

**AYDINLATMA SİSTEMİ İÇİN İŞLEMCİ DESTEKLİ  
AKILLI BİNA UYGULAMASI**

**Ömer AKBAŞ**

**Bülent Ecevit Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**ZONGULDAK  
Ocak 2013**

**KABUL:**

Ömer AKBAŞ tarafından hazırlanan “AYDINLATMA SİSTEMİ İÇİN İŞLEMÇİ DESTEKLİ AKILLI BİNA UYGULAMASI” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 08/01/2013

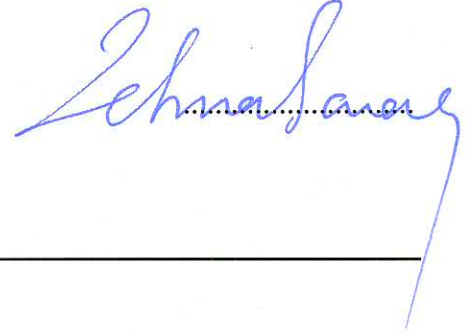
Başkan : Doç. Dr. Sırrı Sunay GÜRLEYÜK (BEÜ)



Üye : Prof. Dr. Yüksel AYAZ (BEÜ)



Üye : Doç. Dr. Zehra SARAÇ (BEÜ)



**ONAY:**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. .../.../2013



Prof. Dr. Özden ÖZEL GÜVEN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*



Ömer AKBAŞ

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

### **AYDINLATMA SİSTEMİ İÇİN İŞLEMCİ DESTEKLİ AKILLI BİNA UYGULAMASI**

**Ömer AKBAŞ**

**Bülent Ecevit Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sırrı Sunay GÜRLEYÜK**

**Ocak 2013, 87 sayfa**

Günümüzde, alışveriş merkezleri, hastane, okul kampüsleri ve kamu binaları binlerce metrekare alanlarda inşa edilmektedir. Böylesine büyük alanları aydınlatmada ise binlerce armatür kullanılmaktadır. Aydınlatma iş görebilme adına ne kadar önemli ise de, bütçemize getirdiği yükte bir o kadar fazladır.

Aydınlatma otomasyon sistemleri ile bu soruna çözüm aranılmaktadır. Yani, hem verimli bir aydınlatma hedeflenmiş, hem de tasarruf amaçlanmıştır. Bu proje ile bu alanda büyük bir adım atılmış olacaktır. Üretilen cihazlar sayesinde hem kamu binalarında hem de özel sektöre ait bina ve açık alanlarda aydınlatma otomasyonu yapılabilecektir. Binlerce lambadan hangisinin açık, hangisinin kapalı olduğunu bilmek, hatta bunları kontrol edebilmek, çok önemlidir. Doğru yerlere doğru armatürlerin yerleştirilmesi ve bunların doğru zamanlarda açılıp kapatılması ile aydınlatma sağlanacaktır.

## **ÖZET (devam ediyor)**

**Anahtar Sözcükler:** Aydınlatma, aydınlatma otomasyonu, akıllı bina.

**Bilim Kodu:** 608.01.00

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **PROCESSOR BASED SYSTEM FOR LIGHTING APPLICATION OF INTELLIGENT BUILDING**

**Ömer AKBAŞ**

**Bülent Ecevit University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Electrical and Electronics Engineering**

**Thesis Advisor: Assoc. Prof. Sırrı Sunay GÜRLEYÜK  
January 2013, 87 pages**

Nowadays, shopping malls, hospitals, school campuses and public buildings are being constructed in areas of thousands of square meters. Thousands of lighting fixture is used in such large areas. Although lighting is important on behalf of doing the business it is also a criterion that increases energy expenses.

Lighting automation systems are used as a solution to this problem. So, effective lighting but also saving are intended. This project will be a great step forward in this topic. Thanks to devices manufactured, lighting automation can be done in public buildings as in well as privately owned buildings and open spaces.

It is important to be able to control thousands of light bulbs or even to know which one is currently closed or opened. Locating the right lighting fixtures in the right places and turning them on and off at the right time will provide the lighting.

**ABSTRACT (continued)**

**Key Words:** Lighting, lightingautomation, intelligentbuilding

**Science Code:** 608.01.00

## TEŞEKKÜR

Tezin tüm aŐamalarında her türlü yardımcı ve yol gösterici yönleriyle destek veren tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Sırrı Sunay GÜRLEYÜK'e (BEÜ), tezin hazırlaması aŐamasında hoşgörülerini ile desteklerini esirgemeyen aileme, çalışmalarım sırasında yardımlarını ile zor yolları aŐmama yardımcı olan Sayın Dündar HANÇERLİ ve Ozan KİBAR'a (SOCOMEK), teşekkürü bir borç bilirim.





## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL .....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ .....	1
1.1 AYDINLATMANIN TARİHÇESİ .....	1
1.2 LİTERATÜR TARAMASI.....	10
1.3 AMAÇ .....	13
BÖLÜM 2 AYDINLATMA .....	15
BÖLÜM 3 ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	17
3.1 BİNALARDAKİ ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ANLAMI .....	18
3.2 ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMA SONUÇLARI .....	19
3.3 KAMU KURULUŞLARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ .....	20
BÖLÜM 4 AYDINLATMA OTOMASYONU .....	21
4.1 MERKEZİ KONTROL.....	21
4.2 GÜN IŞIĞINDAN FAYDALANMA.....	21

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 5 UZAKTAN KONTROL VE GÖZLEME SİSTEMİ.....	27
5.1 SCADA SİSTEMLERİNİN TANIMI .....	27
5.1.1 SCADA Sisteminin Uygulama Alanları .....	29
5.1.2 SCADA Sisteminin İşlevleri .....	31
5.1.3 SCADA Yazılımından Beklenenler .....	33
5.1.4 SCADA Sistemlerinin Sağladığı İmkanlar.....	33
5.2 SİSTEMİN YAPISI.....	34
5.3 SCADA SİSTEMLERİNİN TEMEL ELEMANLARI.....	35
5.3.1 Uzak Terminal Birimleri (Remote Terminal Units, RTU).....	35
5.3.2 Ana Terminal Üniteleri (Main Terminal Unit, MTU).....	38
5.3.3 İletişim Ağları.....	38
5.3.3.1 İletişim Ağı.....	39
5.3.3.2 İletişim Protokolleri.....	40
5.3.3.3 İletişim Ortamları .....	40
5.3.4 Veri Toplama Üniteleri .....	41
5.3.4.1 Programlanabilir Lojik Denetleyiciler (PLC) .....	41
5.3.4.2 Veri Toplama (Data Acquisition – DAQ ) Modülleri .....	42
5.3.5 Sensörler ve Algılayıcılar .....	42
5.3.6 Yazılım.....	42
5.3.7 Merkezi Kontrol Odası.....	42
5.3.8 Kontrol Panoları .....	43
5.3.9 SCADA Sistem Terminalleri .....	44
5.3.10 Bilgisayar Ekranları.....	44
5.3.11 Yazıcılar .....	44
5.3.12 Kesintisiz Güç Kaynağı.....	45
BÖLÜM 6 PSOC .....	47
6.1 MİKRODENETLEYİCİ VE PSOC .....	47
6.2 PSOC TEMEL YAPISI .....	51

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
6.2.1 Dijital Bloklar.....	52
6.2.2 Analog Bloklar .....	52
6.3 PORTLARIN GİRİŞ-ÇIKIŞ(I/O) PİN KONFİGÜRASYONU.....	53
6.4 SÜRÜCÜ (DRİVER) MODLARI .....	54
6.5 PSOC’UN PROGRAMLANMASI.....	54
6.6 PSOCMİKRODENETLEYİCİ ÖZELLİKLERİ.....	55
6.6.1 Güçlü Harvard Mimarisine Sahip İşlemciler.....	55
6.6.2 Gelişmiş Yan Birimler (PSOC Blokları) .....	55
6.6.3 Hassas Programlanabilir Saat.....	56
6.6.4 Esnek Sistem-İçi Hafıza.....	56
6.6.5 Programlanabilir Pin Konfigürasyonlar .....	57
6.6.6. Ek Sistem Kaynakları.....	58
BÖLÜM 7 AYDINLATMA .....	59
7.1 KULLANILAN PROGRAM VE EKİPMANLAR.....	61
7.2 8 GİRİŞ 8 ÇIKIŞ MODÜLÜ NEDİR? .....	64
7.2.1 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Kullanılan Devre Elemanları.....	65
7.2.2 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Kullanılan Programlar .....	65
7.2.3 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Özellikleri.....	66
7.2.4 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Şematik Çizimleri.....	67
7.2.5 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Baskı Devre Çizimleri.....	70
7.2.6 8 Giriş 8 Çıkış Modülü PSOC Programı .....	71
7.2.6.1 8 Giriş 8 Çıkış Modülü PSOC Program Akış Diyagramı.....	72
7.2.6.2 8 Giriş 8 Çıkış Modülü PSOC Program Kodları.....	73
BÖLÜM 8 SONUÇ.....	79
KAYNAKLAR.....	85
ÖZGEÇMİŞ .....	87



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Yağ kandili .....	1
1.2 Mum.....	2
1.3 Ark lambası.....	2
1.4 Madenci lambası .....	3
1.5 Hidrojen/oksijen/kalsiyum lambası .....	3
1.6 Ampul .....	4
1.7 Gaz lambası.....	4
1.8 Bambu telli lamba .....	5
1.9 Floresan lamba.....	5
1.10 Yablochkov kandili .....	6
1.11 16W ampul.....	6
1.12 Gaz pelerini.....	7
1.13 Karpit lambası.....	7
1.14 Akkor lamba .....	8
1.15 Civa buhar lambası .....	8
1.16 Tantaliyum telli lamba .....	8
1.17 Diyod lamba.....	9
1.18 Reflektör lamba.....	9
1.19 Flüoresan lamba.....	9
3.1 Türkiye elektrik tüketiminin sektörel dağılımı. ....	17
3.2 Aydınlatma tüketimi oranı ve sektörel dağılımı .....	18
4.1 Şişecam Genel Müdürlük binası Levent, İstanbul . ....	22
4.2 Hugo Boss fabrikası, İzmir Serbest Bölge.....	23
4.3 Klasik elektrik tesisatı sembolik görünüm.....	24
4.4 Otomasyon sistemine bağlı elektrik tesisatı sembolikgörünüm. ....	25
5.1 Bir beton santralinde kullanılan SCADA sisteminden alınmış bir ekran görüntüsü .....	30

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
5.2 Bir Plastik Enjeksiyon makinesinin SCADA programı ile kontrolü. ....	33
5.3 Bir SCADA sistem otomasyonunun yapısı. ....	35
5.4 Örnek uzak terminal ünitesi. ....	36
5.5 Uzak terminal ünitesinin haberleşebileceği cihazlar. ....	37
5.6 Merkezi kontrol odası. ....	43
5.7 Kontrol panoları. ....	44
6.1 PSOC ....	48
6.2 PSOC Temel Blok Yapısı. ....	51
6.3 Dijital Bloklar. ....	52
6.4 Analog bloklar. ....	53
7.1 Örnek tek hat şeması. ....	60
7.2 Güç kaynağı, 8 giriş 8 çıkış modülü ve Ethernet RS485 dönüştürücü. ....	61
7.3 Aydınlatma otomasyonu uygulamasının genel görünüşü. ....	62
7.4 Aydınlatma otomasyonu SCADA ara yüzü. ....	63
7.5 PSOC giriş - çıkış ve besleme devresi. ....	67
7.6 PSOC bağlantı şeması. ....	67
7.7 Haberleşme entegresi bağlantı şeması. ....	68
7.8 PSOC giriş - çıkış pini bağlantı şeması. ....	69
7.9 PSOC giriş - çıkış ledleri bağlantı şeması. ....	70
7.10 8 giriş 8 çıkış modülü baskı devre çizimi. ....	70
7.11 8 giriş 8 çıkış modülü ve giriş – çıkış ledleri baskı devresi. ....	71
7.12 8 giriş 8 çıkış modülü PSOC program akış diyagramı. ....	72
8.1 Merkezi kontrol odası. ....	82

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Uygulama alanlarında olması gereken ışık değerleri ( $E_n$ ) .....	15
3.1	Yapılan otomasyon türüne göre, enerji kazanımları .....	20
4.1	12000 W'lık sistem için örnek karlılık gösterimi. ....	22
6.1	Pin konfigürasyonu. ....	53
6.2	Sürücü modları. ....	54
6.3	İşlemci özellikleri. ....	55
6.4	Yan birim özellikleri. ....	56
6.5	Saat özellikleri. ....	56
6.6	Sistem içi hafıza özellikleri. ....	57
6.7	Pin konfigürasyon özellikleri. ....	57
6.8	Ek sistem kaynak özellikleri. ....	58
7.1	Projede kullanılan cihaz ve programlar. ....	61
7.2	Projede kullanılan devre elemanları. ....	65
7.3	Kullanılan paket programlar. ....	65
8.1	Zaman Gazetesi aydınlatma güç ve tüketim değerleri. ....	80
8.2	Zaman Gazetesi aydınlatma otomasyonu tasarruf oran ve değerleri. ....	80
8.3	Zaman Gazetesi aydınlatma otomasyonu maliyet analizi. ....	81





## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- $\Omega$  : ohm  
W : watt  
Lx : lük  
₺ : Türk Lirası



## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

#### 1.1 AYDINLATMANIN TARİHÇESİ

Dünyanın başlangıcından beri insanlar, ışık ana kaynağı olarak güneşi kullandılar. Geceleri ise odun ve benzeri katı yakıtları yakarak hem ısınmış hem de aydınlanmışlardır.

M.Ö. 70000 yıllarında, sonradan tutuşturulacak olan yosun veya benzer bir malzemenin, içi hayvansal yağla dolu olan delik bir kayanın, kabuğun veya diğer doğal bulunan nesnelerin içine doldurulduğu bir sistem kullanılmıştır.

M.Ö. 4500 dolaylarında yağ kandili icat edilmiştir (URL-1 2012).



Şekil 1.1 Yağ kandili (URL-1 2012).

M.Ö. 3000 dolaylarında mumlar icat edilmiştir.



Şekil 1.2 Mum (URL-1 2012).

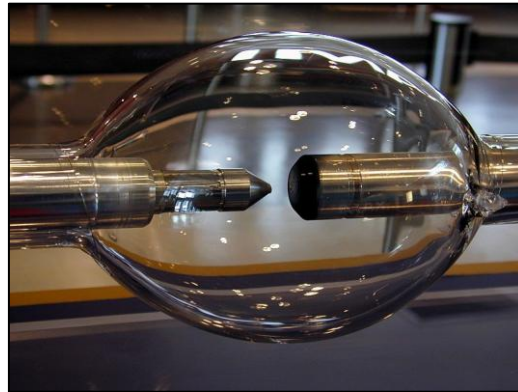
1300'lü yıllarda meşale, 1780 yılında ise Aimé Argand, merkezi hava akımı ile ayarlanabilir yağ lambasını icat etmiştir.

1784 yılında Aimé Argand, merkezi hava akımı yağ lambasına cam bacasını eklemiştir.

1792 yılında William Murdoch, gaz aydınlatmasıyla deney yapmaya başlamış ve muhtemelen bu yılda ilk gaz ışığını üretmiştir.

1802 yılında William Murdoch, gazla Soho dökümhanesinin dışını aydınlatmıştır.

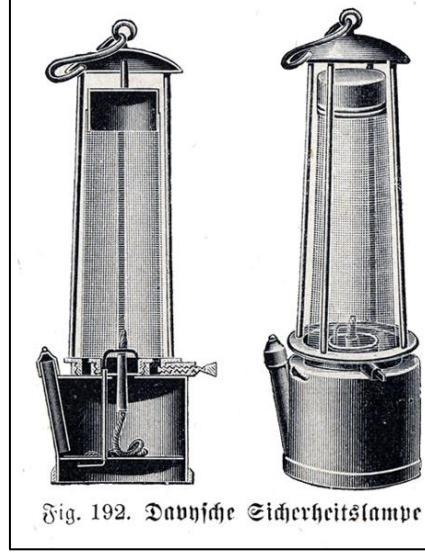
1802 yılında Humphry Davy, açık havada ark (yay) aydınlatmayı denemiştir (URL-1 2012).



Şekil 1.3 Ark lambası (URL-1 2012).

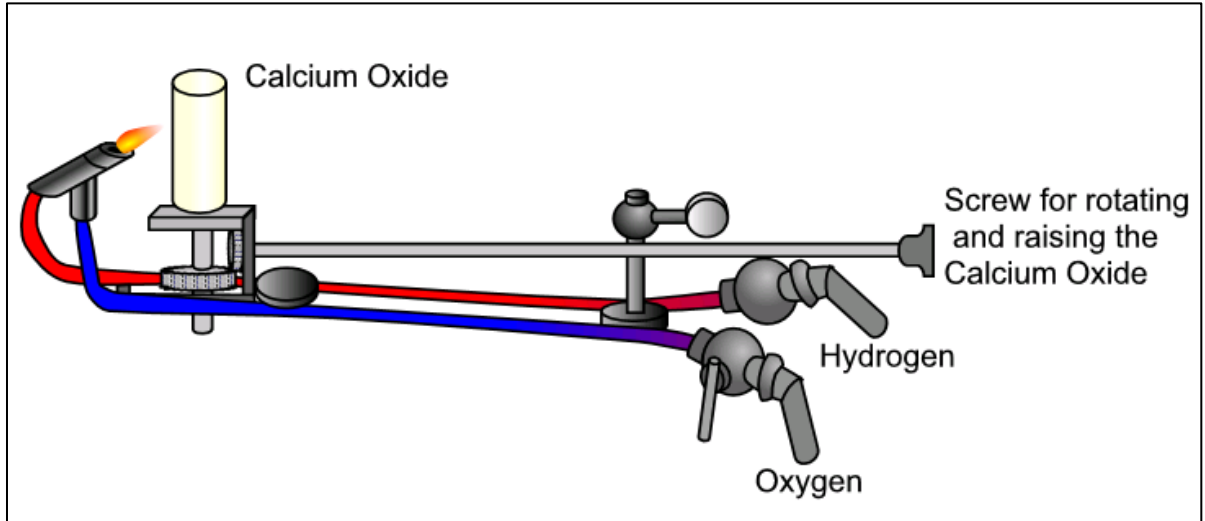
1805 yılında Phillips ve Lee's Cotton Mill, Manchester'ta gaz ile tam olarak aydınlatılan ilk endüstriyel fabrikalardır.

1815 yılında Humphry Davy, madenci lambasını icat etmiştir.



Şekil 1.4 Madenci lambası (URL-1 2012).

1825 yılında hidrojen/oksijen/kalsiyum lambası icat edilmiştir.



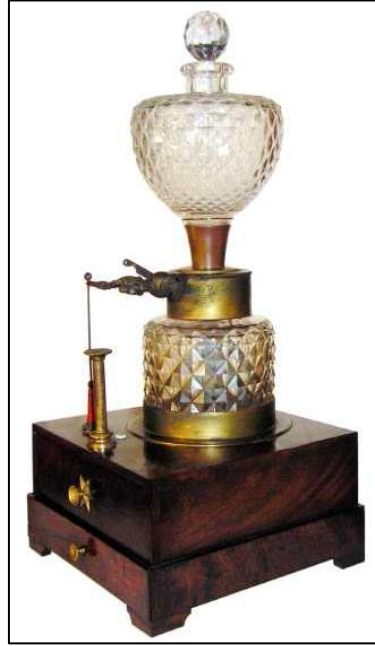
Şekil 1.5 Hidrojen/oksijen/kalsiyum lambası (URL-1 2012).

1835 yılında James Bowman Lindsay, ampulün elektrik aydınlatma sisteminin temeli olduğunu göstermiştir (URL-1 2012).



Şekil 1.6 Ampul (URL-1 2012).

1840 yılında petrolden elde edilen yakıtı yakan lamba Parafin (gaz) lambası icat edilmiştir.



Şekil 1.7 Gaz lambası (URL-1 2012).

1841 yılında ark lambası Paris'te deneysel olarak genel aydınlatma olarak kullanılmıştır.

1853 yılında Ignacy Lukasiewicz, petrol lambasını icat etmiştir.

1854 yılında Heinrich Göbel, bir cam ampulünün içine yerleştirilen karbona dönüştürülmüş bir bambu teli boyunca bir elektrik akımını geçirerek ilk olarak parlak lambayı icat etmiştir (URL-1 2012).



Şekil 1.8 Bambu telli lamba (URL-1 2012).

1856 yılında Heinrich Geissler, elektrik arkını bir tüp içerisinde denemiştir.

1867 yılında A.E. Becquerel, ilk olarak flüoresan lambayı icat etmiştir.



Şekil 1.9 Floresan lamba (URL-1 2012).

1875 yılında Henry Woodward, elektrik ampulüne patent almıştır.

1876 yılında Pavel Yablochkov, Yablochkov kandili adı verilen pratik karbon ark lambası ile ilk defa Paris' in ana caddelerini aydınlatmıştır (URL-1 2012).





Şekil 1.10 Yablochkov kandili (URL-1 2012).

1879 yılında Thomas Edison ve Joseph Wilson Swan, karbon telli parlak lambanın patentini almışlardır.

1880 yılında Thomas Edison, 1500 saat devamlı yanabilen 16 W'lık ampulünü üretmiştir (URL-1 2012).



Şekil 1.11 16W ampul (URL-1 2012).

1889 yılında icat edilen parlak gaz pelerini, gaz aydınlatmasında devrim yapmıştır (URL-1 2012).



Şekil 1.12 Gaz pelerini (URL-1 2012).

1893 yılında Nikola Tesla, yüksek frekanslı elektrik tarafından sağladığı enerjiyi, telsiz alçak basınçlı içi boşaltılmış gaz lambalarını (Telsiz flüoresan ve neon lambaları) laboratuvarını aydınlatmakta kullanmıştır.

1894 yılında D.Mc Farlane Moore, elektrik gaz boşaltma lambalarının habercisi olan Moore tüpünü icat etmiştir.

1896 yılında karpit lambası icat edilmiştir.



Şekil 1.13 Karpit lambası (URL-1 2012).

1897 yılında Walther Nernst, icat etmiş olduğu akkor lambanın patentini almıştır.



Şekil 1.14 Akkor lamba (URL-1 2012).

1901 yılında Peter Cooper Hewitt, civa buhar lambasını yapmıştır.



Şekil 1.15 Civa buhar lambası (URL-1 2012).

1909 yılında Tantaliyum telli lamba icat edilmiştir.

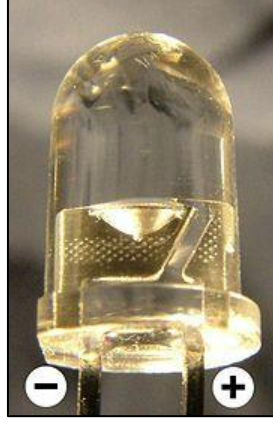


Şekil 1.16 Tantaliyum telli lamba (URL-1 2012).

1911 yılında Georges Claude, neon lambasını geliştirmiştir.

1926 yılında Edmund Germer, flüoresan lambasının patentini almıştır.

1962 yılında Nick Holonyak Jr., ilk olarak pratik tayf görünümlü ışık yayan diyod lambasını geliştirmiştir.



Şekil 1.17 Diyod lamba (URL-1 2012).

1985 yılında reflektör lamba geliştirilmiştir.



Şekil 1.18 Reflektör lamba (URL-1 2012).

1986 yılında Sodyum/sodyumoksit lambası icat edilirken, 1991 yılında Philips, 60,000 saat ışık vermeğe devam eden bir flüoresan lamba icat etmiştir (URL-1 2012).



Şekil 1.19 Flüoresan lamba (URL-1 2012).

## 1.2 LİTERATÜR TARAMASI

Yavuz (2004), “Şehir Aydınlatmacılığı, Işık Kirliliği ve Aydınlatmada Enerji Verimliliği” konusunu işlemiştir. Şehir aydınlatması uygulamalarının nasıl yapılması gerektiği hakkında uluslararası standartları da dikkate alarak önerilerde bulunmuştur. Sonuç olarak aydınlatmanın uzman kişilerce yapılması gerektiği, projenin büyük önem taşıdığı ortaya çıkmıştır. Türkiye’de bu konuda bir bölüm bulunmadığı vurgulanarak, enerji verimliliği için en baştan çalışmalar başlatılması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Toylan (2008), “Laboratuvar İç Aydınlatmasının PLC ve Bilgisayar Yardımı ile Kontrolü” konusunu işlemiştir. Çalışmanın amacı Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Aydınlatma Laboratuvarının en uygun enerji tüketimi ile aydınlatılmasıdır. Çalışma sonucunda aydınlık seviyesinin artırılmasına rağmen, aralık ayında %30, yaz aylarında ise %40-%50 enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Altuncu (2008), yılında hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde “Aydınlatma kontrol sistemlerinin hastane örneğinde kullanımı ve yatan hasta kat koridorları için bir aydınlatma sistem önerisi” konusunu işlemiştir. Çalışmanın amacı ile hiç tasarruf yapılamayacağı düşünülen hastanelerde bile aydınlatma otomasyonu yapılarak tasarruf sağlanabileceğinin gösterilmesidir. Hasta ve hasta yakınları ile yapılan anketler ile de bu çalışmanın sonu desteklenmiştir. Yapılan çalışma ile hastaneler için tasarlanacak aydınlatma sistemi ile tasarruf sağlanacağı sonucuna varılmıştır.

Yavuz (2010), yılında hazırlamış olduğu doktora tezinde “Günüşiğine bağlı aydınlatma kontrolü ile iç aydınlatmada enerji tasarrufunun ve ilişkili parametrelerin belirlenmesi” konusunu işlemiştir. Yapılan çalışma ile gün ışığına bağlı olarak yapılan otomasyon ile %40,78 tasarruf sağlanabileceği sonucuna varmıştır.

Sönmez (2006) yılında hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde “Akıllı binalardaki teknik-teknolojik sistemler ve enerji izleme sisteminin entegrasyonu” konusunu işlemiştir. Amacı enerji izleme otomasyonunun önemi hakkında bilgi aktarmaktır. Sonuç olarak, enerji izleme otomasyonu ile yüklerin enerji kalitesine olan zararları ile tükettikleri güçler hakkında detaylı verilere ulaşılmıştır.

Özgen (2006), yılında hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde “Bina otomasyonu” konusunu işlemiştir. Çalışmada altı ayrı senaryoda bir evden sağlanacak enerji tasarrufu hakkında bilgi verilmiştir. Elde edilen sonuç, bina otomasyonu ile önemli seviyelerde tasarruf sağlanabileceğidir. Senaryoların beş tanesinde aydınlatmanın kontrol edilmesi diğer dikkat çekici bir noktadır.

Üser (2004), yılında hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde “Sanayide enerji tasarruf potansiyeli ve Eti ferrokrom ve karpit fabrikası enerji etüdü” konusunu işlemiştir. Eti fabrikasında yapılan çalışma ile fabrikada her tesiste tasarruf sağlanabileceği sonucuna varmıştır. Aydınlatma konusunda armatürlerin değiştirilmesi ve açma kapamaların otomatik yöneme geçilmesi ile tasarruf sağlanmıştır. Bu tasarruf ile yatırım maliyetini altı ayda geri ödenmesi mümkündür.

Polat (2005), yılında hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde “Hastane aydınlatma ve güvenlik sisteminin incelenmesi” konusunu işlemiştir. Hastanedeki ışık düzeyinin önemi vurgulanmış ve acil durumlarda, hastane birimlerinde olması gereken minimum ışık düzeyleri hakkında da bilgi verilmiştir.

Şahin (2006), yılında hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde “Otel aydınlatmasında genel ilkeler ve otel yatak odaları için bir değerlendirme” konusunu işlemiştir. Özellikle otel yatak odalarındaki aydınlatma şeklini incelemiştir. Sonuç değerlendirmesinde önemli bir nokta vardır. Aydınlatmaların ayrı ayrı anahtar ile kontrolünün enerji tasarrufu sağladığı sonucunu da varılmıştır.

Yılmaz (2007), yılında hazırlamış olduğu doktora tezinde “Profibus-dp ağ tabanlı bina otomasyonu” konusunu işlemiştir. Profibus-DP ağ tabanlı özgün bir bina otomasyonu tasarımı yapılan çalışmada özellikle ağ üzerindeki zaman gecikmelerinin matematiksel yöntemler ile giderilmesi üzerinde durulmuştur. Proje kapsamında aydınlatma otomasyonun da aynı ağ içinde kontrolü sağlanmıştır. Aydınlatma otomasyonu, yazılım ile kontrol edilen ve ağa bağlanan cihazlar ile yapılmıştır. Yazılım ağ sayesinde ışık kaynaklarını kontrol edebilmektedir. Sensörler sayesinde ortamdaki ışık düzeyi ölçülerek, bu ışık düzeyine göre ışık kaynaklarının ortamı aydınlatması sağlanmıştır.

İlter (2005), yılında hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde “SCADA sisteminin bina güvenliğine uygulanması” konusunu işlemiştir. Uygulamada SCADA sisteminin bina otomasyondaki uygulanışı ve işlevselliği incelenmiştir. SCADA sistemleri tesislerin tek bir merkezden kontrol edilmesi ve yönetilmesi olanağını sunduğu ve bu olanağı sunarken, ayrıca insanlara güvenilir, hızlı, ekonomik yönetim, iş gücü gibi avantajları da sağladığı sonucunu elde edilmiştir.

Perdahçı ve Hanlı (2010), yılında yayınlamış olduğu makalede “Verimli aydınlatma yöntemleri” konusunu işlemişlerdir. Özellikle led teknolojisi ile yapılacak tasarrufa dikkat çekmişlerdir. Led ile yapılacak aydınlatma sistemlerinde % 75 ile %93 arasında bir enerji tasarrufu sağlamak mümkün olacağı sonucunu elde etmişlerdir. Verimli aydınlatmanın verimli aydınlatma elemanları ile gerçekleştirilen sisteminin, gün ışığına, ortamda insan olup olmadığına ya da zamana bağlı olarak, otomatik kontrol edilmesi ile yani kullanım süresini en aza indirme ile mümkün olacağını da tespit etmişlerdir.

Kaliforniya Enerji Komisyonun yayınladığı, Kaliforniya valisi Gray Davis, yönetim kurulu başkanı William J. Keese ve komisyon üyelerince üzerinde çalışılan “Para ve Enerji Tasarrufu Kaynakları” yayında aydınlatma otomasyonu konusuna da işlenmiştir. Bu yayında aydınlatma otomasyonunun %25 ile %50 tasarruf sağlayacağı bildirilmiştir. Tasarruf için merkezi sistem önerildiği gibi, karartma ve hareket sensörü gibi cihazlarında kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Powerline Ürünler İşletme Müdürü Scot Robertson tarafından, 27 Mart 2012 tarihinde “Sokak Aydınlatması Elektrik Hattı İletişimi Otomasyonu” başlıklı bir makale yayınlanmıştır. Makalede, dünya üzerindeki dış aydınlatmalarının, toplam enerji tüketiminin yaklaşık %19’u olduğu bilgisine yer verilmiştir. Yapılacak yeni programlanabilir kontrol sistemi ile floresan lambalar için bakım masraflarının %25 azalacağı ve %30 tasarruf sağlanacağı sonucu elde edilmiştir. Sistemde kablosuz iletişim ağı kullanılması ile haberleşme sağlanmaktadır.

7. Uluslararası Güç İletimi ve Uygulamaları sempozyumu 26 Mart 2003 tarihinde Japonya’nın Kyoto şehrinde düzenlenmiştir. Gerd Bumiller ve Nils Pirschel tarafından hazırlanan sempozyum konusu “Havaalanı yerden aydınlatma otomasyonu” olarak belirlenmiştir. Birçok havaalanındaki aydınlatma sistemleri incelenmiştir. Kilometrelerce uzayan pistlerdeki aydınlatmalar ve bu aydınlatmaların kontrolü hakkında bilgi verilmiştir.

Kontrolün birçok noktadan kontrol edilebilmesi gerektiği, iletişim ağının hızının ve kullanılan donanım teknolojisinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Kuzey Amerika Aydınlatma Mühendisliği Derneği komitesi tarafından “Aydınlatma Kontrol Protokolleri” isimli bir çalışma yapılmıştır. Kitap şeklinde hazırlanan bu çalışmada aydınlatma kontrolü hakkında birçok bilgi verilmiştir. İlgili standartlara da atıflarda bulunulmuştur. Kitap konuları içinde RS 485 haberleşme hattı, Ethernet hattı, modbus protokolü gibi bilgiler de yer almaktadır. Aydınlatmaların kontrol edilmesi gerektiği ve güvenlik görevlilerin acil durumlarda da kolayca müdahale edebileceği bir sistemden bahsedilmiştir.

Tüm bu bilimsel çalışmalar ışığında, geniş alanlara yayılmış aydınlatmaların, merkezi bir sistem ile kontrol edilmesi ve izlenmesi için bu çalışma yapılmıştır.

### **1.3 AMAÇ**

Rezidans, otel, alış-veriş merkezi, hastane, okul kampüsü vb. alanlarda, kullanıcının aydınlatmayı tek merkezden kontrol etmesi ve izlemesi amaçlanmıştır.

Görevli tarafından aydınlatma kontrolü uzaktan tek merkezden yapılabilmekte, durumları izlenebilmekte ve gerektiğinde el ile müdahale edebilmektedir.

Aydınlatma otomasyonu ile gereksiz lambalar söndürülerek, gerekli olanlar açılacaktır, yeterli bir aydınlatma yapılacaktır ve hedefe ulaşıldığında enerji tasarrufu da sağlanacaktır.

Proje, aydınlatma üzerine kurulmuş olmasına karşın, cihaz çıkışlarına, havalandırma, klima, kalorifer, kapı otomatikleri vb. cihazlar da bağlanabilmektedir.

Cihaz, sekiz giriş ve sekiz çıkış olarak tasarlanmasına rağmen, istenildiği adette kullanılarak, binlerce giriş-çıkış elde edilebilmektedir. Tüm modülerin tek bir haberleşme kablosu ile kontrol edilebilmesi gerekmektedir.



Bir alandaki binlerce lambayı tek tek açmak için yalnızca bir görevliniz varsa, onun ilk lambayı açtığı saat ile sonuncu arasındaki zaman farkı da problem olabilir. Bu sorunu da ortadan kaldırmak bir diğer hedefdir.

Yapılması planlanan bin kişilik bir hastanede onlarca muayene odaları, acil müdahale odaları, ameliyathaneler, bekleme salonları, koridor vb. birçok alanda aydınlatma önemli bir yer tutmaktadır. Bu alanların hepsini tek bir binada toplamak ve aydınlatma enerjisini tek bir anahtar ile yapmak mümkün olmayacaktır. Farklı alanların, farklı zamanlarda aydınlatmaya ihtiyaç duyacağı da bir gerçektir. Bir görevlinin tüm gün boyunca aydınlatmaları açıp, kapatması ve eş zamanlı kontrol etmesi ise mümkün değildir.

Örnek olarak yukarıda bahsedilen hastane kampüsü sekiz ya da on binadan oluşuyor ise tüm binaların aynı anda koridor ışıklarını yakmak gerekecektir. Tek bir görevli bu binaları tek tek dolaştığında, binalar arasındaki mesafeden dolayı zaman farkı doğacaktır. Her bina içinde ayrı bir görevlinin olması maliyetleri arttırabileceği gibi, yetkisiz kişilerin elektrik odasına girmeleri için bir fırsat doğabilir.

Aydınlatmanın uzaktan izlenmesi ve eş zamanlı kontrolü ile elektrik tasarruf sağlanacak ve en uygun aydınlatma yapılmış olunacaktır.

Bu çalışmanın, 2. bölümünde Aydınlatma, 3. bölümünde Enerji Verimliliği, 4.bölümünde Aydınlatma Otomasyonu, 5. bölümünde SCADA Sisteminin Temel Kavramları, 6. bölümünde PSOC hakkında bilgi verilecektir.

7. bölümde ise görevlinin tek merkezden aydınlatmayı kontrol etmesi ve izlemesi için oluşturulan sistem hakkında bilgi verilecektir.

Aydınlatma otomasyonu ile kumanda kontrol odasında bulunan bir bilgisayar yardımıyla coğrafi uzaklıkta bulunan yüksek adetteki armatürlere, tek bir iletişim kablosu ile ulaşılması, izlenmesi ve anahtarlaması hedeflenmiştir. Bu hedefe ulaşıldığında enerji tasarrufu da sağlanacaktır.

## BÖLÜM 2

### AYDINLATMA

İşyerlerinde, her türlü işin kusursuz yapılabilmesi ve en önemlisi de iş görenlerin göz sağlığının korunması, iyi bir aydınlatma tekniğini gerektirmektedir. Aydınlatma öncelikle, yapılan iş ve işlemlerde kalite standartlarının gerektirdiği tüm detayın görülebilmesi için gereklidir. Çalışanların, yeterli aydınlatma koşullarında çalıştırılması da, onların göz sağlığı ve görme netliğini koruduğu için, aynı amaca hizmet eder.

İnsanın dış dünyayı algılamasında en önemli algılayıcısı gözüdür. Bütün algılamının %80 ile 90' ı göz kanalıyla gerçekleşir. İş koşullarının doğurduğu yorgunluğun büyük bir kısmının göz zorlanmasından ileri geldiği tahmin edilmektedir.

Aydınlatma tekniği problemlerini anlayabilmek için bu tekniğin bazı temel kavramlarının bilinmesi gerekir. Aydınlatma şiddetinin ölçü birimi lüktür (lx). Bu değer birim alana düşen ışık akışıdır. Aydınlatma şiddeti bulutsuz bir yaz gününde 100.000 lx'ü bulur. Kapalı bir kış gününde ise bu değer 3000 lx'e kadar düşer.

TS EN 12464 nolu "Işık ve Işıklandırma - İş Mahallerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri" standarttın da belirtilen iş yerlerindeki bazı alanlarda ve işlerde gerekli Aydınlatma şiddeti değerleri aşağıdaki tabloda verilmektedir (Kürkçü vd. 2004).

Çizelge 2.1 Uygulama alanlarında olması gereken ışık değerleri ( $E_n$ )

Uygulama Alanları	$E_n$ (lx)
Koridor ve depolama alanları	100
Ofis çalışmaları	500
Yüzey hazırlama ve boyama	750
Montaj, kalite ve renk kontrolü	1000

Bir iş ortamında aydınlatma gereksinimi, yapılan işlerin özelliklerine, işin özellikleri nedeniyle detay algılama gibi kriterlere bağlıdır.

İş ortamının ve çeşitli iş istasyonlarının gerektirdiği aydınlatma düzeyleri önemli bir husustur. Aslında en yüksek aydınlatmanın en uygun yaklaşım olmadığı bilinmektedir. Temel olan, amaca uygun aydınlatmadır.

Aydınlanma kaynakla değil, aydınlanan yüzeye ilgili bir niceliktir ve birim alan üzerine dik olarak düşen ışık akısı anlamına gelmektedir. Işık şiddeti ile aydınlanma şiddeti arasında şu ilişki vardır.

$$E=I/r^2$$

Burada E ile aydınlanma şiddeti, I ile ışık şiddeti ve r ile de ışık kaynağı ile aydınlatılan yüzey arasındaki mesafe (metre cinsinden) gösterilmiştir.

İyi bir aydınlatma projesinin tasarımında, çalışanların göz sağlığı, yüksek düzeyde iş becerisi, uygun verimlilik ve çalışanların kendilerini rahat hissettikleri aydınlatma düzeyinin sağlanması gibi bir kriter kullanılabilir. Bir işyerinde büyük ölçüde kaba işlemler yapıldığı için, aydınlatma düzeyi açısından önemli bir sorun olmadığı halde, iş görenlerin kendilerini rahat ve ışıklı ortamda daha istekli çalışabilmeleri için yeterli ve tatmin edici bir aydınlatma düzeyi tercih edilmelidir (Ünnü, Şener ve Yener 2011).

## BÖLÜM 3

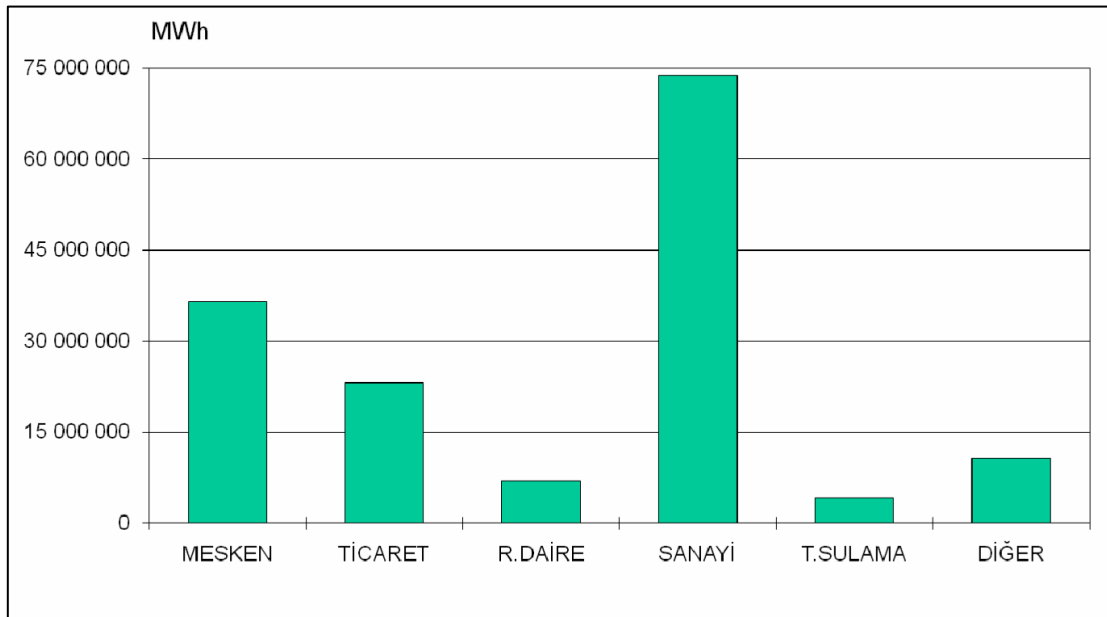
### ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Türkiye Enerji Verimliliği Kanunu, 2 Mayıs 2007 tarih 25610 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Amacı, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır.

Aydınlatma açısından bakıldığında, olası uygulamalar nihai tüketim noktalarındadır. Kanunda nihai tüketim noktaları endüstriyel işletmeler, binalar ve ulaşım olarak ifade edilmektedir.

Şekil 3.1’de Türkiye elektrik tüketiminin sektörel dağılımı verilmiştir.

Şekil 3.1 Türkiye elektrik tüketiminin sektörel dağılımı (Onaygil 2011).



Aşağıdaki şekilde ise Türkiye elektrik tüketiminin sektörel dağılımında, aydınlatmanın oranları verilmiştir.

Şekil 3.2 Aydınlatma tüketimi oranı ve sektörel dağılımı (Onaygil 2011).



Bu iki grafiğini birlikte yorumlarsak, toplam elektrik enerjisi tüketimi içinde aydınlatmanın payı ~ % 20 'dir.

### 3.1 BİNALARDAKİ ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ANLAMI

İklimlerin değişmesi ve enerji kaynaklarının kısıtlanması enerji verimliliğinin önemini iyice arttırmıştır. Dünya üzerindeki bütün ülkeler bir enerji kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Örnek olarak Avrupa ülkelerini verecek olursak bağlı oldukları enerji kaynaklarının %50'sine yakınına harcamışlardır. 2030 yılında bu oranın %70'e çıkması beklenilmektedir.

- Enerjinin sadece gerektiğinde kullanılması
- Enerjinin sadece gerektiği kadar kullanılması
- Enerjiyi mümkün olan en yüksek verimlilikte kullanma

Bina teknolojileri, enerji sektörünün en büyük müşterisi ve en büyük enerjiye ihtiyaç duyan kesim haline gelmiştir. Günümüzde evsel ve ofis binaları, ısıtma/soğutma ve aydınlatma ile

yaklaşık olarak %40 oranında enerji harcaması yapmaktadır. Bu sebeplerden dolayı Avrupa ülkeleri enerji verimliliği ile ilgili standartlar oluşturmaya başladılar.

Örneğin Avrupa standardını EN 15232 ve aynı konuda Almanya DIN 18599 olarak belirlemiştir. Avrupa da enerji verimliliği standartlarını sağlamak için, binalarda akıllı bina kontrol sistemlerinden bahsedilir hale gelinmiş ve çözüm açısından önemli bir araç oluşmuştur.

Akıllı bina kontrol sistemlerinin amacı; binalarda, aydınlatma, güneşten yararlanma, ısıtma/soğutma, havalandırma ve diğer enerji kaynaklarını kontrol altına alarak enerji verimliliğini arttırmak, yaşantımızı daha konforlu ve daha güvenli hale getirmektir. Bu bağlamda aydınlatma konusu üzerine eğilerek Türkiye’de Avrupa standartlarında yaşam kalitesini oturturma hedeflenmiştir.

Enerji verimliliğinin anlamı;

- Daha az enerjiden aynı sonucu alabilmektir.
- Aynı miktarda enerjiyi kullanarak daha iyi sonuçlar elde etmektir.

**Enerji verimliliği = Kullanılan Enerji / Gereken Enerji**

Yukarıda yazılı olan formül ve sonuçları ekonomik açıdan önemlidir. Çünkü elektrik enerji giderleri, önümüzdeki günlerde özel binalar ve ticari binalarda bir hayli artacaktır. Enerji verimliliği ise enerji maliyetlerimizin hızlı bir şekilde düşmesini sağlayacaktır.

Talep edilen ve gerekli olan enerji, kullanılan enerjiden az ise enerji verimliliği sağlanmış olur. Yani ihtiyacımızdan az enerji kullanıp aynı faydayı sağlıyorsak enerjiden tasarruf etmiş oluruz. Enerjiden yapılan tasarruflar, elektrik giderlerini, dolayısıyla ekonomimizi olumlu yönde etkileyecektir.

### **3.2 ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMA SONUÇLARI**

Modern elektrik otomasyon sistemleri kullanılan binalarda, literatürlere geçen enerji kazanımları ve yapılan çalışmalar aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.1 Yapılan otomasyon türüne göre, enerji kazanımları (ORG 2012).

Otomasyon türü	Ortalama enerji kazanımları (%)
Oda ısıtma/soğutma kontrolü	14 - 25
Bina geneli ısıtma/soğutma otomasyonu	7 - 17
Perde/panjur kontrolü	9 - 32
<b>Aydınlatma otomasyonu</b>	<b>25 - 58</b>
Havalandırma otomasyonu	20 - 45

Toplam sonuçlara bakacak olursak %11-%31 arasında enerji tasarrufu sağlanmış olacaktır.

### 3.3 KAMU KURULUŞLARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Kamu kuruluşlarının bina ve tesislerinde enerji tüketimi, faaliyetleri olumsuz etkilemeksizin azaltılacak ve 2015 yılı sonuna kadar kamu sektöründe en az %15 tasarruf sağlanacaktır.

Bu bağlamda; 2011 yılı sonuna kadar, kamu kuruluşlarının bina ve tesislerinde enerji etütleri yapılarak, verimlilik artırıcı projeler hazırlanacak, bakım idameye ilişkin bütçe ödenekleri öncelikle bu projeler için kullanılacak;

- Enerji Verimliliği Kanununun ikincil mevzuatı ve Başbakanlık genelgeleri kapsamındaki uygulamalara özen gösterilerek, gelişmeler her yıl Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından derlenerek internet üzerinden yayımlanacak ve enerji kullanan mal alımlarında asgari verimliliğin zaruri kıstas olarak kullanılması yönünde Kamu İhale Kanunu kapsamında düzenleme yapılacaktır.
- Kamu binalarının ve işletmelerinin, Enerji Hizmetleri ve Danışmanlık Hizmetleri Şirketleri ile yapılacak performans garantili sözleşmeler ile gerekli yatırımın yapılması ve tasarruf edilecek enerji bedellerinin uzun yıllar ödenebilmesine imkân sağlayıcı altyapı oluşturularak, kamu sektörünün borçlanmasına ve yıllara yaygın yükleme yapabilmesine imkân sağlayacaktır (URL-2 2012).

## **BÖLÜM 4**

### **AYDINLATMA OTOMASYONU**

En basit tanımıyla Aydınlatma Otomasyonu, aydınlatma için gerekli olan enerjinin kontrol edilmesidir. Gerekli olan enerjinin tek bir merkezden veya istenilen yerlerden kontrol edilmesi, gün ışığının etkisine göre aydınlatmaların kontrolü, zamana göre aydınlatma kontrolü, harekete ve ısıya göre aydınlatmaların kontrolü Aydınlatma Otomasyonu olarak tanımlanabilir.

#### **4.1 MERKEZİ KONTROL**

Merkezi kontrol bize aydınlatmaların tek bir merkezden dokunmatik panel, bilgisayar veya anahtar grubu ile kontrol edilmesini sağlar. Merkezi kontrol, büyük binalarda ve işletmelerde görevliler açısından kolaylık sağlamaktadır. Aydınlatmaların konumu izlenilebildiğinden açık unutulmuş, yanlışlıkla kapatılan veya açılması gerekirken açılmayan aydınlatmalara anında müdahale edilebilmektedir. Ev ve ofis uygulamalarında merkezi aydınlatma kontrolü sayesinde tek bir hareket ile bütün ışıklar kapatıldığı için örneğin; evden ayrılırken açık kalan ışık kalmayacağından enerji verimliliği sağlanmış olur.

#### **4.2 GÜN IŞIĞINDAN FAYDALANMA**

Gün ışığı aydınlatma otomasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Belirlenen iç aydınlık eşik değerine göre dış ışık kaynağından faydalanarak iç aydınlatmaları kapatma veya açma işlemine, gün ışığından faydalanma olarak adlandırılabilir. ZEVI (Almanya Elektrik Endüstrisi Birliği) Aydınlatma Otomasyonu kullanılan binalarda % 80 varan enerji tasarrufu sağladığını açıklamıştır.



## Örnek 1

Dış aydınlatmanın 5000 lx olduğunu varsayarsak, iç ışıkların yaz ve kış aylarında kapanma saatleri, kış ayları için 10:00 ile 15:00 saatleri arasında 5 saat ve yaz ayları için 7:00 ile 17:00 saatleri arasında 10 saat olarak varsayalım.

Çizelge 4.1 12000 W'lık sistem için örnek karlılık gösterimi (URL-2 2012).

Aydınlatmanın gündüz saatleri için getirdiği yük			
Floresan Lamba	60 W	200 adet	12000 W
Ortalama süreler			
Kış	Ortalama 5 ay	140 Gün x 5 saat	700 Saat
Yaz	Ortalama 7 ay	196 Gün x 10 saat	1960 Saat
Ortalama karlılık			
	1kWh=0,165TL/kWh	Yük: 12kW	Süre: 2660 saat
Kar	0,165TL / kWh x 12 kW x 2660 h = 5266,80 ₺		

## Örnek 2



Şekil 4.1 Şişecam Genel Müdürlük binası Levent, İstanbul (Şişe Cam'ın izniyle kullanılmıştır) (URL-3 2012).

Şişecam Genel Müdürlük binasının her katında 17,5 kWh, 28 çalışma katında ise toplam 490 kWh aydınlatma gücüne ihtiyaç duyulmaktadır.

Bir yılda ortalama 250 çalışma günü ve 12 saat üzerinden, binanın yıllık aydınlatma enerji harcaması 1,47MWh 'tir.

Bu değerler üzerinden %40 tasarruf yapılabilecek bir sistemin kurulması halinde, yılda 588000 kWh enerji tasarrufu anlamına gelir. 1 kWh enerji 0,1\$ / kWh birim fiyatı ile yılda 58800 \$ yani 105840₺ tasarruf yapılmış olunur (1\$=1,8 ₺ alınmıştır).

Şişecam Genel Müdürlük binasının her katta toplam 60 linye ve 72 anahtar kontrolü için bir sistem kurulmuştur. Toplamda 1680 linye ve 2016 anahtar için tasarlanan sistem ile aydınlatma giderlerinde yaklaşık %40 tasarruf edilmesi mümkündür (URL-3 2012).

### Örnek 3



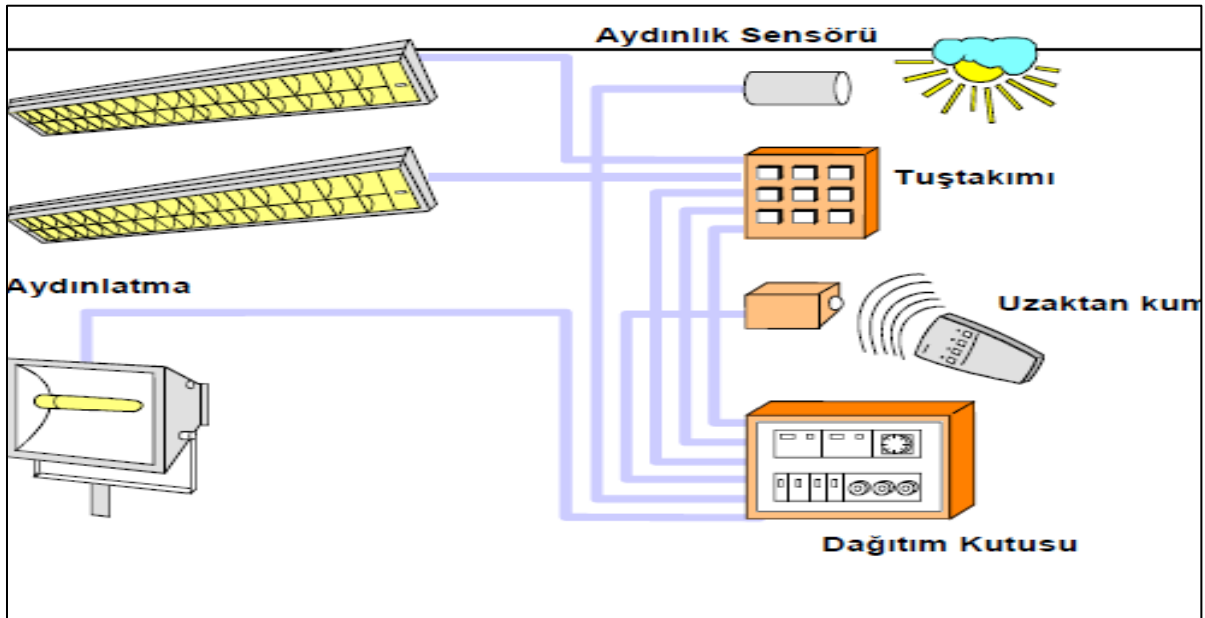
Şekil 4.2 Hugo Boss fabrikası, İzmir Serbest Bölge (Hugo Boss'un izniyle kullanılmıştır). (URL-4 2012).

Burada kurulu olan sistemde, 11 bölümde toplam 110 cihaz kullanılmış, 880 linye kontrol edilmiştir. Merkezi yazılım ile 35000 m<sup>2</sup> alanda aktif olarak çalışan sistemin monitörden izlenmesi sağlanır.

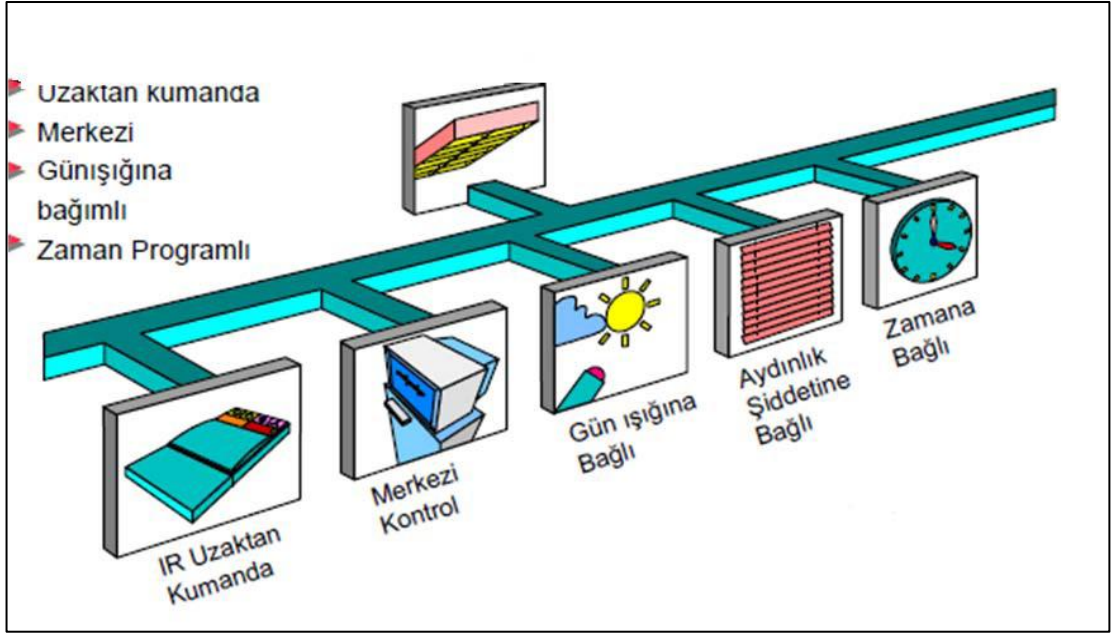
Örnekler ile açıklanmak istenenlerden biri, büyük alanlarda, aydınlatma için yüzlerce armatür kullanıldığıdır. Eğer bu aydınlatmaları sürekli açık bırakır iseniz, maddi kayıp bir yılda binlerce Türk Lirası olacaktır.

Tüm aydınlatmayı tek bir şalter ile açıp kapatamazsınız, hangisinin açık yada kapalı olduğunu otomasyon olmadan anlayamazsınız. Sadece bu iş için bir personel olsa, tüm gün hiç oturmadan tüm alanı onlarca kez kontrol etmek zorunda kalırdı.

Yukarıdaki örneklerde yer alan projeler Kontrol 2000 firması tarafından, K2K Alpine modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Projemiz sayesinde bu modülü kendi bünyemizde üreterek, maliyetleri düşürmek bir diğer hedeftir. Kendi bünyemizde üretilen modüllere teknik servis vermek, yazılımında değişiklik yapmak yada ürünü geliştirmekte mümkün olacaktır.



Şekil 4.3 Klasik elektrik tesisatı sembolik görünüm.



Şekil 4.4 Otomasyon sistemine bağlı elektrik tesisatı sembolik görünüm.



## BÖLÜM 5

### UZAKTAN KONTROL VE GÖZLEME SİSTEMİ

#### 5.1 SCADA SİSTEMLERİNİN TANIMI

Süreç (İşlem), Endüstriyel ve Bina Otomasyonunda kullanılan Programlanabilir Kontrolörler (PLC), Döngü Kontrolörleri, Dağıtık Kontrol Sistemleri (DCS), Giriş/Çıkış (I/O) Sistemleri ve akıllı sensörler (kontrol ünitesi üzerinde bulunan) gibi çeşitli cihazlardan saha verilerini sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplarlar. Tanımlanan kıstaslara göre bu bilgileri değerlendirmeye tabi tutup gerektiğinde kullanıcıya erken uyarı mesajları üretirler. Üretimi etkileyen çeşitli etkenlerin merkezi bir noktadan grafiksel veya trend olarak gözetlenmesini sağlayan ve sahadaki kontrol noktalarının uzaktan denetlenebilmelerine imkan sağlamak amacıyla kullanılan sistemler SCADA ifadesi 1960'larda Bonneville Power Administration tarafından ortaya atılmış bir terimdir.

SCADA sistemi, veri toplama ve veri aktarmanın bir bütünüdür. Veri toplama ve merkezden veri gönderme, analiz yapma ve daha sonra bu verilerin bir kullanıcı ekranında gösterilmesi işlevlerini gerçekleştirir. SCADA sistemi saha ekipmanlarını görüntüler ve aynı zamanda denetler.

SCADA sistemleri; sistem kullanıcılarına, merkezi bir kontrol noktasından geniş bir coğrafi alanda (petrol ve gaz alanları, boru sistemleri, su şebekeleri, termik ve hidrolik enerji üretim sistemleri ile iletim ve dağıtım tesisleri gibi) vanaları, kesicileri, ayırıcıları, elektrik makineleri, motor, elektronik, elektrohidrolik ve elektro pnömatik anahtarlarını uzaktan açıp kapama, ayar noktalarını değiştirme imkânı sağlamaktadır. Aynı zamanda alarmları görüntüleme, ısı, nem, frekans, ağırlık, sayı, elamanların durumları gibi ölçü bilgilerini toplama işlevlerini güvenilir, emniyetli ve ekonomik olarak yerine getirme avantajı sunmaktadır.

Burada, mekanik ve elektronik aygıtlar arabirimlerle bağlanarak işletme fonksiyonlarını yürütürler. Denetim komutları bu düzeyde tesisin çalışmasını sağlayan elektriksel sinyallere ve makine hareketlerine dönüşür, bu dönüşümler elektronik algılayıcılar aracılığıyla toplanır. Toplanan veriler elektrik işaretlerine çevrilerek SCADA sistemine aktarılır. Tahrik motorları, vanalar, lambalar, hız ölçü cihazları, yaklaşım algılayıcıları, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları burada bulunur. SCADA sisteminden verilen komutlar, bu katmanda, elektrik işaretlerine çevrilerek, gerçek dünyada istenen hareketlerin oluşması sağlar (vanaların açılıp-kapanması, ısıtıcıların çalıştırılıp-durdurulması gibi).

SCADA sistemi, hidroelektrik, nükleer güç üretimi, doğalgaz üretim ve işleme tesislerinde, gaz, yağ, kimyasal madde ve su boru hatlarında pompaların, valflerin ve akış ölçüm ekipmanlarının işletilmesinde, kilometrelerce uzunluktaki elektrik aktarım hatlarındaki açma kapama düğmelerinin kontrolü ve hatlardaki ani yük değişimlerinin dengelenmesi gibi çok farklı alanlarda kullanılabilir.

Sistemin işletilmesinde tek başına insan çabası yetersiz kalmaktadır. Sistemde meydana gelecek olayların anında tespit edilmesi klasik yöntemler ile mümkün olmamaktadır. Sistemin daha etkin işletilmesi için, daha güvenilir, daha ekonomik işletme için işletmede bilgisayar otomasyonuna gereksinim vardır. Bunun için sistem kontrol ve izleme yazılımları geliştirilmiştir.

Yazılım sayesinde kullanıcı bilgisayar ekranındaki sistem yazılımı ile sistemi uzaktan kumanda edebilecektir. Arızaların algılanması, yerlerinin tespiti ve arızanın giderilmesi yine uzaktan kumandalı olarak belli bir merkezden yapılabilecektir. Sistemle ilgili alarm sinyalleri kullanıcıyı uyuracak şekilde oluşturulması ve görüntülenmesi gerçekleştirilebilecektir. Çeşitli veriler tarih ve zaman olarak (arıza şekli, arıza yeri) veritabanı şeklinde saklanabilir, böylelikle kişilere bağlı kalmaksızın sistem hakkında toplanan verilere dayalı ayrıntılı bilgi edinilmesi sağlanabilecektir.

Dinamik grafik çizim araçları kullanılarak izlenmesi istenen süreç gerçeğe çok yakın bir şekilde canlandırılabilir ve alarmlar çarpıcı hale getirilebilmektedirler. SCADA yazılımları kendi bünyelerinde bulunan çekirdek yazılımları kullanılarak grafiklerle birlikte hareket, boyutlandırma, yanıp sönme ve doldurma, boşaltma gibi operatörlerin dikkatini çekip kullanım kolaylığı sunabilecek özellikleri içermektedirler. Operatörlerin görmesini

kolaylaştıracak değişik renk, boyut ve şekillerde alarm hazırlamak ve alarm durumunda alınacak acil tedbirleri ekranda göstermek mümkün olmaktadır. Klasik denetleyicilerle olduğu gibi modern SCADA sistemlerini kullanım sırasında da elle kontrol yapabilmek için grafik tetikleyicileri olarak adlandırılan yazılım parçaları kullanılmaktadır.

Herhangi bir tesiste olabilecek olan otomatik kontrol sistemlerinin kullanıcılar tarafından tek bir ekran üzerinden yönlendirilebilmesi çok arzu edilen bir durumdur. Bu sayede kullanıcıların sistemlerini yönetmeleri için, sistemin bulunduğu yere gitme zorunluluğu ortadan kalkmış ve kontrol müdahalelerini buldukları yerde bilgisayarlar üzerinden vererek büyük kolaylıklar sağlanmış olur.

### **5.1.1 SCADA Sisteminin Uygulama Alanları**

SCADA sisteminin birçok kullanım alanı vardır. Geniş bir coğrafi alana yayılmış, bölgesel ve yerel tesislerin bir çoğunda kullanılmaktadır. SCADA sisteminin başlıca kullanım alanları şunlardır:

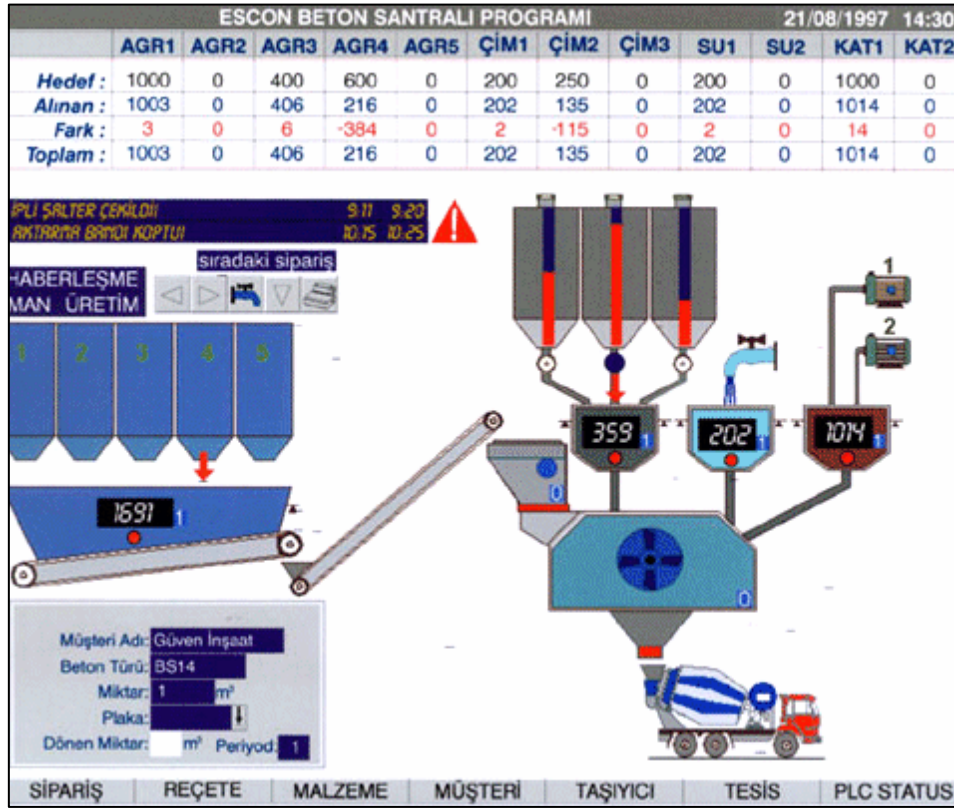
- Kimya Endüstrisi
- Doğalgaz ve Petrol Boru Hatları
- Petrokimya Endüstrisi
- Elektrik Üretim ve İletim Sistemleri
- Elektrik Dağıtım Tesisleri
- Su Toplama, Arıtma ve Dağıtım Tesisleri
- Hava Kirliliği Kontrolü
- Çimento Endüstrisi
- Otomotiv Endüstrisi
- Bina Otomasyonu
- Süreç Tesisleri

Türkiye’de birçok SCADA uygulamasına rastlamak mümkündür. Örneğin İstanbul metrosunda bulunan yürüyen merdivenler, havalandırma fanları, aydınlatma sistemi, yangın ihbar ve koruma sistemleri ve enerji dağıtım sistemleri tamamen bilgisayarlarla izlenebilmekte ve gerekli müdahaleler merkezi kontrol ünitesinden yapılmaktadır.



Bolu'daki deprem konutlarının elektrik dağıtım sistemlerinde de SCADA sistemi kullanılmıştır. Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi'nin doğal gaz hatlarında, Türkiye Elektrik Kurumu elektrik üretim ve dağıtımında, Ankara, İstanbul, Kayseri gibi bazı kentlerde Su ve Kanalizasyon İdarelerinin su depolarında, pompa istasyonlarında ve ölçüm noktalarının kontrolünde SCADA sistemleri kullanılmaktadır.

İzmit'te 1999 Ağustos'unda yaşanan depremde SCADA sayesinde doğalgaz şebekesinde herhangi bir problem görülmemiştir. SCADA kontrol odasından şebekedeki ana çelik vanalar hemen otomatik kapatılmış, 27 adet bölge regülatörü de eşzamanlı olarak durdurulmuş ve vana odaları görevlilerince kapatma işlemlerinin kontrolü de yapılarak tüm sistemin gaz akışı kesilmiştir.



Şekil 5.1 Bir beton santralinde kullanılan SCADA sisteminden alınmış bir ekran görüntüsü.

Yukarıda bir beton santralinde kullanılan SCADA sisteminden alınmış bir ekran görüntüsü verilmiştir.

### 5.1.2 SCADA Sisteminin İşlevleri

SCADA sisteminin işlevleri şunlar olabilir:

- İzleme işlevleri
- Kontrol işlevleri
- Veri toplama
- Verilerin kaydı ve saklanması

SCADA sistemleri kullanarak uygulama yazılımı geliştirmek için iletişim protokollerinin tanımlanması ve veri tabanı yapısının tanımlanması gerekmektedir. İletişim protokolleri SCADA'nın işletmedeki bilgi omurgası olması 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. Veri tabanında süreç değişkenlerine işaret eden her bir bilgi, etiket, kapı veya nokta olarak tanımlanır.

SCADA sistemleriyle örnek olarak kalite, üretim verimliliği, üretim maliyetleri, bakım amaçlı bilgiler, çalışanların kontrolü, üretilen ürünlerin kodlanması, istatistiksel amaçlı bilgiler toplanır.

SCADA sistemleri süreç değişkenlerini sürekli olarak gözleyip bu değişkenlerin istenmeyen değerlere ulaşması durumunda operatörü uyararak üzere geliştirilmiş alarm yapısına sahiptirler. Alarmlar basit listeler halinde tanımlandığı gibi önem sırasına göre sınıflandırılmış olarak veya grafik içinde gösterilebilirler.

SCADA sistemleri fabrikadaki değişik vardiyalarda yapılmış üretim sonuçlarını, sürecin belirli değişkenlerini, olayların sonuçlarını istek üzerine veya olaylar gerçekleştikçe veya periyodik olarak raporlarlar. Bu raporları işletmenin isteği herhangi bir düzende hazırlamak mümkündür.

SCADA sistemleri kullanarak üretime dair reçeteler uygulamaya konurlar. Reçeteler grafiklerle ilişkilendirilip kullanıcının reçetelere kolay erişimi ve gerekiyor ise bu reçetelerde

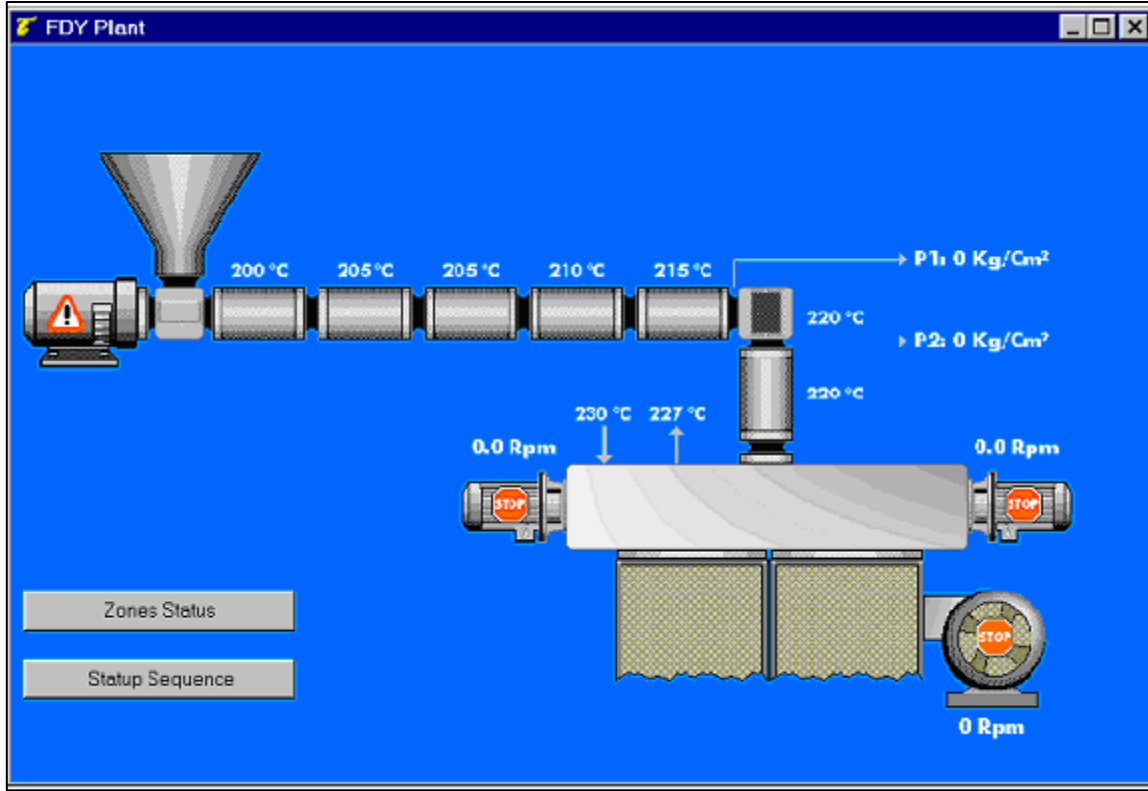
değişiklik yapması mümkün olur. Kullanıcının reçeteleri başlatması veya değiştirmesi istenmeyen durumlarda ise SCADA programında yazılan reçeteler uygulama esnasında otomatik olarak çağrılabilirler.

SCADA uygulamalarında yazılımın değişik kullanıcılar tarafından değişik şekillerde kullanılmasını sağlayan yetki ve güvenlik mekanizması kodlar kullanılarak sağlanır. Genellikle SCADA paketlerinde kullanıcı kolaylığı sağlayan ve SCADA operasyonlarını içeren bir denetleme lisansı bulunmaktadır. SCADA'da oluşan kontrol cihazlarından toplanan her türlü bilgi, “Tagname” adını verdiğimiz veri tabanında bir değişikende tutulmaktadır.

SCADA'da “Tagname” olarak tutulan bu bilgilerin işlenip, işletmenin ihtiyaç ve isteklerine uygun bir hale getirilmesi gerekmektedir. Üretim tesislerinin toplanan bilgiler aşağıdaki şekilde kullanılırlar;

- Sistemin grafik animasyonunun elde edilmesi.
- Toplanan bilgilerin devamlı bir şekilde alarm kriterlerine göre değerlendirilmesiyle alarmların oluşturulması.
- Toplanan bilgilerin kaydedilerek, istatistiksel ve geriye dönük kontrol amaçlı kullanımı.
- Bilgiler kaydedilirken ya belli aralıkları ile ya da bilgide değişme olduğu zaman değişme zamanı ile kayıt gerçekleşmektedir.
- Hatla ilgili çeşitli değişkenlerin gerek zamanlı gerekse tarihsel olarak izlenilmesi.
- Raporlama.
- İstatistiksel Process Kontrol.
- Hat ile ilgili parametre ve reçetelerin SCADA sisteminde girilmesi.

Şekil 5.2’de Bir Plastik Enjeksiyon makinesinin SCADA programı ile kontrolünü sağlayan ekran görüntüleri örnekleri verilmiştir.



Şekil 5.2. Bir plastik enjeksiyon makinesinin SCADA programı ile kontrolü.

### 5.1.3 SCADA Yazılımından Beklenenler

- Hızlı ve kolay uygulama tasarımı
- Dinamik grafik çizim araçları
- Çizim kütüphaneleri
- Alarm yönetimi
- Tarih bilgilerinin toplanması
- Rapor üretimi

### 5.1.4 SCADA Sistemlerinin Sağladığı İmkanlar

- Kullanıcı tarafından tanımlanmış işletmeye ait canlandırma ekranda kullanılacak nesnelere vasıtasıyla işletmenin takibi (seviye, sıcaklık, basınç, sayısal sinyaller, vana ve motor durumları, sistem durumu vb...)
- Reçete ekranları vasıtasıyla reçetenin girilmesi ve işleyen reçeteler hakkında operatörlerin bilgilendirilmesi,

- Parametre ekranları vasıtasıyla, sistem için gerekli olan parametrelerin girilmesi
- Parametrelerinin girilebilmesi ve gözetlenmesi
- İşletme değerlerinin tarihsel ve gerçek zamanlı eğrilerinin tutulması
- Anlık ve periyodik raporların (üretim, reçete, stok vb. ) alınması,
- Otomatik çalışan sisteme, SCADA ekranlarından manuel müdahale yapılabilmesi
- Alarm ve durumların gösterilmesi ve yazıcıya veya veri tabanına kayıt edilmesi,
- İleri düzeyde kalite kontrol desteği

## 5.2 SİSTEMİN YAPISI

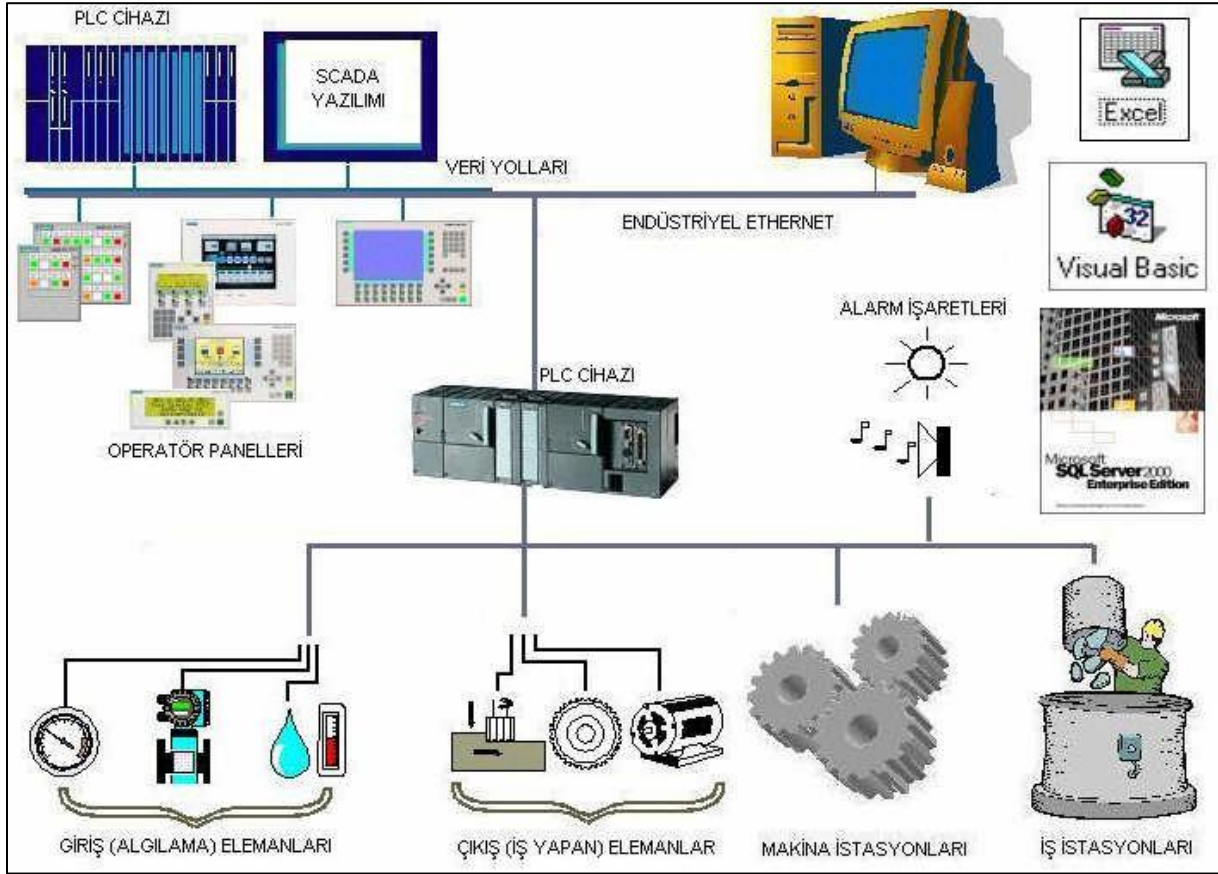
SCADA sisteminin yapısı genel olarak üç ana kısımdan oluşur:

- Uzak uç birim (RTU: Remote Terminal Unit): Veri toplama ve kontrol uç birimlerini oluşturan sistemlerdir.
- İletişim sistemi: Bir bölgeden başka bir bölgeye karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesini sağlayan sistemlerdir.
- Kontrol merkezi sistemi (Ana Kontrol Merkezi / MasterTerminal Unit)

Geniş bir coğrafi alana yayılmış tesislerin, bilgisayar esaslı bir yapıyla uzaktan kontrol edildiği izlendiği ve yönetildiği yer olarak tanımlanabilir.

Aşağıda SCADA sistemlerinin genel bir 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 gözetlenmesi sağlanabilir. Bu sistem, bir dizi elektronik kontrol ünitelerini, endüstriyel bilgisayarları veya iş istasyonlarını ve uygulama yazılımlarını ile iletişim bölümlerini içerir.

Bilgisayara kurulan bir SCADA programı ile oluşturulan kullanıcı panelleri sayesinde, kullanıcı sistemi ekran üzerinde izleyebilir ve kontrol edebilir. Bilgisayar, ethernet hattı ile Programlanabilir Lojik Denetleyiciler'e bağlanır. Bu cihazlar ile sensörlerden gelen verileri okumak, alarm vermek veya makine ve ekipmanları kontrol etmek mümkündür. Kullanıcı sistemde bir problem gördüğünde sistemi durdurabilir. Arıza anındaki verilerin raporunu alarak, kayıt tutabilir.



Şekil 5.3 Bir SCADA sistem otomasyonunun yapısı.

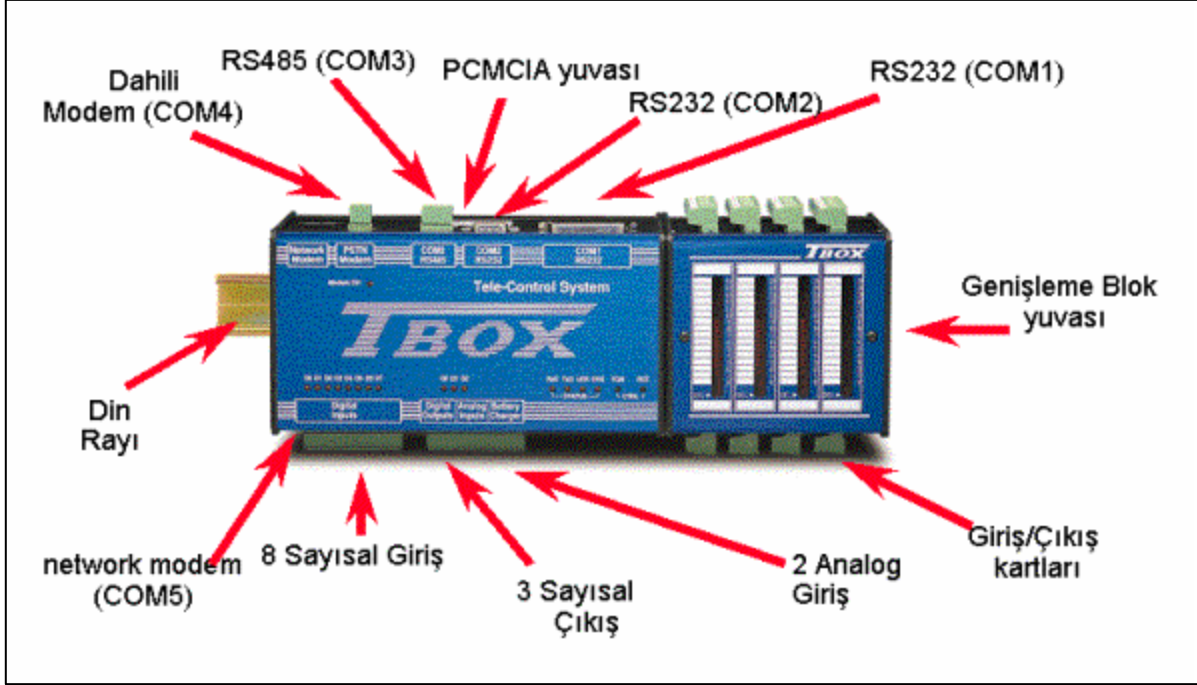
### 5.3 SCADASİSTEMLERİNİN TEMEL ELEMANLARI

Bir SCADA sisteminde, uzak terminal birimleri, ana terminal üniteleri, iletişim ağları, veri toplama üniteleri, sensörler ve algılayıcılar, yazılım, merkezi kontrol odası, kontrol panoları, SCADA sistem terminalleri, bilgisayar ekranları, yazıcılar, kesintisiz güç kaynakları yer alabilir.

#### 5.3.1 Uzak Terminal Birimleri (Remote Terminal Units, RTU)

Bir SCADA sisteminde Uzak Terminal Birimleri (RTU), bağlı 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 donanım birimidir.

Aynı zamanda Uzak Terminal Birimleri buldukları yerde ölçüm ve denetleme işlemleri yürüten birimlerdir ve RTU (Remote Terminal Unit) olarak adlandırılmaktadır (Şekil 5.4'te görülmektedir).



Şekil 5.4 Örnek uzak terminal ünitesi.

SCADA sistemleri içerisinde yerel ölçüm ve kumanda noktaları oluşturan Uzak Terminal Birimleri birbirlerine bağlanabilen çeşitli cihazlara {Enerji Gözetleme Sistemlerinde, kesici ve ayırıcıları} kumanda edebilir. Ölçülmesi gereken akım, gerilim, aktif ve reaktif güç, güç faktörü gibi değerleri ölçebilir. Ayrıca ayırıcı, kesici (Açık, Kapalı) durumlarını kontrol edebilme imkanı sağlar. Uzak Terminal Birimleri yardımıyla merkezi kumanda ve izlemeyi sağlayabilmek için Uzak Terminal Birimleri tüm ölçüm sonuçları ile cihazların çalışma durumlarını (Kesici açık, Ayırıcı kapalı, vana açık – kapalı, pompa çalışıyor-duruyor vb. bilgileri) merkeze ileterek ve merkezden gelen komutlar doğrultusunda (Kesici Aç, Ayırıcı Kapa, Vanayı aç- kapat, pompayı çalıştır durdur vb.) işlemlerini yaparlar} kontrol ve kumanda sağlarlar. Fakat uzak terminal birimleri'nin görevi sadece ölçüm yapmak ve komut uygulamak değil, ölçüm sonuçlarının belirli sınırlar içerisinde olup olmadığını da denetleyerek aykırı yada alarm durumlarını merkeze bildirmeyi de sağlar.

Bu cihazlar SCADA sistemleri için anahtar pozisyonundadırlar. Uzak Terminal Birimleri alandan bilgi toplamayı sağlayan küçük bilgisayarlarıdır. Uzak Terminal Birimleri (RTU) bağımsız veri toplama ve kontrol ünitesidir. Görevi uzak bölgedeki cihazları kontrol etmek, bunlardan veri toplamak ve bu veriyi merkezi yönetici SCADA sistemine taşımaktır.

Uzak Terminal Birimleri birçok cihaz ile haberleşebilirler, bunlar cep telefonları ve cep bilgisayarları, taşınabilir bilgisayarlar da olabilirler. Şekil 5.5’de Uzak Terminal Biriminin haberleşebileceği cihazlar gösterilmiştir.



Şekil 5.5 Uzak terminal ünitesinin haberleşebileceği cihazlar.

Uzak Terminal Ünitelerinin sabit giriş ve çıkışları vardır. Örneğin, 16 dijital giriş, 8 dijital çıkış, 8 analog giriş ve 4 analog çıkış gibi.

Uzak Terminal Biriminin görevleri tekrar sıralayacak olursak;

- Bilgi toplama ve depolama
- Kontrol ve kumanda
- İzleme
- Arıza yeri tespiti ve izolasyonudur



### 5.3.2 Ana Terminal Üniteleri (Main Terminal Unit, MTU)

Merkezi sistem birimi; yöneticilerin, işletme operatörlerini, bakım elemanlarını ve tüm işletim sistemini gerçek zamanlı görsel olarak izleyebildikleri fiziksel çevredir. Kontrol merkezinde merkezi bilgisayardan başka bilgisayar terminalleri, bilgisayar ekranları, yazıcılar bulunur.

Ana Terminal Üniteleri SCADA sisteminde geniş bir alana yayılmış Uzak Terminal Birimlerinin koordineli çalışması, Uzak Terminal Birimlerinden gelen bilgilerin yorumlanması, kullanıcılara sunulması, ayrıca kullanıcıların isteklerini Uzak Terminal Birimlerine ileterek merkezi kumandanın sağlanması işlevlerine SCADA sisteminde merkezi sistem birimi yerine getirir.

Ana terminal ünitelerinin görevleri:

- Uzak Terminal Ünitelerinden gelen verilerin toplanması
- Toplanmış verilerin yazılım programları ile işlenerek ekrana veya yazıcıya gönderilmesi
- Sistemde kontrol edilecek cihazlara kontrol komutu gönderilmesi
- Belli olaylar karşısında alarm üretme ve gelen alarmları operatöre en hızlı şekilde iletme
- Meydana gelen olayları ve verileri zaman sırasına göre kaydetme
- Başka bilgisayar sistemleri ile iletişimde olma
- Dağıtım yönetim sistemi ve enerji yönetim sistemi gibi üst seviye uygulama programlarını çalıştırma
- Yazıcı, çizici, haberleşme birimleri gibi ek birimlerin kontrolü.

### 5.3.3 İletişim Ağları

İletişim, bir bölgeden başka bir bölgeye, karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesi işlemidir. SCADA sisteminde sistemin işlemesi için iletişim hayati öneme sahiptir. İletişim kanallarının veri elde edebilmesi ve kontrolündeki hızı önemli ölçüde SCADA Sistemini etkilemektedir. Buna bağlı olarak Kontrol Merkezindeki kullanıcı arabirimi ve uygulama yazılımları da etkilenir. SCADA Sisteminin en yüksek başarı düzeyi ile uygulaması iletişim sistemine bağlıdır.

### 5.3.3.1 İletişim Ağı

SCADA sisteminin hız performansını etkileyen en önemli kısmı iletişim ağıdır. Kontrolü yapılan sistemlerin 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.

Bu bağlantı türleri fiziksel bağlantı biçimine ve ağ bileşenlerinin coğrafi konumuna göre yerel (LAN:LocalArea Network) ve geniş alan ağları (WAN: WideArea Network)olarak sınıflandırılırlar.

- Yerel Ağ (LAN)

Bu ağlar 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.

Kontrol merkezinde bilgisayarlar arasında veri paylaşımını, program paylaşımını sağlamak ve çok sayıda bilgisayarı ve farklı özelliklerde bilgisayarları, büyük **hızlarda veri iletişimini** 1-100 Mbyte/saniye gibi sağlamak için Yerel iletişim ağları oluşturulur.

- Geniş Alan Ağı (WAN)

Yerel alan ağı bir fabrika ortamı ile sınırlıdır. Halbuki Geniş Alan Ağları birbirinden çok uzak olan sistemleri birbirine bağlar. Birimler birbirinden coğrafi olarak yayılmış uzak mesafelerde bulunuyorsa bu durumda iletişim bağlantısı bu ağ türüne dönüşür.

Geniş Alan Ağı ve Yerel Ağ SCADA kontrol sisteminde geniş bir alana yayılmış birden fazla operatör istasyonunun birbirine bağlanması ve işletmeye ait tüm verilerin transferi için kullanılır. Bu ağlar sayesinde her terminal ünitesine sistemin kaynakları açık hale getirilmektedir. Kontrol sisteminde herhangi bir terminal birimi başka bir bilgisayarın yazıcısından çıkış alabilir ve herhangi bir birimin bilgisayarı diğer binimdeki bilgisayarın ana belleğinde mevcut olan bir dosyayı bulup kopyalama işlemini gerçekleştirebilir.

### 5.3.3.2 İletişim Protokolleri

Araçlar arasındaki bağlantılarda sık sık pahalı olmayan bükümlü çift kablolar kullanılmaktadır. Veri yolu tek bir veri kablosu ve toprak dönüş hattından olabileceği gibi, bükümlü çift kablo içerisindeki her bir iletken farklı sinyalleri taşımak için kullanılabilir.

Çoğu projelerde kullanılacak standart bir arabirim vardır. Haberleşmede kullanılan iki önemli arabirim RS-232 ve RS-485'tir.

- RS-232 birbirine yakın iki nokta (örneğin iki bilgisayar) arasında yavaş bir haberleşme (veri alışverişi) için kullanılır.
- RS-485 iki veya daha fazla nokta kullanıldığında, daha uzun mesafelerde ve daha hızlı haberleşme için kullanılır.

Bir arabirim olarak bilgisayarlar üzerinde bulunan port kullanılabilir (RS-232) veya gerektiğinde portlar veya adaptörler eklenebilir. Bilgisayarların çoğunda en azından bir tane RS-232 arabirimi mevcuttur. Bu yok ise de kolaylıkla bir RS-232 veya RS-485 ara birimi bir bilgisayar veya mikro kontrolöre ilave edilebilir.

RS-232 ve RS-485 arabirimler izleme ve kontrol sistemlerinde kullanılmaktadırlar.

RS-232 çok yaygın bir arabirimdir, çünkü bu arabirim kolaylıkla elde edilebilir, ucuzdur ve diğer seçeneklere göre daha uzun kablolar ile kullanılabilir.

RS-485 arabirimi de pahalı değildir, kolaylıkla bir sisteme ilave edilebilir ve RS-232'den daha yüksek veri transfer (iletişim) hızlarında kullanılabilir ve bu arabirim çok uzun mesafeleri bile desteklemektedir.

### 5.3.3.3 İletişim Ortamları

SCADA sistemlerinde Merkez ile Uzak Terminal Üniteleri arasındaki ve Uzak Terminal Ünitelerinin kendi aralarındaki iletişim için kullanılan fiziksel elemanlar oluşturulan ağ türüne göre değişir.

SCADA Sistemlerinde iletişim ortamı olarak kullanılabilen çeşitli alternatifler:

- Enerji Taşıma Hatları
- Kiralanmış PTT Telefon Hatları
- Kablolü TV Hatları
- Radyo Frekansında İletişim
- Fiber optik
- Metalik Kablolü Özel Hatlar

### **5.3.4 Veri Toplama Üniteleri**

Kontrol üniteleri SCADA sistemlerinin diğeri önemli birimini oluşturur. Kontrol üniteleri kontrol odası seviyesinden çeşitli yardımcı işletmelerin kontrol ünitelerinden işletme ve yönetim seviyesine kadar tüm veri ve bilgileri yüksek hızlarda işleyecek bir yapıdadır. Kontrol alt birimlerine, işletme ünitelerine, çalışma sahasına ait donanım ve detektörlere bağlanarak gerekli bilgi ve veri alışverişini sağlarlar.

SCADA sisteminde toplanan verilerin değerlendirilmesi, ekranda gösterilmesi veya diske kaydedilmesi için bilgisayara aktarılması gereklidir.

#### **5.3.4.1 Programlanabilir Lojik Denetleyiciler (PLC)**

Programlanabilir lojik kontrolör (Programmable Logic Controller, PLC) endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda ve kontrol devrelerini gerçekleştirmeye uygun yapıda giriş çıkış birimleri ve iletişim arabirimleri ile donatılmış, kontrol yapısına uygun bir sistem programı altında çalışan bir endüstriyel bilgisayardır.

Programlanabilir lojik kontrolörler, biriken bilgi ve verilen bir bilgi aynı anda SCADA sistemine iletirken bir yandan da işletme fonksiyonlarını yerine getirmek için yazılım programlarına uygun olarak lojik kontrol denetimini sağlarlar.

### **5.3.4.2 Veri Toplama (Data Acquisition – DAQ ) Modülleri**

SCADA sistemlerinin temeli iyi bir kontrol ve bilgi toplama esasına dayanmaktadır. Bu sistemler bilgisayar tabanlı olup bilgisayar ile birlikte Veri Toplama (Data Acquisition- DAQ) Kartı kullanılmaktadır.

Bu kartlarda mikroişlemci, dijital giriş/çıkış (I/O), bellekler, sayıcı/zamanlayıcı, dönüştürücüler işletim sistemi genetik programı bulunur.

### **5.3.5 Sensörler ve Algılayıcılar**

Saha, süreç ve işletmeye ait verilerin toplandığı SCADA kontrol sistemlerinin en alt seviyesini oluştururlar. Bunlar fiziksel ve elektronik iletişim cihazları olup, işletme için gerekli bölgesel denetleyicilerdir. Fiziksel çevrenin bilgileri bu seviyede elektrik/elektronik işaretlerine çevrilerek SCADA sistemine girerler. SCADA sisteminden verilen komutlar ile bu seviyede elektrik/elektronik işaretlerden fiziksel büyüklüklere çevrilerek, gerçek dünyada istenen hareketler (kesicilerin açılıp-kapatılması, motorların başla-durdurulması vb.) gerçekleştirilmiş olur.

Algılayıcılar; sıcaklık, basınç, hız, konum gibi fiziksel bilgileri voltaj, akım, frekans, darbe gibi elektriksel sinyallere dönüştürür (Termokopul veya RTD elemanları vb.). Kontrol elemanları fiziksel sistemleri harekete geçiren elemanlar olup süreç kontrolü sağlarlar.

### **5.3.6 Yazılım**

SCADA sisteminde verileri toplayıp, işleyen ve harici cihazları ve makinaları kontrol eden yazılımların kullanılması gerekmektedir.

### **5.3.7 Merkezi Kontrol Odası**

Kontrol Merkezi geniş bir coğrafyaya yayılmış tesislerin, bilgisayar esaslı bir yapıyla uzaktan kontrol edildiği, izlendiği ve yönetildiği yer olarak tanımlanabilir. Kontrol Merkezi genelde SCADA sistemlerinin ve kontrol edilecek tesislerin merkezi bir yerine kurulur.

Genel bir SCADA sistemindeki merkezi kontrol odasında; bilgisayar ağı, bilgisayar destekli SCADA paket uygulamaları, bilgisayar terminalleri, insan-makina iletişimi için bilgisayarlar, yazıcılar, sinyal lambaları, siren gibi destek donanımlarından oluşur.

Kontrol merkezi kumanda odası, tüm önemli bilgisayar ve elektronik cihazların çalıştırıldığı yerlerde olduğu gibi, statik elektriğe karşı, izole yükseltilmiş bir tabanla zeminden ayrılmalıdır. Şekil 5.6'da bir kontrol merkezi odası görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5.6 Merkezi kontrol odası.

### 5.3.8 Kontrol Panoları

Programlanabilir elektronik kontrol ünitelerini ihtiva eden bu panolar; sinyal lambaları, sirenler ve pano görüntülerini içerebilirler.

SCADA kontrol sistemlerinde alçak gerilim cihazları, elektronik kontrol ünitelerinin yerleşimi bu panolara yapılır. Bunlar kontaktörler, röleler, sigortalar vb. elemanlar ihtiva ederler. Şekil 5.7'de bir kontrol panosu örneği verilmiştir.



Şekil 5.7 Kontrol panoları.

### 5.3.9 SCADA Sistem Terminalleri

Birçok kullanıcıya çalışma imkânı veren bu terminaller kullanıcının sistemi gözleyebilmelerini ve kontrol edebilmelerini sağlar. Sistemin kontrolü için gerekli bilgilerin yetkili kılınanlar tarafından girilmesi veya değiştirilmesi, şifre ile mümkün olabilmektedir. Bu terminaller bilgisayarlar veya çeşitli kullanıcı panelleri olabilir.

### 5.3.10 Bilgisayar Ekranları

Renkli, yüksek çözünürlük ve tarama oranına sahip, ergonomik yapıdaki ekranlar ile dinamik işletme noktaları (motor, vana, ölçü noktası) ve görüntünün gerçek zamanda sürekli gözlenmesi sağlanmaktadır.

### 5.3.11 Yazıcılar

İşletmeye ve sisteme ait tüm durum ve arıza hallerini raporlama imkânı sağlar.

### 5.3.12 Kesintisiz Güç Kaynağı

Kontrol merkezinde bilgisayar ve çevre donanımlarına kesintisiz akım sağlayacak bir kesintisiz alternatif akım ve doğru akım güç kaynağı bulunmalıdır.

SCADA sistemleri bir teçhizat veya fabrikayı gözlemlemek ve kontrol etmek için kullanılır. Veri toplama işlemini ilk önce uzak terminal birimleri kendine bağlı olan girişlerini tarayarak yapar. Genelde bu tarama işi sık aralıklarla yapılır. Daha sonra merkezi yönetici istasyon, uzak terminal birimlerini tarayarak verileri alır. Genelde bu tarama işi daha seyrek aralıklarla yapılır. Veri işlenir, alarm durumları tespit edilir. Eğer bir alarm durumu oluştuysa belirlenen alarm SCADA yazılımı içerisindeki “alarm listesinden” seçilir ve operatöre gösterilir.

SCADA sistemi ile operatör arasındaki temel arabirim, teçhizat veya fabrikanın durumunu gösteren bir grafik göstergesidir. Güncel veri statik bir arka plan üzerinde yer alan grafiksel şekillerden oluşur. Alanda veri değiştiğinde ön plandaki grafik güncellenir. Örneğin bir vana açık veya kapalı olarak işaretlenir. Analog veriler grafiksel olarak veya sayısal değeri ile gösterilebilir. Sistem bu şekilde birçok göstergedan (gösterge nesnelere) oluşabilir ve kullanıcı da istediği zaman bunlardan kendisi ile ilgili olanlarını seçebilir (MEB 2007).





## BÖLÜM 6

### PSOC

#### 6.1 MİKRODENETLEYİCİ VE PSOC

Gömülü Sistemler, cep telefonları ve müzik çalarlar gibi birçok elektronik cihazlarda kullanılır. Ayrıca otomobil, uçak gibi taşıma araçlarına dek birçok ortam içinde “gizlenmiş”, içinde buldukları cihazı işleten özel amaçlı bilgisayarlardır diyebiliriz. Tıpkı genel amaçlı bilgisayarlar gibi donanım ve yazılım bileşenlerinden oluştuğu halde, onlar gibi herhangi bir işi yapmak üzere kullanılmazlar. Amaçları yalnızca içinde buldukları cihazı işletmek, hatasız çalışmasını denetlemek ve yerine göre cihaz/cihaz ya da cihaz/insan ara yüzünü gerçekleştirmektir. Dolayısıyla donanımlarında bilgi toplama/işleme dışında denetleme ve iletişim birimlerine de ihtiyaç vardır.

Mikrodenetleyiciler elektronik sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Küçük yapıda olmaları ve birçok elektronik elemanın yaptığı işi tek başına yapabilmesi nedeniyle çok fazla talep görmektedirler. Teknolojinin sürekli gelişmesine paralel olarak mikrodenetleyicilerde büyük gelişmeler göstermektedir. Gelişen teknolojinin yeni ürünü olan PSOC (Programmable System-On-Chip) kullanımı kolay olması ve esnek tasarım imkânı sağlamaktadır. PSOC’u diğer mikrodenetleyicilerden ayıran bu üstünlüklerinden dolayı hem akademik hem de endüstriyel alanda kullanımı hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır.

PSOC, Cypress firmasının 2005 yılında 8 bit mikrodenetleyici uygulamalarına yönelik olarak ürettiği üründür. Çip üzerine programlanabilen sistem olarak bilinen PSOC, bilinen mikrodenetleyicilerin aksine CPU (Central Processing Unit, Merkezi İşlem Birimi) temel bloğu ile birlikte fonksiyonu kullanıcı tarafından kolayca tanımlanabilen analog ve dijital kullanıcı blokları sunar. Gömülü sistem yapısına uygun olan PSOC, kullanıcının kendi mikrodenetleyicisini oluşturmasına yatkındır. Değiştirilebilir çalışma gerilimi ve 1V gibi küçük gerilimde çalışma özelliğine sahiptir. Ayrıca PSOC farklı osilatör frekanslarında

çalışabilmektedir. Maliyet, hız, esneklik, güç tüketimi, kullanım kolaylığı, kullanım alanı ve güvenilirlik bakımından oldukça uygundur. Cypress firması PSOC'u geliştirmeye hızla devam etmekte ve daha kolay, daha fonksiyonlu mikrodenetleyici çalışmalarında büyük bir yol almıştır. 2005 yılında 8 bit M8C CPU, 32 KB Flash program hafızası, 2 KB SRAM, 3 V-5,5 V İşlemci voltajı özellikleriyle üretilirken 2010 yılında 32 bit ARM Cortex-CPU, 256 KB Flash program hafızası ve 64 KB SRAM, 0,5 V-5,5 V İşlemci voltajı özellikleriyle üretilmektedir.

Gömülü Sistem tasarımı Elektronik Mühendisliğinin en zor pratiklerindedir. Tasarlanan devre istenilen işlevi yerine getirmek dışında, bir dizi işlemin daha üstesinden gelmek zorundadır. İşlettikleri cihazlar çoğu kez gerçek zamanlı çalıştıkları için gömülü sistemler genelde gerçek zamanlı tasarım ürünleridir. Ayrıca bu cihazlar çok güvenilir ve emniyetli olması gerektiğinden gömülü sistemlerin hata oranları çok düşük olmalıdır. Oysa çalışma ortamları, elektronik sistemler için hiç te elverişli olmayan; hava koşulları, sinyal gürültüsü, elektromanyetik karışım gibi bir dizi etken içerir. Tasarımcı bütün bu etkenleri önceden belirleyerek, karşı önlemler almak durumundadır. Öte yandan sistem kaynakları gömülü uygulamaların hemen hemen hepsinde sınırlıdır. Tasarımcı elindeki işlemci gücünü, belleği çok dikkatli kullanmak ve güç harcamasını en azda tutmak için tüm maharetini göstermek zorundadır. Çünkü bu cihaz belki bir sismik ölçüm cihazı gibi ücra bir köşede yıllar boyu müdahalesiz çalışacaktır ya da bir cep telefonu gibi pilli çalışma süresi mümkün olduğunca uzun olmak durumundadır (URL-5 2012).



Şekil 6.1 PSOC (URL-6 2012).

Yakın zamana dek bu tasarım zorluklarına, bir de değişik üreticilerden alınan elektronik parçaların birbirleriyle uyumlu çalıştırılması güçlüğü ekleniyordu. Karmaşık bir gömülü sistem tasarlayabilmek için, kullanımı kolay bir geliştirme ortamına sahip, hızlı bir mikro denetleyici seçilmelidir. Buna rağmen, ardından her biri ayrı üreticinin ürünü olan analog/sayısal çevirici, flash bellek, sinyal işleme ve iletişim devreleri ve tüm parçaların birlikte çalışmasını sağlayan mantık devreleri eklendiğinde tasarlanan devreyi hatasız ve güvenilir biçimde çalıştırmak tasarımcılar için tam bir soruna dönüşebilir. Cypress Microsystems firması tasarımcıların hayatını büyük ölçüde kolaylaştıran, yaratıcı bir ürün ailesi olan PSOC'u (Programmable System-on-Chip) piyasaya çıkararak sistem tasarımının gidişine yeni bir yön vermeyi başarmıştır. PSOC, programlanabilir tek-entegre devrelerden (single-chip) oluşan ve hem analog hem de sayısal sinyalleri işleyebilen bir mikrodenetleyici sistemi ürün ailesidir. Bu ürün gamının her bir üyesi, bir mikrodenetleyici ve tipik olarak bir gömülü sistemde, mikrodenetleyici etrafında yer alan, bir dizi analog ya da sayısal sistem bileşenini yapısı değiştirilebilen tek bir entegre devre içinde tümleştirerek sistem tasarımı için kullanıma hazır, standart, esnek sistem modülleri oluşturur.

PSOC ailesinin tüm üyeleri tek entegre içinde hızlı bir Merkezi İşlem Birimi (CPU), tanımlanabilir, analog ve sayısal çevre birimi blokları, flaş program belleği ve SRAM veri belleğinden oluşuyor ve birbirlerinden değişik bellek kapasiteleri ve sinyal giriş/çıkış sayıları itibarıyla farklılaşıyor. Ürüne asıl gücünü veren özellik PSOC blokları denilen analog ve sayısal blokların uygulama içinde, zamanla değişen ihtiyaca göre tanımlanabilir olmasıdır. Böylece verilen bir ürün içindeki çevre birimlerinin tümü analog ya da sayısal olarak tanımlanabildiği gibi uygulamanın gereklerine göre kimi analog, kimi sayısal olarak ta seçilebiliyor. PSOC'un mikrodenetleyicisi etrafında tanımlanabilen 100 çeşit kadar çevre biriminden bazıları şunlar:

- **Analog işlevler:** Analog/Sayısal, Sayısal/Analog çeviriciler, sinyal yükselticiler, süzgeçler, sinyal kıyaslayıcılar.
- **Sayısal işlevler:** Sayaçlar, Süre tutucular, Seri port ara yüzleri, UART'lar.
- **İletişim arayüzleri:** I2C, SPI, USB 2.0 seri arayüzü.

Bir PSOC ürünü ile tasarlanan sistem sabit kalmak zorunda da değildir, ürünün esnek mimarisi sayesinde tüm PSOC ürünleri dinamik olarak yapılandırma imkân sağlar. Yani

tasarımcı sistemi tetiklemek suretiyle onu tamamen farklı yapıda bir sisteme dönüştürebilir ve farklı işlevler yaptırabilir.

PSOC'un zengin donanım kaynakları, kullanımı kolay ve grafik ara yüzü geleneksel geliştirme ortamı PSOC Designer aracılığı ile kısa sürede karmaşık gömülü tasarımlara dönüşebilir. PSOC Designer ile tasarımcı sistem konfigürasyonunu ekrandaki grafik ara yüz sayesinde kolaylıkla oluşturduktan sonra mikrodenetleyiciyi C veya Assembler dilinde programlayabilirler.

Cypress'in Mart 2005'te çıkarttığı PSOC Express geliştirme ortamı ise Assembler ya da C kullanmadan mikrodenetleyici bazlı tasarım geliştirmeyi mümkün kılan ilk gömülü sistem geliştirme aracıdır. Daha yüksek bir soyutlama seviyesinde çalışarak ve ürün seviyesindeki yazılım geliştirmeyi kütüphaneleri sayesinde kaldırarak, PSOC Express tasarımların aylar yerine günler mertebesinde oluşturulmasını, canlandırma yapılmasını ve hedef PSOC entegrelerine aktarılmasını sağlar. Böylece gömülü tasarımları kolayca ASIC'e dönüştürebilen bir görsel tasarım aracı haline gelmektedir.

Sözü edilen her iki geliştirme yazılımı da ücretsiz ve Cypress sitesinden indirilebilir. PSOC ailesinin yeniliklerinden birisi de mekanik anahtar ve kumanda donanımlarının yerine basit, ekran üzerinde dokunmaya duyarlı kumandalar koyan CapSense teknolojisidir. Bu sayede insan/makine arayüzü tasarımları daha esnek, güvenilir ve ucuz olabilir. Diğer bir yenilik ise 2005 yılı ortalarında piyasaya çıkan 2.4 GHz Radio-on-a-Chip, PRoC, PSOC ile kablosuz haberleşme teknolojisini bir arada kullanıcıya sunmaktadır. Bu ürünün evde kullanılan elektronik ürünlerden, endüstriyel ve tıbbi uygulamalara varıncaya dek geniş bir sahada uygulama alanı bulacağı kesin gözüyle bakılmaktadır.

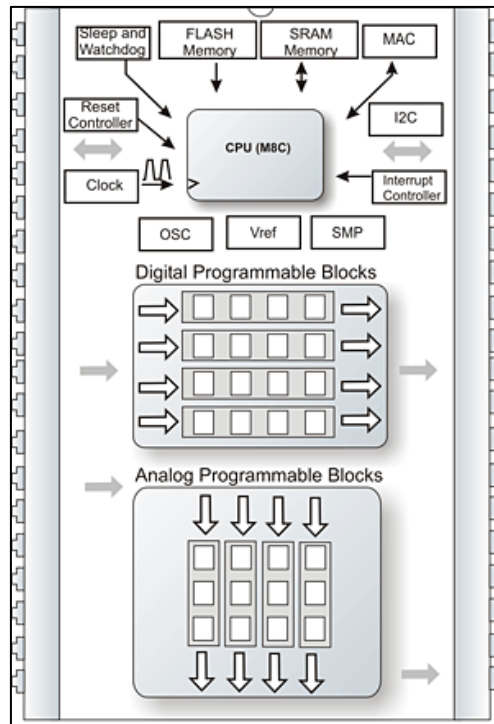
Tüm bu tasarım geliştirme desteklerinin yanına bir de PSOC'un USB 2.0 bazlı emülatörü de katılınca PSOC ile tasarım yapmak gerçekten daha hızlı, daha kolay ve daha ucuz olmaktadır. Cypress sitesinin Uygulama Notları bölümünde sıralanan Süzgeç tasarımlarından Güç Yönetimi tasarımlarına yüzlerce uygulama da tasarımcıların bu kolaylığın farkına vardıklarının bir kanıtı olarak sunulabilir.

Dijital-Analog blokları, kolay kullanımı ve esnek tasarım imkânı PSOC'un en güçlü özelliklerinin başında gelmektedir. Bu özellikler nedeniyle PSOC başta PIC olmak üzere diğer mikrodenetleyicilere karşı birçok üstünlüğü bulunmaktadır. Bu cihaz bünyesinde, ayarlanabilir analog ve dijital devre kullanıcıya istediği şekilde ayarlanabileceği konfigürasyonlar sunar ve böylece birçok uygulamasının gereksinimlerini karşılar.

Bu özelliklere ek olarak, hızlı bir CPU, Flash program hafızası, SRAM data hafızası ve uygun pin çıkışları mevcuttur. PSOC mikrodenetleyici de diğer mikrodenetleyiciler gibi kendisine ait olan farklılıklardan dolayı birçok mikrodenetleyici ailesine sahiptir.

## 6.2 PSOC TEMEL YAPISI

PSOC 8 bit mikrodenetleyicisi CISC mimarisine dayanmaktadır. PSOC mikrodenetleyicisi temel olarak CPU, Frekans Jeneratörü, Reset Kontrolleri, Watch Dog Timer, Sleep Timer, Input-Output pinleri, Dijital programlanabilir Bloklar, Analog Programlanabilir Bloklar, I2C Kontrolleri, Voltaj Referansı, MAC Birimi ve SMP'den oluşur. Şekil 6.2'de PSOC Mikrodenetleyicisinin temel blok yapısı gösterilmektedir.

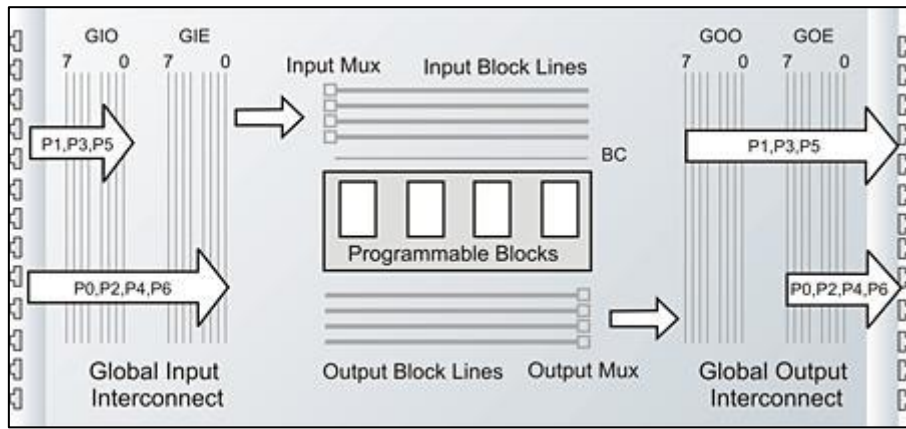


Şekil 6.2 PSOC temel blok yapısı.

Şekil 6.2’de görüldüğü üzere PSOC mikrodenetleyici içerisinde Dijital ve Analog olmak üzere iki çeşit blok bulunmakta ve bu bloklar sayesinde hem dijital hem de analog işlemler yapılabilmektedir.

### 6.2.1 Dijital Bloklar

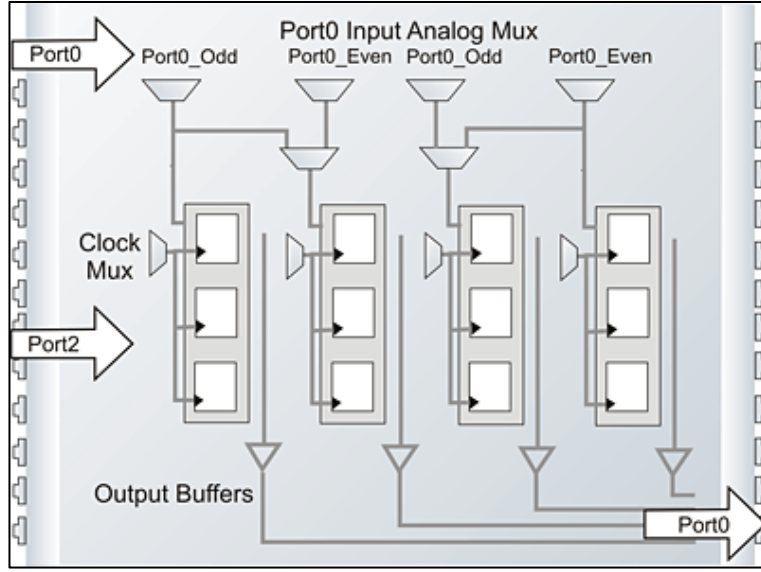
Dijital yapılandırmalar için kullanılan bloklardır. Bu bloklar PWM, LCD, LED, Dijital Alıcı-Verici (UART, I2C, RX-TX, SPI, CRC ve RF), ADC, Timer ve Counter işlemlerinin yapılandırılmasında kullanılır.



Şekil 6.3 Dijital bloklar.

### 6.2.2 Analog Bloklar

Analog yapılandırmalar için kullanılan bloklardır. DAC, DTMF alıcıları, Filtreler, Programlanabilir enstrümantal Eviren ve Evirmeyen yükselteçlerin yapılandırılmasında kullanılır.



Şekil 6.4 Analog bloklar.

### 6.3 PORTLARIN GİRİŞ-ÇIKIŞ(I/O) PİN KONFIGÜRASYONU

PSOC'da pinler PSOC Designer Programı ile belirtilmektedir. Aşağıdaki şekilde de gözüktüğü üzere 5 adet Pin Çeşidi bulunmaktadır.

Çizelge 6.1 Pin konfigürasyonu.

Name	Port	Select	Drive	Interrupt
Port_0_0	P0[0]	StdCf	High Z Analog	DisableInt
Port_0_1	P0[1]	AnalogInput	High Z Analog	DisableInt
Port_0_2	P0[2]	Default	High Z Analog	DisableInt
Port_0_3	P0[3]	GlobalInEven_0	High Z Analog	DisableInt
Port_0_4	P0[4]	GlobalOutEven_0	High Z Analog	DisableInt
Port_0_5	P0[5]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_0_6	P0[6]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_0_7	P0[7]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_1_0	P1[0]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_1_1	P1[1]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_1_2	P1[2]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_1_3	P1[3]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_1_4	P1[4]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_1_5	P1[5]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt
Port_1_6	P1[6]	StdCPU	High Z Analog	DisableInt



Analog blokların kullanımı için Analog Input, Dijital blokların kullanımı için Default, Std CPU, GlobalIn Even ve Global Out Even seçenekleri kullanılmaktadır.

#### 6.4 SÜRÜCÜ (DRIVER) MODLARI

Giriş - Çıkış pinlerinin görevlerine göre ayrılırlar. Giriş - Çıkış pinlerinin hangi amaçla kullanılacağını yazılımla ayarlanmasını sağlar. Sürücü pin modları 8 çeşittirler.

Çizelge 6.2 Sürücü modları.

Sürücü ModlarıDM2 Bit	DM1 Bit	DM 0 Bit	Mode	Data=0	Data=1
0	0	0	ResistivePull Down	Resistive	Strong
0	0	1	Strong Drive	Strong	Strong
0	1	0	High Impedance	Hi-Z	Hi-Z
0	1	1	ResistivePull Up	Strong	Resistive
1	0	0	Open Drain,Drives High	Hi-Z	Strong(Slow)
1	0	1	SlowStrong Mode	Strong(Slow)	Strong(Slow)
1	1	0	High Impedance Analog	Hi-Z	Hi-Z
1	1	1	Open Drain, DrivesLow	Strong(Slow)	Hi-Z

Çizelge 6.2’de görüldüğü üzere çıkışlarda ayarlanabilen, High Z, High Z Analog, Strong, Pull Down, Pull Up, Open Drain High, Open Drain Low ve Strong Slow modlarıdır.

#### 6.5 PSOC’UN PROGRAMLANMASI

PSOC, diğer mikrodenetleyiciler gibi paralel ve seri (ISSP) olarak programlanabilmektedir. Genel olarak kullanımı kolay ve hızlı olduğundan dolayı seri programlama (ISSP)

kullanılmaktadır. PSOC'un programlamak için gerekli yazılım PSOC DESIGNER programı kullanılarak yazılmakta (Yazılım dili olarak High-Tech C ve Assembly dillerini kullanmaktadır) ve PSOC PROGRAMMER programıyla yazılımlar PSOC'a yüklenmektedir.

## 6.6 PSOC MİKRODENETLEYİCİ ÖZELLİKLERİ

PSOC mikrodenetleyicinin, diğer mikrodenetleyicilere kıyasla üstün bir yapıya sahip özellikleri bulunmaktadır. PSOC mikrodenetleyicisinin özellikleri genel olarak 6 bölümden oluşmaktadır.

### 6.6.1 Güçlü Harvard Mimarisine Sahip İşlemciler

PSOC, işlemci özellikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen veriler çizelge 6.3.'de kaydedilmiş ve bu verilerin daha iyi anlaşılabilmesi için PIC ile karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge 6.3 İşlemci özellikleri.

Özellik	PSOC CY8C29466	PIC 16F877
İşlemci	CISC (8x8 bit çarpma 32 bit toplama)	RISC
Hızı	24 Mhz	20 Mhz
Çalışma Voltajı	3.0 V , 5.0 V Sistem-İçi SMP Kullanarak 1.0 V Çalışma Voltajı	5.0 V SMP Yok
Güç Tüketimi	Yüksek Hız, Düşük Güç	Düşük Güç
Sıcaklık	Endüstriyel Sıcaklık Aralığı : -40° - +85°	Endüstriyel Sıcaklık Aralığı : -40° - +85°

### 6.6.2 Gelişmiş Yan Birimler (PSOC Blokları)

PSOC, yan birim özellikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen veriler çizelge 6.4.'de kaydedilmiş ve bu verilerin daha iyi anlaşılabilmesi için PIC ile karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge 6.4 Yan birim özellikleri.

Özellik	PSOC CY8C29466	PIC 16F877
Dijital Blok	8 Adet Dijital Blok	4 Adet Dijital Blok
Analog Blok	12 Adet Analog Blok	Yok
ADC	14-bit Çözünürlük	10-bit
DAC	9-bit Çözünürlük	Yok
Yükselteç	Programlanabilir Kazanç Yükselteçleri	Yok
Filtre	Programlanabilir Filtre	Yok
Timer	8-32 bit Timer	8 – 16 bit Timer
PWM	32 bit PWM	10 bit PWM
UART	2 Adet Full-Duplex UART	1 adet Half-Duplex UART
DTMF	1 Adet DTMF	Yok
Modüller	CRC ve PRS Modüller	Yok

### 6.6.3 Hassas Programlanabilir Saat

PSOC, saat özellikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen veriler çizelge 6.5.'de kaydedilmiş ve bu verilerin daha iyi anlaşılabilmesi için PIC ile karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge 6.5 Saat özellikleri.

Özellik	PSOC CY8C29466	PIC 16F877
Dahili Osilatör	24/48 Mhz Osilatör	Yok
Harici Osilatör	Max. 24 Mhz Osilatör	Max. 24 Mhz Osilatör
Watchdog Timer	Bütün pinlerde kullanılabilir	15-18 Pinlerde kullanılabilir.
Sleep Timer	Bütün pinlerde kullanılabilir	Yok

### 6.6.4 Esnek Sistem-İçi Hafıza

PSOC, sistem-içi hafıza özellikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen veriler çizelge 6.6'da kaydedilmiş ve bu verilerin daha iyi anlaşılabilmesi için PIC ile karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge 6.6 Sistem içi hafıza özellikleri.

Özellik	PSOC CY8C29466	PIC 16F877
Program Belleği	32 Kbyte Flash Program Belleği	8 Kbyte Flash Program Belleği
Silme/Yazma Döngüsü	50,000 Silme/Yazma Döngüsü	10,000 Silme/Yazma Döngüsü
Data Belleği	256 Byte SRAM Data Belleği	368 Byte RAM
Programlama	Sistem-İçi Seri ve Paralel Programlama	Sistem-İçi Seri ve Paralel Programlama
Koruma	Esnek Koruma Modları	Esnek Koruma Modları
EEPROM	Flash Üzerinde EEPROM Emülasyon (32Kbyte)	256 bit EEPROM

### 6.6.5 Programlanabilir Pin Konfigürasyonlar

PSOC, Pin konfigürasyon özellikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen veriler çizelge 6.7’de kaydedilmiş ve bu verilerin daha iyi anlaşılabilmesi için PIC ile karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge 6.7 Pin konfigürasyon özellikleri.

Özellik	PSOC CY8C29466	PIC 16F877
GPIO	Genel amaçlı 25 mA'e kadar sürebilme	Genel amaçlı 25 mA'e kadar sürebilme
Sürücü Modları	Bütün Pinlerin Pull-Up, Pull- Down, High Z, Strong ya da Open Drain olarak ayarlanabilmesi	Yok
Analog Giriş	Max. 12 Adet Analog Giriş	Yok
Analog Çıkış	4 Adet 40 mA Analog Çıkış	Yok
İnterrupt	GPIO (Bütün Pinlerde)	Belirli pinlerde

### 6.6.6. Ek Sistem Kaynakları

PSOC, ek sistem kaynakları bakımından incelenmiştir. Elde edilen veriler çizelge 6.8’de kaydedilmiş ve bu verilerin daha iyi anlaşılabilmesi için PIC ile karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge 6.8 Ek sistem kaynak özellikleri.

Özellik	PSOC CY8C29466	PIC 16F877
I2C	I2C Slave, Master ve Multi-Master Max. 400Khz	I2C Slave ve Master Slave
Düşük Voltaj	Ayarlanabilir Küçük Voltaj Algılama (1 V)	Yok
Entegre Mikrodenetleyici	Entegre Mikrodenetleyici Devre	Yok
Referans Voltajı	1.3 V Sistem-içi Referans Voltajı	Yok

Bu özelliklere ek olarak PSOC’un başta PIC olmak üzere diğer mikrodenetleyicilerden önemi konulardaki üstünlükleri şöyledir ;

- İç yapısı analog olmasından dolayı analog sinyali analog olarak işleyebilme özelliği bulunmaktadır.
- Programlanabilir filtreler ve Programlanabilir Kazançlı Amplifikatörler içermektedir.
- 9 bitlik DAC içermektedir.
- PSOC’un bir Mikro-Kontrol olduğu gibi birde programlanabilir voltaj özelliği vardır.
- Donanım akümülatörü çarpma özelliği ile 8 bit mikro-kontrollerden ayıran en önemli özelliktir.
- Değişken bir gerilime sahip olması en büyük avantajlarından.
- Düşük gerilim kaynağı 1 V seçme gibi bir özelliği diğer sistemlerde çalışması için çok avantajlıdır.
- Sayaçlar ve PWM birimleri genel uygulamada daha esnektir. Otomatik kod ile tüm çevre birimlerine erişmektedir.
- 8 bitlik bir PSOC ile 8, 16, 32 bitlik bir PWM ve Sayaç oluşturulabilir.
- DTMF alıcısı bulunmaktadır.
- Pinler çip içerisinde bağlantı yapabilmektedir.
- Bütün portlar Pull-up, Pull-down, Open Drain yapılabilir (Cüneray, Canal ve Topaloğlu 2011).

## BÖLÜM 7

### AYDINLATMA

Aydınlatma ile aydınlatmanın gerçek zamanlı izlenmesi ve kontrol edilmesi ile enerji tasarrufu sağlamak amaçlanmıştır.

Aydınlatmayı tek merkezden izlemek ve kontrol etmek için Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi'ni kullanmak ideal çözümlerden bir tanesidir.

SCADA sistemi haberleşebilen, görseller tanımlanabilen bir yazılımdır. Görseller ile kullanıcıya yardımcı olunabilir. Görsellerden istenilen renkler ve şekiller ile anlam katılabilir ya da buton özelliği verilerek işlevsel hale getirilebilir.

Bu sistem tek başına elbette yeterli değildir. Sistem ile haberleşen ve sistem ile kontrol edilebilen cihazlara da ihtiyaç duyulacaktır.

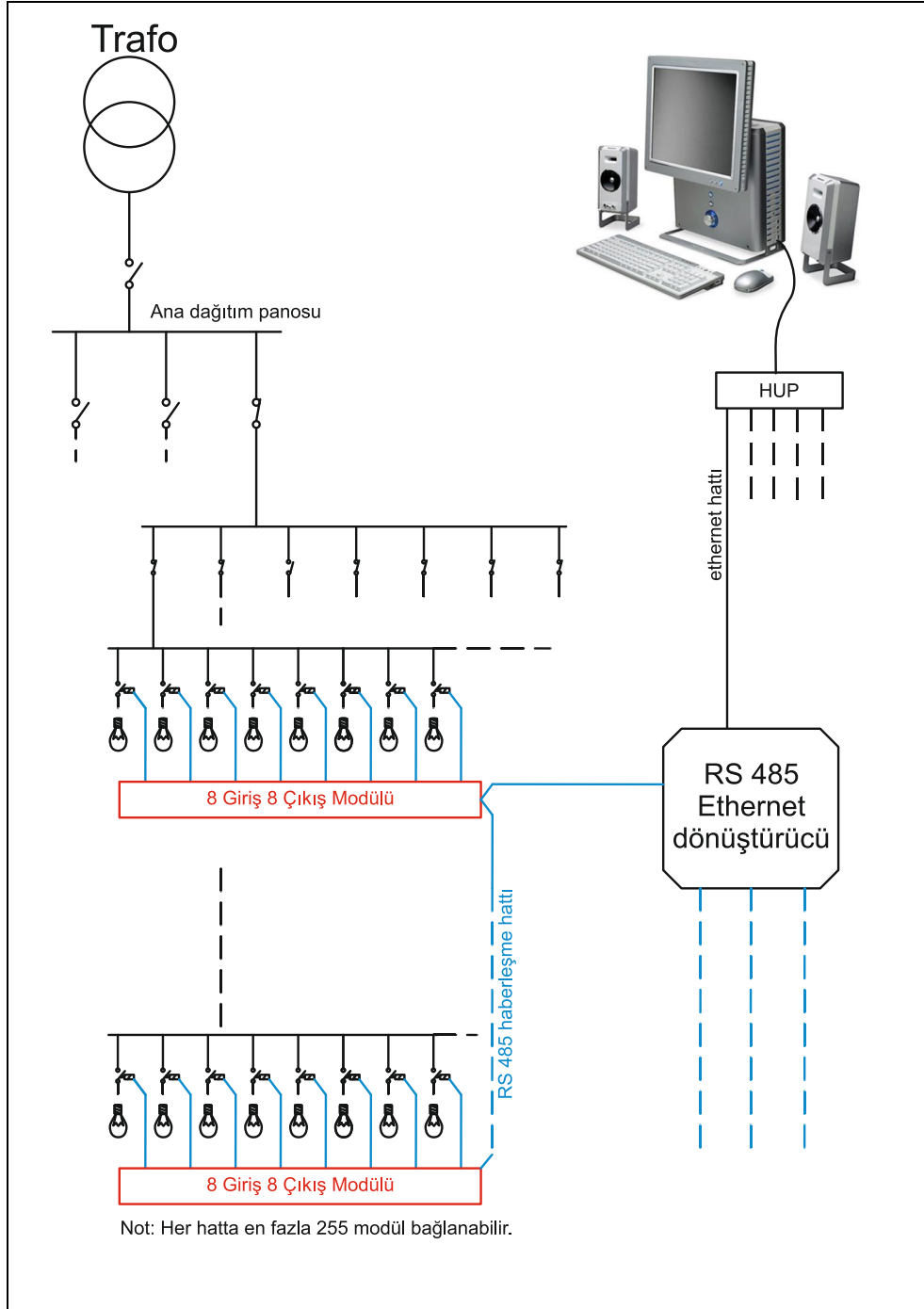
SCADA sistemi ile haberleşen cihaz tasarımı PSOC kullanarak yapılabilir. PSOC ile haberleşme ve anahtarlama yapmak mümkündür. Buton bağlamak mümkün olduğu için de el ile müdahalelerde bu özellikten faydalanılabilir.

PSOC'un giriş ve çıkış uçlarına bağlanılan led ışıklar ile sistemi yakından izlemekte mümkün olacaktır.

SCADA ile kontrol edilecek armatürler iki yüz adet olabileceği gibi beş bin adette olabilir. İki yüz adet giriş ve çıkış elde etmek ile beş bin adet giriş ve çıkış elde etmekte mümkün olmalıdır. Bu, ancak birbirine haberleşme hattı ile eklenebilen ve aynı merkeze tek kablo ile ulaşan modüller yaparak sağlanabilir. Bu sayede üretim maliyetleri, stok maliyetleri, servis maliyetleri de minimuma inecektir.

Aydınlatma otomasyonu yapılacak projede gerekli olan çıkış sayısı oranında modül kullanılarak, proje gerçekleştirilir.

Aşağıda örnek olarak verilen tek hat şeması ile modüllerin kullanım alanı gösterilmiştir.



Şekil 7.1 Örnek tek hat şeması.

## 7.1 KULLANILAN PROGRAM VE EKİPMANLAR

Binlerce metrekare alana yayılmış aydınlatmaları, gerçek zamanlı izlenmek, hatta kontrol etmek amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için aşağıdaki çizelgede verilen cihazlar ve programlar kullanılmış ve 8 giriş 8 çıkış modülü tasarlanmıştır.

Çizelge 7.1 Projede kullanılan cihaz ve programlar.

Bilgisayar
Schneider Citect SCADA programı
Ethernet RS485 dönüştürücü (7188EX)
8 Giriş 8 Çıkış Modülü (PSOC kullanılarak tasarlandı ve C dilinde programlandı)
Güç kaynağı (220V AC – 24V DC)



Şekil 7.2 Güç kaynağı, 8 giriş 8 çıkış modülü ve Ethernet RS485 dönüştürücü.

Şekil 7.2’de 8 Giriş 8 Çıkış modülünde 1,2,3 ve 4 numaralı çıkışların aktif halde olduğu görülmekte ve bu çıkışlar ledler ile izlenebilmektedir.

8 Giriş 8 Çıkış Modülü, aydınlatma armatürlerinin anahtarlaması için tasarlandı. Tasarımda PSOC’un haberleşme özelliğinden de faydalanıldı. RS-485 haberleşme özelliği ile birçok modül birbirine eklenebilir. Bu sayede yüzlerce linyeyi kontrol etmek hedeflenmiştir.



Güç kaynağı ile 220 VAC den 24 VDC gerilim elde edilmiş ve bu 8 Giriş 8 Çıkış Modülü'nün beslemesi olarak kullanılmıştır.

Aşağıdaki şekilde aydınlatma otomasyonu uygulamasının genel görünüşü verilmiştir. Aydınlatma armatürleri kırmızı sinyal lambaları ile sembolize edilmiştir.



Şekil 7.3 Aydınlatma otomasyonu uygulamasının genel görünüşü.

Ethernet RS-485 dönüştürücü ise modüllerden gelen RS-485 haberleşmesini Ethernet'e dönüştürmek için kullanılır. Ethernet RS-485 dönüştürücü ile birçok modülü kontrol etmek mümkündür. Ethernet RS-485 dönüştürücünün her portuna 255 adet 8 Giriş 8 Çıkış Modülü bağlanabilir. Çünkü her modülün 1 bayt adresi vardır.

Bilgisayardan CAT6 kablo ile Ethernet RS-485 dönüştürücü bağlantısı yapılır. Ethernet RS-485 dönüştürücü ile 8 Giriş 8 Çıkış Modülü bağlantısı 2x1 UHCH ekranlı (zırhlı) kablo ile yapılmalıdır. Bu kablo gürültüden etkilenmemesi için muhakkak topraklanmalıdır.

8 Giriş 8 Çıkış Modülleri birbirine eklenirken 1. modülün “-” ucu 2. modülün “-” ucuna, “+” ucu ise “+” ucuna bağlanarak 255 modül eklenebilir. 256. modül için Ethernet RS-485 dönüştürücünün diğer portu kullanılmalıdır. Kablolama yapılırken enerji hattından uzak tutulması gerekir.

Modbus – RTU haberleşme dilinde “cihaz adı”, “fonksiyon numarası”, “kanal no”, “kontrol kodu” modül ile haberleşmeyi sağlar.

Örneğin 05-03-00-01-CRC16 kodu şu anlamı taşır. 05 numaralı cihaza, 03 kodu ile okuma emri verilmiş ve 1. kanalı okunmuş olur. Otomatik olarak oluşan CRC16 kodu ise kontrol etmiş olur.

Okuma yerine yazma emri vermek için 05-06-00-01-CRC16 kodunu göndermek gerekir.

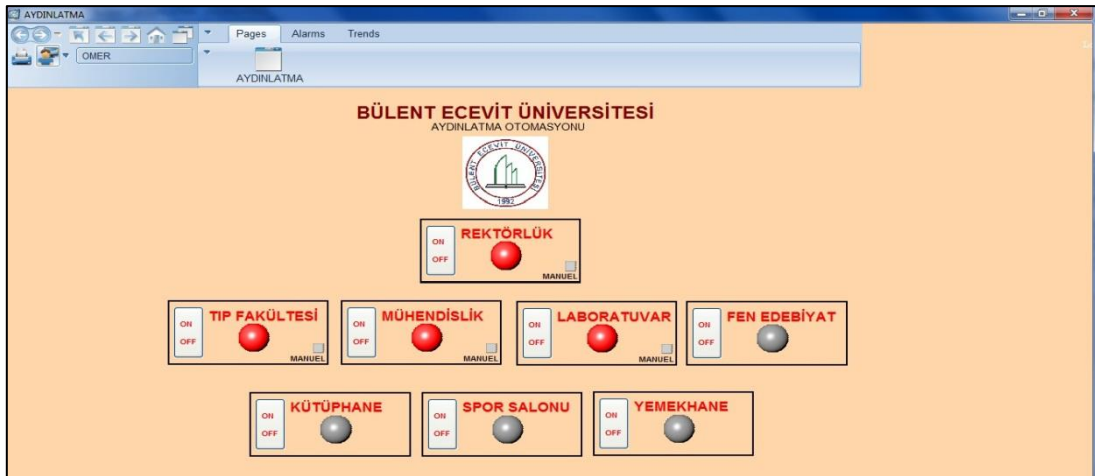
Kanal numarasında dikkat etmek gereken konu ise maksimum 16 ya kadar değer verebilmektir. 1.....8 kadar giriş (input), 9.....16 kadar çıkış (output) olarak tanımlıdır.

8 Giriş 8 Çıkış Modülünden (PSOC) gelen cevap ise şu şekildedir;

05-03-00-01 – 01 - CRC (*led yanıyor*), veya

05-03-00-01 – 00 - CRC (*led kapalı*).

Bilgisayarımıza kurduğumuz CitecSCADA programı ile bir ara yüz oluşturuldu. Bu ara yüz ile monitörden kontrol sağlanması hedeflenmiştir.



Şekil 7.4 Aydınlatma otomasyonu SCADA ara yüzü.

Şekil 7.4’de gördüğümüz ara yüz programın basitçe üniversitenin farklı binaları dikdörtgenler ile sembolize edilmiştir. Her binanın lambalarını açıp kapatmak için aç/kapa buton

konulmuştur. Bina lambalarını sembolize etmek için yuvarlak ve renk değiştiren şekillerden faydalanılmıştır.

Bina içindeki ğrenci veya personelin lambaları el ile açmalarını görebilmek için renk değiştiren kk kareler konulmuştur. Eğer el ile bir müdahale var ise gri renkteki kareden yeşil renkli bir sinyal almamız sağlanmıştır.

Bilgisayar monitöründe gördüğümüz bu sayfada yer alan daireler kırmızı renk ise ışıkların açık olduğu, gri renkte ise kapalı oldukları anlaşılabilir. Kutucukların içinde bulunan aç / kapa butonları ile bir tıkla açma veya kapama yapılabilir. Eğer binanın içinden birileri, el ile müdahalede bulunuyorsa, kutucuk içindeki manuel göstergesi yeşil renge dönecektir.

Citec SCADA programında birçok görsel objeye yer verilmiştir. Çok rahatlıkla bir tek hat şemasını da yazılıma ekleyerek bunun üzerinde işlemler yürütülebilir.

Eğer bir niversitenin aydınlatma otomasyonu yapılmak istenirse, her bir sınıf, koridor, tuvalet, kantin, personel odaları, laboratuvar vb. yerler için ayrı ayrı giriş ve çıkış yapılacağı ve bunların SCADA ara yüzünde ayrı ayrı sembolize edileceği unutulmamalıdır.

## **7.2 8 GİRİŞ 8 ÇIKIŞ MODÜLÜ NEDİR?**

Tasarlanan cihaz, 8 dijital giriş 8 dijital çıkış özelliğine sahip olup, RS 485 haberleşme hattı üzerinden bağlantı yapıp, Windows tabanlı SCADA yazılımı ile cihazın giriş ve ıkışları izlenip kumanda edilebilmektedir.

Cihazın 8 ayrı girişine uygulanan sinyal durum bilgisi izlenilebilmekte ve ayrıca 8 ayrı çıkışı da bağımsız olarak kumanda edilebilmektedir. Dolayısıyla sahadaki istenilen noktanın durum bilgisi ve kumanda sinyali tasarlanan cihazla yapılabilmektedir. Bu işlemlerin tümü cihaz içindeki PSOC microcontroller ile yapılmaktadır. Microcontroller tarafından giriş ve çıkış sinyalleri sürekli izlenmekte, C dilinde yazılan kodlarla RS-485 protokolü üzerinden Windows tabanlı SCADA yazılımı bilgi verebildiği gibi, aynı yazılım üzerinden cihazın ıkışları da bağımsız olarak ayrı ayrı kumanda edilebilmektedir.

Her bir cihazda 8 farklı noktanın giriş ve çıkışları izlenilebildiği gibi birden fazla cihazı da aynı haberleşme hattına seri bağlayarak ve her bir cihaza ayrı cihaz adresi vererek giriş-çıkış nokta sayısı arttırılabilir.

### 7.2.1 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Kullanılan Devre Elemanları

Çizelge 7.2 Projede kullanılan devre elemanları.

BC337 Transistor, her çıkış için 1 er adet, toplam 8 adet.
330 $\mu$ F 25V kondansatör
1 $\mu$ F 50V kondansatör
100 nF 63V kondansatör
1N 4148 diyot, her çıkış için 1 er adet, toplam 8 adet.
1N 4007 diyot, her giriş için 1 er adet, toplam 8 adet.
PC817 optokuplör, her çıkış için 1 er adet, toplam 8 adet.
10k $\Omega$ direnç
2.2k $\Omega$ direnç
3,3k $\Omega$ direnç
4,7 k $\Omega$ direnç
680 $\Omega$ direnç
LM 7805 50V LED için kırmızı-yeşil, her giriş-çıkış için 1 er adet, toplam 18 adet.
LTC 485 haberleşme entegresi, 1 adet
CY8C29466 Pxİntegre, 1 adet
10 lu ve 12 li giriş çıkış klemensi

### 7.2.2 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Kullanılan Programlar

Çizelge 7.3 Kullanılan paket programlar.

Citect SCADA 6.10
Cypress Micro System PSOC Designer
Orcad10.5
Modbus Poll Test

### 7.2.3 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Özellikleri

8 dijital giriş, 8 dijital çıkışlı giriş-çıkış modülüdür. Tüm giriş kanalları optik izolelidir ve ön yüzünden giriş-çıkış durumları LED yardımıyla izlenebilir. Giriş kanalları 24V girişli, çıkış kanalları ise NPN transistörlüdür. Cihaz RS-485 üzerinden Modbus RTU protokolünü kullanarak haberleşebilir. Cihaz adreslemesi ve yazılımı Windows tabanlı bir konfigürasyon yazılımı (PSOC Designer) ile gerçekleştirilir. Haberleşme hızı maksimum 115200 baud'dur. Bu uygulamada 9600 baud haberleşme hızı kullanılmıştır.

Yardımcı gerilim:	18..36V DC,100mA (24 V DC)
Yardımcı gerilim koruması:	Polarite hatasına karşı korumalıdır.
Çalışma ortamı sıcaklık:	0..50 °C
IP Koruma:	Konektörler IP20
İzolasyon:	Dijital giriş-çıkışlar ve 485 hattı arası:500V
Sinyal ledleri	Cihaz enerjili, giriş çıkış durum ledleri, RX haberleşme

- DİJİTAL GİRİŞLER

Giriş tipi:	8 girişli optik izoleli ortak eksi (yardımcı gerilim)
Akım değeri:	10mA (24V)
Algılanabilen pals süresi:	Min. 60 milisaniye

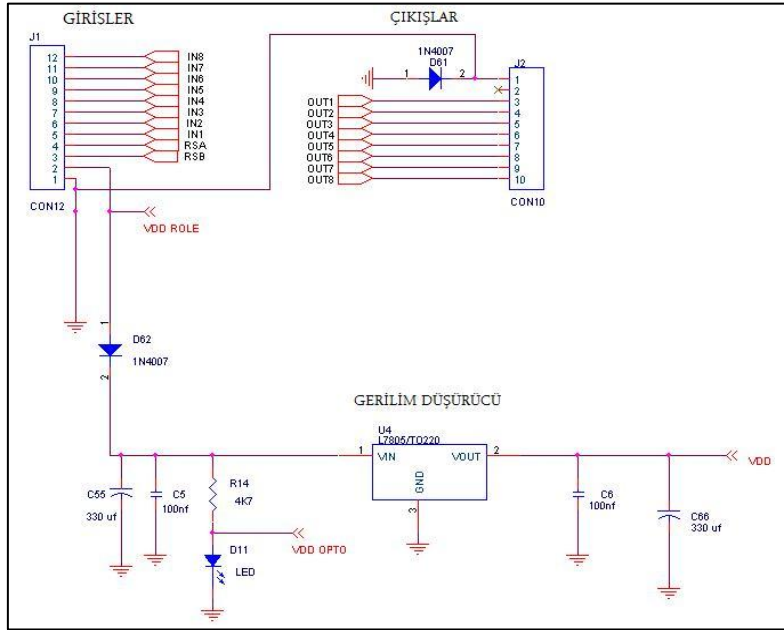
- DİJİTAL ÇIKIŞLAR

Çıkış tipi:	8 çıkış, NPN transistör, pull-down direnç (10k)
Çıkış gerilimi:	Harici gerilim azami +30V
Maksimum çıkış akımı:	800mA (her kanal için)
Koruma:	Diyot

- HABERLEŞME ÖZELLİKLERİ

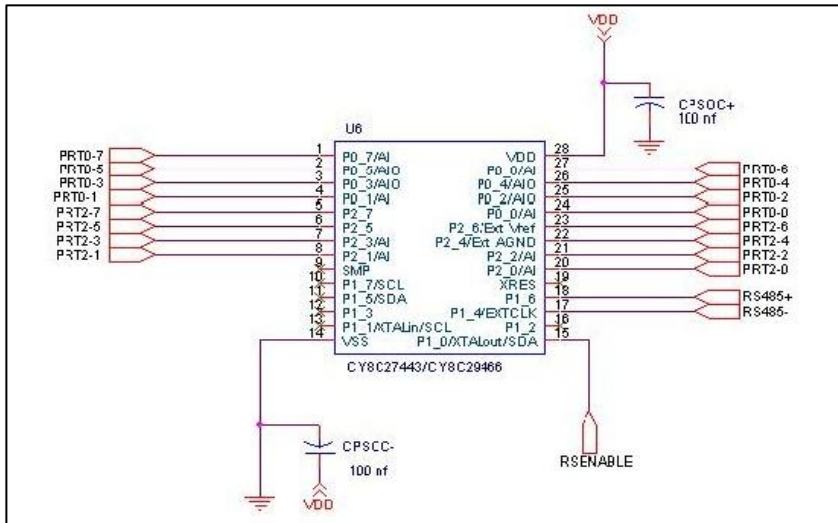
Elektriksel bağlantı:	RS-485
Haberleşme hızı:	9600 baud
Parite:	8 bit,1 veya 2 stop bit, even, odd, noparity
Haberleşme protokolü:	Modbus RTU
Cihaz adresi:	1...255 (ayarlanabilir.)

## 7.2.4 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Şematik Çizimleri



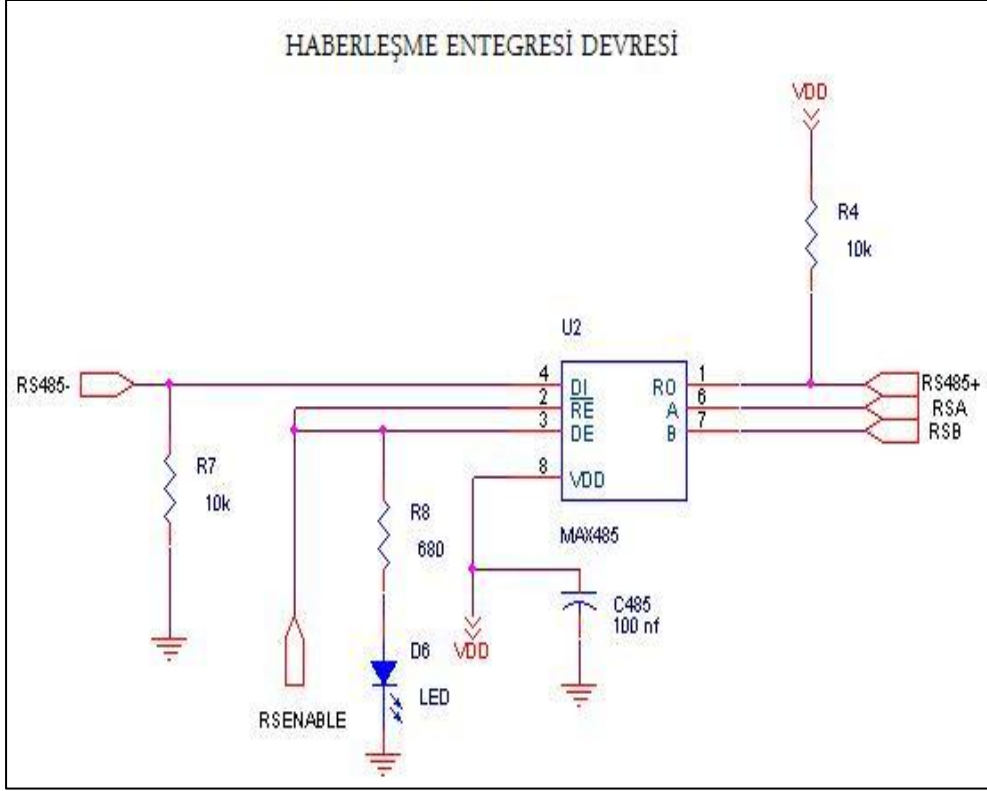
Şekil 7.5 PSOC giriş - çıkış ve besleme devresi.

Şekil 7.5’de besleme devresi görülmektedir. Burada kullanılan LM 7805 entegresi sabit 5 volt gerilim almanızı sağlayan bir devre elemanıdır. Bu devre elemanımız şekilde görüldüğü gibi üç bacaklıdır. Birinci bacağı yüksek volt girişi, ikinci bacağı toprak ve üçüncü bacağı 5 volt çıkışıdır. Entegrenin giriş ve çıkış bacaklarına bağlanan kondansatörler ile parazitler de engellenmiştir. Giriş bacağı ile toprak arasındaki led ise cihaza enerji geldiğini görmemiz için konulmuştur.



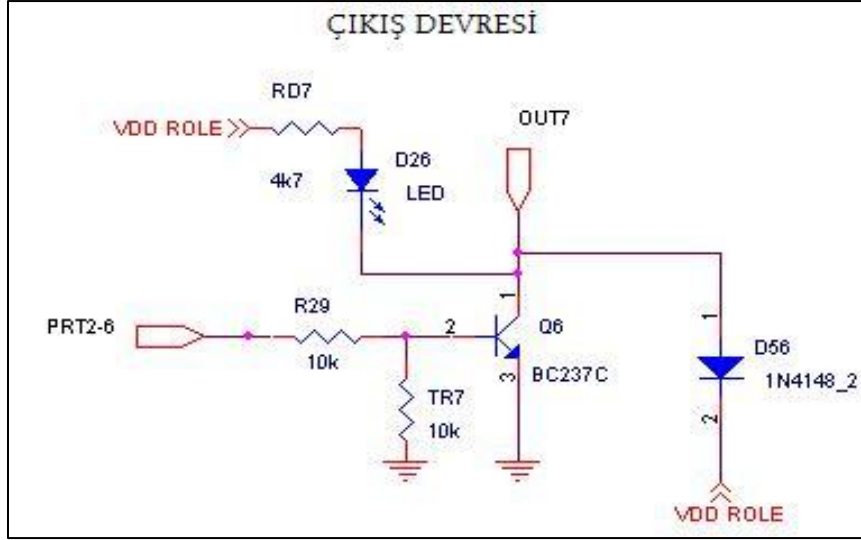
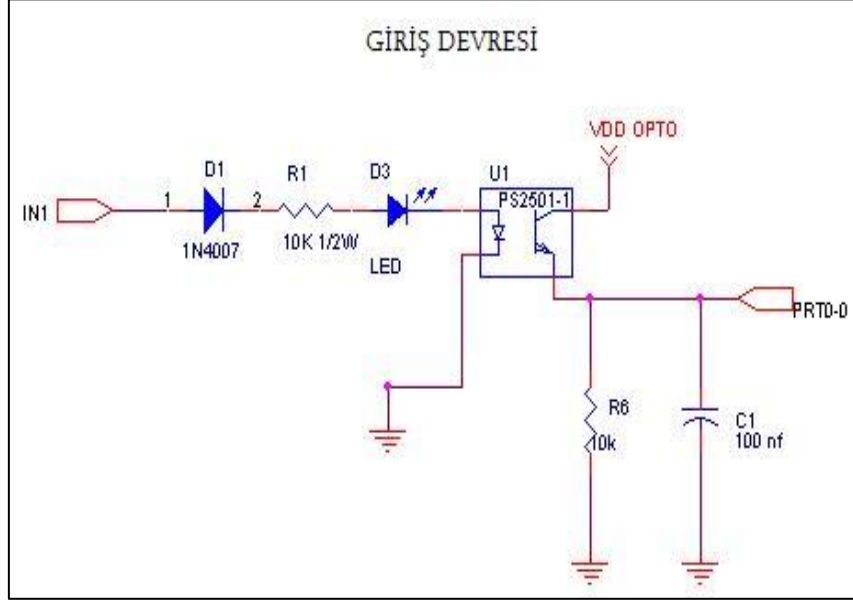
Şekil 7.6 PSOC bağlantı şeması.

Şekil 7.6’da PSOC entegresinin besleme, haberleşme ve giriş çıkış pinlerinin bağlantı şeması görülebilir. Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer konu ise besleme uçlarındaki kondansatörlerdir. Bu kondansatörler ile oluşan parazitlerden mikrodenetleyicinin zarar görmesi engellenmiştir.



Şekil 7.7 Haberleşme entegresi bağlantı şeması.

Şekil 7.7’de Max485 haberleşme entegresi bağlantı şekli görülmektedir. Bu devredeki led ile haberleşme sinyalinin varlığı izlenmiştir. Entegrenin besleme uçlarındaki kondansatörlere de dikkat etmek gerekir.

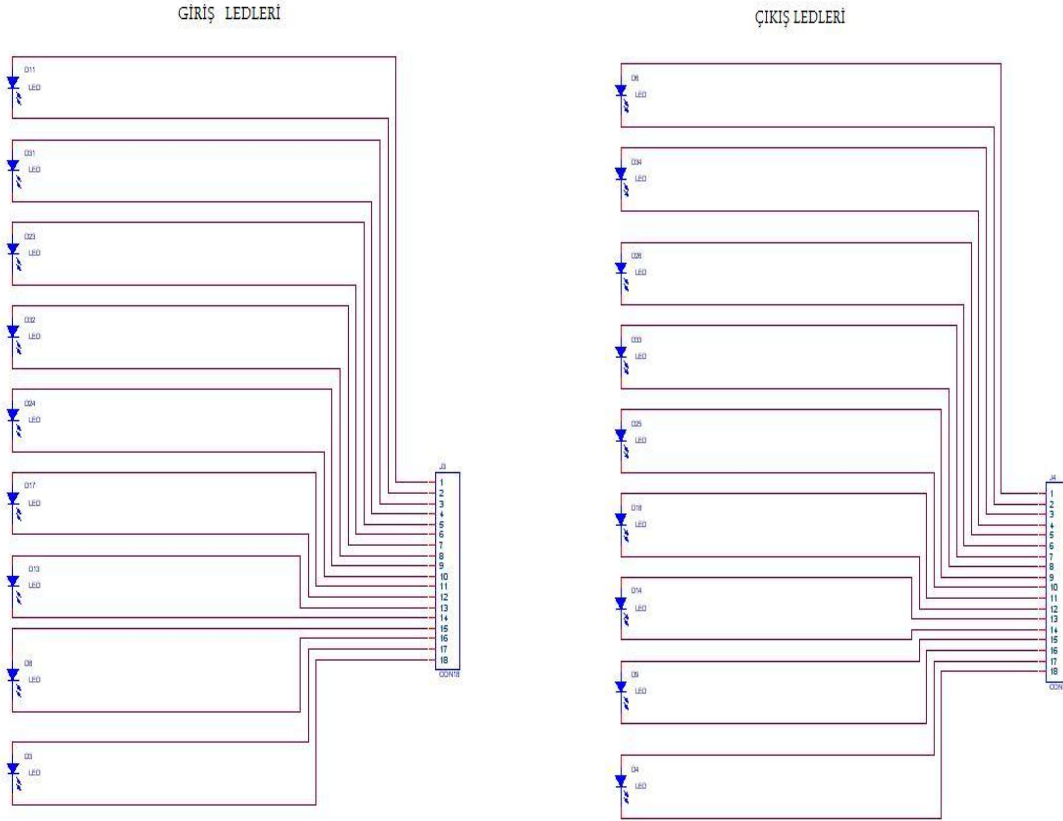


Şekil 7.8 PSOC giriş - çıkış pini bağlantı şeması.

Şekil 7.8'de her bir giriş ve çıkış pini için kurulan devre şemaları bulunmaktadır. Giriş devresinde bulunan optokuplörler, fiziki bir bağlantı olmadan düşük gerilimlerle, yüksek gerilim ve akımları kontrol edebilen devre elemanı olarak açıklanabilir. Yapısında ise bir led diyot ve onun yaydığı ışıktan etkilenecek bir adet foto eleman bulunur. Bu ledden çıkan ışık insan gözünün algıladığı ışık dalga boyundan küçük olduğundan göz tarafından algılanamaz. Mikrodenetleyici çıkışında yüksek güçlü elemanları kontrol etmek ve izolasyon için optokuplör kullanılmıştır. Led sayesinde girişler izlenebilir.

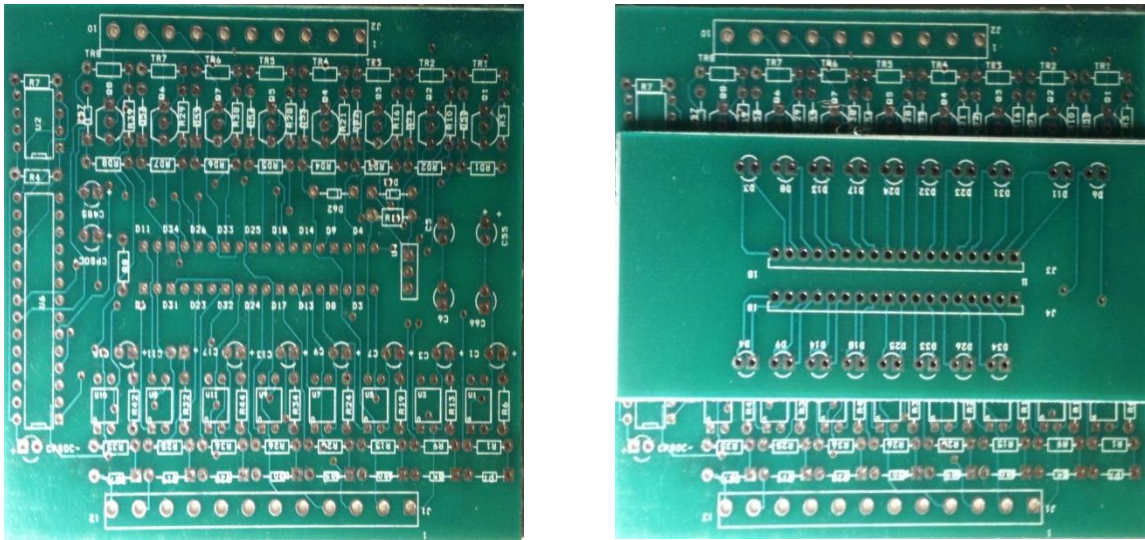


Çıkış devresinde ise BC237 NPN transistör kullanılmıştır. Led sayesinde çıkışlar izlenebilir.

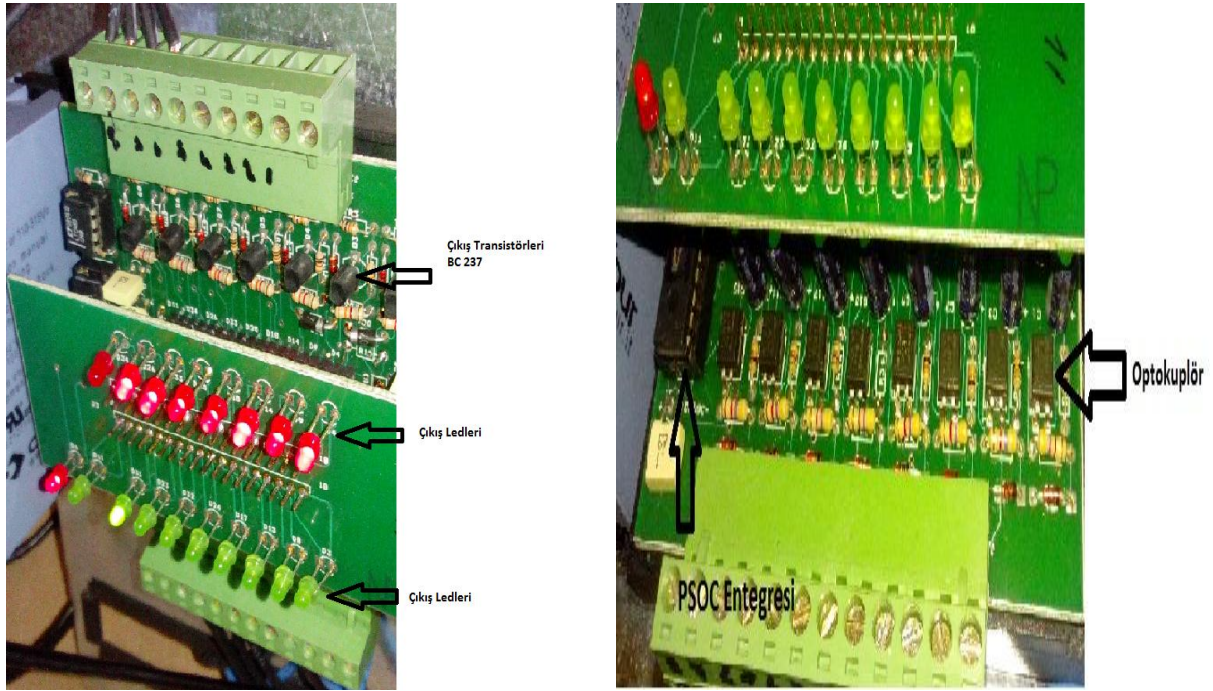


Şekil 7.9 PSOC giriş - çıkış ledleri bağlantı şeması.

### 7.2.5 8 Giriş 8 Çıkış Modülü Baskı Devre Çizimleri



Şekil 7.10 8 giriş 8 çıkış modülü baskı devre çizimi.



Şekil 7.11 8 giriş 8 çıkış modülü ve giriş – çıkış ledleri baskı devresi.

### 7.2.6 8 Giriş 8 Çıkış Modülü PSOC Programı

Programda hedeflenen bilgisayardan gelen verileri almak ve modül aracılığı ile bilgisayara verileri gönderebilmektir. Gelen veriler doğrultusunda, cihaz çıkış durumunu da değiştirilmelidir. Aynı zamanda modüle, el ile bir girdi uygulanırsa, bu girdi doğrultusunda hem kendi çıkışını değiştirmeli, hem de bilgisayara bu bilgiyi iletmelidir

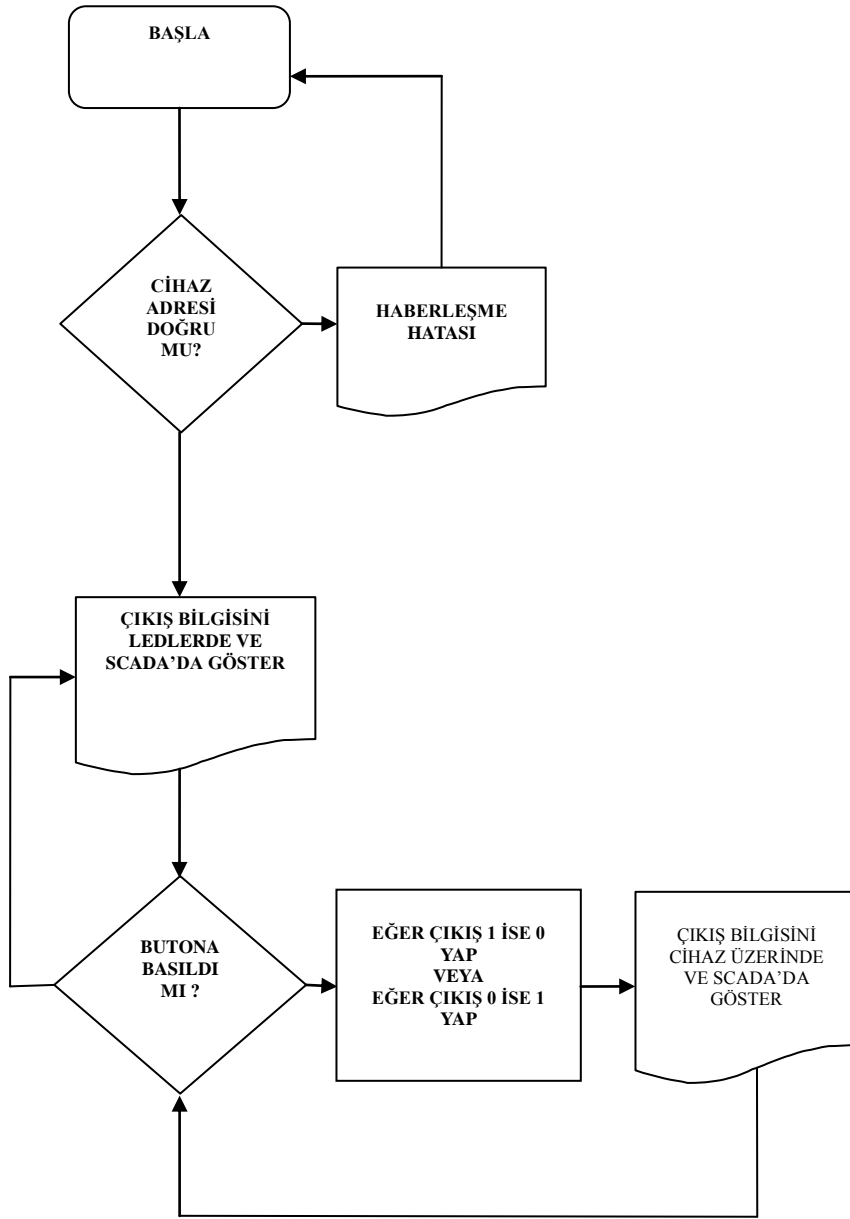
Sistem çalıştırıldığında, SCADA programı ile modül haberleşmeğe başlayacaktır. Bu haberleşmenin ön şartı cihaz adresinin doğru olmasıdır. Eğer kablolamada ve cihaz adresinde hata yok ise modül üzerindeki yeşil led yanıp sönerek haberleşmenin olduğunu gösterir.

Haberleşme sağlandığında program, modül çıkışlarını kontrol ederek, bunları RS-485 haberleşme protokolü ile SCADA programına aktarır. SCADA gelen çıkış bilgilerini ekranında gösterir. Modül üzerindeki çıkış ledleri ile de çıkışların aktif yada pasif oldukları kontrol edilebilir.

SCADA programında tanımladığımız butonlar veya gerçek butonlar ile uyguladığımız giriş sinyalleri, gerçek zamanlı olarak, hem SCADA programı hem de modül üzerinde yanıt bulur. Butonlara basıldığında çıkışımız, olduğu durumun tam tersi duruma geçer.

Gerçek zamanlı olarak binlerce çıkışı tek merkezden takip etmek ve çıkışa istenildiği gibi uzaktan müdahale edebilmek asıl amaçtır.

#### 7.2.6.1 8 Giriş 8 Çıkış Modülü PSOC Program Akış Diyagramı



Şekil 7.12 8 giriş 8 çıkış modülü PSOC program akış diyagramı.















## BÖLÜM 8

### SONUÇ

Bilimsel çalışmalar, aydınlatmada kontrolün önemli olduğunu ve bu kontrol sayesinde enerji tasarrufu sağlanacağını göstermektedir. Kontrol için çeşitli metotlar denenmiştir. Harekete duyarlı, ışığa duyarlı ya da ısıya duyarlı sistemler tasarlanmıştır. Zamana bağlı çalışan veya karartma teknolojisine sahip aydınlatma kontrolleri de bulunmaktadır. Çalışmaların ortak noktası ise bir sistem ile tüm aydınlatmaların izlenmesi ve kontrol edilebilmesidir. Amaca yönelik sistem seçmek en uygun uygulama olacaktır.

Bu çalışmada merkezi bir izleme sistemi ile aydınlatmaların izlenmesi ve kontrol edilmesi sağlanmıştır. Hızlı bir iletişim ağı kullanılarak gerçek zamanlı izleme ve kontrol elde edilmiştir.

Zaman Gazetesi genel merkez binası, Şişecam Genel Müdürlük binası, Hugo Boss fabrikası, İş Bankası Kuleleri, Hayat Park Alış-Veriş Merkezi, Tekira Park Alış-Veriş Merkezi, Cihan Haber Ajansı Binası binalarında aydınlatma otomasyonu yapılmıştır.

Sonuçları daha net anlamak açısından İstanbul'da bulunan Zaman Gazetesi genel merkez binasındaki aydınlatma otomasyonu hakkında bilgi verilebilir.

Çizelge 8.1 Zaman Gazetesi aydınlatma güç ve tüketim değerleri.

Yer:	Zaman Gazetesi / İstanbul
Alan:	60.000 m <sup>2</sup>
Linye sayısı:	1200 adet
Bir linyeye bağlı armatür sayısı:	7 adet
Bir armatürdeki floresan sayısı:	4 adet
Bir floresanın gücü:	18W
Toplam floresan sayısı	33600 adet
Toplam aydınlatma gücü	33600 * 18W = 604800W ≈ 605kW
Bir günde %100 aydınlatma süresi	12 saat (08.00 ile 20.00 arası)
Bir günde %10 aydınlatma süresi	12 saat (20.00 ile 08.00 arası)
Otomasyon öncesi bir aylık aydınlatma enerji ihtiyacı	(12h * 30 * 604800W) + (12h * 30 * 60480) = 239500800Wh ≈ 204MWh
Otomasyon öncesi bir aylık aydınlatma için ödenen tutar (Birim Fiyat=0,208TL/kWh)	49920 TL

Aydınlatma otomasyonu ile yapılan aylık tasarruf miktarları aşağıdaki çizelgede görülebilir.

Çizelge 8.2 Zaman Gazetesi aydınlatma otomasyonu tasarruf oran ve değerleri.

Öğle yemeği saati kapalılık oranı (12.30 ile 13.30 arası)	%90	1h * 30 * 604800 * 0,9 ≈ 16330 kWh
Temizlik saati kapalılık oranı (18.00 ile 20.00 arası)	%90	≈ 32660 kWh
Unutkanlık sonucu açık unutulmuş armatürleri kapatılarak yapılan tasarruf yüzdesi	%10	≈ 24000 kWh
Toplam tasarruf gücü		≈ 73 MWh
Aylık Toplam tasarruf tutarı (Birim Fiyat=0,208TL/kWh)		17184 TL
Otomasyon sonrası bir aylık aydınlatma için ödenen tutar (Birim Fiyat=0,208TL/kWh)		49920 TL – 17184 TL = 32736 TL

Çizelge 8.2’de verilen değerler gerçek değerlerdir. Burada unutkanlık sonucu kapatılan armatürlerden yapılan tasarruf değışkenlik gösterebilir.

Kullanılan program lisansları, cihazlar ve alt yapı çalışmalarının maliyeti sonrası, kurum yada özel sektör yatırımcısı kar etmeye de başlayacaktır.

Tasarlanan cihazın maliyeti mühendislik hizmeti dışında 60₺’dir.

33600 adet floresan bulunan Zaman Gazetesi binasında toplam 150 adet cihaz kullanılmıştır.

Sistemin toplam maliyeti aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 8.3 Zaman Gazetesi aydınlatma otomasyonu maliyet analizi.

Ürün Açıklaması	Adet	Birim Fiyat	Toplam
8 Giriş 8 Çıkış modülü	150	200₺	30000₺
Scada program lisansı	1	9500₺	9500₺
12V role	1200	4₺	4800₺
Mühendislik hizmeti	1	10000₺	10000₺
Bilgisayar, yazıcı, monitör	1	2000₺	2000₺
Pano	15	1000₺	15000₺
RS485 – Ethernet dönüştürücü	4	600₺	2400₺
Kablolama, işçilik bedeli	1	3000₺	3000₺
24 VDC güç kaynağı	15	100₺	1500₺
Genel Toplam			78200₺

Çizelge 8.3’te verilen toplam maliyet, yaklaşık beş aylık fatura dönemi sonrasında amorti edilecektir. Sonraki aylarda yapılacak tasarruf işletmenin kara geçmesini de sağlayacaktır.

Aydınlatma otomasyon sistemi alt yapısının hazır olduğu bir uygulama için hesaplamalar yapılmıştır. Eğer eski bir binanın elektrik tesisatı yenilerek bu sistem uygulanmak istenirse, tesisatta tadilat yapılması da gerekmektedir. Örneğin her linyeye bağlanacak armatürler

belirlenmelidir. Bu keşfe göre de güç kabloları pano odasına taşınmalıdır. Armatürleri kontrol eden anahtarların sinyal kabloları da aynı şekilde revize edilmelidir. Tüm bu tadilatlarla birlikte sistemin maliyeti, yapılacak tasarruf ile yaklaşık bir yıl gibi bir sürede kendisini amorti edecektir. Sistemin büyüklüğü bu sürenin belirlenmesi için önemlidir.

Sistemi kontrol eden personel sadece aydınlatma otomasyonunu kontrol etmeyeceği için ek bir maliyet getirmeyecektir. Aşağıdaki resimde verilen kontrol odasında bulunan ekranlardan bir tanesi ile aydınlatma da izlenecektir.



Şekil 8.1 Merkezi kontrol odası.

Değnilmesi gereken diğer bir konu ise, aydınlatma otomasyonu sayesinde yapılan ve yapılacak tasarruf ile ülke sermayesine yapılan katkının azımsanamayacak değerlere ulaşacağıdır.

Projede amaçladığımız tüm alandaki aydınlatmanın tek merkezden yapılması, gerçek zamanlı izleme ve kontrol edebilmesi gerçekleşmiş oldu. Aynı zamanda çalışanların gerekli gördükleri durumlarda aydınlatmayı açmaları ya da kapamaları mümkün kılınarak, herhangi bir kısıtlamadan kaçınılmıştır.

Çalışan, öğrenci, hasta ve / veya ziyaretçilerin açık unuttukları armatürler yüzünden, kurum yada özel şirketlerinin maddi zarar görmesi engellenerek, tasarruf etmeleri sağlandı.

Örnek hesaplamada verilen değerler ışığında aydınlatma tek merkezden izlenebilen, kontrol edilen ve tasarruf ettiren bir sistem haline gelmiştir.

Gereksiz kullanılan aydınlatmalar fark edilerek kapatılmış ve tasarruf sağlanmıştır.

Tüm alanda aynı anda aydınlatılması gereken alanlar, birkaç saniye içerisinde aydınlatılmıştır.

Enerji verimliliği = Kullanılan Enerji / Gereken Enerji formülünde “Kullanılan Enerji” miktarı azaltılarak verimlik artırılmıştır.

Sisteme ışık ve harekete duyarlı sensörler ile zamanlayıcılar da eklenerek sistemin geliştirilmesi de mümkündür.



## KAYNAKLAR

- Altuncu Damla** (2008) Aydınlatma Kontrol Sistemlerinin Hastane Örneğinde Kullanımı ve Yatan Hasta Kat Koridorları İçin Bir Aydınlatma Sistem Önerisi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Cüneray M, Canal R ve Topaloğlu N** (2011) PSoC 1 ile Elektronik Uygulamaları için Deney Seti Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, K. *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey
- İlter Cengiz** (2005) SCADA sisteminin bina güvenliğine uygulanması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Kürkçü Esin A, İlknur Cakar ve Zeyrek Serap** (2004) İşyerlerinde Aydınlatma, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı, İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü (İSGUM) Ocak,
- MEB** (2007) Millî Eğitim Bakanlığı, Meslekî Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi Elektrik - Elektronik Teknolojisi Scada Programlama, Ankara 2007.
- Onaygil Şermin** (2011) Enerji Verimliliği Çalışmalarında Aydınlatmanın Yeri, Aydınlatma Türk Milli, İstanbul Sanayi Odası, Odakule, İstanbul.
- Özgen Burak** (2006) Bina Otomasyonu, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi, İstanbul.
- Perdahçı Canan ve Hanlı Uğur** (2010) Verimli Aydınlatma Yöntemleri, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmit.
- Polat Zühal** (2005) Hastane Aydınlatma ve Güvenlik Sisteminin İncelenmesi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Sönmez Mehmet** (2006) Akıllı Binalardaki Teknik-Teknolojik Sistemler ve Enerji İzleme Sisteminin Entegrasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Şahin Didem** (2006) Otel Aydınlatmasında Genel İlkeler ve Otel Yatak Odaları İçin Bir Değerlendirme, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ,Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Toylan Hayrettin** (2008) Laboratuvar İç Aydınlatmasının PLC ve Bilgisayar Yardımı ile Kontrolü, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.



## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-1** (2012) <http://www.egze.com/forum/gecmisten-eskiden-guenuemueze-aydinlatma-isik-araclari-vt6147.html> (Erişim Tarihi: 01.11.2012).
- URL-2** (2012) [http://www.egosis.net/images/news\\_images/file/asda.pdf](http://www.egosis.net/images/news_images/file/asda.pdf)] 01.03.2012.
- URL-3** (2012) <http://www.kontrol2000.com/docs/K2K-SiseCam%20GM.pdf> 01.03.2012.
- URL-4** (2012) <http://www.kontrol2000.com/docs/K2K-Hugo%20Boss.pdf>] 01.03.2012.
- URL-5** (2012) <http://www.cypress.com/?id=1353&source=productshome>]
- URL-6** (2012) <http://www.psocdeveloper.com/tools/psoc-designer.html>]
- Ünnü Yıldırım Sezen, Şener Feride ve Yener Köknel Alpin** (2011) Binalarda Aydınlatma Enerjisi Performansının Belirlenmesinde Yöreyle İlişkin Özelliklerin Rolü, Elektrik Tesislerinde Yeni Teknolojiler ve Verimlilik, II. Elektrik Tesisat Kongresi, 24-25 Kasım 2011 İzmir.
- Üser Yavuz** (2004) Sanayide Enerji Tasarruf Potansiyeli ve Eti Ferrokrom ve Karpit Fabrikası Enerji Etüdü, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Yavuz Cenk** (2004) Şehir Aydınlatmacılığı, Işık Kirliliği ve Aydınlatmada Enerji Verimliliği, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Yavuz Cenk** (2010) Güneşine bağlı aydınlatma kontrolü ile iç aydınlatmada enerji tasarrufunun ve ilişkili parametrelerin belirlenmesi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sakarya.
- Yılmaz Cemal** (2007) Profibus-dp Ağ Tabanlı Bina Otomasyonu, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Ömer AKBAŞ 1984 yılında Manisa Demirci’de doğdu, ilköğrenimini ve orta öğrenimini. Demirci’de tamamladı. Demirci Lisesi Fen Bilimleri Bölümünden mezun olduktan sonra 2002 yılında ZKÜ Elektrik - Elektronik Mühendisliği bölümüne girdi 2006 yılında mezun oldu. 2007 yılında ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik – Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı yüksek lisans yapmaya başladı devam etmektedir. 2006 yılında Bessan PCB Limited Şirketi’nde üretim mühendisi olarak iş hayatına başladı. 2008 – 2010 yılları arasında Üretim ve Satış Müdürü olarak Elkasan PCB Limited Şirketi’nde görev yaptı. 2010 yılı Kasım ayında başladığı Socomec Elektrik ve Elektronik Anonim Şirketinde İç Anadolu Bölge Müdürü görevine devam etmektedir.

## **İLETİŞİM BİLGİLERİ**

Adres : Turgut Özal Mahallesi 2196. Sokak Park Aşıyan Sitesi  
B Blok Daire:5 Batıkent Yenimahalle / ANKARA

Telefon : 0 555 390 00 22

E-posta : omer\_akbas@hotmail.com