektirir. Endüstriyel otomasyon, sürekli yenilenen, ileri teknoloji dalıdır. Endüstriyel otomasyon sistemleri ve enstrümantasyon cihazlarının diğer önemli bir üstünlüğü de sahip oldukları



karşılıklı haberleşme özelliğidir. Yerel otomasyonlar artık yeterli kalmayıp, iletişim sistemleri üzerinden haberleşilerek, karmaşık otomasyon çözümleri de istenmektedir. Burada en önemli nokta, sistem entegrasyonu olup endüstriyel otomasyonda kullanılan tüm donanımın haberleşme özelliği ile bunun yazılım üzerinden gerçekleştirilmesi ve sistemin uyum içinde çalışabilmesi şarttır. Endüstriyel otomasyonun ana elemanı programlanabilir mantık denetleyicilerdir. PLC denetimli düzenekler ile kumanda ve kontrol, kullanım, izleme uyarı ve raporlama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Serbest programlanabilen otomasyon cihazlarının, endüstride seçilen proseslerin kumanda ve kontrolü için kullanılabilmesi, bu sistemlerde kullanılan programlama dilinin özelliklerine ve yönetmeliklerine uymak ve bu dilin sembolik yapısını, teorik bilgilerle birlikte prosese uygulayabilmek zorunluluğundadır. Her kumanda, bir otomasyon ve bir de süreç kısmından oluşur. Otomasyon kısmı, kumanda kısmının "aklı"dır. Kumandanın proses kısmı ise, bir malzemenin, enerjinin ya da bilginin, nitelik ve nicelik olarak değişimini ya da taşınmasını hedef olarak alır ve bunun teknik akışını kapsar. Bu olaya bir örnek kereste kurutma fırını sürecidir. Şekil 4.5'de bir PLC resmi verilmiştir. Şekilde, otomasyon yapısı itibari ile yerel bir çözüm önerilmiştir. Kumanda sistemi; kullanım düzeni, otomasyon cihazı, ayar elemanları, ölçü düzeni ve proses kısmı elemanlarından oluşmaktadır. Bu üniteler, kontrol sisteminde tek veya entegre bir işlem istasyonu olarak, diğer programlanabilir elektronik üniteler ve ekipmanlar ile haberleşme ağı üzerinden iletişim kurarak kullanılır. Programlanabilir mantık denetleyici üniteleri, biriken bilgi ve verileri bir yandan SCADA sistemine iletirken bir yandan da işletme fonksiyonlarını yerine getirmek için yazılım programlarına uygun olarak mantık denetimini sağlamaktadır. Genel bir kontrol modülü yapısında şu elemanlar vardır.

*Güç Kartı:* Kontrol modülünün ve I/O kartlarının güç gereksinimini sağlar.

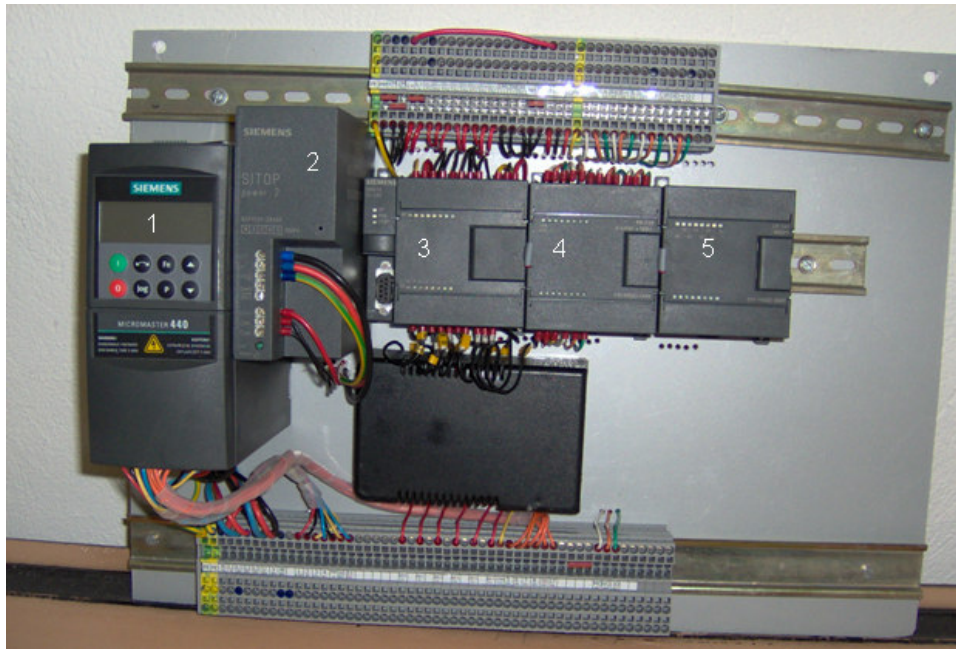
*RAM Hafızası:* Gerçek zaman verilerini ve denetim parametrelerini saklamak için kilobayt mertebesinden RAM kullanılır.

*ROM Hafızası:* Denetim algoritmaları ve sürekli olarak saklanması gerekli bilgiler burada saklanır.

*A/D Çevirici ve Çoklayıcı:* Denetlenen süreç değişkenlerinin mikrokontrolöre verilebilmesi için gerekli olan analogdan sayısala çevrim işini gerçekleştirir. Çoklayıcı kullanımı ile aynı anda birden fazla kanaldan bilgi girişi yapılabilir.

*Uzak Giriş/Çıkış Kartı:* Bu kart kontrol modülünün, iletişim yoluna bağlı diğer sistem elemanları ile haberleşmeyi sağlar. Uzaktan kumanda G/Ç üniteleri, Programlanabilir mantık denetleyiciler ile yüksek hızlı seri haberleşme ağı ile iletişim kurarlar. Uzaktan G/Ç üniteleri vasıtasıyla programlanabilir elektronik mantık denetleyicilerin bağlanan işletme değişkenleri, sistemin veri tabanında, lokal olarak bağlanan değişkenler gibidir. Haberleşme ağının yüksek performansı, seri iletişimden dolayı meydana gelebilecek gecikmeleri önemsiz hale getirir. Şekil 4.' da verilen PLC üzerinde, panoya eklenmiş halde uzak giriş/ çıkış kartı vardır. Şekilde PLC'nin üzerindeki numaralar 1 invertör, 2 güç kaynağı, 3-4 PLC ve yerel giriş/ çıkış kartı ve 5 uzak giriş çıkış kartını göstermektedir.

*Yerel Giriş/Çıkış Kartı:* Programlanabilir elektronik denetleyici yerel analog dijital sinyal giriş ve çıkışlar için çok sayıda sinyal toplama G/Ç kartı içerirler. G/Ç kartları saha cihaz ve dedektörlerine doğrudan bağlanabildiği gibi, kontrol panosunda bulunan alçak gerilim cihazlarına da bağlanabilirler. Saha cihazlarına I/O kartları ile bağlantıları 0-10V veya 4-20mA sinyal kablolarıyla sağlanır. Analog değerler otomatik olarak proses veya iletişim ilişkili değerlere çevrilir. Şekil 4.6' daki PLC'de yerel giriş/ çıkış kartı eklenmiştir.



Şekil 4.5 Pano üzerinde uzak giriş/çıkış, yerel giriş/çıkış kartları ile bir PLC'nin resmi

*Merkezi İşlem Ünitesi (CPU):* Gelişmiş programlanabilir elektronik üniteleri yüksek performanslı mikroişlemci (CPU) kullanırlar. Sistemin yazılımı, arzulanan fonksiyonel konfigürasyonu oluşturmak üzere ana kartlardaki salt oku bellek (Eprom) modüllerinde saklanır. Uygulama programları ise RAM bellekte toplanır. Programlanabilir elektronik üniteleri sistem yazılımı, bir gerçek zamanlı işletme sistemi ve bir de uygulama mekanizmasına sahiptirler. Bu ünitelerin programları, öncelik düzeylerinde çevrimli olarak yürütülür. Çevrim süreleri 10 msn ile 2 sn arasında seçilebilir.

#### **4.7.1 Elektrik panosu**

SCADA kontrol sisteminde yer alan alçak gerilim cihazları ve elektronik kontrol ünitelerinin yerleşimi bu panolara yapılmıştır. Bunlar kontaktörler, röleler, sigortalar vb. elemanlar ihtiva ederler.

#### **4.7.2 Saha, cihaz, detektör ve enstrümanları**

Bu elemanlar saha, süreç ve işletmeye ait verilerin toplandığı SCADA kontrol sisteminin en alt seviyesinde yer alır. Bunlar fiziksel ve elektronik iletişim cihazları olup işletme için gerekli yerel denetleyicilerdir. SCADA sisteminden verilen komutlar ile bu elektrik/elektronik işaretler fiziksel büyüklüklere çevrilerek, istenen hareketler (motorların start-stop edilmesi) gerçekleştirilir.

Programlanabilir kontrol sistemlerinde merkezi bilgisayardaki yazılımdan başka bir de programlanabilir kontrol ünitelerinin yazılım kısmı vardır. Kontrol edilen sistemde en önemli özellik lojik kontrol ünitelerinin sistemin işlevlerine göre programlanabilmesidir. Programlama dili her fonksiyonun girişi ve çıkışı olan bloklarla karakterize edilir. PLC' de böyle bir bloğun görevi lojik AND, OR fonksiyonu gibi olabilir. Yazılım programı uygun modüllere bölünebilir. Bu modüllere ayrı zaman öncelikleri verilerek, hem hızlı hem de yavaş kontrol işlemleri gerçekleştirilir. Herhangi bir eleman giriş ve çıkışları bir başka elemanın giriş ve çıkışlarına bağlanabilir. Bu şekilde PLC tarafında oluşan yazılım ana bilgisayarın yazılımı olarak kullanılır.

## 4.8 Scada Sisteminde Kontrol

### 4.8.1 Veri tabanlı kontrol ve gözetleme

SCADA' nın en önemli özelliği veri tabanlı kontrol ve gözetlemedir. Haberleşme sistemi sayesinde kontrol ünitelerine yerleştirilmiş programlanabilir elektronik ünitelerle sürekli olarak veri alış verişini gerçekleştirir. Bu sayede SCADA sistemiyle operatörler için ileri seviyede kontrol ve gözetleme imkânı sağlanmıştır. Bu özellikler, gerçek zamanlı veri toplama, arıza durum kaydı, bilgilerin uzun süre saklanması, kontrol sisteminin durum gösterimi ve elle kontrol şeklinde sıralanabilir.

SCADA sisteminde alarm sınırları, ikaz bildirimleri ve benzerleri verilerin tamamı konfigürasyonun bir parçası olarak veri tabanı parametrelerini oluşturmak için kullanılır. Ayrıca SCADA sistemde sembolik adresler de kullanılır. Yani ölçüm noktaları kontrol döngüsü için isimler tanımlar. SCADA sistemi bunları fiziksel ağ ve bellek adreslerine çevirir.

Harici cihaz arabirimi (EDI) sayesinde kontrol edilen sistemlerde, fiziksel olarak tüm çevre birimlerinin SCADA programıyla iletişimi sağlanırken sistemin otomatik kontrole ve gözetlenmesi için gerekli dinamik bilgiler konsol edilerek güncellenir.

SCADA programı dinamik veri değişimi (DDE) özelliği sayesinde Windows NT, OS/ gibi güçlü, gerçek zamanlı, çok işlemlidir. İnsan makine iletişimi yapmakta ve Windows özelliği taşıyan işletim sistemlerine dayanmaktadır. Böyle bir sistemde, kullanım kolaylığına ilave olarak işletmenin tüm işlev ve çalışmalarını birçok ekranda görebilme imkânı vardır.

### 4.8.2 Scada yazılımlarında ekran tipleri

SCADA sistemi insan makine iletişimini, kontrol sistemini ve işletmenin değişik durumlarını farklı ekran tipleri ile izlemeyi sağlar. SCADA sisteminin uygulanacak işletme veya prosese göre ekran tipleri de değişik olabilmektedir. Bunlar genel görünüm, grup, nesne,eğri,rapor ve reçete ekranları şeklinde olup aşağıda kısaca açıklanmıştır.

*Genel Görünüm Ekranları:* Bu ekranlarda objeler ve nesnelere, işletme bölümüne bağlı olarak gruplar halinde ekranlara getirilir. Genel yerleşim dağılımı standartlaştırılır. Operatör veya kullanıcı görmek istediği objeyi (örneğin; motoru vb.) tamamen kendisi belirler.

*İşletme Ekranı:* Tamamen ardışık işlem basamakları, ölçüm noktaları ile tanımlanmış ve belirli uygulamalara dayalı olarak dinamik haldeki çalışan işletme durum ekranlarıdır.

*Grup Ekranları:* Bir grupta bulunan farklı nesnelere hakkında daha detaylı bilgileri ekrana yansıtırlar.

*Nesne Ekranı:* Nesnelere hakkındaki mevcut olan tüm bilgiler bu ekranlara yansıtılır. Kontrol sisteminde tanımlanmış bulunan tüm nesnelere, SCADA sisteminin doğal sonucu olarak otomatik biçimde operatörlere sunulur.

*Eğri Ekranı:* Bu ekranlar değişkenlere bağlı olarak tarihsel verileri gösterir. Trendlerin zamanları bilgisayardan istenen değere göre değişir.

*Rapor Ekranları:*

Kontrol edilen sisteme bağlı olarak işletmeye ait bilgi ve verileri tablolar halinde gösteren ekranlardır. Raporların çıktılarını isteğe bağlı olarak belli bir zamanda ya da herhangi bir durumun sonucunda alınabilir.

*Reçete Ekranı:* Daha çok process otomasyonunda işletmeye ait ve üretimi yapılan ürüne ait bilgi ve verilerin tablolar şeklinde alındığı ekranlardır. Bu ekranlar vasıtasıyla yapılan ürünlerin gerekli olan parametre değişiklikleri rahatlıkla yapılır. SCADA sistem ekranları, operatörlerin ve kullanıcıların gereksinim duyduğu bilgilerin en kısa zamanda bulunabileceği ve ulaşabileceği şekilde tasarlandığından kontrol edilecek sistemin yapısına göre düzenle nesneyi aynı anda, birden fazla operatörün etkilemesini önlemek için bir denetim mekanizmasına sahiptir. Buna ilaveten bir nesne veya işlem hakkındaki bilgilerin tüm çalışma noktalarından elde edilmesi gerekir.

#### **4.8.3 Elle kontrol**

Operatörün kontrol sistemine girerek parametreleri, ayar noktalarını değiştirmesi veya elle kumandayı üstlenip otomatik kontrol fonksiyonlarını aşarak sistemin direkt denetimini sağlamasına imkan verir. Kontrol sistemi birçok operatörün ve çalışma noktasının aynı çalışma birimine bağlanmasını sağlar. Ayrıca aynı obje veya nesneyi aynı anda birden fazla operatörün etkilemesini önlemek için bir denetim mekanizmasına sahip olunması gerekir. Buna ilaveten bir nesne veya işlem hakkındaki bilgilerin tüm çalışma noktalarından elde edilmesi gerekir. Sonuç olarak istenen işlem tipine bağlı olarak operasyon doğrudan gerçekleştirilebilir.

#### **4.8.4 Arıza ve durum ihbarları**

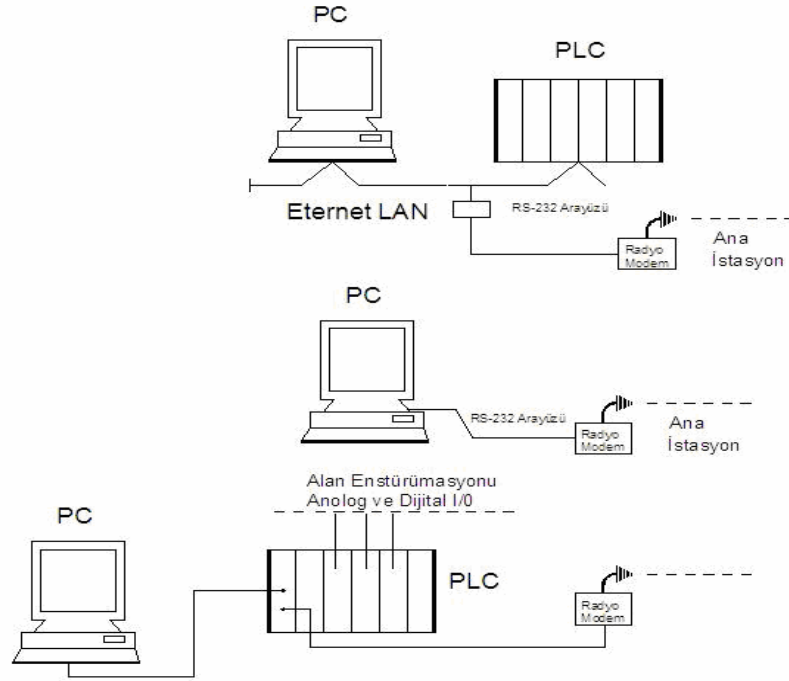
Kontrol üniteleri ya da programlanabilir kontrolörler, işletmeye ait durumlar ile makine, ve sistem temelli arıza ihbarlarını birbirinden ayırabilir. İşletmeye ait olaylar, işletim değişkenleri ve hesaplanmış değişkenler istendiği sürece oluşan durum değişkenleri olup sürekli olarak operatör ve bakım elemanları tarafından onarılması gerekir. Kontrol sistemine ait arızalar ise sistemde kendiliğinden ortaya çıkan durum değişiklikleridir. Bu arızalar sisteme ait herhangi bir üniteye veya haberleşme ağında olabilir. Arıza ihbar ve çalışma durumları, operatör istasyonlarını, iletişim ağı yoluyla rapor etmekte ve bilgileri kronolojik sırada saklamaktadır. Arıza ihbar statülü objeler ekranlarda kırmızı renkte temsil edilir ve onaylanıncaya kadar yanıp söner.

#### **4.8.5 Şifre sistemi ile korunma**

Kontrol sisteminin yazılım kısmına ve yetki verilen kişilerin dışındaki kişilerin müdahalelerde bulunmaması için şifre sistemi ile koruma sağlanır. Şifre ile buton kumanda emniyeti, belirlenen kişi sayısı kadar şifreleme imkanı, aynı seviyedeki kişilere sisteme müdahale imkanı verilmesi gibi fonksiyonlar yerine getirilir.

#### **4.9 Scada'nın İletişim Sistemi**

İletişim; bir bölgeden başka bir bölgeye, karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesi işlemidir. Şekil 4.6 da kullanılan bazı haberleşme sistemleri görülmektedir (Bailey; Wright, 2005). SCADA iletişimi için iletişim yolu veya ortamı, veriyi iletim ortamı üzerinden göndererek bir cihaz (Modem), alıcı uçta gönderilen veri veya haberin anlaşılması için ilk şekline çevirecek (Demodülasyon) başka bir cihaz (Modem) gereklidir.

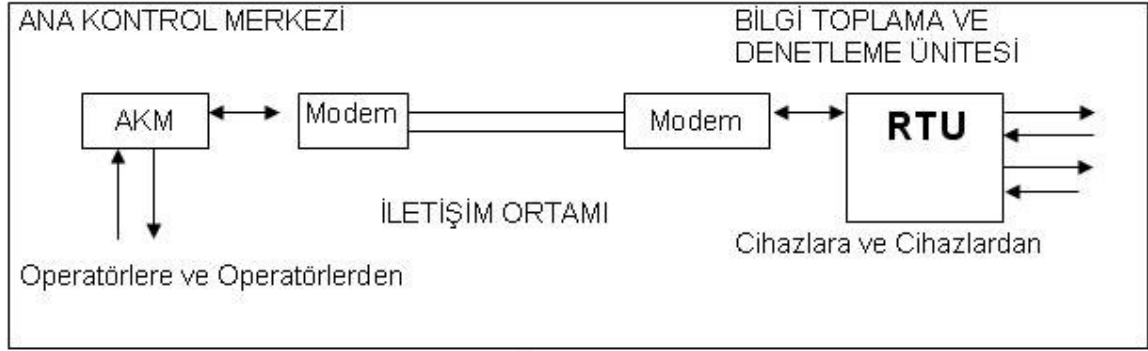


Şekil 4.6 Ana istasyonun RTU'larla haberleşmesinde kullanılan konfigürasyonlar

SCADA sisteminde iletişim hayati bir öneme sahiptir. İletişim kanallarından veri elde edilmesi ve kontrolündeki hızı, önemli ölçüde SCADA sistemini etkilemektedir. Buna bağlı olarak Kontrol Merkezindeki kullanıcı arabirimi ve uygulama yazılımları da iletişimde önem taşır. Kontrol Merkezinde ve RTU' larda ulaşılan tekniğin faydalı olabilmesi için, iletişim de aynı oranda gelişmelidir. Yoksa büyük hızda ve miktarda toplanan verilerin hızla iletilememesinin bir anlamı yoktur. SCADA sisteminin en yüksek başarı düzeyi ile uygulanması, iletişim sistemine bağlıdır.

#### 4.9.1 İletişim sisteminin elemanları

Yapılan SCADA sistemi bir kontrol merkezi (AKM) ve bir bilgi toplama ve denetim (RTU) ünitesinden oluşmaktadır ([www.scadasitesi.dostweb.com/b6.html](http://www.scadasitesi.dostweb.com/b6.html) 1 Haziran 2006). Bu basit sistemi bütünlemesi için AKM ve RTU' nun birbiri ile haberleşmesi, dolayısıyla iletişim sistemi ile donatılması gerekir. İletişim sistemi iletişim ortamı, veri iletişim cihazı (MODEM) ve iletişimi sağlanan cihazlar (AKM, RTU)'dan meydana gelir. Bunlar, Şekil 4.7'de şematik olarak gösterilmektedir



Şekil 4.7 SCADA sisteminin ve iletişim sisteminin anahtar elemanları

#### 4.9.2 İletişim mimarisi

İletişim mimarisi, sistemde kullanılacak RTU' ların sayısı, RTU' ya bağlı birimler ve bu birimlere ulaşım hızı, RTU' ların yerleşimi, elde bulunan haberleşme kolaylıkları, ulaşılabilecek haberleşme teknikleri ve araçlarına göre gerçekleştirilir. Kontrol merkezleri- AKM ve bilgi toplama denetleme birimleri- RTU arasındaki bağlantı mimarisi ise Şekil 4.8'deki gibidir.



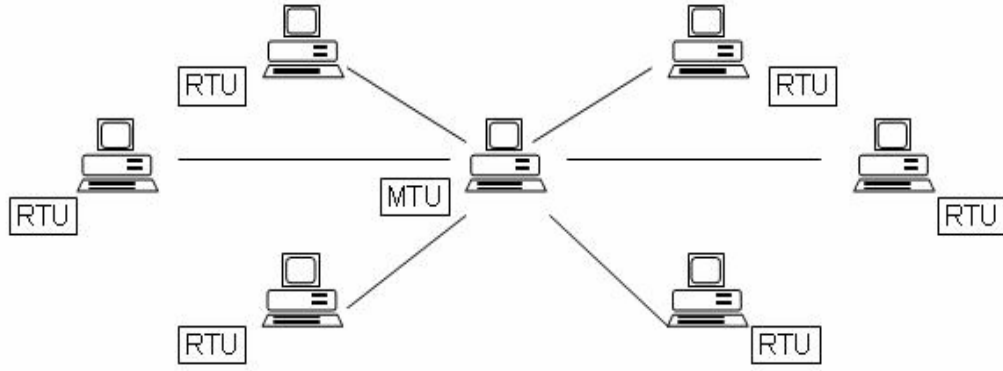
Şekil 4.8 Tek Kontrol Merkezi, Tek Bilgi Toplama ve Denetleme Birimi

Kereste kurutma firması otomasyon projesinde tek kontrol merkezi ve RTU olarak yakın mesafede bir adet PLC kullanılması amaçlandığı için Şekil 4.8'deki iletişim mimarisi seçilmiştir.

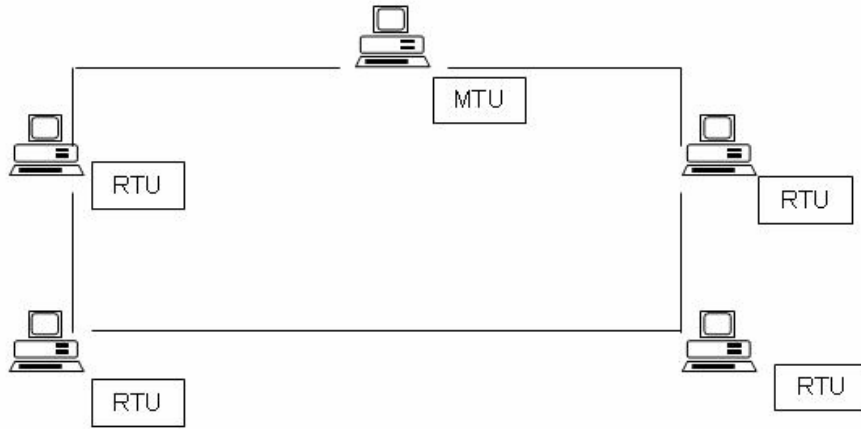
#### 4.9.3 İletişim ağı

SCADA sisteminin hız performansını etkileyen en önemli kısmı iletişim ağıdır. Çeşitli otomasyon seviyelerinde birbirine bağlanan birimler arasındaki veri transferi ve güncelleştirilmesini içeren tüm işlemler iletişim ağları üzerinden yapılır. Bu nedenle SCADA uygulamalarında haberleşmenin önemi çok büyüktür. Dağıtılmış denetim sistemlerinde RTU' ların birbirine bağlanması farklı biçimde olabilir. SCADA sistemlerinde kullanılan en genel ağ bağlantıları Şekil 4.9 ve 4.10'da görülen yıldız ve halka şeklindeki bağlantılardır.





Şekil 4.9 Scada'da Yıldız şeklindeki bağlantı



Şekil 4.10 Scada'da Halka şeklinde bağlantı

Ayrıca SCADA'da çok noktalı, öbekli yol, ağ tipi yol, kısmen öbekli ve çok noktalı yol bağlantıları vardır.

#### 4.9.4 Bağlantı türleri

Bağlantı türleri fiziksel bağlantı biçimine ve ağ bileşenlerinin coğrafi konumuna göre yerel ve geniş alan ağları olarak sınıflandırılırlar. Lan ağları küçük boyutludur. Şayet SCADA sistemlerinde ana terminal ile yerel terminal birimleri küçük bir alan içerisinde kuruluyorsa bu durumda iletişim bağlantısı yerel alan ağı şeklini alır. Yerel bir ağ (LAN) en çok bir fabrika ortamıyla sınırlıdır. Wan ağı birbirinden çok uzak olan sistemleri birbirine bağlar. Birimler birbirinden coğrafi olarak uzak mesafelerde bulunuyorsa bu durumda iletişim bağlantısı bu ağ türüne dönüşür. WAN ve LAN,

SCADA kontrol sisteminde geniş bir alana yayılmış birden fazla operatör istasyonunun birbirine bağlanması ve işletmeye ait tüm verilerin transfer edilmesi için kullanılır. Bu ağlar sayesinde her terminal ünitesine sistemin kaynakları açık hale getirilmektedir.

Bu çalışmada yerel alan ağı kullanılmıştır. Aşağıdaki herhangi bir terminal, başka bir bilgisayarın yazıcısından çıkış alabilir ve herhangi bir birimin bilgisayarı diğer birimdeki bilgisayarın ana belleğinde mevcut olan bir dosyayı bulup kopyalama işlemini gerçekleştirir.

#### **4.9.5 İletişim teknikleri**

##### **4.9.5.1 Uzak mesafe iletişimi**

SCADA sisteminde uzaklıktan anlaşılması gereken; kontrol merkezi ile kontrol edilen cihaz arasındaki mesafenin telli kontrole uygun ve pratik olup olmadığıdır. Böyle uzak mesafeler arasındaki iletişim seri olarak sağlanır. Bu noktadan hareketle Kontrol Merkezi AKM ve RTU arasında gidip gelen tüm veriler seri olarak iletilir. Bunun anlamı iletişim kanalına binary karakterlerinin bir dizisi gönderildikten sonra ancak diğer bir dizisi daha gönderilebilir. Paralel iletişim bilgisayarların kendi içlerinde ve yazıcılarla olan iletişimde kullanılır. SCADA sisteminde iletişimde kullanılan tüm veriler binary modundadır. Analog olarak ölçülen tüm değerler dijital değerlere dönüştürülür. Bu işlem analog / dijital (A/D) dönüştürücüler vasıtasıyla yapılır.

##### **4.9.5.2 Modülasyon**

Bir verinin uzak bir noktaya doğru olarak aktarılması için, bir çevrime (modülasyon) ihtiyacı vardır. Aynı şekilde çevrime uğramış verinin alıcı tarafından yorumlanıp tekrar gerçek durumuna, anlaşılması için, dönüştürülmesi (demodülasyon) gerekir. Modüle edilen veriler iletişim kanalına verilerek alıcı tarafa iletilir. Veri iletişiminde simplex, half duplex ve full duplex kanal kullanılır. *Simplex Kanal:* Bilginin tek yönde iletilebildiği kanaldır.

*Half Dublex Kanal:* Bilginin her iki yönde iletilebildiği kanaldır. Fakat haberleşme kanalını bir anda yalnız bir taraf kullanabilmektedir.

*Full Dublex Kanal:* Bilgi her iki yönde iletilirken, kanal üzerinde aynı anda birden fazla veri iletişimi sağlanabilmektedir.

#### 4.9.6 Veri iletişimi

Veri iletişimi, iletim kanalları ile asenkron ve senkron iletişim halinde yapılır. Bu iletişim tipleri için kanallarda senkron ve asenkron olmak üzere iki tip de MODEM kullanılması gereklidir. Kontrol Merkezi ile RTU arasında veri iletişiminin zaman bölüşümlü çoklama ile yapılması, seri dijital mesajların kullanılmasını gerektirmektedir. Bu mesajlar verimli, esnek ve güvenli olmalı ve kolaylıkla yazılım ve donanımla da kullanılabilir. Mesajın verimliliği: alınan veri bitlerinin gönderilen veri bitlerine eşit olmasını ifade eder. Mesaj esnekliği; farklı miktar ve tipte veri iletişiminin sağlanması anlamına gelir. Mesaj güvenilirliği; gürültülü iletişim kanallarından kaynaklanan verideki bozulmaların algılanabilmesi ve filtrelenebilmesini belirtir. Mesajın kolay kullanılabilirliği de donanım ve yazılıma yük getirmemesini gösterir. Veri iletişimi için iletişim kanallarında kullanılan mesajlar mesaj kurulumu, veri ve mesaj sonu olarak üç ana parçadan oluşur. Bu yapı aynı zamanda iletişim protokollerinin de temel yapısıdır.

Mesaj kurulumu; Alıcı ve vericinin zaman ayarlaması (senkronizasyonu) için gerekli işaretleri taşımaktadır. Veri; Alıcıya iletilecek kodlanmış durumdaki bilgi veya veriyi taşır. Mesaj Sonu; Mesaj doğruluğunun kontrolü ve mesaj sonu ile ilgili bilgiyi içerir. Birkaç bit'ten oluşan doğruluk kontrol bölümü, veri, üzerinde işlem yapılması ile vericide elde edilir. Alıcı kendisine ulaşan veri üzerinde aynı işlemi yapar. Bunu kontrol bit'leri ile karşılaştırır. Aynı ise veri doğru olarak ulaştığı demektir.

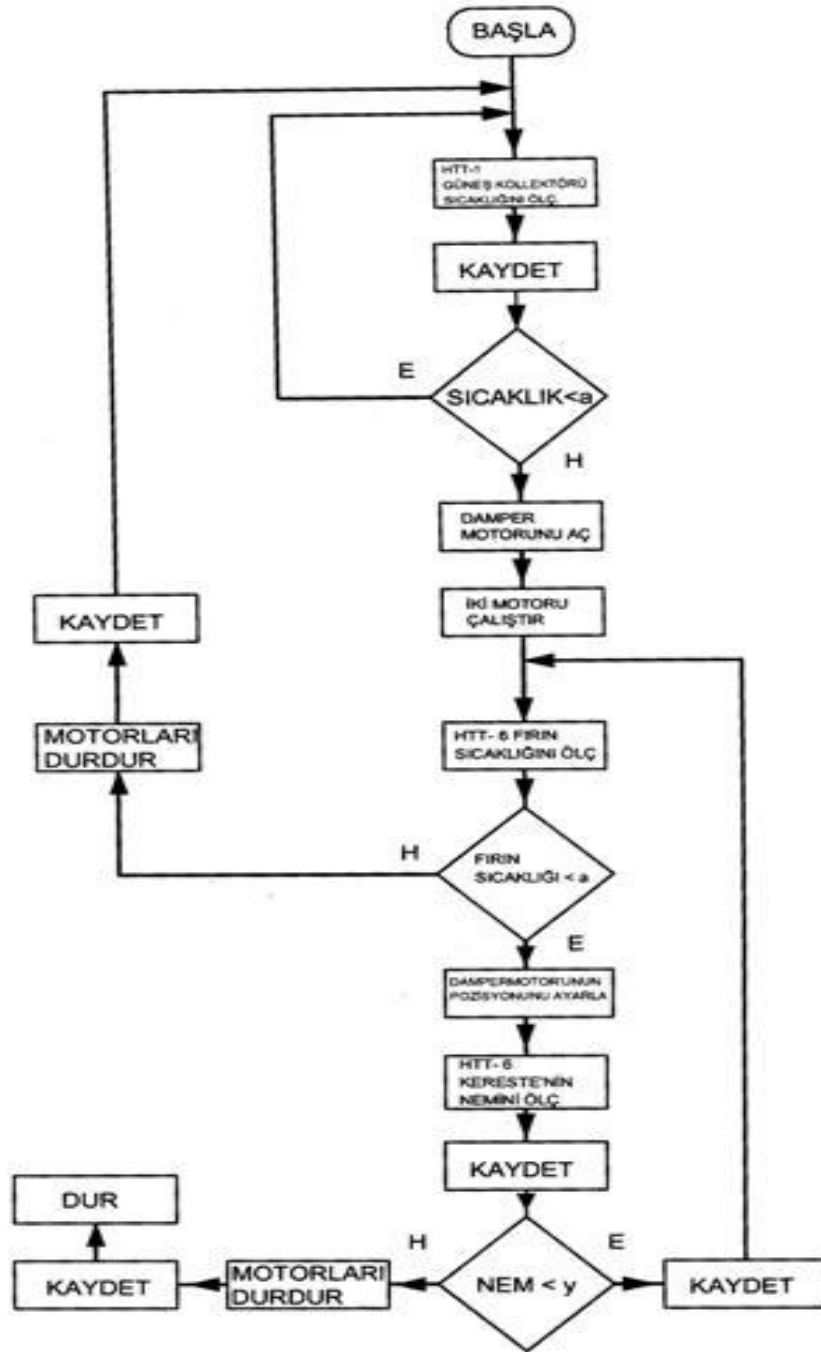
## 5. GÜNEŞ FIRINI BİLGİSAYARLI DENETİM SİSTEMİNİN YAPISI ve KURULUMU

Güneş fırını kurutma düzeneğinin bilgisayarlı denetim sistemi saha ekipmanları, veri ağı, mantık denetim yazılımı ile insan-makine ara yüzü (MMI) birimlerinden oluşmuştur. Saha ekipmanları kontrol edilen ve izlenen sahadan veri toplamakta ve mantık denetim yazılımının vermiş olduğu kararları sahadaki cihazlara göndermektedir. Veri ağı PC’de görüntülenen yazılımla denetlenen sistem arasındaki veri iletişimini sağlamaktadır. Arayüz programı SCADA hiyerarşisi içinde fırının otomatik denetimini ve cihazlarla bilgisayar arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Cihazlar arasındaki kablolama için ekranlı koaksiyel kablolar kullanılmaktadır. Mevcut sistem, küçük ölçekli bir SCADA uygulama modelidir. Kontrol ve denetim merkezi ile kontrol edilecek ekipmanların bulunduğu alan birbirine çok yakındır. Bu küçük SCADA’da kontrol ve denetlemede bir PC, otomasyon panosunda da bir adet PLC ve havuz içindeki algılayıcılar arasındaki iletişim ağı yeterli olmuştur. Güneş fırını otomasyon sisteminin kuruluşu ve uygulanmasında izlenen algoritma, Şekil 5.1’de verilmiştir.

Otomasyon sistemi çalıştırıldığında ilk aşamada güneş kolektöründeki sıcaklık HTT1 ısı sensörü tarafından ölçülür ve kaydedilir. Ardından bir karşılaştırma yapılır. Güneş kolektörü kanal sıcaklığı d değerinden küçük ise sistem başa döner. Güneş kolektörü sıcaklığı d değerini geçinceye kadar sorgulama devam eder. Güneş doğup kolektör kanal sıcaklığı d değerini geçtiğinde algoritmada damper motorunun açılması ve her iki motorun çalıştırılmaları komutu verilir. Motorlar çalıştırılıp KKF içerisinde hava dolaşımı başlatıldıktan sonra HTT5 sensörü fırın içinin sıcaklığını ölçer. KKF’ı sıcaklığı istenen e değerine ulaşmadıysa (Güneş kolektörü ile kurutma yapılacak ortam arasında belli mesafe olduğu için, kayıplar vs. göz önüne alındığında fırın içerisinde tekrar bir sıcaklık ölçmesi yapılır) ilk başa dönülerek sorgulama devam eder. Fırın sıcaklığı e değerini geçtiğinde ise fırın içerisindeki sıcaklığı belli bir değerde tutabilmek için gönderilen analog sinyale göre damper motoru, kanaldaki kapakçığın pozisyonunu ayarlar. Sıcaklık istenilen değerden büyükse kapakçıkları istenilen miktarda kapatılarak hava geçiş oranını azaltır.

Bu aşamadan sonra HTT5 kurutma ortamındaki havanın bağıl nemini HTT6 ise kerestenin nem oranını ölçer. Kurutmada nem taşıyıcı olarak hava kullanıldığı için havanın bağıl nemi önemlidir. Havanın bağıl nemi düşük bir değerde olunca keresteden nem alınabilir. Yoksa bağıl nem belli bir değer üzerinde ise hava

ortamdan nem almak yerine malzemeye daha da nem yükler. Bunun için HTT5 den gelen sinyale göre havanın bağıl nemi belli bir değere ulaşınca kadar yoğuşma ünitesi çalıştırılır. Sistemin sorgulaması aralıksız devam ettiği için bağıl nem değeri belli değerde tutulması için yoğuşma ünitesi aralıklı olarak çalıştırılır. Devamlı çalıştırılmamasının sebebi belli bir miktar elektrik enerjisi tasarrufu içindir. HTT6 sensörü kerestenin nemini ölçer kerestenin nemi istenen değer üzerinde ise ( $NEM > y$ ) ise sistem çalışarak nem almaya devam eder. Ne zamanki nem değeri istenen değere düştü ( $NEM < y$ ) motorlar durdurulup motorlar kapatılır. Bütün aşamalarda ölçmelerdeki sıcaklık ve nem değerleri kaydedilir. Şekil 5.1'de güneş fırını otomasyon sisteminin algoritması verilmiştir. Bu algoritma ile sistemin çalışması anlatılmıştır.

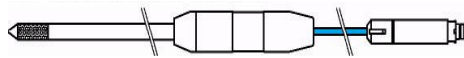


Şekil 5.1 Güneş fırını otomasyon sisteminin algoritması

Öncelikle kurutma süreci için gerekli enerji kaynaklarının kullanımı planlanmış ve kereste kurutması için bütünlük bir SCADA denetimi yapılması öngörülmüştür. İzleme ve veri toplama fonksiyonlarının gerçekleştirilmesiyle fırın – denetim sistemi arası eşzamanlılık sağlanmıştır. Algoritmanın bu kısmı, merkezi kontrol odası bünyesindeki kontrol cihazlarını ve denetim yazılımlarını içerir. Tesisin fiziksel kontrolleri tamamlanarak mekanik ve elektronik aygıtlar arabirimlerle birbirine bağlanmış böylece, tesisteki denetimin kurulumu gerçekleşmiştir. Denetimde kurutma tesisinin çalışmasını sağlayan elektrik sinyalleri, makine hareketlerine dönüşmekte ve SCADA sistemine veri olarak aktarılmaktadır. SCADA komutları sistemdeki motorları, lambaları, hız ölçü cihazlarını, sıcaklık ve nem elektronik algılayıcılarını çalıştırır ve kurutma için uygun iç ortamın oluşmasını sağlar. Bu SCADA’da yer alan ekipman ve sistemler Bölüm 5.1’de açıklanmıştır.

### 5.1 Saha Ekipmanları

Kurutma fırınında yedi adet kanal tipi sıcaklık ve nem sensörü, bir daldırma tipi sıcaklık ve nem sensörü ve bir adet sıcaklık sensörü bulunmaktadır. Bu sensörler tek bir kılıf içerisine yerleştirilmiştir ve aynı noktadan sezgi yapmaktadır. Kereste kurutma havuzlarında nem ve sıcaklık birlikte ölçülür. Nem algılayan polypropilen kapasitans ve sıcaklık algılayan PT100 sensörü aynı kılıf içindedir. M23D5HK-1X daldırma tipi sıcaklık/nem sensörü, Şekil 5.2’de verilen Hygroclip SP05 daldırma sensör probu ile birlikte kullanılmıştır. Beslemesi 24 V AC olup çıkış gerilimi, PLC nin analog girişine 0–10 V arası bir gerilim olarak uygulanır. 3 mm’lik bu daldırma tipi sıcaklık ve nem sensör probu, keresteye saplanmıştır. Fırın içi sensörlerden gelen işaretler PLC’nin analog çıkışından damper motoruna aç – kapa komutu yollar. . Şekil 5.3’de görülen damper motoru, güneş kolektörü damper kapakları konumunu değiştirir ve böylece fırın içi sıcaklığı sabit tutulur



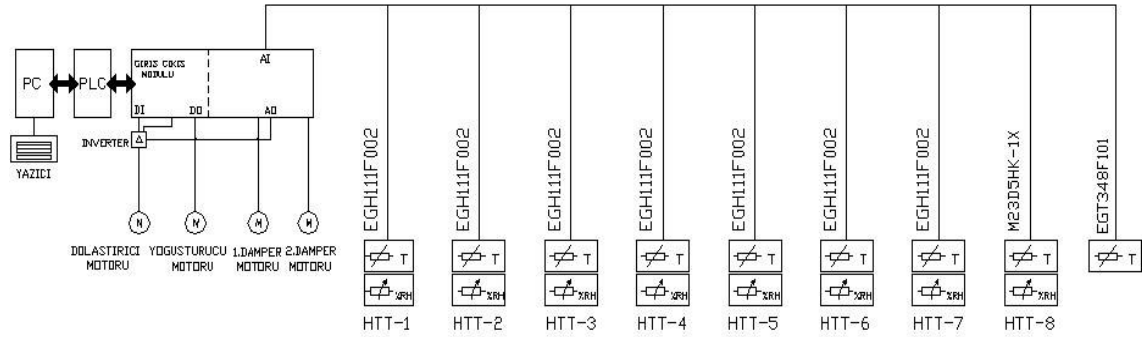
Şekil 5.2. Hygroclip SP05 daldırma sensör probu.



Şekil 5.3 ASM134F130 damper Motoru

Şekil 5.4’de otomasyon sisteminin saha elemanları verilmiştir. Şekildeki EGH111F002 kanal tipi sıcaklık/nem, M23D5HK-1X daldırma tipi sıcaklık/nem ve

EGT348F101 de bir sıcaklık algılayıcısıdır. ASM114SF132 oransal damper servomotoru olup, fırının içerisinde kontrol edilecek (sabit tutulacak) sıcaklığa bağlı olarak kurutma ortamındaki HTT-6 dan alınan sinyale bağlı olarak üretilen hata sinyaline göre damper kapaklarını ayarlar. HTT-1 güneş kolektörü çıkış havasının, HTT-2 de güneş kolektörü giriş havasının nem ve sıcaklık algılayıcısıdır. HTT-3 dış hava sıcaklık/nem algılayıcısı olup HTT-4 güneş kolektörü üzerinde fırın dönüş havasının, HTT-5 de eksoz havası sıcaklık ve nem algılayıcısıdır. HTT-6 fırın içine konan kerestenin sıcaklık ve nemini ölçer. HTT-7 kurutma santrali çıkışı, HTT-8 kurutma santrali girişi sıcaklık/nemini ölçen bir algılayıcı olup TE de fırın havuzunda ısı tutan taş malzemenin sıcaklığını ölçmektedir.



Şekil 5.4 Otomasyon sisteminin saha elemanları

Saha elemanlarının (sıcaklık ve nem sensörlerinin) tamamı, PLC'nin analog modülüne elektriksel bir giriş yapmaktadır. Şekil 5.4'de bütün sensörlerin PLC'nin analog modülüne giriş yaptığı hat gösterim kolaylığı açısından birleşik olarak gösterilmiş olup, aslında her sensör koaksiyel kablo ile ayrı ayrı adreslere giriş yapmaktadır.

## 5.2 Otomasyon Panosu ve Kumanda Ettiği Devre Elemanları

Sahadan (havuzlar ve içerideki çakma sensörlerden) alınan analog sinyaller, analog modülde sayısal sinyale dönüştürülerek PLC'ye uygulanmaktadır. Şekil 4.7'de resmi verilen PLC panosundaki gibi bir PLC ve ekipmanları KKF otomasyonu için yeterlidir. Bu PLC, Siemens Micromaster 440 olup grupta; 3 faz-3 faz 3 kW invertör,



S7 200 CPU 222 DC/DC/DC PLC, 8 Dijital giriş 6 Dijital çıkış, EM 235 Analog giriş- çıkış modülü 4 Analog giriş, 2 analog çıkış, EM241 Modem modülü ve 2 A STOP Anahtarlamalı güç kaynağı (220V AC/ 24 V DC) modülleri vardır.

Bilgisayar denetimli güneş enerjili kereste kurutma fırınının otomasyonunda; kerestenin fırın içerisinde zamana ve ortam ısısına bağlı olarak nem oranının düşürülmesi ve böylece en uygun maliyetle kurutulması amaçlanmıştır. Sistemde kurutma santrali nem alma ünitesi ve güneş kolektörü hava ısıtma ünitesinde ısınan havayı dolaştıran iki ayrı kısım vardır. Denetimde; kurutma fırını içinde istenen sıcaklık ve nem değerini sağlamak üzere güneş kolektörüne bağlı iki adet damper, damper motorları ile oranlı olarak açılıp kapatılarak ısıtma ünitesinin sağladığı dolaşmakta olan hava akış debisini arttırıp azaltmaktadır. K.K.F. içindeki hava sıcaklığının belli bir değerin üzerine (örneğin 50 °C olarak) çıkmaması gerekir. Bunu gerçekleştirebilmek için değişik yerlerdeki sensörlerden alınan sıcaklık ölçüm değerleri belli bir ölçü düzeneğinde bilgisayar yazılımındaki set-up değerleri ile karşılaştırılır. Aradaki farka göre bir denetim işareti üretilerek damper motorlarına aç kapa işareti verecek modüle uygulanır. Uygulanan işaretle orantılı bir şekilde damper kapaklarının konumu değişerek sisteme daha çok ya da daha az hava akışı sağlanır. Hava ısıtma kısmındaki kolektör dolaştırıcı fan motorunu, bir hız denetleyicisi (inverteri) çalıştırıp durdurmaktadır. Yine sahadaki sensörlerden gelen sıcaklık ve nem değerleri, bilgisayarda yüklü bulunan SCADA yazılım programındaki referans değerlere bağlı olarak bir işaret üretimini tetiklemekte ve böylece, kolektör dolaştırıcı motoruna bağlı olan inverter de motor hızını değiştirmektedir. Kolektör dolaştırıcı motoru bir asenkron motordur ve bu motorun hızı Eş. 5.1’de verilir.

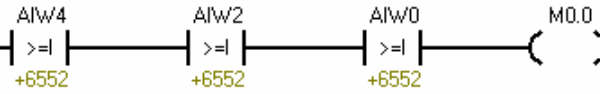
$$n = \frac{60 \times f}{P} (d / d) \quad 5.1$$

Bu eşitlikte dolaştırıcı motorunun dönüş hızı, statora uygulanan gerilimin frekansı değiştirilerek ayarlanır. Bu sırada stator geriliminin değeri de bununla orantılı olarak değiştirilirse motorun devrilme momenti sabit kalır. Şekil 5.5’de PLC’nin fonksiyonel yazılımı ve merdiven diyagram şeması verilmiştir. Bu program ile birlikte SCADA yazılım katmanından gelen komutlarla PLC otomasyon elemanlarının istenen şartlarda çalıştırılmasını sağlar.

## PROGRAM COMMENTS

**Network 1** Network Title

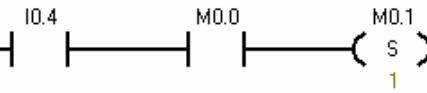
4-20 mA sinyalinin denetlenmesi ve sinyal yokluğunda sistemin çalışmaması



Symbol	Address	Comment
FIRIN	AIW0	Fırın sıcaklığını ölçen sıcaklık transmiyeri (4-20 mA)
HATA	M0.0	Sensörlerden gelen sinyalin kesilmesi halinde sistemin çalışmasını engeller
KOLLEKTOR	AIW4	Kollektör sıcaklığını ölçen sıcaklık transmiyeri (4-20 mA)
NEM	AIW2	Ölçülen fırın nemi

**Network 2**

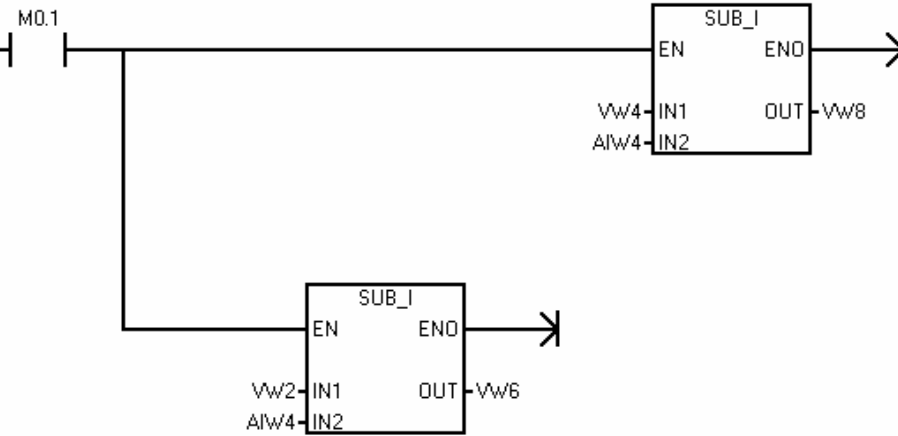
Operatör sistemi başlatmak istediğinde hata yoksa sistemi çalıştır



Symbol	Address	Comment
BASLA	IO.4	Kurutma fırınının çalışmasını başlatır
HATA	M0.0	Sensörlerden gelen sinyalin kesilmesi halinde sistemin çalışmasını engeller
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 3**

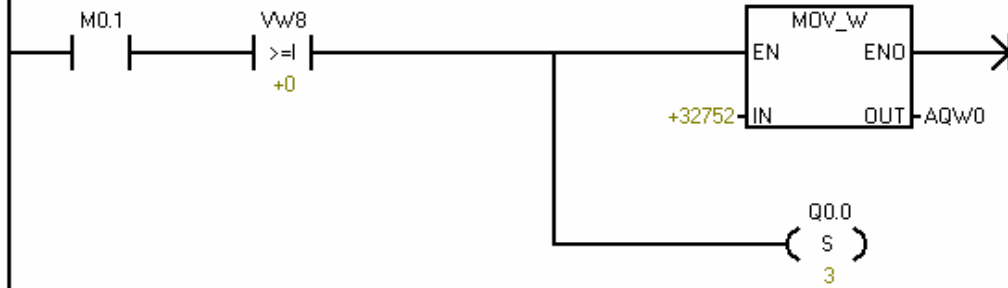
Kollektör sıcaklığı üst değere ulaştığında motorlar çalışır, alt değerin altına düştüğünde motorlar durur. Bu tolerans sayesinde hava sirkülasyonunun başladığı anda meydana gelen ani sıcaklık düşüşü motorların durmasına yol açmaz.



Symbol	Address	Comment
KOLLEKTOR	AIW4	Kollektör sıcaklığını ölçen sıcaklık transmiyeri (4-20 mA)
KOLLEKTOR_ALT	Vw2	Kollektör sıcaklığının alt değeri (SCADA ekranından değiştirilebilir)
KOLLEKTOR_UST	Vw4	Kollektör sıcaklığının üst değeri (SCADA ekranından değiştirilebilir)
MOTORLAR_OFF	Vw6	Kompresör, kondanser fanı ve invertörü durdurur
MOTORLAR_ON	Vw8	Kompresör, kondanser fanı ve invertörü çalıştırır
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 4**

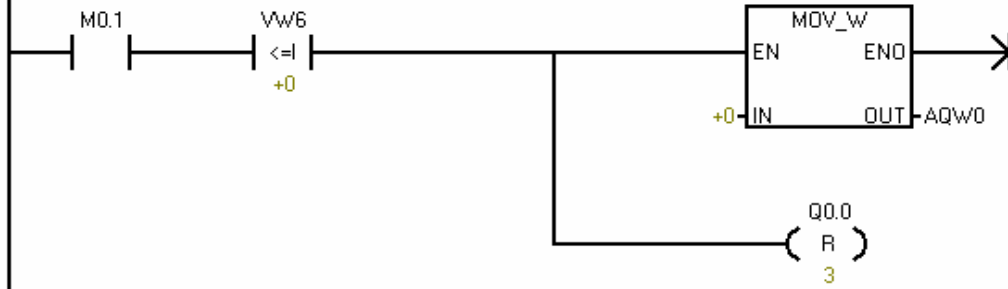
İlk çalışmada motorları çalıştırıp damperi tam açık (+32752 = 20 mA) pozisyona getirir



Symbol	Address	Comment
DAMPER	AQW0	Damper motoru
KOMPRESOR	Q0.0	Kompresör besleme kontaktörü
MOTORLAR_ON	VW8	Kompresör, kondanser fanı ve invertörü çalıştırır
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 5**

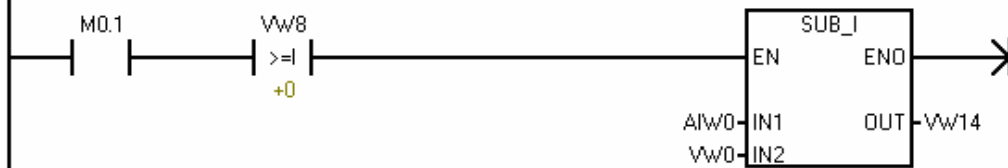
Kollektör sıcaklığı alt değer altına düşerse yay dönüşlü damperi tam kapalı (+0=0 mA) konuma getirir



Symbol	Address	Comment
DAMPER	AQW0	Damper motoru
KOMPRESOR	Q0.0	Kompresör besleme kontaktörü
MOTORLAR_OFF	VW6	Kompresör, kondanser fanı ve invertörü durdurur
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 6**

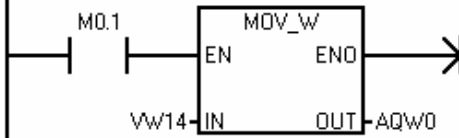
Fırın sıcaklığına göre damperin açısal pozisyonu için gerekli değeri üretir.



Symbol	Address	Comment
DAMPER_POS	VW14	Damper pozisyonu
FIRIN	AIW0	Fırın sıcaklığını ölçen sıcaklık transmiyeri (4-20 mA)
FIRIN_SET	VW0	Fırın sıcaklığının ayarlanmış değeri (SCADA ekranından değiştirilebilir)
MOTORLAR_ON	VW8	Kompresör, kondanser fanı ve invertörü çalıştırır
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 7**

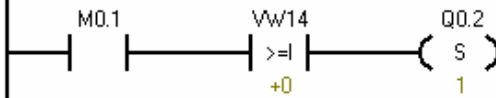
Damperin açılma pozisyonunu ve dolaylı fanının hızını kontrol eden invertörün frekansını ayarlar



Symbol	Address	Comment
DAMPER	AQW0	Damper motoru
DAMPER_POS	VW14	Damper pozisyonu
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 8**

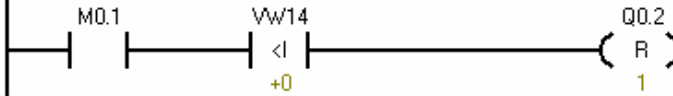
Dolaylı fanının hızını ayarlayan invertöre besleme sağlar



Symbol	Address	Comment
DAMPER_POS	VW14	Damper pozisyonu
INV_BESLEME	Q0.2	Invertör'e giden 380 V AC beslemenin kontaktörü
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 9**

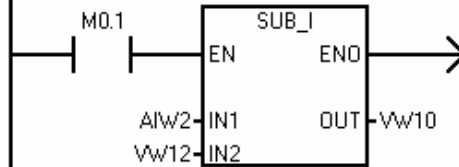
Damper pozisyonunun tam kapalı konuma gelmesi durumlarında invertörün beslemesini keser



Symbol	Address	Comment
DAMPER_POS	VW14	Damper pozisyonu
INV_BESLEME	Q0.2	Invertör'e giden 380 V AC beslemenin kontaktörü
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 10**

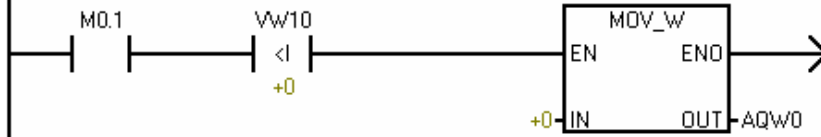
Fırın nemi ile ayarlanan nem değerini karşılaştırır



Symbol	Address	Comment
FIRIN_NEMI	VW10	Fırındaki istenmeyen nem fazlalığı
NEM	AIW2	Ölçülen fırın nemi
NEM_SET	VW12	Fırın neminin ayarlanmış değeri (SCADA ekranından değiştirilebilir)
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 11**

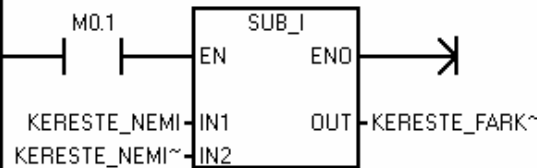
Fırında istenmeyen nem fazlalığı ayarlanan değerin altına düştüğünde damperi tam kapalı pozisyona getirir.



Symbol	Address	Comment
DAMPER	AQW0	Damper motoru
FIRIN_NEMI	Vw10	Fırındaki istenmeyen nem fazlalığı
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 12**

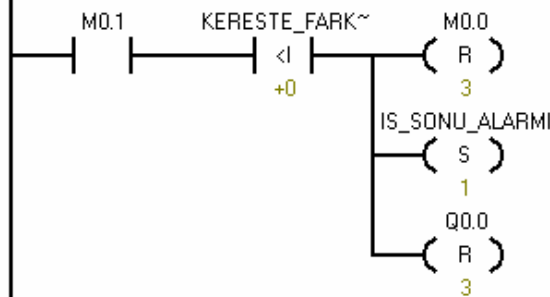
Kereste neminin değerini ayarlanan değerle karşılaştırır.



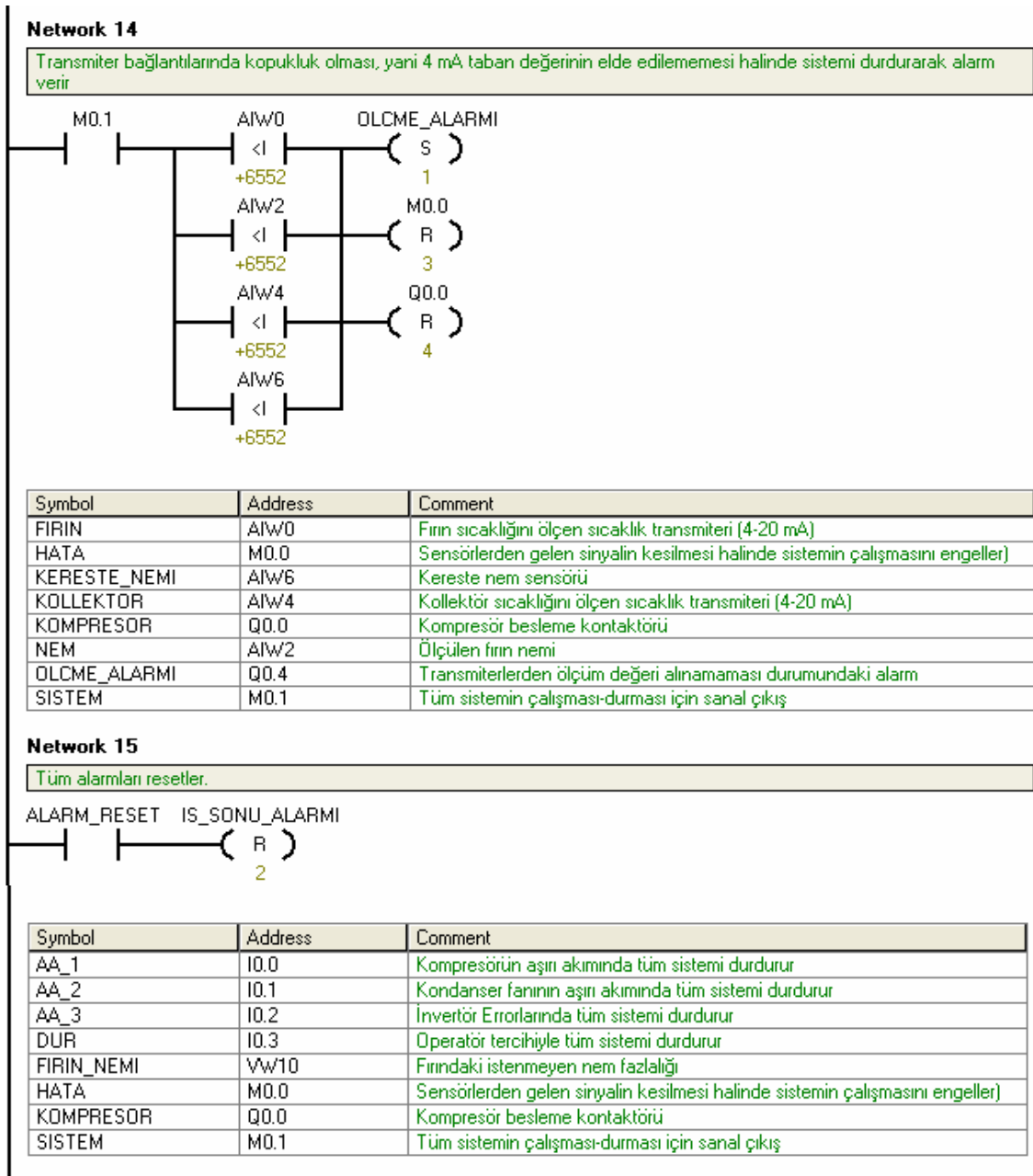
Symbol	Address	Comment
KERESTE_FARK_NE...	Vw18	Ölçülen kereste nemiyle ayarlanan kereste nemi arasındaki fark
KERESTE_NEMI	AIW6	Kereste nem sensörü
KERESTE_NEMI_SET	Vw16	Kerestede istenen nem (SCADA ekranından değiştirilebilir)
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış

**Network 13**

Kereste nemi ayarlanan değerin altına düştüğünde diğer ölçümlere bakmaksızın tüm sistemi durdurur ve işlem bitimi alarmını verir.



Symbol	Address	Comment
HATA	M0.0	Sensörlerden gelen sinyal kesilmesi halinde sistemin çalışmasını engeller
IS_SONU_ALARMI	Q0.3	Kurutma işlemi sonu alarmı
KERESTE_FARK_NE...	Vw18	Ölçülen kereste nemiyle ayarlanan kereste nemi arasındaki fark
KOMPRESOR	Q0.0	Kompresör besleme kontaktörü
SISTEM	M0.1	Tüm sistemin çalışması-durması için sanal çıkış



Şekil 5.5 PLC'nin fonksiyonel yazılımı ve merdiven diyagram şeması

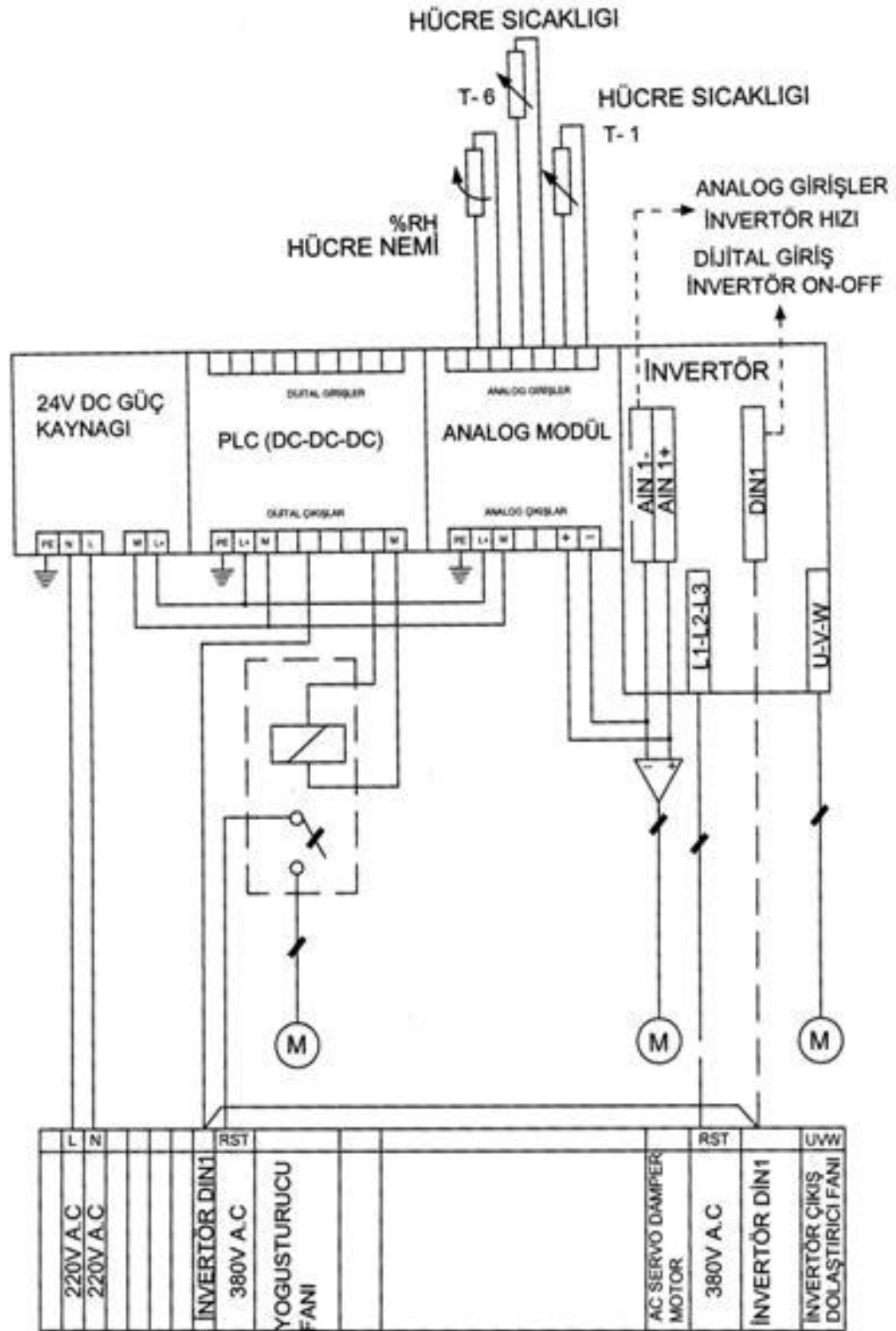
Şekil 5.5'de verilen yazılım ile PLC, sensörlerden gelen işaretleri sayısala çevirerek bunları aynı anda SCADA yazılım katmanına ulaştırır. Bu sensör değerleri SCADA'daki referans değerleri ile karşılaştırılarak PLC'ye otomasyonu sağlayacak motorların çalışma konumlarıyla ilgili komutlar gönderir. Yani PLC sürekli olarak sensör sinyallerini AKM'ye gönderir ve AKM'den aldığı sinyallere göre de

motorların uygun konumda çalışmasını yada durdurulmasını sağlar. Şekil 5.5 'deki PLC yazılımında Network 1'den 15'e kadar her kontrolde 4-20 mA'lik değerlerde sinyal denetimi vardır. Hatlarda bağlantı problemi olmadığı sürece sinyal 4 mA'in altına düşmez. Akımın 4 mA'in altına düşmesi hatlarda kopukluk olduğu kararıyla alarm sinyali üretilir.

Güneş kollektörü sıcaklığına göre karşılaştırılarak motorlar bir süre çalıştırılır, fırın içerisi sıcaklığı kararlı hale geldikten sonra fırın sıcaklığına göre yeni bir değerlendirme yapılarak motorlar uygun konuma getirilir. Fırın içerisindeki havanın bağıl nem değeri ölçülerek SCADA yazılımındaki referans değerlerle karşılaştırılır. Buna göre yoğunlaşma motoru operatörden gelecek komutla çalıştırılır. Yine kerestenin nem değeri referans değerlerle devamlı karşılaştırılmakta olduğu için istenen alt değere ulaştığında operatör PLC'ye göndereceği sinyalle PLC'nin bütün motorları durdurmasını sağlar. Güneş kollektörü, fırın içerisi sıcaklığı ve bağıl nem ile kereste neminin değerleri SCADA yazılımı üzerinden değiştirilebilir.

Şekil 5.6'de sistemdeki motorların PLC'nin çıkış ünitelerine bağlantısı görülmektedir. Damper motorlarına analog çıkıştan, yoğunlaşma ünitesinin motoruna dijital çıkıştan, güneş kolektörünün motoruna ise hem analog hem de dijital çıkıştan kontrol sinyalleri gönderilmektedir. Şekilde analog sinyal çıkışları olan sensörlerin PLC'nin analog giriş modülüne bağlantısı yapılır. Otomasyon projesinde seçilen sensör grupları çiftli olup (hem sıcaklık hem de nem ölçtüklerinden) analog modüle girişte sıcaklık (t) ve nem (RH) olarak ayrı ayrı girişleri yapılmıştır. Burada t1 güneş kollektörü çıkışı kanal sıcaklığı, t5 fırın sıcaklığı H5 fırındaki havanın bağıl nemi ve H6 kerestenin neminin elektriksel karşılığı olan analog sinyal olarak ifade edilmiştir.

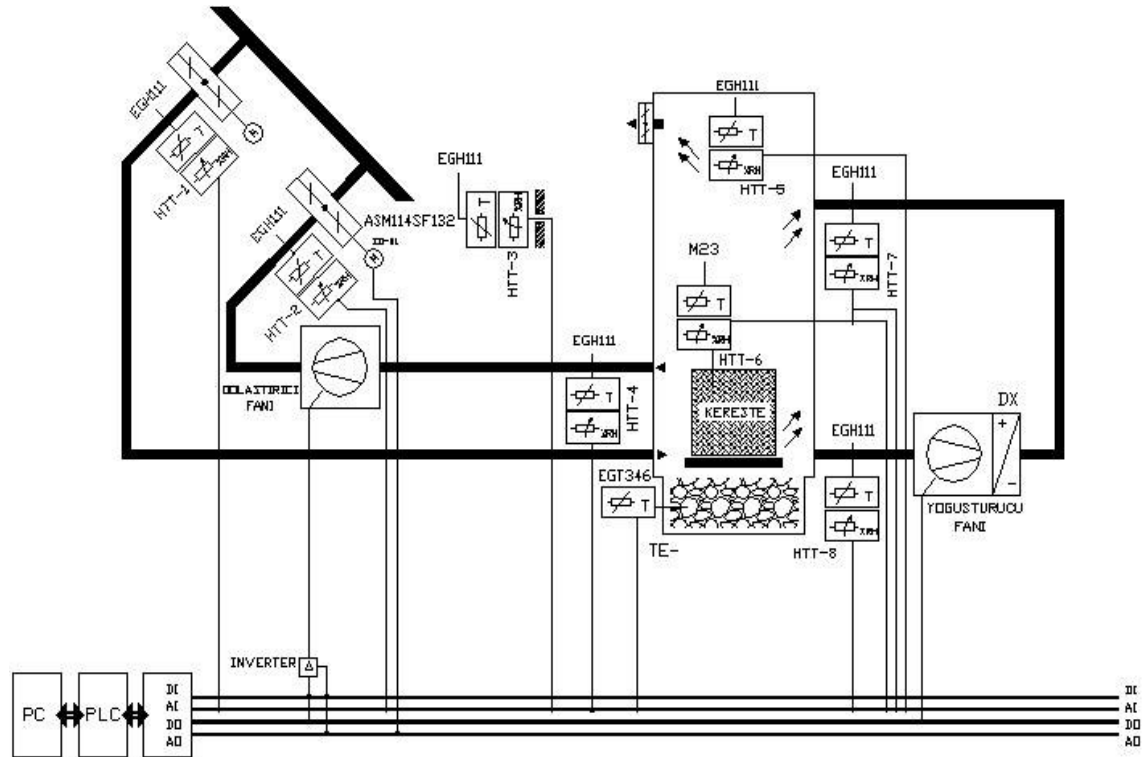
İnvertör çıkışı güneş kollektörü dolaştırıcı fanına bağlı olup invertör içerisinin sıcaklığına bağlı olarak gelen geri besleme sinyali frekans değerini ayarlamakta ve dolaştırıcı fanın devir sayısını değiştirmektedir. Dolaştırıcı fanı sayısal on-off olarak da çalışmaktadır. Damper kapaklarına bağlı olan AC servo motor ise yine ortam sıcaklığına bağlı olarak SCADA yazılımından gönderilen komut ile uygun konum almaktadır. Yoğuşturucu ünitesinin kompresörü ve dolaştırma fanı paralel kontrol edilmekte olup PLC'nin dijital çıkışlarına bağlıdır.



Şekil 5.6 Motorların PLC'nin çıkış modüllerine bağlantı şeması



Kolektör dolaştırıcı fanı, güneş battığında veya havanın kapanmasıyla birlikte havuzdaki dolgu taşlarında depolanan ısı enerjisini de kullanır. Sonrasında, sensörün ölçtüğü taş dolgu sıcaklığı, programda belirtilen alt sınır değerine düştüğünde motorun çalışması otomatik olarak durdurulur. Dolayısıyla güneş kolektörü motorunda hem analog hem de sayısal (on-off) denetim mevcuttur. Yoğuşturucu motorunun çalışmasıyla ısınan hava soğutularak ortamın nemi alınmaya çalışılmaktadır. İlgili ısı ve nem sensörlerinin ölçtüğü değerler, yazılımda belirtilen alt ve üst sınır değerleriyle karşılaştırılarak motorlar otomatik çalışıp durdurulur. Yoğuşturucu motorunda ortamın ısı ve nemine göre sayısal (on-off) denetim mevcuttur. Dokuz sıcaklık ve sekiz nem sensörünün belirlediği değerler bilgisayar ekranında izlenebilmekte ve diske kaydedilmektedir. Şekil 5.7'de kereste kurutma fırınının bilgisayar denetimli otomasyonla çalışma şeması verilmiştir.



Şekil 5.7 Kereste kurutma fırınının bilgisayar denetimli otomasyonla çalışma şeması

Şekil 5.7 'de verilen sistemin otomasyon şemasındaki otomasyon sistemi, istenen zaman aralıklarında çalışabilmektedir. Bu şemada işaret toplama, izleme ve saha ekipmanları olarak üç ana kısım bulunur.

*İşaret Toplama ve İzleme Sistemi:* Denetim işlemi için fırın içindeki ölçüm noktalarının nem ve sıcaklık değerleri, uygun saha ekipmanı sensörler yardımıyla toplanır ve denetim bilgisayarına gönderilir. Bu cihaz, işaret toplama sistemine bağlı bütün noktaların izlenebildiği bilgisayardır.

Değişik noktalardan alınan ısı ve nem değerleri, bir SCADA/HMI yazılım programı ile izlenmekte ve raporları alınmaktadır. Havuzun dibindeki taşların sıcaklığını ölçen EGT348F101 sensörü hariç diğer bütün sensörler tümleşik yapıda olup hem sıcaklık hem de nem değeri ölçmektedirler. ASM134F130 damper motoru AA ile çalışan servo motordur. Servo motorlar yardımcı amaçlı motorlar olup asıl iş makineleri gibi çalışmazlar. Bu SCADA kontrolünde de kanaldan geçen havanın miktarını fırının sıcaklığına bağlı olarak kontrol eder. Bu doğrusal bir kontroldür. Hava akış kontrolünü kanalın içerisindeki kapakçıkların konumunu SCADA yazılım katmanından gelen sinyale göre ayarlar. Güneş paneli fan motoru ile yoğuşma ünitesi motorları üç fazlı asenkron motorlar olup, güneş paneli fan motoru 1,5 HP, yoğuşma ünitesi motoru ise 1 HP gücündedir. Bu program PLC ile sürekli haberleşir; bu haberleşmede bütün veriler yaklaşık olarak saniyede bir defa tazelenir. İletişim protokolü olarak ProfiBus iletişim ağı teknolojisi seçilmiştir. İzleme için kullanılan program sistemin çalışmasında, bütün ekipmanların görüntülenmesine yönelik grafiksel saha tasarımı imkânı sağlamaktadır.

Yapılan SCADA'da tanımlı denetim noktaları için isteğe bağlı bazı kısıtlamalar da konulabilir. Zaman içinde bu kısıtların aşılması veya belli şartların oluşması durumlarında sistemin operatörü uyarması için çeşitli ekran alarmları da tasarlanmıştır. Sahanın grafiksel görünümü üzerinde çeşitli sıcaklık ve nem ölçüm noktalarından gelen verilerin bir trend olarak izlenmesi veya bu noktalardan alınan bilgilerin istatistiksel amaçlarla dosyalara kaydedilip ileriki zamanlarda bazı istatistiksel trendlerinin görüntülenmesi ve raporlanması sağlanabilir. PC'de yerleşik yazılım kullanıcıya, kullanımı son derece kolay bir rapor hazırlayıcısı sunmaktadır. Saha ekipmanları kontrol edilen ve izlenen sahadan veri toplamakta ve mantık denetim yazılımının vermiş olduğu kararları sahadaki cihazlara göndermektedir. Veri ağı PC'de görüntülenene yazılımla denetlenen sistem arasındaki veri iletişimini

sağlamaktadır. Arayüz programı SCADA hiyerarşisi içinde fırının otomatik denetimini ve cihazlarla bilgisayar arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Cihazlar arasındaki kablolama için ekranlı koaksiyel kablolar kullanılmaktadır. Güneş fırını otomasyon sisteminin kurulumu ve uygulanmasında; sistemin çalışması sırasıyla kurutma sürecinin ön kontrolü, işletim, denetim, yönetim ve veri izleme – değerlendirme aşamalarını kapsamaktadır. Kereste kurutma fırını otomasyonunda saha elemanı olarak sekiz adet nem ve dokuz adet ısı sensörü bulunmaktadır. Bu sensörlerin gönderdiği sinyallere bağlı olarak SCADA yazılım katmanı otomasyonu sağlamakta olan PLC ye uygun komutlar göndererek analog kontrolle (İstenen sıcaklığı sağlayacak hava miktarının üflenmesi için) güneş kolektöründeki damper motorlarının damper kanatçıklarını uygun konuma getirmesini sağlar. Sistemin set-up değerlerine bakılarak güneş battıktan sonra havuzdaki taşların sıcaklığı belli bir değer altına düştüğünde veya kerestenin nem miktarı uygun değere indiğinde gönderilen dijital sinyalle her iki motor otomatik olarak açık devre konumuna getirilir.

### 5.3 Veri İzlemenin Değerlendirilmesi

Bilgisayarda yerleşik denetim programı, süreç izleme sayfalarından ve bir alarm işlevinden oluşmaktadır. Program açılıştan itibaren; ana sayfa, PLC sayfası, bütün ısı ve nem sensör değerleri sayfası ile parametre ayarı, rapor, kullanıcılar, tarih/saat, yardım, senaryo döngüsü, alarm, izleme trendi sayfalarından oluşur. Tüm ekran sayfalarına ana sayfadaki butonlardan ulaşılabilir. Eğri/izleme trendi ekranlarında zamana dayalı veriler, rapor ekranında tesise ait son durum veri çizelgeleri verilmekte; durum raporları çıktıları da alınabilmektedir.

Çizelge 5.1’de fırının manüel ve otomatik çalıştırılması durumunda bir çalışma periyodundaki fırın içi sıcaklık verileri verilmiştir. Fırın, güneş ışınımının yüksek olduğu bir günde denetimli çalıştırılmış ve ortam değerleri ölçülmüştür. Güneş ışınımının artmasıyla birlikte fırın içi sıcaklığı da artarak yaklaşık 70 °C’ye kadar çıkmış; kurutmanın otomatik denetimli yaptırıldığında fırın içi sıcaklığı 50 °C’lik bir değerde sabitlenmiştir. Güneş batıp, havuzlardaki taş çakılda biriken ısı enerjisi de kullanıldıktan sonra, SCADA denetim sistemi, dolaştırıcı ve yoğunlaştırıcı motorlarını durdurmuştur

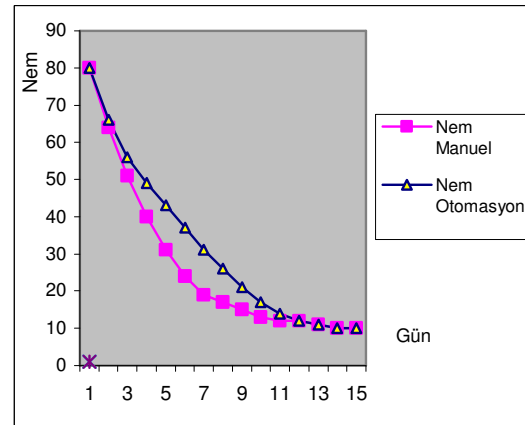
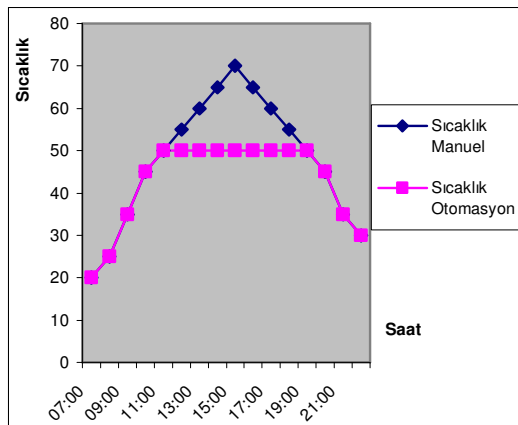
Çizelge 5.1 Kurutma fırını sıcaklık ölçümleri

Ölçüm Saati	Sıcaklık (°C) Manuel	Sıcaklık (°C) Otomasyon
07:00	20	20
08:00	25	25
09:00	35	35
10:00	45	45
11:00	50	50
12:00	55	50
13:00	60	50
14:00	65	50
15:00	70	50
16:00	65	50
17:00	60	50
18:00	55	50
19:00	50	50
20:00	45	45
21:00	35	35
22:00	30	30

Çizelge 5.2. Malzeme nem kaybı değerleri

Günler	Nem (%RH) Manuel	Nem (%RH) Otomasyon
1	80	80
2	64	66
3	51	56
4	40	49
5	31	43
6	24	37
7	19	31
8	17	26
9	15	21
10	13	17
11	12	14
12	12	12
13	11	11
14	10	10
15	10	10

Çizelge 5.2’de denetimin manüel ve otomatik yaptırılması halinde kerestenin iç nem değerleri verilmiştir.Şekil 5.8 a ve b’de bir günde fırının sıcaklık değişimleri ile on beş günlük sürede kereste nem oranının değişimi verilmiştir. Şekil 5.8.a da görülen grafikte SCADA ile yapılan kontrol ve denetim sayesinde sıcaklık istenen değerde tutulmuştur. Manuel çalışma grafiğinde ise sıcaklık kontrolsüz olduğu için güneşin yükseldiği saatlerde oldukça artış göstermiştir. Buna bağlı olarak şekil 5.8.b’deki grafikte manüel çalışmadaki kereste nemi azalmasının, otomasyondaki nem azalmasına göre daha keskin ve hızlı olduğu görülür.



Şekil 5.8.a Kurutma fırınındaki sıcaklık değişimleri. Şekil 5.8.b Kerestede nem oranının değişimi.

Bu durumda kurutulacak malzemenin çatlama ve kırılma etkisiyle kalitesi düşer. Her iki grafik, ilk günlerde nem değerlerinin hızlıca azaldığını göstermektedir. Üstteki çizelgedeki manuel değerler tarafımızdan kaydedilmiş olup, otomasyon değerleri bir sistemi anlatmak için bir modelleme olarak verilmiştir. Bu değerler, uygun kurutma sıcaklığı ve keresteden nem alma grafiğinin düşüş hızı ağaç türlerine göre değişecek olup daha çok keresteyi iç mimari, dekorasyon ve değişik yerlerde kullanan işletmecilerin ilgi alanlarına girmektedir.

Bu konudaki çalışmalarımız devam etmekte olup otomasyon projesinin tamamlaması aşamasında malzeme ve teçhizat temini geciktiğinden otomasyon için modelimiz bir simülasyon olarak sunulmuştur.

#### **5.4 Kereste Kurutma Fırınının SCADA Simülasyonu**

SCADA simülasyonu bilgisayarların giriş çıkış portlarına takılan arabirimler sayesinde sisteme gönderilen yada sistemden alınan işaretlere göre sistemin davranışının görsel olarak dışarıdan izlendiği bir gözleme dayanır. Burada herhangi bir tesiste olabilecek bir sistemin otomatik ve manuel çalışması, oluşabilecek arızaların sistemin akışını nasıl etkilediğini gösteren görsel bir bilgisayar programı ile “sistemin simülasyonu” sunulmaktadır. Bu program bir simülasyon olduğundan dolayı, işleyen sistemden bilgi okuma yada sisteme bilgi okuma yada sisteme bilgi gönderme imkanı yoktur. Simülasyon programlarının gerçek sistemlere uyarlanması istenirse, sistemdeki cihazların sürücülerinin, bilgi okuma gönderme alt programı ve gerekli arabirim donanımlarının eklenmesi gerekir.

##### **5.4.1 Yapılan çalışmadaki SCADA simülasyonu**

Yapılan çalışmadaki SCADA simülasyonunda sahadaki ölçme noktalarından alınan sinyallere göre otomasyonu gerçekleştiren aygıtların belirtilen kriterlere göre uygun konuma gelmesi, motorların açık veya kapalı devre olması, görsel olarak AKM’deki ekrandan izlenebilmektedir. Ölçme noktalarından alınan bütün işaret büyüklükleri de ekrandan izlenir. Oluşabilecek hatalar da ekranda alarm olarak izlenmektedir.

















### 5.4.2 SCADA simülasyonunun gerçekleştirilmesi

SCADA simülasyonu yapacağımız programın yazılımı P-CIM [www.Afcon-inc.com](http://www.Afcon-inc.com) veya [www.P-CIM.com](http://www.P-CIM.com) üzerinden erişimi sağlanmaktadır. Demo sürümü de isteyen araştırmacıların erişimine sunulmuştur. Web üzerinden kaydedilen sürüm, bilgisayara yüklenip install yapılmış ve ilgili program C:\Documents and Settings\All Users\Start Menu\Programlar menüsünün altında



klasörünün içine yüklenmiştir. AFCON P-CIM klasörünün içinde P-CIM grup modülleri mevcuttur. P-CIM grup modülleri sayfası ise aşağıda Çizelge 5.3 de gösterilmiştir. Programın bütün alt menülerine, bu grup modülleri ikonlarına tıklanarak ulaşılabilir.

Çizelge 5.3 P-CIM Grup modülleri

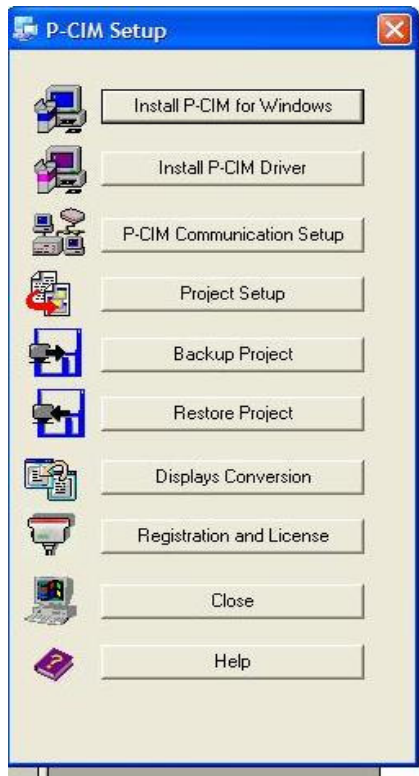
	P-CIM Setup	P-CIM'in install edilmesi, sürücülerin iletişim parametrelerinin kurulması, üzerinde çalışılan projenin yedeklemesi ve değişikliklerin yapılmasında kullanılır.
	P-CIM Startup	P-CIM programının çalıştırılmasını sağlar.
	P-CIM Shutdown	P-CIM programının kapatılmasını sağlar.
	P-CIM Network Setup	Bu modül ağdaki istasyonların düzenlenmesi ve tanımlaması için kullanılır.
	Alarm Handler	Sistemin alarm mesajlarını gösterir. İki alt penceresinden birincisi devam etmekte olan alarmı, diğeri alarm özetlerini gösterir.
	Data Scope	Bu modül bir teşhis birimidir. İşlem sürecindeki verileri ve çalışır durumdaki değerlerin anlık gösterimini sağlar.
	Animation Editor	Grafik süreçteki parçaların grafik ekran üzerinde gösterilmesini sağlar.
	Syntax Manager	P-CIM projesinde editör olarak kullanılmaktadır.
	Database Editor	Diyalog kutularının ve alarm listelerinin tanımlanmasında kullanılır.
	Advanced Alarm Handler	Bu modül alarm yönetim aracıdır.
	INI file Editor	Bu modül INI dosyalarının gösteriminde ve P-CIM modülü değişkenlerinin düzenlenmesinde kullanılır.
	Operator Workstation	Grafik ekranda hazırlanan tasarımın simülasyon olarak runtime çalışmasının izlenmesini sağlar.
	Recipe Editor	Özel dinamik data adreslerinin oluşturulmasında ve değiştirilmesinde kullanılan bir editördür.
	Report Editor	Raporların oluşturulmasında kullanılır.
	Toolbar Editor	Kullanıcı tanımlı araç çubuklarının oluşturulmasında kullanılır.
	Uninstall P-CIM	Programın bilgisayardan kaldırılmasını sağlar.

P-CIM programında oluşturulacak bir SCADA otomasyonu üç katmandan oluşmakta olup; bunlar Comunication layer (iletişim katmanı), Database Layer (veritabanı katmanı) ve Aplcation layer (uygulama katmanı) dır.

*İletişim katmanının* modülleri, P-CIM Comunication setup, Alarm Summary Windows, Data scope ve Driver server olup; otomasyon sisteminin denetlendiği saha ile PLC'ler ve database server'ı arasındaki veri iletişiminin gerçekleştirilmesinden ibarettir. *Database katmanının* altında, Database serever, Database editor, Alarm handler, Advanced alarm handler olup; çalışma sahasında çeşitli işlemlerin sonucunu veri tabanı ile karşılaştırıp analiz ederek tanımlanan alarm seviyelerindeki olayları ve işlem sonuçlarını kullanıcıya sunar. *Application layer* katmanında, Animation editör, Operatör Workstation, Report editor, Recipe editor, Basic server, Text file server ve

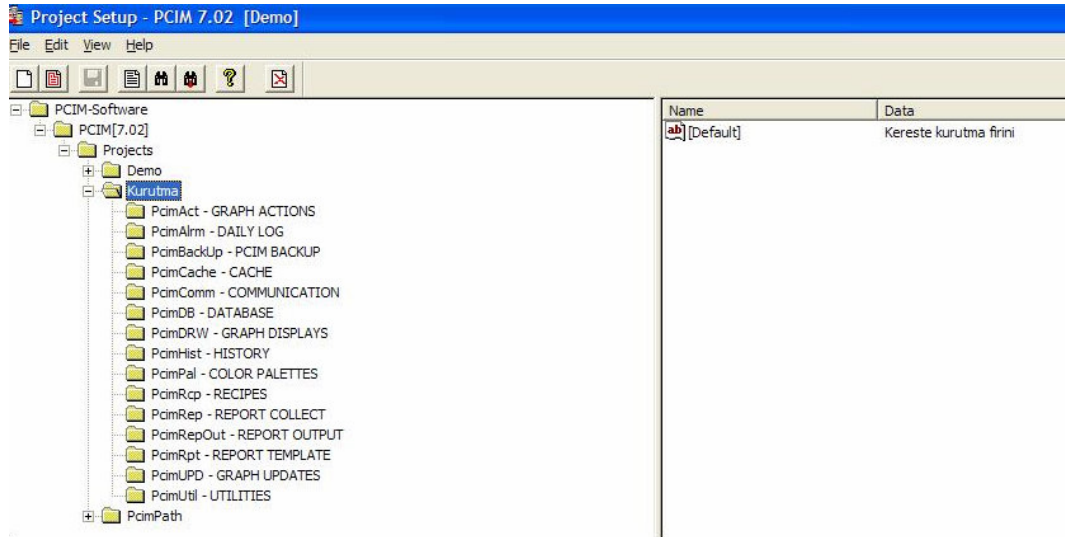
Toolbar editörü vardır. Burada çalışma sahasındaki görüntü bilgileri ve alarmlar operatöre gönderilir.

Yeni bir proje oluşturmak için P-CIM grup modüllerinden P-CIM Setup ikonuna tıkladığında altta şekil 5.9'da görülen ekran görünümü ortaya çıkar. Buradan Project Setup ikonuna tıkladığında altta şekil 5.10 deki ekran menüsü ortaya çıkar. Menüden Projects seçilip sağ tıkladığında new Project menüsü ortaya çıkar açılan yeni pencereden yeni projenin tanımı yapılır. Şekil 5.11'de New Project penceresinden sistemin tanımlanması görülmektedir



Şekil 5.9 P-CIM Setup'ın alt menüsü



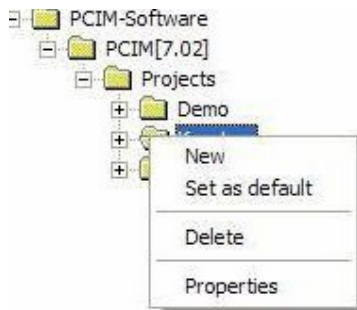


Şekil 5.10 New Project ekranı



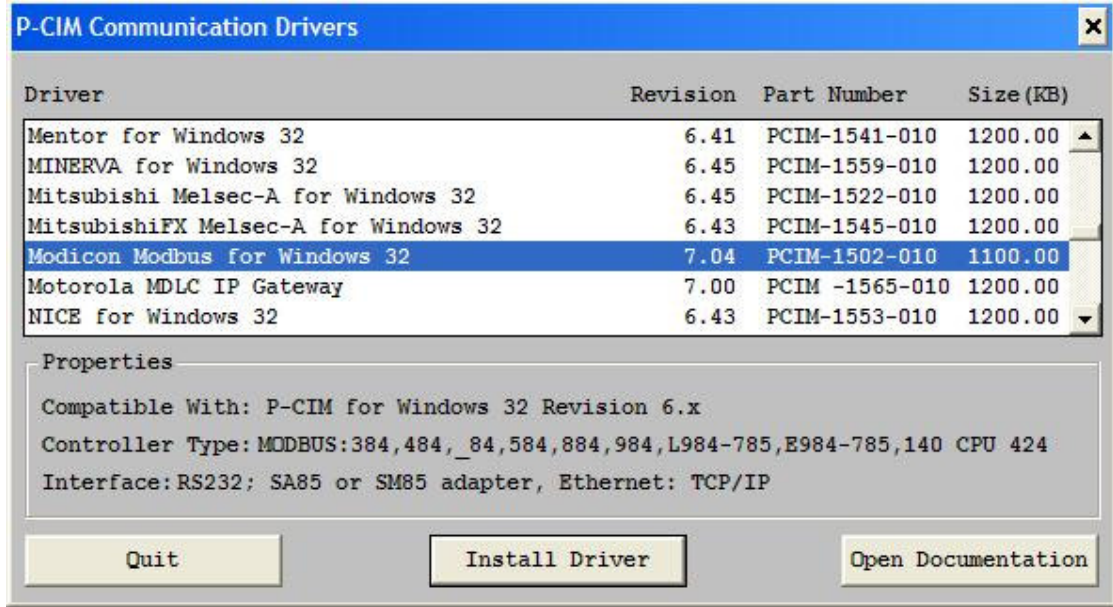
Şekil 5.11 New Project teki pencereden sistemin tanımlanması

Yeni proje isimlendirilip ok'e basıldığında şekil 5.11'de görüldüğü gibi projects menüsünün altına yeni tanımlanan proje eklenmektedir. Yeni isimlendirilen proje seçilip sağ tıkladığımda şekil 5.12 deki ekran görüntüsü ortaya çıkar.




Şekil 5.12 Tanımlanan projenin seçilmesi

Şekil 5.12'deki ekran görüntüsünde New seçildiğinde yeni proje tanımlaması yapılır. Set as default seçildiğinde ilgili proje P-CIM startup ile program başlatıldığında doğrudan çalıştırılır ve ekrana gelir. Delete ile seçilen proje silinir. Properties seçeneği ile ise tanımlaması değiştirilebilir. Daha sonra programdan Şekil 5.13'de verilen sistemin kullandığı veri yolu protokolü yüklenir.

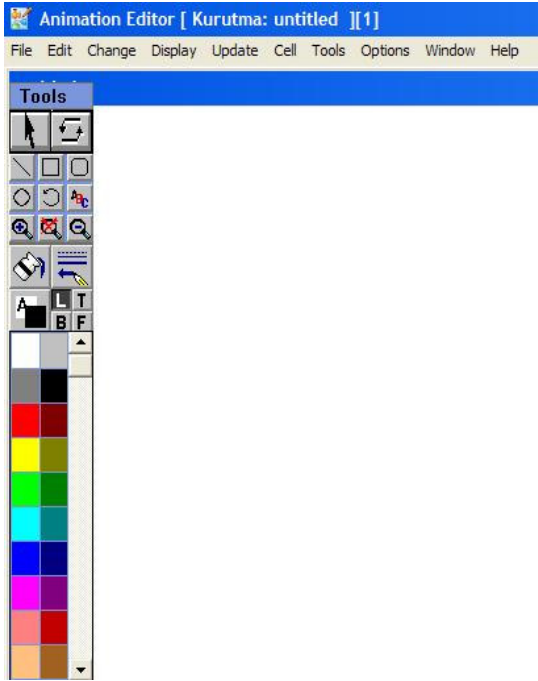


Şekil 5.13 Veri yolu protokolü

Doğrudan SCADA sistemi simülasyon projesi gerçekleştirileceğinden için sistemdeki sürücülerin yüklenmesine ihtiyaç yoktur. İlgili proje seçildikten sonra P-CIM Startup menüsü ile program başlatıldığında ekranda programla ilgili altı menü birlikte çıkar. Bunlar P-CIM Drever server, P-CIM Win Server password key, Current alarm, Alarm summary, Snytax manager editörü ve sistemin grafik ekran görüntüsünün hazırlandığı Animation editorü'dür. Animasyon editörü ekranı altta şekil 5.14'da görülmektedir.

Animasyon editörü ilk açıldığında grafik ekranın hazırlanması için Şekil 5.14'de görüldü gibi Tools (araçlar) menüsünün altında değişik geometrik şekillerin çizilebilmesi, boyanabilmesi, renklendirilebilmesi ve isimlendirilebilmesi gibi seçenekler mevcuttur. Ayrıca Tools'un alt menüsünden  menüsü seçildiğinde, Şekil 5.15'de görülen ClipArt (malzeme kutusu) menü ekrana gelir. Bu menünün

altında sistemde tanımlanıp kullanılacak bütün devre elemanlarının (motor, pompa, sensörler, valfler borular vb) değişik görüntülerde resimleri mevcuttur.



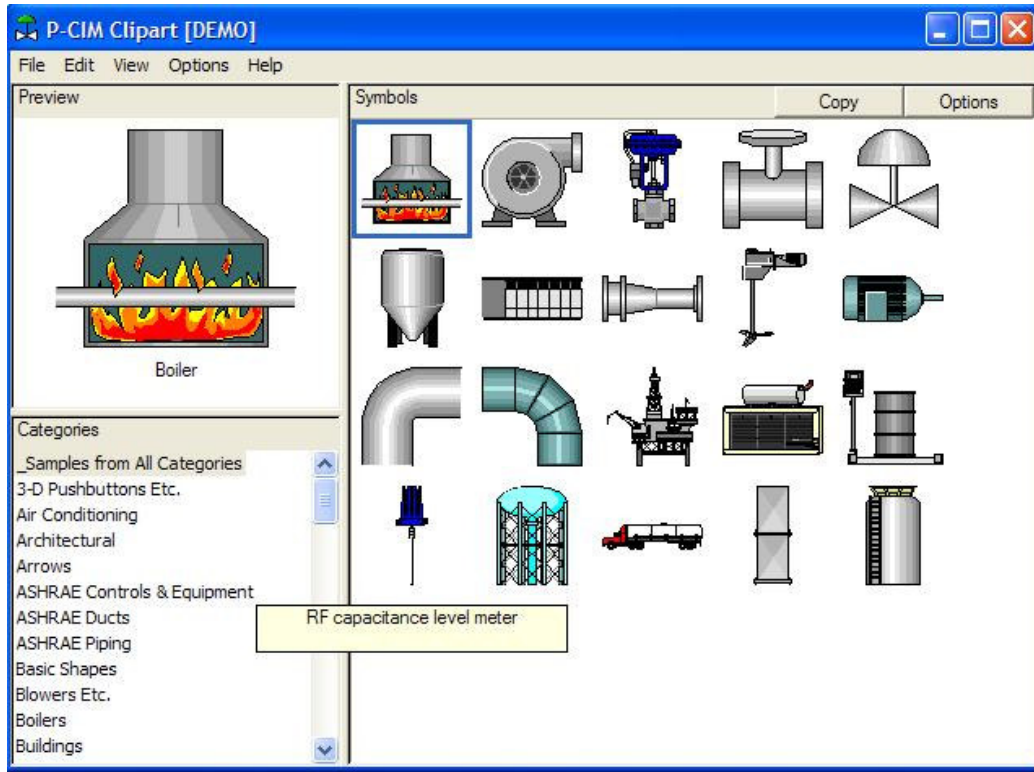
Şekil 5.14 Animasyon editörünün ekran görüntüsü



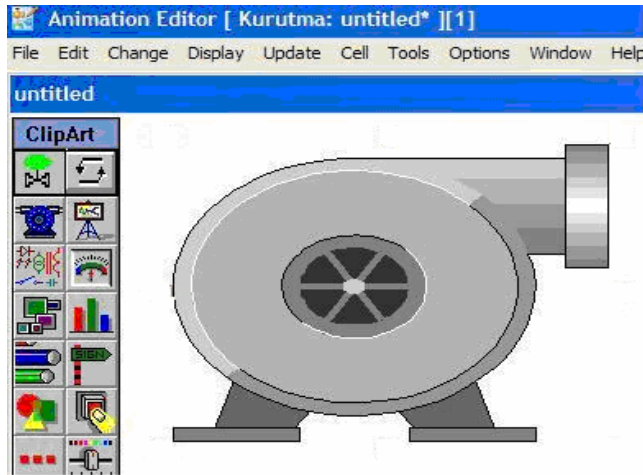
Şekil 5.15 Animasyon editörünün malzeme kutusu

File menüsünün altından, ClipArt alt seçeneği ve oradan P-CIM ClipArt tıkladığında ise altta 5.16'da görüldüğü gibi bütün kullanılacak bütün devre elemanları görüntülenir. Şekil 5.16'da verilen resimde sağ pencerede, Symbols kısmında seçilen kategorideki parçalar görülüyor. Sol altta Categories penceresinin altında aynı gruptaki aletlerin gruplandırıldığı alt seçenekler mevcuttur.

Sol üstte Preview penceresinde ise ilgili kategoriden seçilen şeklin büyütülmüş hali görülmektedir. Bu pencereden ilgili aletler sağ tıklanarak kopyalanıp animasyon editörü proje ekranına yapıştırılır. Grafik ekrana getirilen malzemeler mouse'ın sol tuşuna basılarak seçildiğinde kenarlarında oluşan tutacaklardan sürüklenerek şekil 5.17'da verilen büyüklüğe ulaştırılır. Proje animasyonunda ihtiyaç görülen bütün devre elemanları ya malzeme kutusundan seçilip kopyalanarak veya ilgili araç kutusunda çizilip ilgili şekle gölge ve renklendirme yapılır. Aynı zamanda dışarıdan herhangi bir malzeme görüntüsü de animasyon ekranına taşınabilmektedir.



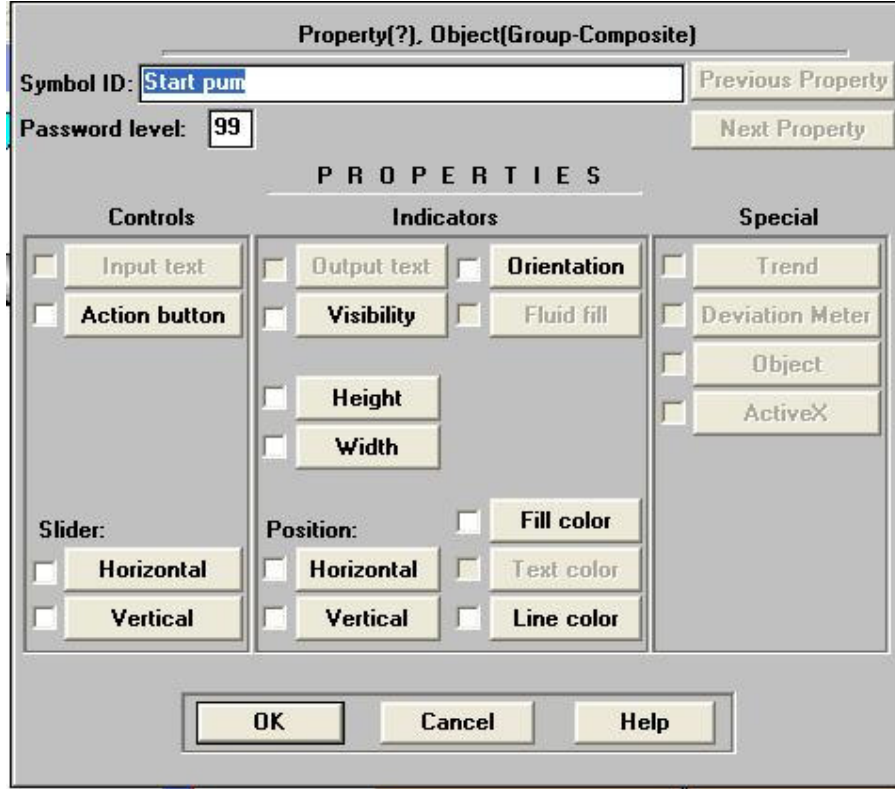
Şekil 5.16 P-CIM Clipart malzeme kutusu



Şekil 5.17 Seçilen devre elemanının grafik ekranda istenilen büyüklüğe getirilmesi.

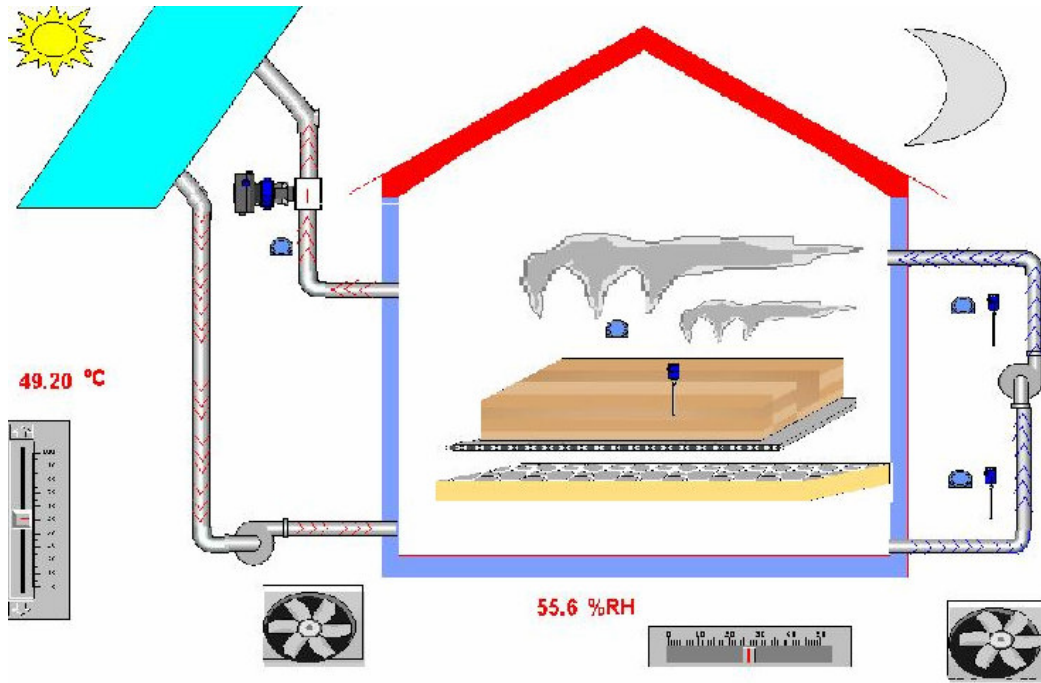
Daha önce tasarımı yapılmış olan bir ekran görünümü üzerinde değişiklik yapılmak istendiğinde ilgili parça seçilip mouse'un düğmeye sağ tıklandığında çıkan menüden (kes, sürükle, sil vb) gibi seçeneklerden istenilenle ilgili değişiklik yapılabilir. Grafik ekranda olması istenilen bütün parçalar uygun şekilde bir araya getirildiğinde sıra ilgili malzemelerden her birinin işlevine göre ilişkilendirmeler yapıp simülasyon ekranı elde edilir.

İlgili devre elemanlarına simülasyon için istenen görsellik kazandırılırken; animasyon editörü üzerinde gerekli görülen her devre elemanı seçilir. Sonra mouse'un sağ düğmesine tıklanarak Şekil 5.18'deki menü elde edilir. Şekil'deki menüden ilgili elemanın tanımı yapılır. Eğer simülasyonda görsel bir değişikliğe uğramayacaksa ya da bir hareket değişikliği söz konusu değilse, tanımdan sonra bir ilişkilendirme yapılmaz. Parçanın görsel bir hareketliliği varsa uygun ilişkilendirmeler yapıp kaydedilir.

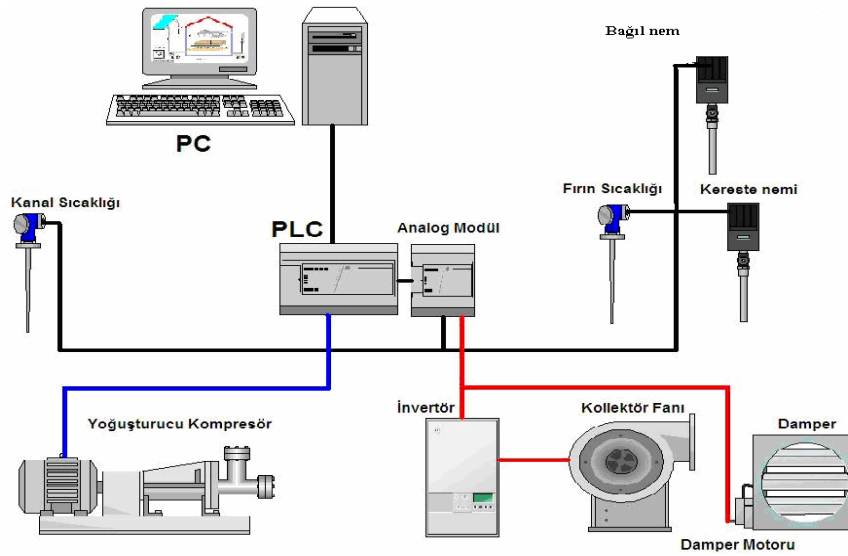


Şekil 5.18 Devre elemanlarının simülasyon için ilişkilendirme menüsü

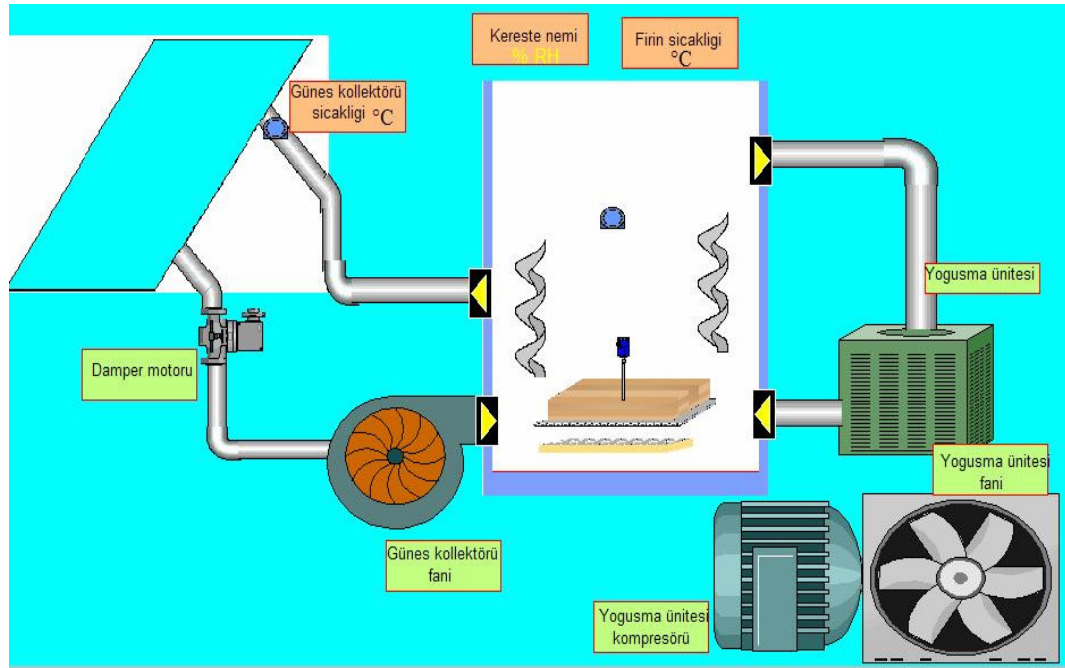
Gerekli ilişkilendirmeler yapıldıktan sonra grafik ekran altta şekil 5.19'teki gibi ortaya çıkar. Devrenin simülasyon özelliğinin izlenebilmesi için Animasyon Editörü'nün File menüsünün altından Operator Workstation moduna geçilerek simülasyon ekranı görüntülenir. Şekil 5.19-20 - 5.21'de yapılmış olan simülasyonların görüntüleri verilmiştir.



Şekil 5.19 Kereste kurutma fırınının simülasyon ekranının görüntüsü.



Şekil 5.20 PC ile birlikte simülasyonun bir blok diyagramı



Şekil 5.21 Motorların çalıştırma simülasyon görünümü

Simülasyon ekranlarında bütün sistemin çalışması aynı anda izlenebilir. Otomasyonu gerçekleştiren parçalar saha elemanlarından alınan ölçme noktalarına göre uygun prosesleri gerçekleştirmek için istenen şartlarda çalışırlar. Bunlar grafik ekranda izlenebildiği için, otomasyon sistemi gerçekleştirilmiş olsa otomasyon elemanları gerçek verilerle istenen değişiklikleri sağlayacağı için (motorların açık yada kapalı devre olması, fırına giren hava miktarının ayarlanması, damper kapağının pozisyonu, sıcaklık ve nem ölçümlerinin hangi değerlerde olduğunun takibi gibi) operatör için izleme kolaylığı sağlanacaktır.

Ayrıca simülasyon çalışması sırasında sekiz noktadan sıcaklık ve yedi noktadan nem ölçme yerine iki noktadan sıcaklık ve iki noktadan nem ölçmenin sistemin normal çalışması için yeterli olabileceği anlaşılmıştır.

## 6. ARAŞTIRMA BULGULARI

Otomasyon projesi ve SCADA simülasyonu hazırlanan kereste kurutma fırınının Şekil 3.4'te verilen (üç boyutlu kesitinde) saha ortamında güneş enerjisi kolektörü hava üfleme motorunun otomatik çalışması yapılmıştır. Güneş kolektörü fanından ve yağışma ünitesi fanından fırına giren havanın, hızı ve debisi ölçüm cihazlarıyla ölçülmüştür. Elde edilen değerler Çizelge 6.1 de görülmektedir. Ayrıca elle ve otomatik çalıştırma durumları için alınan ölçümler de 5.1 ve 5.2 de, bunların eğrisel görüntüleri de Şekil 5.8.a ve 5.8.b'de görülmektedir.

Çizelge 6.1. A ve B kesitlerindeki havanın akış miktarı.

ÖLÇÜLEN DEĞERLER		
	HAVANIN HIZI (m/s)	HAVANIN DEBİSİ ( m <sup>3</sup> /h)
A	2,5	629
B1	0,70	91,8
B2	0,15	68
1	2,4	68
2	3,0	85
3	3,3	93
4	3,0	85
5	2,35	66
6	2,6	74

Şekil 3.4'de dağıtıcıdaki altı adet borudan kereste kurutma fırınına giren (güneş kolektörünün) hava miktarı: Eş. 6.1'de verilmiştir.

$$V_g = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 \text{ (m}^3/\text{h)} \quad 6.1$$

$$V_g = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 = 68 + 85 + 93 + 85 + 66 + 74 = 471 \text{ m}^3/\text{h}$$

A kesiti güneş kolektörünün emiş borusunun girişi olduğuna göre;

$$\text{Kaçak oranı} = V_g / V_C = 471 / 629 = 0,748$$

$$\% \text{ Kaçak oranı} = 1 - V_g / V_C \quad 6.2$$

$$\% \text{ Kaçak oranı} = 1 - 0,748 \times 100 = \%25$$

Buna göre güneş kolektörünün sirkülasyonunda Eş 6.2 'den % 25 lik bir kaçak oranı elde edilmiştir.



Yoğuşma ünitesi havasının giriş çıkış değerlerine baktığımızda ise Eş 6.3'de verilen kaçak oranına ulaşılır.

$$\frac{v_G}{v_\zeta} = \frac{B_2}{B_1} \quad 6.3$$

$v_G/v_\zeta = B_2/B_1 = 68/91,8 = 0,74$  olduğuna göre burada giren hava ile çıkan havanın % 74 lik bir kısmını karşılanmakta olup geriye kalan arasında % 26 lik bir kısmı kaçaktır. Dışarıdan gözle kontrol edildiğinde özellikle güneş kolektöründe alüminyum çıtaların gevşediği gözlenmiştir. Dolayısıyla güneş panelindeki gözlerin izolasyonunun yeniden yapılması gerekmektedir.

### 6.1 Maliyet Analizi

Ege Bölgesi için yıllık toplam güneş enerjisi potansiyeli  $1304 \text{ kWh}\cdot\text{m}^2/\text{yıl}$  ([www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr) 1 Haziran) olduğu belirlenmiştir. KKF'ndaki güneş kolektörü  $40 \text{ m}^2$  lik alanı kapsadığına göre, yıllık güneş kolektörüne gelen toplam enerji, Eş 6.4' de verildiği gibidir.

$$Q_t = 40 \times 1304 \text{ (kWh)} \quad 6.4$$

$$Q_t = 40 \times 1304 = 52160 \text{ kWh dir.}$$

Güneş kolektörü veriminin ortalama değeri % 55 kabul edildiğinde, kolektörden yıllık net toplanan güneş enerjisi Eş. 6.5'de verilmiştir.

$$Q_v = Q_t \times \eta \text{ (kWh)} \quad 6.5$$

$$Q_v = 52160 \times 0,55 = 28688 \text{ kWh}$$

Kollektörün günlük vereceği enerji, Eş 6.6'da verilmiştir.

$$Q_G = Q_v / 365 \text{ (kWh)} \quad 6.6$$

$$Q_G = 28688 / 365 = 78,6 \text{ kWh}$$

Fırına konulan kerestenin yaklaşık 15 gün fırında kalacağı kabul edilirse, kullanılan enerji Eş. 6.7'deki formülle hesaplanır.

$$Q = Q_G \times 15 \text{ (kWh)} \dots\dots\dots \text{Eş. 6.7}$$

$$Q = 78,6 \times 15 = 1179 \text{ kWh dir.}$$

Fırında kullanılan diğer enerji giderleri motorlar ve fanların kullandığı enerji sistemin günlük 14 saat çalıştığı düşünüldüğünde

$Q_s = 35 \text{ kW}$  olduğuna göre 15 Günde harcanan toplam sabit enerji gideri aşağıda Eş 6.8'de hesaplanmıştır.

$$Q_{ST} = 15 \times Q_S \text{ (kWh)} \quad 6.8$$

$$Q_{ST} = 15 \times 35 = 525 \text{ kWh dır.}$$

KKF'mı 40 m<sup>3</sup> lük kereste ile doldurduğumuzu düşünürsek bunun için sabit enerji giderleri. Elektriğin 1 kWh'i 0,16 YTL olduğuna göre Eş. 6.9'daki gibi hesaplanır

$$\text{Onbeş günde tüketilen sabit enerji} = Q_{ST} \times \text{Elektrik enerjisinin 1kWh'nin ederi} \text{ (kWh)} \quad 6.9$$

525 × 0,16 = 84 YTL 40 m<sup>3</sup> lük fırının kurutulmasında harcanan toplam sabit enerji gideridir.

m<sup>3</sup> başına harcanan sabit enerji gideri Eş.6.10'da verilmiştir.

$$m^3 \text{ başı sabit enerji gideri} = \frac{40m^3 \text{ için harcanan enerji gideri}}{40} \text{ (YTL)} \quad 6.10$$

$$m^3 \text{ başı sabit enerji gideri} = \frac{84}{40} = 2,1 \text{ YTL}$$

m<sup>3</sup> başı işçilik maliyeti Eş 6.11'deki formülle hesaplanır.

$$m^3 \text{ başı işçilik maliyeti} = \frac{532}{\text{bir ayda kurutulan kereste miktarı}} \text{ (YTL)} \quad 6.11$$

$$m^3 \text{ başı işçilik maliyeti} = \frac{532}{40 \times 2} = 6,65 \text{ YTL}$$

m<sup>3</sup> başı toplam maliyet = m<sup>3</sup> başı işçilik maliyeti + m<sup>3</sup> başı sabit enerji (YTL), Eş. 6.12

$$m^3 \text{ başı toplam maliyet} = 6,65 + 2,1 = 8,75 \text{ YTL}$$

Karşılaştırma yapmak için katı yakıt (odun) ile çalışan bir fırının giderlerini hesaplırsak; 30 m<sup>3</sup> kapasitesi olan bir katı yakıtlı fırın 15 günde kurutma yapmakta ve bu sürede 8000 kg odun tüketmektedir. Odunun kg maliyeti 0,25 YTL dir.

m<sup>3</sup> ısıtma maliyeti Eş. 6.13'deki gibidir.

$$m^3 \text{ başı ısıtma maliyeti} = \frac{\text{kg maliyeti} \times 8000}{30} \text{ (YTL)} \quad 6.13$$

$$m^3 \text{ başı ısıtma maliyeti} = \frac{0,25 \times 8000}{30} = 66,66 \text{ YTL}$$

Motorların çalışmasından dolayı sabit enerji gideri ise Eş. 6.14'deki gibi hesaplanır.

$$Q_{ST} = 15 \times Q_S \text{ (kWh)} \quad 6.14$$

$$Q_{ST} = 15 \times 35 = 525 \text{ kWh}$$

m<sup>3</sup> başına harcanan sabit enerji Eş.6.15'de verilmiştir.

$$m^3 \text{ başı sabit enerji gideri} = \frac{\text{Elektriğe kWh bedeli} \times Q_{ST}}{30} \text{ (YTL)} \quad 6.15$$

$$m^3 \text{ başı sabit enerji gideri} = \frac{0,158 \times 525}{30} = 2,765 \text{ YTL}$$

$m^3$  başına işçilik maliyeti Eş. 6.16'de verilmiştir. (Asgari ücret 532 YTL)

$$m^3 \text{ başına işçilik maliyeti} = \frac{532}{\text{ayda kurutulan toplam kereste miktarı}} \text{ (YTL)} \quad 6.16$$

$$m^3 \text{ başına işçilik maliyeti} = \frac{532}{30 \times 2} = 8,866 \text{ YTL}$$

$m^3$  başına toplam maliyet aşağıda Eş. 6.17 de verilmiştir.

$$m^3 \text{ başına toplam maliyet} = \text{işçilik} + \text{sabit enerji} + \text{ısıtma maliyeti (YTL)} \quad 6.17$$

$$m^3 \text{ başına toplam maliyet} = 8,866 + 2,765 + 66,66 = 78,297 \text{ YTL}$$

1  $m^3$  ham kereste (fırınlanmamış-nemi alınmamış) 300 YTL ise

Fırınlandıktan sonra 1  $m^3$  kereste 600 YTL değerine ulaşıyor.

1  $m^3$ 'lük keresteden 300 YTL kazancımız olduğuna göre, toplam yıllık kazancımız, Eş. 6.18'deki gibidir.

$$\text{Toplam yıllık kazanç} = \text{Yılda kurutulan kereste} \times 1 \text{ } m^3 \text{ lük kerestenin kârı (YTL)} \quad 6.18$$

*Güneş enerjili fırın için;*

$$\text{Toplam yıllık kazanç} = 40 \times 24 \times 300 = 288000 \text{ YTL}$$

*Katı yakıtla ısınan fırın için yıllık kazanç;*

$$720 \times 300 = 216.000 \text{ YTL yıllık toplam gelir.}$$

Güneş enerjili KKF'ında

$m^3$  başına toplam maliyet Eş. 6.12 ile 8,75 YTL/ $m^3$  bulunmuştur. Buna göre,

$$ax = 8,75 \times 960 = 8400 \text{ YTL}$$

$$b = 60.000 \text{ YTL}$$

Maliyet analizi sırasında **başa baş noktası**, (yani sistemin toplam kurulum ve işletme giderleri hesaplanarak kara geçtiği iş hacmi) ile hesaplanır.

**Güneş enerjili fırın için başa baş noktası** Eş 6.19'daki gibi hesaplanır

$$TM = ax + b \text{ (YTL)} \quad 6.19$$

$TM = m^3$  başı toplam maliyet x üretilen miktar + sabit maliyet (kurulum maliyeti)

$$TM = 8,75 \times 960 + 60.000 = 68.400 \text{ YTL}$$

$$\text{Kar} = TG - TM$$

Karın sıfır olduğu noktadaki iş miktarını bulmak için Eş. 6.20 deki formül kullanılır.

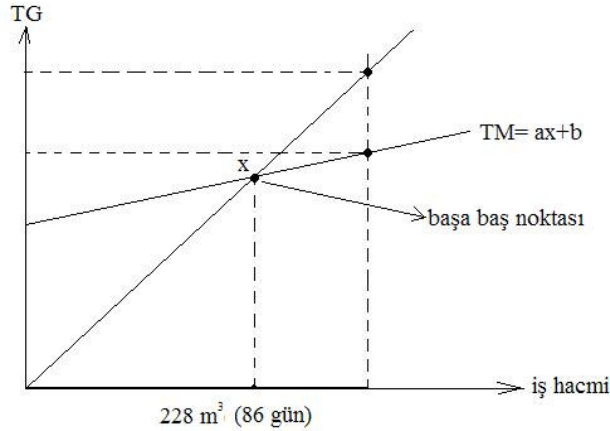
$$0 = TG - TM = (ax + b) - TM \quad 6.20$$

$$0 = 300x - 68.400$$

$$x = 68.400 / 300 = 228 \text{ m}^3$$

Güneş enerjili kurutma fırınında 228 m<sup>3</sup> lük kereste kurutulduğunda işletmemiz kara geçmektedir. Bu kadarlık üründe;

$228 \times 365 / 960 = 86$  günde kara geçmektedir. Şekil 6.1'de verilen grafikte toplam gelir ile toplam maliyet doğruları birbirini kestikten sonraki alan işletmenin kara geçtiği bölgedir.



Şekil 6.1 Güneş enerjili kereste kurutma fırınının maliyet analizi grafiği

### Güneş enerjili kereste fırınının SCADA otomasyonu ile maliyet analizi;

SCADA otomasyonunda personel giderini çıkartıp kurulum maliyetine otomasyonu eklediğimizde;

$$TM = ax + b$$

$$TM = 2,1 \times 960 + (60000 + 40000) = 102016 \text{ YTL}$$

$$\text{Eş. 6.20'den } 0 = TG - TM = (ax + b) - TM$$

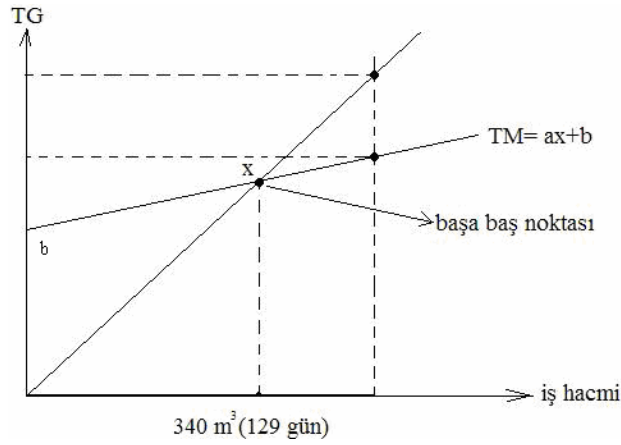
$$0 = 300x - 102.016$$

$$x = 102.016 / 300 = 340 \text{ m}^3 \text{ kereste kurutulduğunda işletme kâra geçmektedir.}$$

340 m<sup>3</sup> lük kereste

$$340 \times 365 / 960 = 129,29 \text{ günde kâra geçilmektedir.}$$

Şekil 6.2'de SCADA otomasyonunda işletmenin kâra geçme süresi daha uzun sürmektedir.



Şekil 6.2 Güneş enerjili KKF'nda SCADA uygulandığında maliyet analizi

**Odunla ısınan fırının baş baş noktası** Eş. 6.19 dan hesaplanır.

Eş. 6.19 daki formülden

$$TM = (78,297 \times 720) + 60.000 = 116373,84 \text{ YTL}$$

$$\text{Kâr} = \text{TG} - \text{TM}$$

Eş. 6.20'deki formülden,

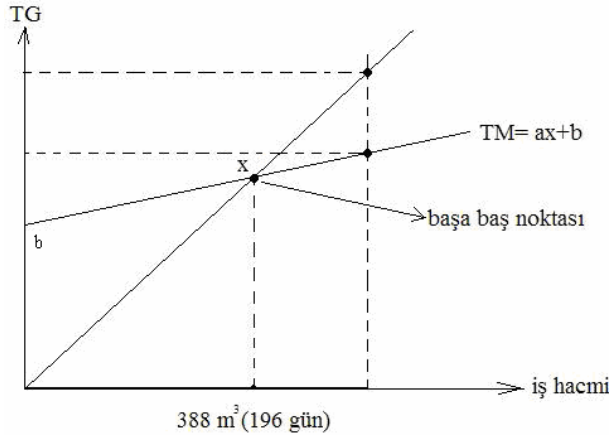
$$0 = 300x - 116373,84$$

$$x = \frac{116373,84}{300} = 387,91 \text{ m}^3$$

Katı yakıtlı fırında yılda  $30 \times 2 \times 12 = 720 \text{ m}^3$  kereste kurutulmakta olduğuna göre,

$$\frac{387,91 \times 365}{720} = 196,64 \text{ günde işletme kâra geçmektedir.}$$

Şekil 6.3'de katı yakıtla ısınan fırında baş baş noktasına ulaşmak güneş enerjili fırına nazaran çok daha yüksektir.



Şekil 6.3 Katı yakıtla çalışan kereste kurutma fırınının maliyet analizi

Maliyet analizine bakıldığında güneş enerjili kereste kurutma fırını 86 günde kâra geçmekte, katı yakıtla çalışan fırın ise 196 günde kara geçmektedir. SCADA otomasyonu uygulandığında ise sistemimiz 130 günde kâra geçmektedir. Burada güneş enerjisini kullanmanın avantajları belli olmaktadır. Ayrıca otomasyon sürecinde kurutulan kerestenin kalite açısından manüele nazaran artılarının olduğu da bilinmektedir.

SCADA otomasyonu sahasında çalışan işletmeciler için, SCADA simülasyonu önemli bir yer tutmaktadır. Simülasyon ile yapılacak proje önceden test edilmektedir. Böylece büyük maliyetli yatırımlara girişmeden önce hesapların doğruluğu test edilmiş olur. Simülasyon ise tasarlanan projenin gerçek çalışma ortamındaymış gibi kontrol amaçlı yapılır. Sistemin projesi hazırlandıktan sonra sanal ortamda simülasyon yapıldığında sistemle ilgili avantaj ve dezavantaj durumlar, anlaşılabilir projede değişikliklere gidilmektedir. Aynı zamanda otomasyon işletmelerinde simülasyon olayı personel için bir eğitim aracı olarak kişilere yeni ufuklar kazandırabilir. Dolayısıyla SCADA yazılım şirketleri eğitim amaçlı simülasyon yazılımlarına önem vermektedirler. İlk otomasyon projesine bakıldığında kereste kurutma fırını otomasyonunda 9 adet sıcaklık ve 8 adet nem değeri ölçüm bilgisi analog olarak PLC giriş modülüne gelmektedir. Ancak sanal ortamda sistem simüle edildiğinde iki adet sıcaklık ve iki adet nem sensörünün sistemi normal çalıştırabileceği anlaşılmıştır. Bu durumda maliyetin düşeceği anlaşılmıştır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülkedir. Enerji konusunda dışa bağımlılık ekonomik gelişimi ve sanayiye doğrudan etkilemektedir. Güneş enerjisi, ısı pompası ve ısı deposunun üçünün birlikte kullanıldığı bu sistemde maliyet analizinden de anlaşılacağı üzere temiz ve yenilenebilir enerjileri kullanmanın avantajlı olduğu anlaşılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları hava ve çevre kirliliği yaratmaz. Yenilenebilir, yerli ve ekonomik olmaları tercih edilmeleri için önemli nedenlerdir. Yakıt maliyetini azaltırlar, güvenlik ve işletme maliyetleri düşüktür. Ekonomik ömürleri yüksektir. Kullanımları halinde enerji sektöründe dışa bağımlılığı azaltacaktır. Çağdaş, toplumsal ve ekonomik yapıyı destekler niteliktedir.

KKF'nın SCADA otomasyonu çok sayıda araç ve teçhizattan oluşan bir sistem kontrol ve denetimde kullanılmaktadır. Dolayısıyla işletme yazılımları da oldukça detaylı ve bu nedenle pahalıdır. Ancak SCADA simülasyonunu içeren training (eğitim) seti, enerjinin tasarruflu kullanılmasını hedefleyen enerji politikalarına da uygun düşmektedir. Teknolojik gelişmenin yönü dikkate alındığında bu tip otomasyonun maliyetinin zamanla düşeceği, getirisinin artacağı öngörülmektedir. Bu çalışmaya konu olan otomasyon projesi hazırladıktan sonra sistemin yüksek maliyetinden dolayı kuruluşu gerçekleştirilememiştir. Bununla birlikte P-CIM SCADA yazılımıyla otomasyon projesinin simülasyonu yapılmıştır. Böylece kereste kurutma fırını otomasyonundaki çalışma durumları sanal ortamda yaptırılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Bu yazılımın üzerinde gerçekleştirilen otomasyon uygulamasının yapılabirliği mevcut tesiste denenmiştir. Elde edilen simülasyon sonuçları, daha az algılama elemanı kullanabilmeye imkan tanımaktadır. Bu durum, gerçek otomasyon projesine maliyetleri ve denetim teçhizatının sayısının azaltılması konusunda önemli referans olabilir. Ancak yazılımının değişmeyeceği, tüm otomasyon sisteminin aynı yazılımla kontrol edilebileceği anlaşılmıştır. Yoğuşma ünitesinin Şekil 3.9'daki resmine bakıldığında kompresörün kondenser'den sonraya konulduğu görülmektedir. Bu durumda KKF'ndan gelen sıcak hava kondenserin etkisiyle birlikte daha da ısınarak kompresörün çalışma rejimini olumsuz olarak etkileyecektir. Bunun için kompresörün evaporatörden sonraki kısma konulması daha verimli çalışmasını sağlayacaktır.

Bununla birlikte böyle küçük sistemler için SCADA yazılımlı denetimler dışında yine PC üzerinden kontrol edilebilen, PLC'lerle kumanda edilecek bir otomasyon projesi veya PC kullanmadan kontrol paneli ile yapılacak yalnızca PLC'li bir kontrol sistemi, daha düşük maliyetli olabilir. Bu durumda tercihlere göre uygun otomasyon projesine yönelmek söz konusu olacaktır



## KAYNAKLAR

- Anonim, *İzmit Doğalgaz Projesi Altyapı ve Şebekesinin Deprem Sonrası Durumu*, Tesisat dergisi, 44, s.21-22, İstanbul,1999
- Bailey, D., Wright, E., 2005.”*Practical Scada For Industry*” Çeviren, Sunay, O., Bileşim Matbacılık A.Ş., İstanbul, 286s
- Canıgür, S. “*Banvit Bandırma Tesisi OG-AG enerji Dağıtım ve İzleme Otomasyon Uygulaması*” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kontrol ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2001
- Çalış İsmet, A., Ülgen, K. “Kaya Yataklı Ayrımlanmış Kazanç Sistemlerinin Mimari uygulamaları”, UGHEK’2006: I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi 21-23 Haziran 2006, ESOGÜ, Eskişehir, s 98-103
- Çıtıroğlu, R. A., “*Alternatif Enerji Kaynakları Ders Notları*”, Yayımlanmamış.
- Derinkaya, E. “*Proses Tasarım, Benzetim ve Kontrolü İçin Genel Amaçlı Bir Scada Programı*” Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. İzmit, 2001
- Etemoğlu, A. B., Karagöz, İ., Can, M., Kasım 2002. “*Bileşik Isı Güç Sistemlerinde Scada Uygulamaları*”, Mühendis ve Makine Dergisi, sayı 514, s.45-54
- Güner, H. S. “*Barramiç Kazası Manuel Atık Su Tesisinin Scada Otomasyonu*” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, 2002
- Hasdemir, İ. T. “*Bir arıza ve Takip Sistemi Gerçekleşmesi*” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kontrol ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, 2001
- Kantay, R., “*Türkiye’nin Önemli Bazı Orman Ağaç Türleri Kerestelerinin Teknik Kurutma Özellikleri Üzerine Araştırmalar*”, İstanbul İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul, 1978.
- Keleşer, S. “*Scada Sistemi ve Doğalgaz Uygulaması*”. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans. Tezi İstanbul, 2001
- Örs Y., “*Kurutma ve Buharlama Tekniği*”, Trabzon, K.T.Ü. Basımevi, 1986
- Tarımer İ, Eltez A., Erdil Y.Z., Eltez M, , “*Güney Ege Muğla İklim Koşullarında Güneş Enerjisi Yoğuşmalı Kereste Kurutma Tesisi Tasarımı Ve Kurulumu*”, Dumlupınar Üniversitesi, II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu, 26–27–28 Mayıs 2004, Kütahya. Bildiriler: 165-172

Tarımer İ., Eltez A., Erdil Y.Z., Eltez M., Özbalta N., “*Güneş Enerjisi Yoğuşmalı Kereste Kurutma Fırını: Muğla Uygulaması*”, ULIBTK’05 15. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 7–9 Eylül 2005, Trabzon Bildiriler: 667-673,

Tarımer, İ., Aker, Ö.”*Bilgisayar Kontrollü Güneş Enerjili Kereste Kurutma Fırınının Otomasyonu ve Bir Bilgisayar Denetimli Kayıt- İzleme – Yönetim Uygulaması*” , Muğla üniversitesi, III. Ege Enerji Sempozyumu 24-25-26 Mayıs 2006 Muğla Bildiriler,

Üçüncü, K. “*Kuzey enleminde (Trabzon’da) güneş enerjisi ile kereste (doğu ladini) kurutma olanaklarının araştırılması*”. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Makina Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi. 1991, Trabzon

Yadigaroğlu, R. “*Trabzon (41 derece kuzey) İklim Koşullarında Anadolu Kestanesi (Castanea sativa Mill.) Kerestesi’nin güneş Fırınında ve Açık Havada Kurutulması Üzerine Araştırmalar*” Trabzon Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Şubat 1997, Trabzon.

www.sauter\Fr\_ Sauter Ltd\_, Basle (Switzerland) - Building management systems.htm, (1 Haziran 2006)

[www.scadasitesi.dostweb.com/b6.html](http://www.scadasitesi.dostweb.com/b6.html) , (1 Haziran 2006)

[www.muqla.gov.tr](http://www.muqla.gov.tr) (1 Haziran 2006)

[www.ogm.gov.tr](http://www.ogm.gov.tr)(1 Haziran 2006)

## ÖZGEÇMİŞ

Özer Aker 15 Haziran 1966 Kavaklıdere/ Muğla'da doğmuştur. İlkokulu 1977 yılında Kavaklıdere Atatürk İlkokulu'nda bitirmiştir. 1980 Yılında Aydın İsmet İnönü Ortaokulundan mezun olmuştur. Lise öğrenimini Aydın Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi, Elektronik Bölümünde 1985 yılında yapmıştır.

Yüksek öğrenimini ise Ankara'da, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Elektronik Öğretmenliği Anabilim Dalında, Ocak 1994'te tamamlamıştır. Lisans öğrenimi sırasında sanayi stajını TRT İzmir TV Bölge Müdürlüğünde, eğitim stajını da Abidinpaşa Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesinde yapmıştır. Bir buçuk yıl özel sektörde elektronik işkolunda çalışmıştır. 1994'te Tokat'ta başlayan öğretmenlikten sonra, 1998'de M.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bilgisayar Bilimleri Bölümü'ne araştırma görevlisi olarak atanmıştır. Mayıs 2000 yılından beri M.Ü. Ula Ali Koçman M.Y.O.'da öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.