

**T.C.  
BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ENDÜSTRİYEL ÇALIŞMA ORTAMLARINDA OTOMATİK  
AYDINLIK KONTROLÜ**

**Metin ORTATAŞ**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Orhan ER**

**Yozgat 2015**



**T.C.  
BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ENDÜSTRİYEL ÇALIŞMA ORTAMLARINDA OTOMATİK  
AYDINLIK KONTROLÜ**

**Metin ORTATAŞ**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Orhan ER**

**Bu çalışma, Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
tarafından I.F.E/2011-57 kodu ile desteklenmiştir.**

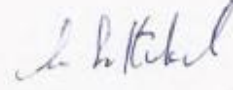
**Yozgat 2015**

**T.C.**  
**BOZOK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEZ ONAYI**

Enstitümüzün Mekatronik Anabilim Dalı 70111710006 numaralı öğrencisi Metin ORTATAŞ'ın hazırladığı "Endüstriyel Çalışma Ortamlarında Otomatik Aydınlik Kontrolü" başlıklı YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 24/08/2015 Pazartesi günü saat 13:00'te yapılmış, tezin onayına OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Sertol KÖKSAL



Üye : Yrd. Doç. Dr. Orhan ER (Danışman)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Bekir Hakan AKSEBZECİ



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun .07.../09.../2015... tarih ve 25... sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Müdür

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	vi
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	viii
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. AYDINLATMA SİSTEM TASARIMI VE ELEMANLARI</b> .....	3
2.1. Aydınlatmaya Ait Terim ve Tanımlar .....	5
2.1.1. Işık Akısı .....	5
2.1.2. Işık Şiddeti .....	5
2.1.3. Parlıltı (Parlaklık).....	5
2.1.4. Aydınlık Düzeyi .....	5
2.1.5. Kamaşma.....	5
2.1.6. Renk Sıcaklığı .....	6
2.2. Aydınlatmada Kullanılan Bazı Armatür ve Lambalar .....	7
2.2.1. Akkor Telli Lambalar .....	7
2.2.2. Floresan lambalar .....	7
2.2.3. Metal Halojen Lambalar .....	8
2.2.4. Ledli lambalar .....	9
2.3. Aydınlatma Sistemleri.....	10
2.3.1. Genel Aydınlatma .....	10
2.3.2. Bölgesel Aydınlatma .....	11
2.3.3. Dış Aydınlatma .....	11
<b>3. YAPILARDA AYDINLATMA ENERJİSİ VE VERİMLİLİĞİ</b> .....	13
3.1. Enerji Verimliliği.....	13
3.2. Enerji Verimliliğinin Aydınlatmadaki Önemi .....	14
3.3. Işık Üretimindeki Kayıplar .....	15
3.4. Yapı Tasarımı ve Gün Işığı .....	16
3.5. Aydınlığın Sürekliliği.....	17

<b>4. KULLANILAN LOJİK KONTROL SİSTEM VE ELEMANLARI .....</b>	<b>19</b>
4.1. Programlanabilir Lojik Kontrol Sistemin Konvansiyonel Kontrol Sistemleriyle Karşılaştırılması .....	19
4.2. PLC MPI Bağlantı Kablosu .....	20
4.3. PLC Dijital Giriş - Çıkış Modülü .....	21
4.4. PLC Analog Giriş - Çıkış Modülü .....	22
<b>5. KULLANICI DENETİMİ VE VERİ TOPLAMA .....</b>	<b>23</b>
5.1. SCADA Sistemlerinin Tanımı .....	23
5.1.1. SCADA Sisteminin Uygulama Alanları .....	25
5.1.2. SCADA Sisteminin İşlevleri .....	26
5.1.3. SCADA Yazılımından Beklenenler .....	27
5.1.4. SCADA Sistemleri Şu İmkanları Sağlamalıdır .....	27
5.2. Sistemin Yapısı .....	28
<b>6. GELİŞTİRİLEN AYDINLATMA KONTROL PROJESİ DETAYLARI .....</b>	<b>29</b>
6.1. Aydınlık Sensör Devresi .....	30
6.2. Çıkış Yükselteç Devresi (Armatür Sürücüleri) .....	32
6.3. Projede Kullanılan Simatic S7-315 (PLC) ve Özellikleri .....	33
6.4. Sistem Kontrol Butonları ve Algılama Ünitesi .....	34
6.5. Röle Kontrol Birimi .....	36
6.6. Sistem Analog Sinyal Algılama Birimi .....	37
6.7. Armatür Kontrol Sinyali Çıkış Birimi .....	37
6.8. Merkezi İşlem Birimi ile Haberleşme .....	38
6.9. Oluşturulan Ortam, Kullanılan Armatürler ve Özellikleri .....	38
6.9.1. Tezgah Armatürleri .....	39
6.9.2. Tavan Armatürleri .....	40
6.10. Step 7 Manager .....	41
6.10.1. Geliştirilen Projenin arayüzü .....	42
6.11. WinCC Flexible Hazırlanan Scada Proje Arayüzü .....	56
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>60</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>67</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>69</b>

# ENDÜSTRİYEL ÇALIŞMA ORTAMLARINDA OTOMATİK AYDINLIK KONTROLÜ

**Metin ORTATAŞ**

**Bozok Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**2015; Sayfa: 69**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Orhan ER**

## ÖZET

Bu çalışmada bir endüstriyel çalışma ortamı 1/10 oranında modellenmiş ve otomasyonu yapılmıştır. Hazırlanan uygulama modelinin eni 1 metre, boyu 1.2 metre, yüksekliği 0.4 metredir. Çalışma ortamına 6 adet tezgah armatürü ile birlikte konumlandırılmıştır. Tezgahlarda ve tavan aydınlatmasında led armatürler kullanılmıştır. Tezgahların ve ortamın stabil aydınlatılması, aydınlık düzeyinin kontrolü ve takibi, çalışma düzeninin izlemi için bir kontrol panosu ve bilgisayar destekli otomasyon programı yapılmıştır. Programlar Siemens Simatic Manager ve Siemens WinCC Flexible üzerinde hazırlanmıştır. Bu programlar sayesinde Siemens S7-315 CPU, Siemens S7 Dijital-Analog Giriş/Çıkış modülleri, analog sinyal algılayıcı ve sürücü elemanları yönetmektedir. Tezgahlarda ve genel ortamda bulunan aydınlık sensörü sürekli olarak aydınlık seviyesini 0-24 Volt sinyal olarak analog bir devre üzerinden PLC analog modülüne göndermektedir. Analog modülden alınan sinyal CPU ve program tarafından değerlendirilir. Scada programından yapılan kontrol ve girilen değere göre armatürlerin ışık şiddeti artırılarak yada azaltılarak aydınlık seviyesi belli aralıklar arasında tutulmuştur. Bu sayede gün ışığından yeterince faydalanılamayan zamanlarda aydınlık düzeyinin sabit tutulmuştur. Aynı zamanda aydınlatmada enerjinin verimli kullanılması da sağlanmıştır. Bu çalışma sayesinde insan desteği gerektiren çalışma tezgâhları ve makinelerinde iş kazalarının azalmasına, aydınlatmada enerji verimliliğinin sağlanmasına, üretimde kalite ve hızın artırılması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Otomatik Aydınlatma, Işık Kontrollü, Aydınlık Otomasyonu

# **AUTOMATIC LIGHTING CONTROL ON INDUSTRY**

**Metin ORTATAŞ**

**Bozok University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Mechatronics  
Master of Science Thesis**

**2015; Page: 69**

**Thesis Supervisor : Assist. Prof. Dr. Orhan ER**

## **ABSTRACT**

In this work, a lighting automation project was made for industrial working environment modelled 1/10 ratio. Prepared application model has 1m width, 1.2 m height and 0.4m depth. Working environment was created with six worktable and armatures for lighting. LED armatures were used for lighting of ceiling and worktables. Working environment and worktables lighting stability, illumination control and monitoring has made by control panel and computer-aided automation software. Computer-aided control and monitoring software was made by Siemens Simatic Manager and Siemens WinCC Flexible. Siemens S7 Digital-Analog Input/Output modulus, analog signal sensor and drivers were controlled by Siemens S7-315 CPU and prepared software. Brightness level was measured by illumination sensors on the working environment and worktables. Sensors sent 0-24V signal on an analog circuit to the PLC analog input modulus. Analog signals received from the module are evaluated by the CPU and the software. SCADA software controls the armatures brightness level up or down to limits by using input signals. Thus, whenever daylight brightness is not sufficient illumination level is kept constant. At the same time, energy efficient lighting is also provided. This study is due to reduce work accidents caused by looms in working environment and human-assisted worktables, to provide energy efficiency in lighting, to increase the quality and speed of production.

**Key Words:** Automatic Lighting, Light Control, Lighting Automation



## **TEŞEKKÜR**

Bu çalıőmamda öncelikle beni yönlendiren, çalışma sürecinde bilgi, tecrübe ve yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Orhan ER'e minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalıőmama maddi destek sağlayan Bozok Üniversitesi BAP Birimine (I.F./ 2011-57 no'lu proje) teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada teknik destek ve bilgisini esirgemeyen Öğr.Gör.Türker KOZA'ya ve PLC merkezi uzman personeli Hakkı ÖREN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1. Şekil 2.1. Çeşitli ışık kaynaklarının renk sıcaklığı değerleri için bazı örnekler .....	6
Şekil 2.2. Bazı flüoresan lambalar .....	8
Şekil 2.3. Metal halide ampüller .....	9
Şekil 2.4. Bazı led'li lambalar .....	9
Şekil 3.1. Türkiye güneşlenme haritası.....	17
Şekil 3.2. Aydınlatma kontrol sistemleriyle elde edilen enerji tasarrufu.....	18
Şekil 4.1. Programlanabilir lojik denetleyicinin blok şeması .....	20
Şekil 4.2. MPI adapter kablo.....	21
Şekil 4.3. Dijital giriş/çıkış ünitesi .....	21
Şekil 4.4. Analog giriş/çıkış ünitesi .....	22
Şekil 5.1. Bir scada sistem otomasyonunun yapısı .....	28
Şekil 6.1. Hazırlanan model proje .....	29
Şekil 6.2. Proje sistem blok şeması.....	30
Şekil 6.3. Aydınlık sensör ve devre kartı.....	32
Şekil 6.4. Aydınlık sensör devre şeması .....	32
Şekil 6.5. Çıkış yükselteç devre kartı şeması.....	33
Şekil 6.6. CPU 315 6ES7-315-1AF03-0AB0 .....	34
Şekil 6.7. DI 16xDC24V Modül kablolama .....	35
Şekil 6.8. Dijital giriş butonları.....	35
Şekil 6.9. DO 16xDC24V/0.5A Modül kablolama.....	36
Şekil 6.10. Dijital çıkış röleleri .....	36
Şekil 6.11. AI 8x13Bit modül kablolama .....	37
Şekil 6.12. AO 8x13Bit modül kablolama.....	38
Şekil 6.13. USB MPI kablo bağlantısı .....	39
Şekil 6.14. Projede kullanılan armatürler .....	39
Şekil 6.15. Dış aydınlatma yöntemi şeması .....	40
Şekil 6.16. Tezgah armatürü .....	40
Şekil 6.17. Proje tavan armatürleri .....	42
Şekil 6.18. SİMATİC Manager proje oluşturma başlangıç .....	43

<b>Şekil 6.19.</b> SİMATİC Manager CPU seçimi .....	44
<b>Şekil 6.20.</b> SİMATİC Manager programlama dili seçimi.....	44
<b>Şekil 6.21.</b> Proje ismi belirleme .....	45
<b>Şekil 6.22.</b> Proje donanım ve istasyonu oluşturma .....	45
<b>Şekil 6.23.</b> PLC ve donanım oluşturma .....	46
<b>Şekil 6.24.</b> PLC – Bilgisayar iletişim .....	47
<b>Şekil 6.25.</b> Program blokları .....	48
<b>Şekil 6.26.</b> Proje FC1 ladder yazılım .....	49-50
<b>Şekil 6.27.</b> Tavan armatürleri otomatik kontrol ladder diyagramı.....	52
<b>Şekil 6.28.</b> Tezgah 2 armatür otomatik kontrol ladder diyagramı .....	54
<b>Şekil 6.29.</b> HMI istasyon oluşturma .....	55
<b>Şekil 6.30.</b> Ekran geçiş butonları .....	56
<b>Şekil 6.31.</b> SCR1 ekran görüntüsü.....	56
<b>Şekil 6.32.</b> Ekran geçiş butonları tanımlama .....	58
<b>Şekil 7.1.</b> Tezgah 2 sistem analog sinyal değerleri grafiği .....	61
<b>Şekil 7.2.</b> Kullanıcı katsayısına göre aydınlık düzeyi.....	61
<b>Şekil 7.3.</b> Kullanıcı katsayısına göre sensör devresinden gelen sinyal.....	61
<b>Şekil 7.4.</b> Kullanıcı katsayısına göre yükselteç devresine giden sinyal.....	61
<b>Şekil 7.5.</b> Kullanıcı katsayısına göre yükselteç çıkış sinyali .....	61

## TABLULAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 2.1.</b> Endüstri için önerilen bazı aydınlık değerleri .....	4
<b>Tablo 3.1.</b> Bazı lambaların ömür ve ışık verimleri.....	15-16
<b>Tablo 6.1.</b> Oda indeksi $k$ değerlerine göre oda aydınlatma verimi $\eta$ .....	40
<b>Tablo 7.1.</b> Çalışma alanı genel aydınlık düzeyi kontrolü değerleri.....	62
<b>Tablo 7.2.</b> Tezgah 2 aydınlık düzeyi kontrolü değerleri .....	62-63

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>PLC</b>	: Programmable Logic Controller
<b>PC</b>	: Personel Computer, Kişisel bilgisayar
<b>SCADA</b>	: Supervisory Control And Data Acquisition
<b>Cd</b>	: Candela
<b>E</b>	: Aydınlık Düzeyi
<b>I</b>	: Işık şiddeti
<b>Ø</b>	: Işık akısı
<b>A</b>	: Alan
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>UGR</b>	: UGR (Birleşik Kamaşma Endeksi, Unified Glare Rating)
<b>W</b>	: Watt
<b>f</b>	: Frekans
<b>LED</b>	: Light Emitting Diode
<b>S</b>	: Kürenin alanı
<b>UETM</b>	: Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>EİE</b>	: Elektrik İşleri Etüt idaresi
<b>TEP</b>	: Ton Eşdeğer Petrol
<b>HMI</b>	: Human-Machine Interface
<b>MPI</b>	: Multipoint Interface
<b>mA</b>	: Miliamper
<b>AI</b>	: Analog İntput
<b>AO</b>	: Analog Output
<b>DI</b>	: Digital İntput
<b>DO</b>	: Digital Output

<b>DCS</b>	: Dağıtık Kontrol Sistemleri
<b>PICA</b>	: Power Industry Computer Applications
<b>TEK</b>	: Türkiye Elektrik Kurumu
<b>PID</b>	: Proportional–İntegral–Derivative Controller
<b>DC</b>	: Direct Current, Doğru Akım
<b>AC</b>	: Alternative Current, Alternatif Akım
<b>sn</b>	: Saniye
<b>V</b>	: Volt
<b>A</b>	: Amper
<b>RTU</b>	: Remote Terminal Unit
<b>AKM</b>	: Ana Kontrol Merkezi
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>°C</b>	: Santigrat Derece
<b>R</b>	: Direnç, ohm
<b>MTU</b>	: Master Terminal Unit
<b>t</b>	: Zaman Sabiti
<b>USB</b>	: Universal Serial Bus, Evrensel Seri Veriyolu
<b>R</b>	: Direnç
<b>CH</b>	: Chanel
<b>K</b>	: Kelvin
<b>h</b>	: Yükseklik
<b>mcd</b>	: Milicandela
<b>CPU</b>	: Central Process Unit
<b>MW</b>	: Memory Word
<b>MD</b>	: Memory Double
<b>TZG</b>	: Tezgah

## 1. GİRİŞ

Aydınlatma, mekânın kimliğini tamamlayan, onu gösteren, istenilen özelliklerini öne çıkaran, yapıya ifade ekleyen bir durumdur. Bu amaçla yapılan aydınlatmanın amacı da gün ışığı değerlerini yakalamaya çalışmak ve yapay aydınlatmayı doğal aydınlatmaya yaklaştırmaktır. Işığı doğru kullanmak, ondan ne istediğimizi iyi tespit etmekle başlar. İhtiyaca göre ışık kaynağı bulmak ve en iyi tasarlanmış kaynağı seçmek çok önemlidir [1].

Yaklaşık olarak 1930 - 1940 yılları arasında yapay ışık kaynaklarının, tür, verim ve güç bakımından birbirini izleyen büyük aşamalar göstermesi ve kısa sürede oldukça geniş bir seçim olanağına kavuşmuş olması, yeni bir dönemin başlangıcı oldu ve bu dönemde “*aydınlatma tekniği*” önemli bir kavram olarak ortaya çıktı. Bundan sonra, bu alandaki her türlü çalışmanın ve yayınların hızla çoğalması bu dönemin özelliklerinden biridir. Konuyu daha ciddi ve kapsamlı bir biçimde ele alan bu çalışma ve yayınlarda, ışıkla ilgili konular yanı sıra, insan gözünün ışık ve renk görmesi ile ilgili bilgilere ve özdek ve yüzeylerin ışığı yansıtma geçirme ve yutma özelliklerine de oldukça geniş bir biçimde yer verildiği ve aydınlatma konusunu “göz, ışık ve nesne” üçlüsü içinde ele almaya özen gösterildiği görülmektedir [2].

Önceleri daha çok elektrik mühendisliğinin bir yan uğraş alanı gibi düşünülen aydınlatma konusu, bu gelişmelerle bu dar çerçeveden çıkmış, ışık kuramlarından lamba ve ışıklık (aydınlatma armatürü) üretimi teknolojisine, fotometrik ölçme ve hesap yöntemlerinden, mimarlık, şehircilik ve mühendislik konularına özgü uygulama özelliklerine uzanan geniş bir alana yayılmış ve elektrik mühendisliğine ek olarak değişik meslek ve bilim dallarının belli konularının bir amaç çevresinde toplanması ile “aydınlatmacılık” adı altında yeni bir uzmanlık dalı oluşmuştur [2].

Konuların daha uzmanca ve daha derinlemesine ele alınması ile aydınlatmada temel amacın, belli yerlerde belli aydınlık düzeyleri elde etmek olmayıp, belli konu ve durumlarda gerekli görme koşullarının sağlanması olduğu gerçeği akıllarda yer etmeye başlamıştır. Bunun ilk belirtisi, kimi etüt, proje, hatta yönetmeliklerde, görsel

olarak algılanabilen tek fotometrik büyüklük olan ışıklılığa (luminansa) giderek daha fazla yer verilmesidir [2].

Aydınlık yerine ışıklılık büyüklüğünün dikkate alınmaya başlaması, kuşkusuz büyük bir aşamadır. Fakat görme alanı içindeki ışıklılık düzenlemeleri, temel amaç olan gerekli görme koşullarının sağlanması için hiç de yeterli olmamıştır. Gerekli görme koşullarının sağlanmasının büyük oranda aydınlığın niteliğine bağlı olduğu düşüncesi, zamanla güç kazanmış ve bu konuda uyarıcı ve eğitici bir sürü etkinlik gerçekleştirilmiştir [2].

Bir kontrol sisteminden kontrolü yapılan çevre elemanlarına kolay müdahale imkânı vermesi, cihazların anlık olarak çalışıp çalışmadığı durumların ekranda görünüyor olması, herhangi bir arızanın kullanıcı veya teknik birime bildirilmesi veya büyük bir arıza durumunda sistemin otomatik olarak durdurulması gibi özellikler beklenir.

İnsanların her zaman yaşam alanı olarak sosyal ve ticari anlamda farklı mekânlar tercih etmesi, farklı ortamların oluşmasına neden olmuştur. Dolayısıyla her mekân için farklı aydınlatma tasarımı ihtiyacı doğmuştur. Aydınlatma tasarımcılığında aydınlatma yöntemi olarak direkt aydınlatma, yarı direkt aydınlatma, yarı endirekt aydınlatma, endirekt aydınlatma, dağıtılmış aydınlatma, serbest dağıtım yapan ışık kaynakları ile yapılan aydınlatma, dekoratif aydınlatma vb. uygulanmıştır. Son zamanlarda bölgesel aydınlatma, noktasal aydınlatma ve aydınlatma otomasyonları da uygulamalarda yer almıştır.

Bu çalışmada; Otomasyon sistemi olarak projenin genişletilebilecek bir yapıya sahip olmasından dolayı modül eklenebilir ve modernize edilebilen bir yapı tercih edilmiştir. Üretim ve kontrol bantlarına uygun olan PLC ve SACADA programları uygulamada kullanılmıştır. Endüstriyel çalışma ortamlarında mekânın aydınlık düzeyi otomasyon sistemi ile sürekli denetlenip sabit tutulmaya çalışılmıştır. Tezgâhlar üzerine yerleştirilen sensörler yardımıyla aydınlık seviyesi PLC ve bilgisayara ulaştırılmış, bilgisayar ve PLC değerlendirilen bilgilere göre tezgâhlar üzerinde bulunan aydınlatma armatürlerinin ışık akısı miktarı sürücü devreler ile değiştirilerek aydınlık seviyesi istenen değerde sabit tutulmuştur. Aynı zamanda aydınlatmada enerji verimliliği ve makinaların çalışma zaman takibi de yapılmıştır.



## 2. AYDINLATMA SİSTEM TASARIM VE ELEMANLARI

Aydınlatmacılığın temel amacı ışığı kullanma ve aydınlatma işlemini gerçekleştirmesidir [2].

İyi bir aydınlatma için birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır (Işığın rengi, yayılması, yönü ve miktarı gibi). Aydınlatılan yüzeyin yapısı da önemlidir. Koyu gri, kirliliği bir yüzey, üzerine düşen ışığın ancak yüzde 10- 12'sini yansıtırken, açık renkli temiz bir yüzey yüzde 90'dan fazlasını yansıtabilir. Aydınlatma kolayca görmeyi sağlayacak derecede parlak ve yayılma yönü de gözü kamaştırmayacak şekilde olmalıdır. Aynı zamanda aydınlık düzeyi kolay görmeyi sağlayacak derecede yüksek olmalıdır [3].

Göz kamaşması görmeyi güçleştirip çalışma kapasitesini düşürmekle kalmayıp kazaların artmasına da neden olur. Devamlı göz kamaştıran ışık altında çalışma ise, göz bozukluklarına yol açabilir. Bu nedenle istenmeyen göz kamaşmalarından gözü korumak gerekir [3].

Aydınlatma üzerinde durulması gereken hususlardan biri de görüş alanı içinde görmeyi engelleyen ya da rahatsızlık yaratan kaynağın ışıklılığının yol açtığı kamaşmadır. Bu kamamsa doğrudan ya da yansımayla olabilir. Göz kamaşmasının önlenmesi için, kaynak görüş hattının yeterince yukarısına yerleştirilir veya donuk (opak) bir malzeme ile kaplanır [3].

İyi bir aydınlatmanın çalışanlar üzerindeki olumlu etkisi şöyle özetlenebilir:

1. İyi bir aydınlatma görme keskinliğini (gözün ayırt edebilirliğini) artırır. Bakılan eşya daha iyi görülür.
2. İyi bir aydınlatma ile iş kazası sayısı azalır.
3. İyi bir aydınlatma işçilerin başarısını artırır.
4. İyi aydınlatma iş görmede çabukluk sağlar [3].

**Tablo 2.1.** Endüstri için önerilen bazı aydınlık değerleri [4].

<b>YAPILAN İŞİN CİNSİ</b>	<b>LÜX</b>
<b>Kâğıt Endüstrisi</b>	
Otomatik İşlemler	200
Kâğıt ve mukavva Yapımı	300
Ayıklama Sınıflandırma ve Kontrol	500
<b>Tekstil Endüstrisi</b>	
Balya Açma	200
İplik Makaralama ve Boyama	500
İplik Eğirme, Dokuma	750
Dikiş, Düğmeleme, Dokuma	1000
<b>Ağaç İşleme ve Mobilya Endüstrisi</b>	
Testere Makineleri	200
Çalışma Bantları	300
Ağaç İşleme Makineleri	500
Cilalama	750
Son Denetleme Kalite – Kontrol	1000
<b>Elektrik Malzemeleri Endüstrisi</b>	
Kablo İmalatı	300
Motor Bobini Sarımı	500
Telefon, Radyo, TV Montajı ve Testi	1000
Hassas Elektronik Eleman Montajı	1500
<b>Yiyecek Endüstrisi</b>	
Otomatik İşlemler	200
Genel Çalışma Alanları	300
El Süslemesi ve Kalite-Kontrol	500
<b>Cam İşleri ve Çömlekçilik</b>	
Ateş Ocağı	150
Karışım, Şekillendirme, Kalıp, Fırınlama Odaları	300
Cilalama, Sırlama, Parlatma	300
Makine ile Desen İşleme	500
El ile Desen İşleme	750
Hassas İşler, Elde Boyama	1000

Tablo 2.1’ de verilen bazı aydınlık düzeyleri gibi birçok mekanın da minimum aydınlık düzeyi belirlidir.

## **2.1. Aydınlatmaya Ait Terim ve Tanımlar**

### **2.1.1. Işık Akısı**

Işık akısı ışık enerjisinin akış miktarı olarak tanımlanabilir. Bir lambanın ışık gücünü ifade eder. Birimi lümen dir: Bir kürenin merkezindeki noktasal bir ışık kaynağının küre yüzeyinde oluşturduğu ışık akısı  $4\pi I$  lümen dir. Burada  $I$ , ışık şiddetini 1 cd, kürenin yarıçapını da 1 m kabul edersek ışık akısının birimi olan lümeni elde ederiz. Kürede her 1 metrekare yüzeysel lümen ışık akısı düşer. Işık akısı  $\Phi$  ile gösterilir [5].

### **2.1.2. Işık Şiddeti**

Işık kaynağı, çeşitli yönler e doğru, çeşitli kuvvetle ışınım yapar. Belli bir yöne doğru elde edilen, görülebilen ışınım a denir. Birimi candela’ dır [1].

### **2.1.3. Parıltı (Parlaklık)**

Işık kaynağının veya aydınlatılmış alanın parlaklığı, beynin algıladığı parlaklık ölçüsüdür. Birimi  $Cd/cm^2$  dir [1].

### **2.1.4. Aydınlık Düzeyi**

Aydınlık düzeyi, düşen ışıksal akının aydınlatılacak yüzeye olan oranını bildirir. Aydınlık düzeyi, 1 lm değerindeki ışık akısının 1 m<sup>2</sup> alana sahip bir yüzeye eşit yayılmış şekilde düştüğü durumda 1 lüx (lm/ m<sup>2</sup>) değerindedir. “E” harfi ile sembolize edilir  $E (lüx) = \phi (lm) / A (m^2)$  [5].

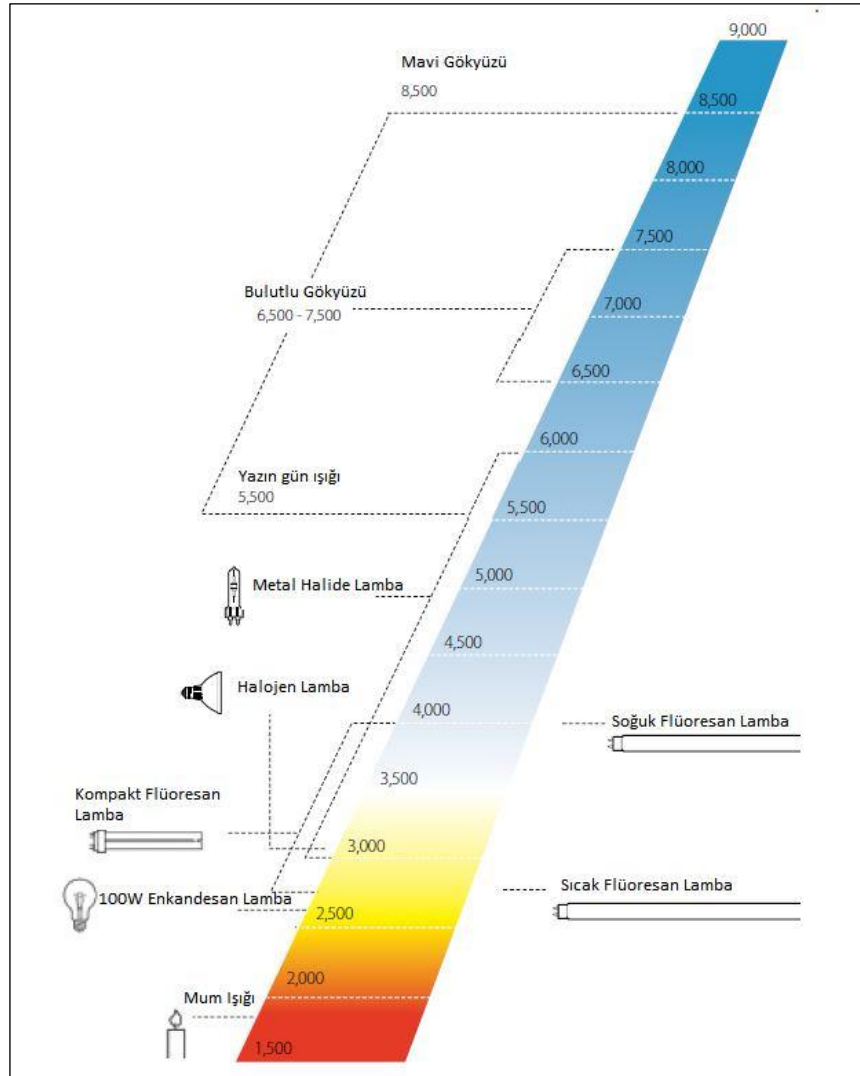
### **2.1.5. Kamaşma**

Kamaşma görüş alanı içindeki yüzeylerin parıltısına bağlı olarak ortaya çıkmakta, konforsuzluk ve yetersizlik kamaşması olarak gerçekleşmektedir. Parlak yüzeylerden yansıyan ışık yansımış kamaşmaya neden olmaktadır. Kazaların, yorgunluğun ve hataların önlenmesi için kamaşmanın sınırlandırılması gerekmektedir. Hacimlerde lambalar veya pencereler konforsuzluk kamaşması yaratabilmekte, bunu önleyici gerekli önlemler alındığında yetersizlik kamaşması da önemli bir sorun

olmamaktadır. Kamaşmanın değerlendirilmesi UGR (Birleşik Kamaşma Endeksi, Unified Glare Rating) değerlerine bağlı olarak yapılabilmektedir [5].

### 2.1.6. Renk sıcaklığı

Renk sıcaklığı, bir kütlenin belirli bir renkte ışık vermesi için ısıtılması gereken sıcaklık olarak tanımlanabilir. Birimi Kelvin'dir. Siyah cisim ısıtıldığında, belirli bir sıcaklık düzeyine ulaştığında önce koyu kırmızı, daha sonra sırası ile kırmızı, turuncu, sarı, beyaz ve sonunda mavi beyaz bir ışık yaymaktadır. Şekil 2.1' de çeşitli ışık kaynaklarının renk sıcaklığı değerleri için bazı örnekler verilmiştir [5].



Şekil 2.1. Çeşitli ışık kaynaklarının renk sıcaklığı değerleri için bazı örnekler [5].

## **2.2. Aydınlatmada Kullanılan Bazı Armatür ve Lambalar**

### **2.2.1. Akkor Telli lambalar**

Işık elde etme biçimi ısıya ışınım olan akkor lambada, tungsten telden geçen elektrik akımı teli ısıtarak akkor duruma getirir ve teli ısınmaya başlamasıyla elektrik enerjisi ışınım enerjisine dönüşür. Bu lambaların yayımladıkları ışınımın çok büyük bir bölümü ısı, küçük bir bölümü görünür ışınımlardır. Bu nedenle, verimleri çok düşüktür. Renksel verim indeksleri % 100 olmasına karşın etkinlik faktörleri düşük, ömürleri kısadır. Akkor telli lambaların etkinlik faktörü 8-16 lm/W arasında değişirken bu lambaların ömürleri yaklaşık olarak 1000 saattir. İstisnasız akkor telli lambaların hepsi loşlaştırılabilir. 2800-3000°K civarında düşük renk sıcaklığına sahiptir [5].

### **2.2.2. Flüoresan Lambalar**

Işınım elde etme biçimi ısıya ışınım olan flüoresan lambalarda, ışık üretimi iki aşamada ortaya çıkar. Birinci aşama, alçak basınçlı cıva buharı ortamında lambanın iç yüzeyine flüoresan madde sürülerek elektrik akımı geçirilmesi ile gerçekleştirilen 'elektrik deşarj' olayı ile ışınım oluşturulmasıdır. Flüoresan lambaların verimi temelde lamba gücü arttıkça artmaktadır. Ancak, aynı güçteki lambalar ele alındığında, verim değişimi doğrudan doğruya flüorürlü tozun yapısına bağlı olmaktadır [5].

Flüoresan lambaların farklı renklerde ve değişik modellerde olanları da günümüzde halen sıcak beyaz, soğuk beyaz ve farklı renklerde tüp ve kompakt olarak Şekil 2.2' deki gibi olanları halen kullanılmaktadır.



Şekil 2.2. Bazı flüoresan lambalar [6].

### 2.2.3. Metal Halojen Lambalar

Metal Halojen Lambalar, Etkinlik faktörleri 80 lm/W civarında ve renk özellikleri iyi olan bu lamba grubu özel aydınlatmalar için de çok uygundur. Ekonomik ömürleri nispeten kısa olup bu lambalar sadece renklerin belirgin olması gereken ortamlarda, açık hava spor sahalarında ve beyaz rengin vurgulanmak istendiği bina dış cephe aydınlatmalarında, çok iyi ekranlanmış armatürler içinde kullanılmaktadır. 1960'lı yıllarda civa buharlı bazı tuzlar eklenerek metalik halojenürlü ya da diğer adıyla Metal Halide lambalar üretilmeye başlandı. Eklenen tuzların etkisiyle lambaların renksel geriverimi yükseltildi ve yüksek verimli metalik halojenürlü lambalar 1980'li yıllarda iç mekânlarda da kullanılmaya başlandı [7].



Şekil 2.3. Metal halide ampüller [8].

#### 2.2.4. LED’li lambalar

LED ismi, İngilizcede “Light Emitting Diode” kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur ve “ışık yayan diyot” anlamına gelmektedir. Yarı iletken teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak LED’lerin verimliliği artarken, maliyeti azalmakta ve gittikçe kullanım alanları yaygınlaşmaktadır. Şekil 2.4’de aydınlatmada kullanılan led lamba ve aygıt örneklerine yer verilmiştir [5].



Şekil 2.4. Bazı LED’li lambalar [9].

## 2.3. Aydınlatma Sistemleri

### 2.3.1. Genel Aydınlatma

Genel aydınlatma sistemi, belli bir mekânda elde edilmek istenen yatay aydınlığın, mekânın hemen her yerinde aynı düzeyde tutulmasını sağlar. Genel aydınlatma, yalnız kullanıldığında, ortalama aydınlık düzeyi, belirli bir görsel işlev için istenen aydınlık düzeyine eşit olmalıdır. Genel aydınlatmanın en büyük avantajı, mekânda tam bir esnekliğe imkân vermesidir [5].

Bu yüzden de ev, açık ofis, fabrika, atölye, mağaza, depo vb. her türlü mekânda kullanılabilir. Dezavantajlarından biri ise, bütün alanda en kritik işlevler için gereken aydınlık düzeyi minimumda tutulduğunda bile enerji tüketiminin fazla oluşudur [5].

Aydınlatma ışığın aydınlatılacak alana dağılımı yönünden direkt aydınlatma, yarı direkt aydınlatma, yarı endirekt aydınlatma, endirekt aydınlatma, dağıtılmış aydınlatma ve serbest dağılım yapan uzun ışık kaynakları ile aydınlatma olmak üzere 6 sınıfta incelenir.

**Direkt Aydınlatma:** Aydınlatma aracının ışığı doğrudan çalışma yüzeyine yönlendirmesidir. Atölye, Yol, Depo gibi yerlerde uygulanabilir [1].

**Yarı Direkt Aydınlatma:** Aydınlatma aracı ışığının bir kısmının doğrudan bir kısmının ise çevreye dağılmasıdır. Koridor, Büro, Ev odaları gibi alanlarda kullanılabilir [1].

**Yarı Endirekt Aydınlatma:** Işık akısının bir kısmının çalışma yüzeyine, büyük bir kısmının ise tavana yönlendirilmesidir. Kütüphane, dinlenme odaları gibi yerlerde kullanılır [1].

**Endirekt Aydınlatma:** Işık akısının çalışma yüzeyine tamamen dolaylı yoldan ulaşmasıdır [1].

**Dağıtılmış Aydınlatma:** Aydınlatma aracı ışığının her yöne eşit dağıtılmasıdır [1].

**Serbest Dağılım Yapan Uzun Işık Kaynakları ile Aydınlatma:** Bu aydınlatma günümüzde flüoresan lambalarda uygulanmaktadır. Aydınlatma aracı verimi %100 olarak alınır [1].



### 2.3.2. Bölgesel Aydınlatma

Bölgesel aydınlatmada aydınlatma cihazları, ortamın görselliğine ve çalışma alanlarına göre hazırlanmalıdır. Bölgesel aydınlatma direkt (dolaysız) veya endirekt (dolaylı) aydınlatma yöntemleriyle daha kolay uygulanabilir.

Günümüzde bölgesel aydınlatma gittikçe popüler hale gelmektedir. Direkt (dolaysız) Aydınlatma ile yapılan lokal aydınlatma uygulamalarında fonksiyonlarına göre yerleştirilen cihazların avantajı; istenmeyen gölgeleri, kamaşmayı ve görünmeyen yansımaları en aza indirgeyecek şekilde tasarlanabilmeleri ve ışık verimini artırabilmesidir. En büyük dezavantajı ise mekânın tasarımı değiştiğinde, cihaz konumunun da değişmesi gerektiğidir.

### 2.3.3. Dış Aydınlatma

- Yol, sokak, meydan ve kavşakların aydınlatılması
- Tünel ve alt geçitlerin aydınlatılması
- Açık endüstri ve inşaat alanlarının aydınlatılması
- Açık spor alanlarının aydınlatılması
- Anıt ve yapıların dış aydınlatılması (ışıklandırma)
- Bahçe, park, havuz ve fiskiyelerin aydınlatılması
- Işıklı işaret ve reklamlar
- Gar ve rıhtımların aydınlatılması

Yukarıdaki konuları kapsamına alan aydınlatma bölümüne dış aydınlatma denir. İç aydınlatmada olduğu gibi duvarla ve tavanla sınırlı bir ortam olmadığı için dış aydınlatma tekniğinde farklar vardır [10].

Dış aydınlatma hesaplarında noktasal aydınlatma hesabı görüşü uygulanır. Aydınlatma aracının yolun en uzak bir noktasına ulaştırdığı ışık ışını ile sağladığı şiddeti, standarttan az olmamalıdır. Bu değer hesabında da yol üzerindeki bu noktanın ışık kaynağı ile dik ekseni arasında yaptığı açı bulunur. Aydınlatma aracı ışık eğrisinin bu açıdaki ışık şiddeti (I) alınarak hesaplamaya girilir [10].

Dış aydınlatma hesaplarında aydınlatmanın ters kare kanunu uygulanır. Aydınlatma değeri, kaynağın şiddeti ile doğru ve alanın kaynağa olan mesafesi ile ters orantılıdır. Işık şiddeti  $I$  ile gösterilip, yarıçapı  $r$  olan bir kürenin alanı  $S= 4\pi r^2$  olduğu için ışık akısı da  $\Phi=4\pi r^2 I$  olur [10].

Aydınlık değeri, ışık şiddeti ile doğru ve aradaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Buna aydınlatmada ters kare kanunu denir. Işık, aydınlatılacak alana dik olarak yönlendiği yerlerde aydınlık değeri aşağıdaki formüle göre bulunur [10].

$$E = I/r^2 \quad (1)$$

## **3. YAPILARDA AYDINLATMA ENERJİSİ VE VERİMLİLİĞİ**

### **3.1. Enerji Verimliliği**

Son yüzyılda sanayi ve teknolojiye görülen büyük gelişmelere karşın doğal enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Bu nedenle enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi ve enerji maliyetlerinin aşağı çekilmesi gerekmektedir. Başka bir deyişle; yaşam kalitesinde düşüşe yol açmadan enerji tüketiminin azaltılması, yani, enerjide verimliliğin artırılması gerekmektedir. Bu artışın sürekliliğinin sağlanması için ise belli aralıklarla enerji verimliliği ölçümleri yapılmalı, bu ölçümler değerlendirilmeli ve gerekiyorsa yeni yatırımlar yapılmalıdır. Kısaca enerji verimliliği, enerji kaynaklarının üretimden tüketim aşamasına kadar tüm safhalarda en yüksek etkinlikte değerlendirilmesini ifade etmektedir [11].

Enerji verimliliği konusunun kapsadığı stratejilerin en önemlilerinden birisi enerji tasarrufudur. “Halk arasında genellikle enerjinin az kullanılması, iki ampulden birinin söndürülmesi şeklinde algılanmakta olan enerji tasarrufu, aslında enerji atıklarının değerlendirilmesi ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, kalite ve performansı düşürmeden enerji ihtiyacının en aza düşürülmesidir” Türkiye’de EİE tarafından 1981 yılından beri bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmaların tek mercide toplanması açısından 1993 yılında Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) kurulmuştur. 1995 yılı Kasım ayında çıkarılan yönetmelikle, enerji tüketimi yapan sanayi kuruluşlarında tasarruf imkan ve odaklarının tespiti, genel ve spesifik enerji tüketimi hedeflerinin belirlenmesi ve izlenmesi, mevcut durumdaki enerji tüketimi ve hedef rakamlara ulaşmak için plan ve programlar yapılarak Enerji Yönetim Sistemi’nin kurulması öngörülmüştür. Bu yönetmelikle, bazı enerji üretim ve dönüşüm uygulamalarının zorunlu hale getirilmesi, bunları uygulamayan işletmeler için ise yaptırımlar getirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, Enerji Verimliliği Yasası ile ilgili çalışmalarda, en az 500 TEP enerji tüketimi olan sanayi kuruluşlarının da Enerji Yönetim Sistemleri kurmalarının zorunlu hale getirilmesi öngörülmüştür. Enerji tasarrufu denildiği zaman, akla enerji arz hizmetlerinin kısıtlanması gelmemelidir. Enerji tasarrufu, kullanılan enerji miktarının değil, ürün

başına tüketilen enerjinin azaltılmasıdır. Enerjinin gereksiz kullanımını belirlemek ve bundan kaynaklanan israfı azaltmak veya mümkünse tamamen ortadan kaldırmak için alınabilecek önlemler akla gelmelidir. Belirgin verimlilik artışlarının pek çoğunun genellikle malzeme ve enerji tasarrufu sonucunda elde edildiği de bilinen bir gerçektir. “En ucuz enerji, tasarruf edilen enerjidir”. Ülkemizde üretilen enerjinin önemli bir bölümü gerek sanayide, gerek konutlarda yeterli tasarruf tedbirlerinin alınmamış olmasından dolayı israf olmaktadır [11].

### **3.2. Enerji Verimliliğinin Aydınlatmadaki Önemi**

Aydınlatma enerjisinin günümüzdeki enerji sarfiyatı içerisindeki yeri çok büyüktür. Mekânlarda aydınlatma tasarımı yaparken enerjinin mümkün olduğu kadar verimli kullanılması gerekmektedir. Doğal aydınlatmanın yüksek miktarda kullanıldığı bir alanda aydınlatmanın yeterli olması için minimum enerji harcamak gerekmektedir. Bu sayede aydınlatma enerji verimliliği optimum yapılabilir.

Bunun yanı sıra aydınlatma tasarımı yapılırken enerji verimliliği açısından dikkat edilmesi gereken belli hususlar vardır. Bunlara dikkat edildiği takdirde hem aydınlatmanın kişinin gözlerine zarar vermeden optimum olacak şekilde yapılması hem de enerjiden maksimum verim alınmasını sağlanacaktır [12].

İç aydınlatma sistemi tasarlanırken, enerjinin etkin kullanımını açısından bir takım etkenler göz önünde tutulmalıdır.

Bunlar;

- Yapay aydınlatma sisteminin seçimi,
- Lamba, aygıt ve yardımcı araçların seçimi,
- Aygıtların yerleştirilme yükseklikleri,
- Hesaplamalardaki doğruluk payı, kullanılan programlar ve
- Bakım faktörüdür [12].

### 3.3. Işık Üretimindeki Kayıplar

Aydınlatmada kullanılan lambaların ışık verimleri yaklaşık 10 ile 180 lm/W arasında değişir. Buna bağlı olarak eğer yanlış lamba tercih edilirse boşuna harcanacak olan enerji elde edilen ışığın en çok 18 katını elde etmeye yetecek orana ulaşabilir. Lambalar tercih edilirken ilk etapta döşeme maliyeti, bakım ve kullanım kolaylığı, ışığın rengi, lamba boyutu ve gücü göz önünde bulundurulur. Bu seçim yapılırken yanlış lamba tercih edildiğinde gerekli enerjinin 18 kat olmasa bile 3-8 katına varan boşuna harcanması söz konusu olur (Tablo 3.1) [12].

Aydınlatmada enerji tasarrufu yapmak için kimi zaman çok basit işlemler yeterlidir. Aydınlatmadaki en fazla kayıp, lambaların gereksiz kullanımından kaynaklanmaktadır. Aydınlatmanın kontrolünün insanların tercihinde olduğu durumlarda kişiler, yapay aydınlatma gereksin veya gerekmesin, hemen girdikleri mekânın ışıklarını yakmakta, işleri bitince ya da o mekânı terk ederken lambaları söndürmeyi ihmal etmektedirler. Bu durum daha çok ortak kullanıma açık mekânlarda görülmektedir. Bu savurganlığı önlemek için aydınlatmanın kontrolünü insanlardan alıp otomatiğe bağlamak daha akıllıcadır [13].

**Tablo 3.1.** Bazı lambaların ömür ve ışık verimleri [14].

Lamba Tipi	Işık verimi(lm/W)		Işık verimi düşme oranı	Ömür saat		Kuramsal ömür sonunda sönen lamba oranı
	Yeni İken	Kuramsal Ömür Sonunda		Kuramsal	istatistiksel	
Akkor lambalar	8-16	7-15	0.93	1.000	500-1500	0.50
Tungsten halojen lambalar	14-25	-	-	1500-2000	-	-
Halofosfat flüoresan lambalar	48-74	37-58	0.78	8000	7000-16000	0.05
Trifosfor flüoresan lambalar	60-83	52-71	0.86	8000	7000-16000	0.05
Özel katkı özdekli flüoresan lambalar	45-60	-	-	8000	-	-
Civa buharlı lambalar	35-60	24-41	0.68	12000	4000-24000	0.12
Metal halojenürlü lambalar	45-85	41-58	0.68	9000	1000-18000	0.15

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar	70-135	61-117	0.87	12000	4000-24000	0.11
Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar	100-180	-	-	20000	-	-

Gereğinden fazla ışık üretimi, aydınlatma araçlarının gereksiz kullanımı, aydınlatmada sürekliliğin sağlanamamasının yanı sıra kullanılmayan alanların aydınlatılması da enerji verimliliğini önemli ölçüde düşürmektedir.

### 3.4. Bina Tasarımı ve Gün Işığı

Bina tasarımı yapılırken gün ışığı stratejileri de belirlenmelidir. Bina şeması oluşturulurken gün ışığı binanın şekli, oranları gibi temel kararları etkiler. Tasarım aşamasında 2 farklı durum vardır. Bunlar çevresel ve yapısal etkenlerdir. Binanın gün ışığı aydınlatma kararlarını etkileyen çevresel etkenler; tasarım aşamasında değiştiremeyeceğimiz, coğrafi konum, bulunan enlem, sıcaklık etkileri, diğer binalara olan mesafe ve diğer sınırlayıcılarıdır. Yapısal etkenleri ise binanın dış kabuğu, odaların oranları, pencere ve çatı açıklıklarındaki tasarım kararları ve iç mekânda kullanılan malzemeler gibi bina ile ilgili etkenlerdir [15].

Gün ışığı ve bina tasarımındaki ilişkisi aşağıdaki gibi incelenebilir.

#### Çevresel Etkenler:

- Coğrafi konum (iklimsel şartlar)
- Gün ışığı alma süresi (güneşlenme)
- Sınırlayıcılar
- İç ortam yansıtıcıları

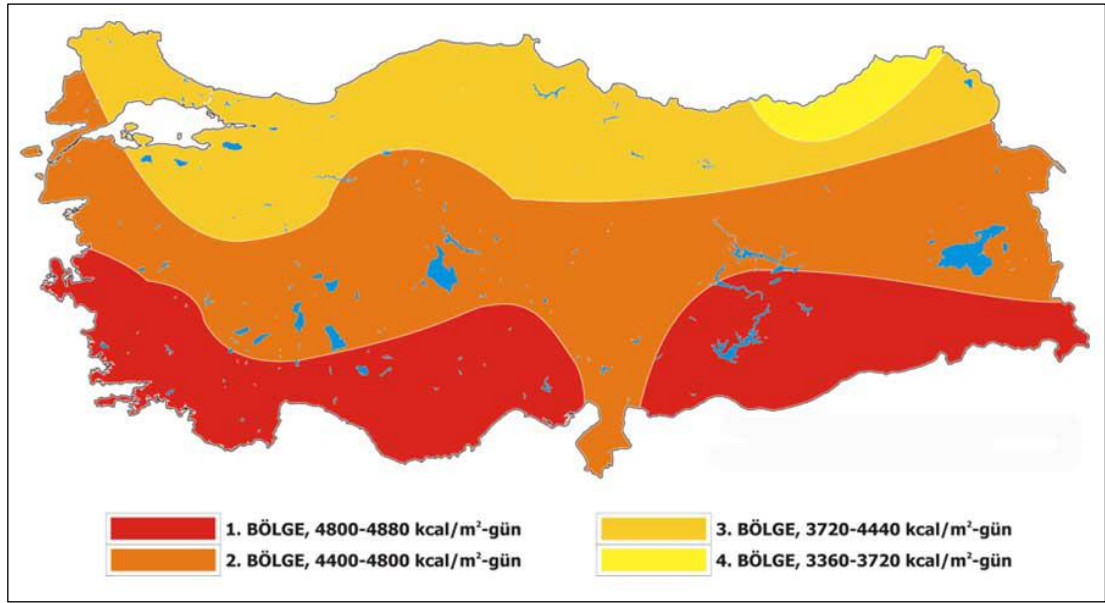
#### Yapısal Etkenler:

- Yerleşim ve form
- Bina açıklıkları (pencereler, çatı açıklıkları vb.)
- Fonksiyon [15].

Aydınlatmada enerji verimliliğini etkileyen çevresel faktörlerin başında gün ışığı gelmektedir. Tezde aydınlık sürekliliğinin takibi ve sağlanması amacı ile bu yöntem ön planda tutulmuştur.

Gün ışığı alma süresi (güneşlenme), yüksek enlemler belirgin yaz ve kış koşullarına sahiptir; gün ışığı seviyesinin mevsimsel değişimi alçak enlemlerde daha az görülür. Kışları gün ışığı seviyesinin düşük olduğu yüksek enlemlerde, tasarımcılar genellikle gün ışığının bina içine girmesini en yüksek seviyeye çıkarmayı hedeflerler. Gün ışığının, açık havadan bina içine yönlendirilmesi bu enlemlerde uygun bir stratejidir. Tersine, yıl boyunca gün ışığı seviyesinin yüksek olduğu tropikal bölgelerde tasarımı odağı, binaya giren gün ışığını sınırlayarak aşırı ısınmayı engelleme üzerinedir. Özellikle zirve yakınlarındaki bölgelerde, gökyüzünün üst kısımlarının engellenmesi ve yerden yansıyan dolaylı ışığın ya da gökyüzünün alt kısımlarından gelen gün ışığının alımı tropikal bölgelerde kullanışlı stratejilerdir [15].

Aşağıdaki Şekil 3.1’de Türkiye’nin güneşlenme haritası verilmiştir.



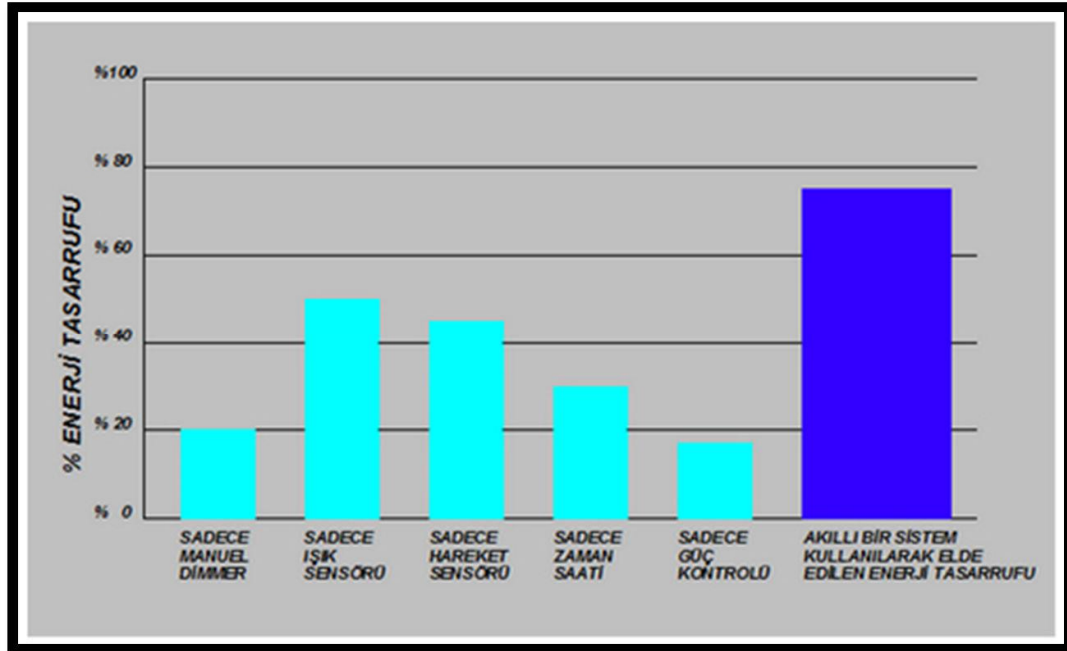
Şekil 3.1. Türkiye güneşlenme haritası [15]

### 3.5. Aydınlığın Sürekliliği

Aydınlatma birimlerinin kolay bir şekilde kontrolünü sağlamak ve aydınlatmayı etkili bir hale getirmek amacıyla kullanılan bu sistemde, iyi programlanmış bir aydınlatma otomasyon sistemiyle uzun süreli çalışma saatlerinin olduğu iş yerlerinde, çalışma saatlerine, gün ışığının konumuna ve yapılan işin niteliğine göre en uygun aydınlık düzeyi seçilerek, iş veriminin en yüksek seviyede olması sağlanabilir. Ayrıca aydınlatma otomasyon sistemleri, uzaktan kontrol edilebilir

özelliğinde olmasından dolayı işyerleri, oteller, fabrikalar gibi büyük yerlerde aydınlatma kontrolünü çok basit bir hale getirdiğinden oldukça tercih edilir. Aydınlatma otomasyon sistemlerinde kullanılan dimmer üniteleri enerji tasarrufu yapmak açısından oldukça yararlıdır. Bu üniteler sayesinde, aydınlatmanın azaltıldığı oranda enerji tasarrufu ve ışık kaynaklarının ömrünün uzaması mümkündür [15].

Yüksek aydınlık düzeyi istenilen ortamlarda aydınlatma armatürleri anahtarlarla kademeli olarak kontrol edilebilir. Aynı ortamda alçak seviyelerde aydınlık düzeyine ihtiyaç duyulduğunda ise sistem, dimmerler ile sürekli kontrol edilmelidir. Böyle bir sistem tamamının sürekli kontrol edildiği bir sisteme göre çok daha ekonomiktir [15]. Aydınlatmada enerji tasarrufunun önemli olduğu kadar aydınlık düzeyinin de stabil ve devamlı olması gerekmektedir. Bahsedilen kontrol mekanizmaları ile enerji tasarrufu ve aydınlık seviyeleri kontrol edilebilir. Aydınlık seviyesi kontrolünde bilgisayar destekli kontrol sistemleri kullanılarak enerji verimliliğinin artması ve aydınlığın sürekliliği sağlanabilir. Bu durum Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.2. Aydınlatma kontrol sistemleriyle elde edilen enerji tasarrufu [15].



## **4. KULLANILAN LOJİK KONTROL SİSTEM VE ELEMANLARI**

Bir PC (Programmable Controller) temelde içinde bir program olan ve giriş/çıkış (I/O) cihazlarına bağlı bir CPU 'dan (Central Processing Unit) oluşur. Program PC yi o şekilde kontrol eder ki bir giriş cihazından gelen sinyal '1' (on) olduğu zaman, gerekli işlem yapılır. Gerekli işlem genelde bir çıkış bir giriş cihazının sürülmesi şeklindedir. Giriş cihazları bir fotosel, kontrol panosu üzerinde bir buton bir nihayet şalteri veya PC' ye uygun bir giriş sinyali üretebilecek herhangi bir cihaz olabilir. Çıkış cihazları selenoidler, lambalar veya bir motoru yada ısıtıcıyı devreye sokacak bir röle ve kontaktörler yada bir PC çıkışı ile sürülebilecek herhangi bir cihaz olabilir [16].

### **4.1. Programlanabilir Lojik Sistemin Konvansiyonel Kontrol Sistemleriyle Karşılaştırılması**

Kumanda devreleri ve röle – kontaktörlü kontrol sistemleri ile programlanabilir lojik kontrolün arasında yapılacak temel bir karşılaştırma ile aşağıda verilen sonuçları elde ederiz [16].

#### **Programlanabilir Lojik Kontrolörler**

- Çabuk ve yeniden programlanabilme özelliği vardır.
- Dokümantasyon için sistemden bilgi almak mümkündür.
- Modüler yapıya sahip olduğu için, sistemin oluşturulması, işletmeye alınması bakımı ve onarımı oldukça kolaydır.
- Sistem bir bilgisayar ile kontrol edilebilir ve bilgisayar ile bilgi alışverişi mümkündür.

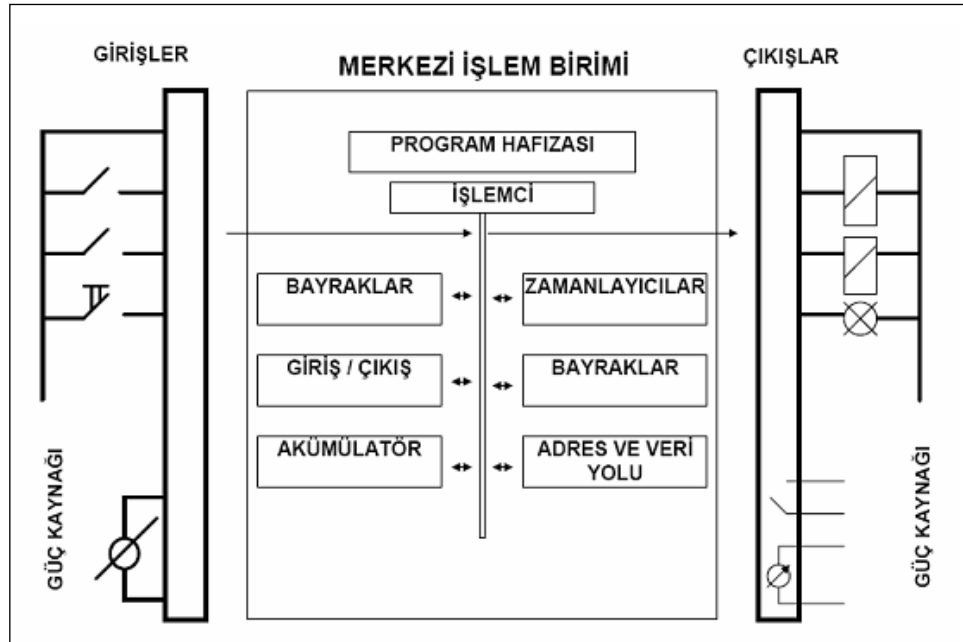
#### **Röle ve Kontaktörlü Kontrol Sistemleri**

- Yeniden programlanabilme özellikleri yoktur.
- Dokümantasyon ancak sistemin teknik verilerinin periyodik kontrolü ile mümkündür.
- Sistemin oluşturulması, işletmeye alınması, bakım onarım zaman ve çaba gerektirir.
- Sistemin bir bilgisayar ile kontrolü mümkün değildir.

- Konvansiyonel bir yöntem olduğu için teknolojik gelişmelerden daha az yararlanabilmektedir.
- Elektromanyetik alan ve gürültüden çok fazla etkilenmez [16].

Bu karşılaştırmalar sonucunda röle ve kontaktörlü kontrol sistemlerinin yerine programlanabilir lojik kontrol (PLC) sistemlerinin kullanılması daha uygundur.

PLC sistemlerinin genel yapısı Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Aynı zamanda bu sistemler birçok eleman ve modülden oluşabilir.



Şekil 4.1. Programlanabilir lojik denetleyicinin blok şeması [17].

#### 4.2. PLC MPI Bağlantı Kablosu

S7 300 PLC MPI, Profibus ve Endüstriyel Ethernet gibi haberleşme ağlarına bağlanabilme olanağı sağlar.

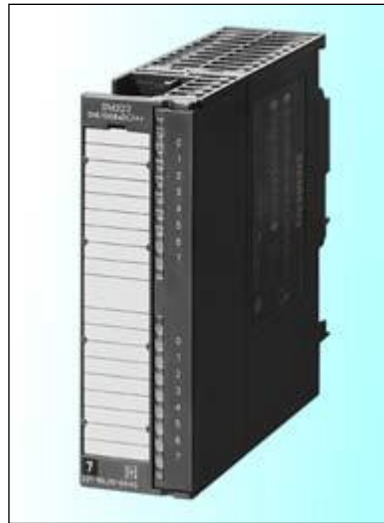


Şekil 4.2. MPI adapter kablo [18].

### 4.3. PLC Dijital Giriş – Çıkış Modülü

PLC'nin ihtiyacı olan giriş bilgileri kontrol edilen ortamdan gelir. Bu bilgiler var yada yok şeklinde 1/0 şeklinde değerlendirmeye alınır. Bu sinyaller sistemin sayısal girişlerini oluşturur. Tek bir dijital giriş modülü 8, 16, 32 bit'lik girişli olabilir. Modüller üzerinde her girişe ait LED bulunur ve gelen sinyal 1 ise o girişe ait LED yanar ve söner [19].

Dijital giriş ve çıkış modülleri ayrı ayrı olduğu gibi girişleri ve çıkışları üzerinde bulunduran modüllerde vardır [19].

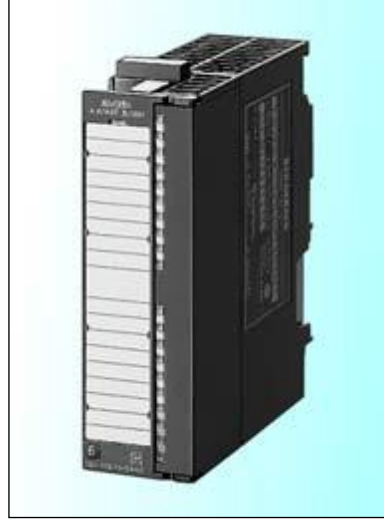


Şekil 4.3. Dijital giriş/çıkış ünitesi [17].

#### 4.4. PLC Analog Giriş – Çıkış Modülü

Kontrol edilen sistemdeki bazı sinyaller oransaldır. Bu sinyallerin okunması analog giriş çıkış kartları ile mümkün olmaktadır. Analog giriş modülleri işlemden gelen analog değerleri sayısal değerlere dönüştürür. Öncelikle ölçümü yapılan fiziksel büyüklüğün PLC'nin anlayacağı dile çevrilmesi gerekir. Bu işlemi gerçekleştiren cihazlara taşıyıcı (transmitter) denir. Giriş problemlerinden alınan değerlerin büyüklüğü değerlendirilerek 0-20mA, 4-20mA, yada 0-10Volt gibi belli aralıkta ifade edilen sinyallere çevirirler [19].

S7-300 serisinde analog giriş kartlarında ayrıca bir konum belirleyici kart bulunmaktadır. Bunlar AI kartına takılarak ölçülecek değerlerin Amper-Volt yada direnç olması seçilir. Analog değer kartları mümkün olduğu kadar gürültüye karşı korumalı üretilirler. Bütün modüller değer aralığı aşımını belirleyebilir ve kablo kopma durumunu ihbar edebilir. SIMATIC kartları 50mV, 500mV, pt100, 1V, 5V, 20mA, +4-20mA aralıklarında ve termokupl ve PT100 ölçümleri yapabilirler [19].



Şekil 4.4. Analog giriş/çıkış ünitesi [17].

## **5. KULLANICI DENETİMİ VE VERİ TOPLAMA**

Kullanıcı veya denetimcinin endüstriyel çalışma ortamını bir merkezden yönetebilmesi ve cihaz kullanıcılarının sisteme yazılımsal olarak değil değersel olarak müdahale edebilmesini sağlamak için, arayüz programı kullanma ihtiyacı oluşmuştur. Araştırmalar sonucu SCADA programlarının bu ihtiyaca cevap verebildiği görülmüştür. Bu nedenle projeye SCADA programı dâhil edilmiştir.

### **5.1. SCADA Sistemlerinin Tanımı**

Proses (İşlem), Endüstriyel ve Bina Otomasyonunda kullanılan Programlanabilir Kontrolörler (PLC), Döngü Kontrolörleri, Dağıtık Kontrol Sistemleri (DCS), I/O Sistemleri ve akıllı sensörler (kontrol ünitesi üzerinde bulunan) gibi çeşitli cihazlardan saha verilerini sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplayan, tanımlanan kıstaslara göre bu bilgileri değerlendirmeye tabi tutup gerektiğinde kullanıcıya erken uyarı mesajları üreten, üretimi etkileyen çeşitli etkenlerin merkezi bir noktadan grafiksel veya trend olarak gözetlenmesini sağlayan ve sahadaki kontrol noktalarının uzaktan denetlenebilmelerine imkan sağlamak amacıyla kullanılan sistemler Denetleyici Gözetim ve Veri Toplama (SCADA "Supervisory Control and Data Acquisition") sistemi olarak tanımlanabilir. "Supervisory Control and Data Acquisition" ifadesi 1960'larda Bonneville Power Administration tarafından ortaya atılmış bir terimdir. "Supervisory Control and Data Acquisition" terimi ilk olarak PICA (Power Industry Computer Applications) konferansında 1973'te yayınlanmıştır. SCADA sistemi, veri toplama ve telemetri (kablosuz veri aktarma)'nın bir kombinasyonudur. Veri toplama ve merkezden veri gönderme, analiz yapma ve daha sonra bu verilerin bir operatör ekranında gösterilmesi işlevlerini gerçekleştirir. SCADA sistemi saha ekipmanlarını görüntüler ve aynı zamanda denetler [20].

SCADA sistemleri; sistem operatörlerine (kullanıcılarına), merkezi bir kontrol noktasından geniş bir coğrafi alana petrol ve gaz alanları, boru sistemleri, su şebekeleri, termik ve hidrolik enerji üretim sistemleri ile iletim ve dağıtım tesisleri gibi alanlarda vanaları, kesicileri, ayırıcıları, elektrik makineleri, motor, elektronik,

elektrohidrolik ve elektropnömatik valfler anahtarları uzaktan açıp kapama, ayar noktalarını değiştirme, 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. Aktüatörler, tahrik motorları, vanalar, lambalar, hız ölçü cihazları, yaklaşım detektörleri, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları burada bulunur [20].

SCADA sisteminden verilen komutlar, bu katmanda, elektrik işaretlerine çevrilerek, gerçek dünyada istenen hareketlerin oluşması sağlanır (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 salt 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 gerçekleştirilmiştir. Yazılım sayesinde operatörler bilgisayar ekranında ki sistem diyagramından sistemi uzaktan kumanda edebilecektir. Arızaların algılanması yerlerinin tespiti ve arızanın giderilmesi yine uzaktan kumandalı olarak belli bir merkezden yapılabilecektir. Sistemle ilgili alarm sinyalleri operatörleri uyaracak şekilde oluşturulması ve görüntülenmesi gerçekleştirilebilecektir. Çeşitli veriler tarih ve zaman olarak (arıza şekli, arıza yeri) veri tabanı 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

canlandırılabilen 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 [20].

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

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

- Kimya Endüstrisi
- Doğalgaz ve Petrol Boru Hatları
- Petrokimya Endüstrisi
- Elektrik Üretim ve İletim Sistemler
- Elektrik Dağıtım Tesisleri
- Su Toplama, Arıtma ve Dağıtım Tesisleri
- Hava Kirliliği Kontrolü
- Çimento Endüstrisi
- Otomotiv Endüstrisi
- Bina Otomasyonu
- Proses 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 [20].

Botaş’ ın doğal gaz hatlarında, TEK 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 [20].

### **5.1.2. SCADA Sisteminin İşlevleri**

SCADA sisteminin işlevleri şunlar olabilir:

- İzleme (monitoring) 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 tekabül eden her bir bilgi etiket, kapı veya nokta olarak tanımlanır. Bu süreç değişkenlerinin bulunması gereken seviyelerle ilgili alarmlar ve bu değişkenlerin işlenmesi gerektiğinde kullanılacak işlem blokları veri tabanı tanımlanması fazında gerçekleştirilir [20].



### 5.1.3. SCADA Yazılımından Beklenenler

- Hızlı ve kolay uygulama tasarımı
- Dinamik grafik çizim araçları
- Çizim kütüphaneleri
- Alarm yönetimi
- Tarih bilgilerinin toplanması
- Rapor üretimi [20].

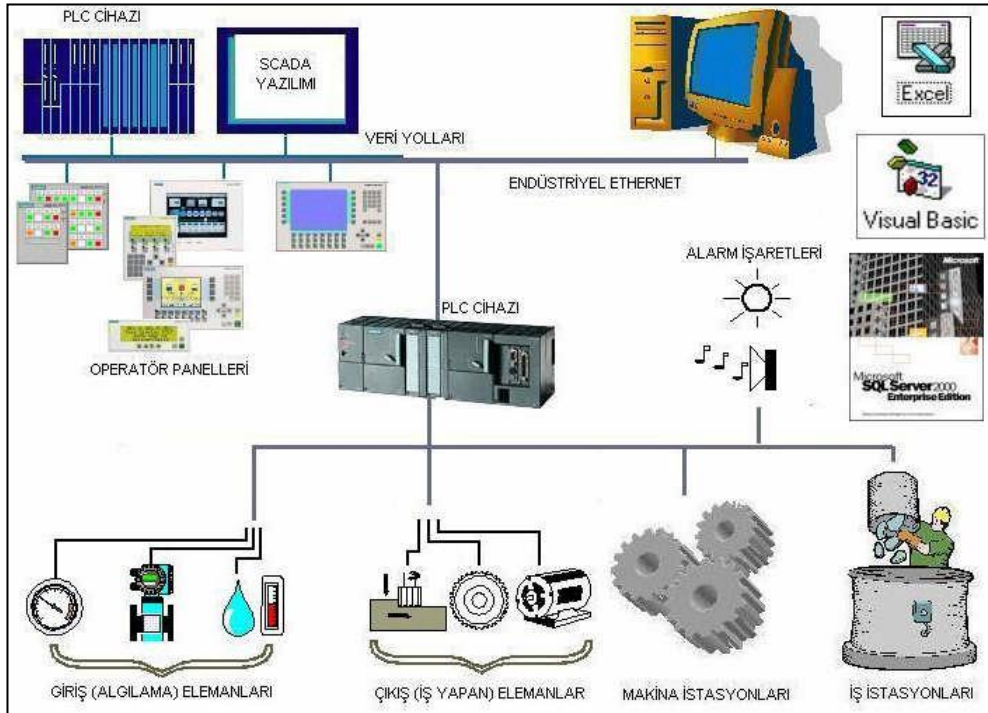
### 5.1.4. SCADA Sistemleri Şu İmkânları Sağlamalıdır

- Kullanıcı tarafından tanımlanmış işletmeye ait mimikler (işletme simülasyonu) ve mimik 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 (Setpoint, alt ve üst alarm değerleri vb.)
- PID parametrelerinin girilebilmesi ve gözetlenmesi
- İşletme değerlerinin tarihsel ve gerçek zamanlı trendlerinin tutulması
- Anlık ve periyodik raporların (üretim, reçete, stok vb. ) alınması,
- Otomatik çalışan sisteme, SCADA ekranlarından manuel müdahale yapılabilmesi
- Alarm ve durumların (event) gösterilmesi ve yazıcıya ve – veya veri tabanına kayıt edilmesi,
- İleri düzeyde kalite kontrol, örneğin istatistiksel proses kontrol- spc desteği [20].

## 5.2. Sistemin Yapısı

SCADA sisteminin yapısı genel olarak üç ana kısımdan oluşur:

1. Uzak uç birim (RTU: Remote Terminal Unit), veri toplama ve kontrol uç birimlerini oluşturan sistemlerdir.
2. İletişim sistemi, bir bölgede başka bir bölgeye karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesini sağlayan sistemlerdir.
3. Kontrol merkezi sistemi (AKM-Ana Kontrol Merkezi/MTU-Master Terminal 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 ve iletişim bölümlerini içerir [20].



Şekil 5.1. Bir SCADA sistem otomasyonunun yapısı [20].



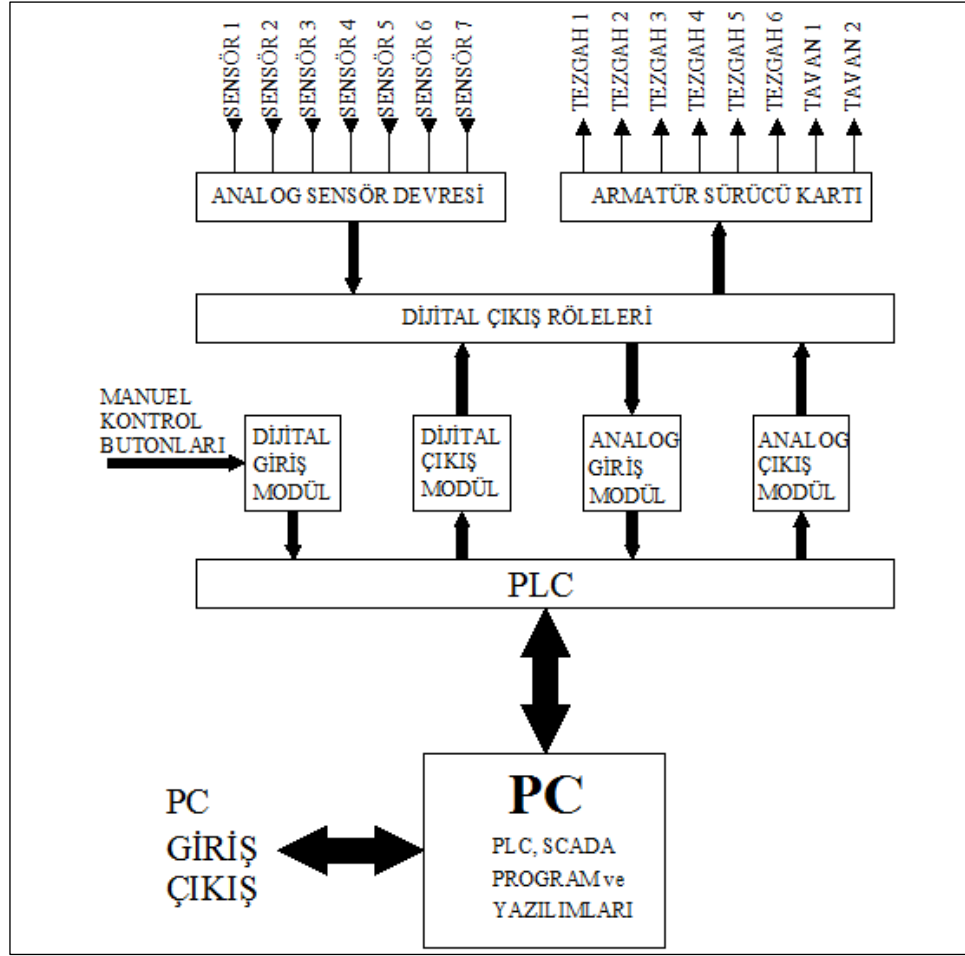
## 6. GELİŞTİRİLEN AYDINLATMA KONTROL PROJESİNİN DETAYLARI

Endüstriyel çalışma ortamlarında otomatik aydınlık kontrolü için 1/10 oranında hazırlanan proje modelinin genel görüntüsü Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1. Hazırlanan model proje

Projede kullanılacak materyaller, programlar, bağlantı ve iletişim araçları ve hazırlanan model aşağıdaki blok şemaya göre projelendirilmiştir. Şekil 6.2’de sistem çalışması blok şema şeklinde ifade edilmiştir.



Şekil 6.2. Proje sistem blok şeması

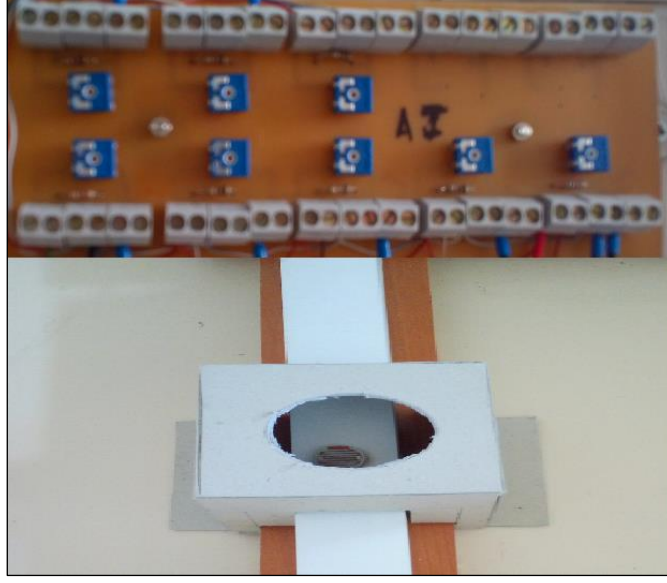
Sistemin tasarım aşamalarının başında öncelikle projeyi bir bütün olarak kullanıcıya sunacak otomasyon yazılımına ve çalışacak cihaz ve elemanların uyumuna önem verilmiştir. Sistemin ihtiyaca cevap verebilmesi için aşağıdaki yeteneklere sahip olması beklenilmektedir:

1. Aydınlik seviyesinin algılanması için sensör ve devresi gerekir.
2. Sensörden alınan analog sinyalin sayısal değerlere dönüştürülerek merkezi işlem birimine gönderilmesi gerekir.
3. Merkezi işlem birimine harici giriş (kullanıcı girişi) yapılabilmelidir.
4. Merkezi işlem birimin değerlendirmesi, çalışma ortamına analog sinyal olarak aktarılabilirdir.

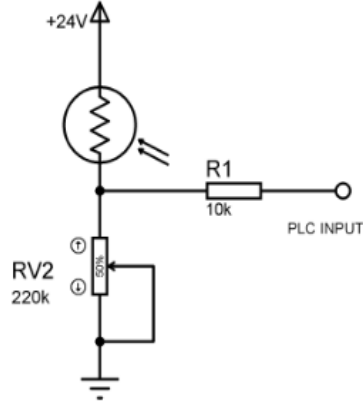
5. Sistemin çalışması görsel olarak takip edilebilmelidir.
6. Endüstriyel çalışma ortamında çalışan personelin mekan içinde dolaşımını sağlayacak yeterli aydınlık düzeyi tavan armatürleri sayesinde elde edilmelidir.
7. Mekan aydınlık seviyesinin kullanıcı kontrolünde sistem araçları sayesinde aydınlık seviyesi atanarak kapalı çevrim kontrol sistemiyle stabil tutulmalıdır.
8. Tezgah aydınlık seviyesi tezgah fonksiyonuna göre ayarlanabilmeli ve aydınlık düzeyi kullanıcı tarafından atanan değerde sistem araçları ve programlar sayesinde stabil tutulmalıdır.
9. Model yapı hazırlanırken bir endüstriyel çalışma ortamı 1/100 oranında modellenmiş ve otomasyonu yapılmıştır. Hazırlanan uygulama modelinin eni 1 metre, boyu 1.2 metre, yüksekliği 0.4 metredir. Çalışma ortamına 6 adet tezgah armatürleri ile birlikte konumlandırılmıştır. Gerekli sensörlerle birlikte tezgahlarda ve tavan aydınlatmasında LED armatürler kullanılmıştır.

### **6.1. Projede Kullanılan Aydınlık Sensör ve Devresi**

Şekil 6.3'de projede kullanılan aydınlık seviyesi algılama sensör ve devre kartı görülmektedir. Sensör aktif devre elemanı olarak endüstriyel tip  $100\Omega$  (ohm)  $\sim 1M\Omega$  (megaohm) değer aralığına sahip foto direnç (LDR) kullanılmıştır.



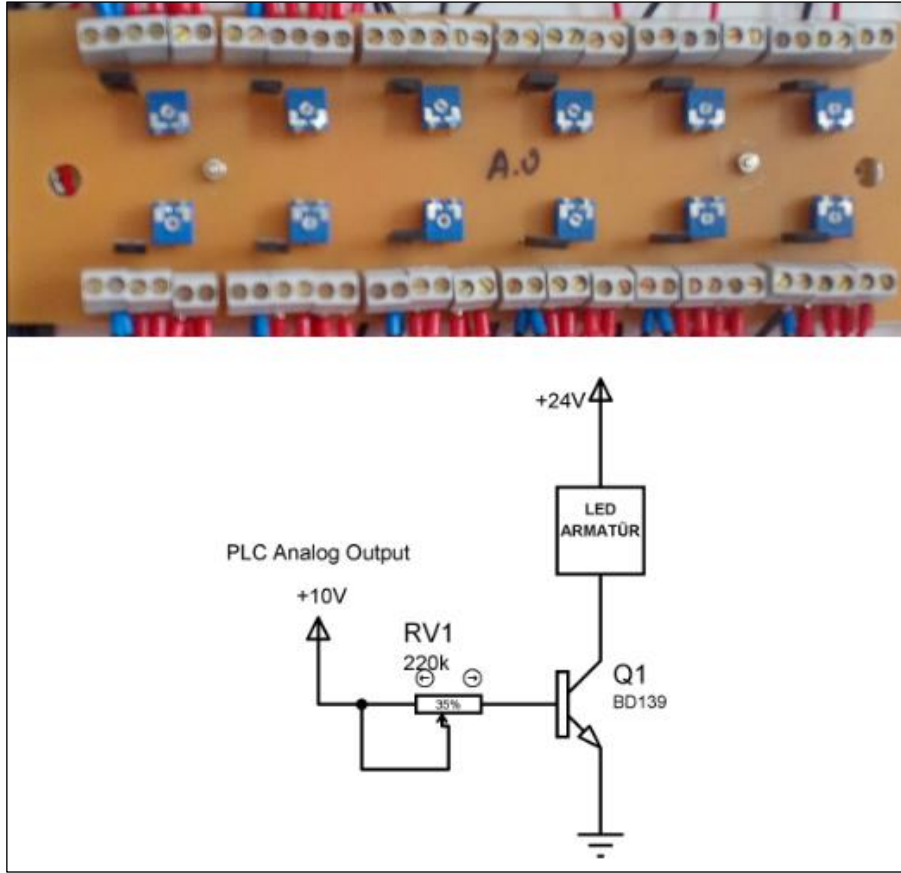
Şekil 6.3. Aydınlık sensör ve devre kartı



Şekil 6.4. Aydınlık sensör devre şeması

## 6.2. Kullanılan Çıkış Yükselteç Devresi (Armatür Sürücüleri)

Şekil 6.5’de projede kullanılan armatürleri sürmek için tasarlanan devre ve şeması görülmektedir.



Şekil 6.5. Çıkış yükselteç devre kartı şeması

### 6.3. Kullanılan Simatic S7-315 (PLC) ve Özellikleri

- Normal düzeyde otomasyon işleri için kullanışlıdır.
- Kapsamlı modüler sahasıyla otomasyon işlerine en uygun adaptasyon sistemidir.
- Bazı değişmeye elverişli projelerde genişleme modül olanağı bulunur.
- Haberleşme sistemlerinden birçoğunun kullanımı ( MPI, Profibus, Modbus, Ethernet vb. ) vardır.
- Otomotiv endüstrisi, çevre teknolojileri, madencilik, kimya tesisleri, üretim teknolojisi, gıda endüstrisi gibi alanlarda kullanım için idealdir.
- Bilgisayar ve diğer kontrol elemanları ile haberleşme olanağı sağlar. Böylece bilgisayarlı otomasyon kontrol işlemleri artmıştır.



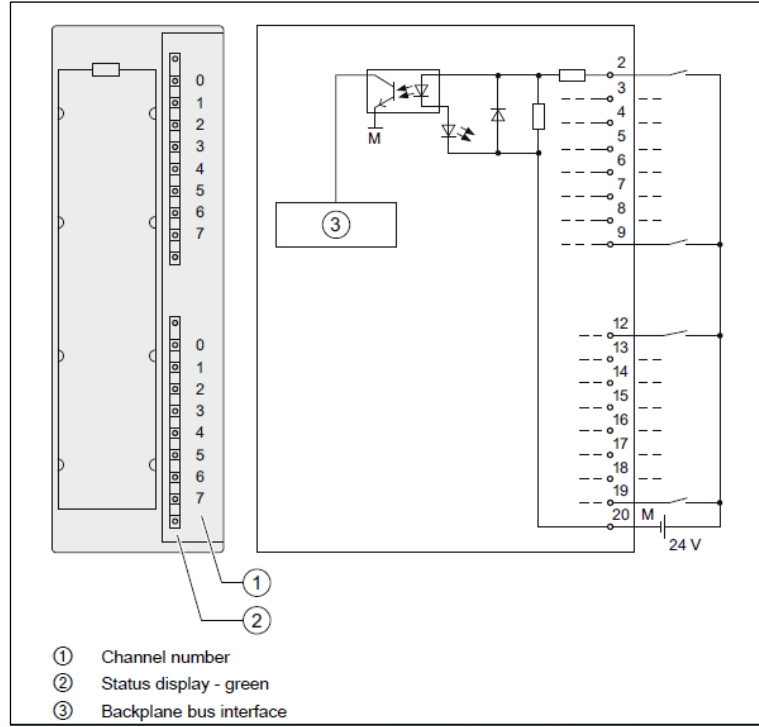


**Şekil 6.6.** CPU 315 6ES7-315-1AF03-0AB0 [21].

CPU'nun işlemleri ve kontrolü sağlayabilmesi için gerek duyduğu modülleri ve ekipmanları vardır. Bunlar Giriş-Çıkış modülleri, veri iletişim bağlantı kabloları bellek kartı, internet modülü, güç kaynağı vb.

#### **6.4. Sistem Kontrol Butonları ve Algılama Ünitesi**

Şekil 6.7'de bir dijital giriş modülünün kablolama şeması görülmektedir. Yapılan projede 0-7 adreslerinde bulunan 8 adet giriş kullanılmıştır.



**Şekil 6.7.** DI 16xDC24V modül kablolama [22].

Soket bağlantısı Şekil 6.7'deki +24 volt alınan 2,3,4,5,6,7,8,9 no'lu uçlar ve ortak uç M arasına Şekil 6.8'deki gibi jog butonlar konularak elde edilmiştir.

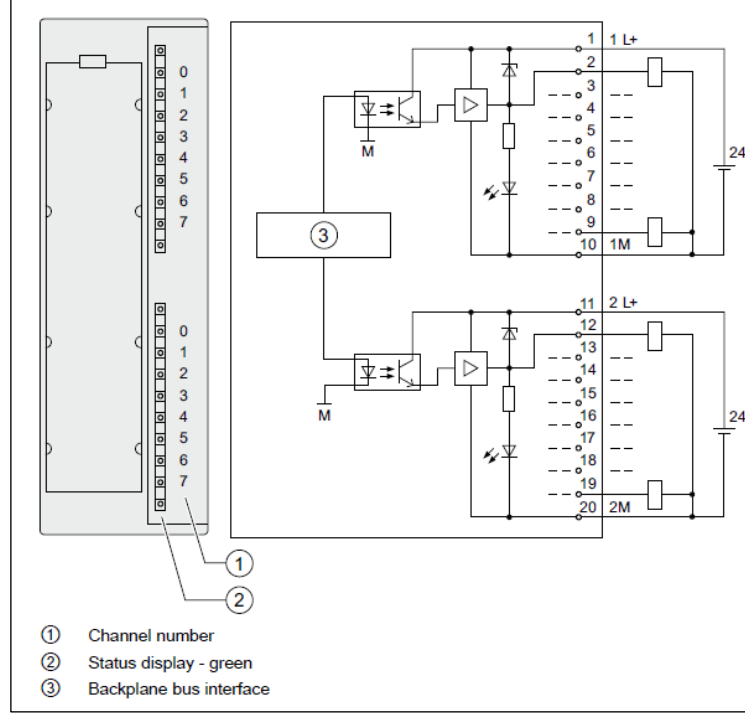


**Şekil 6.8.** dijital giriş butonları

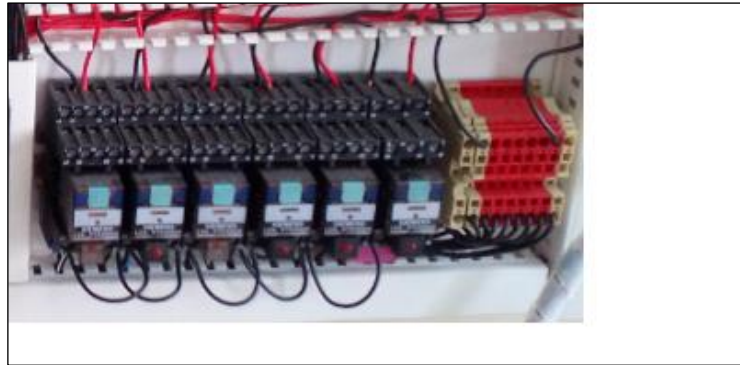
Dijital çıkış modülü çıkış adresleri "on" olduğunda sokette kullanılan 2-9 arasındaki klemens uçlarından 24Volt gerilim alınır. Böylece dijital çıkış röleleri aktif olur. Röle kontaklarının konumları değişerek kontaklara bağlı devreler aktif olur.

## 6.5. Röle Kontrol Birimi

Şekil 6.9’de bir dijital giriş modülünün kablolama şeması görülmektedir. Yapılan projede 0-6 adreslerinde bulunan 7 adet çıkış kullanılmıştır. Şekil 6.10’da röleler gösterilmiştir.



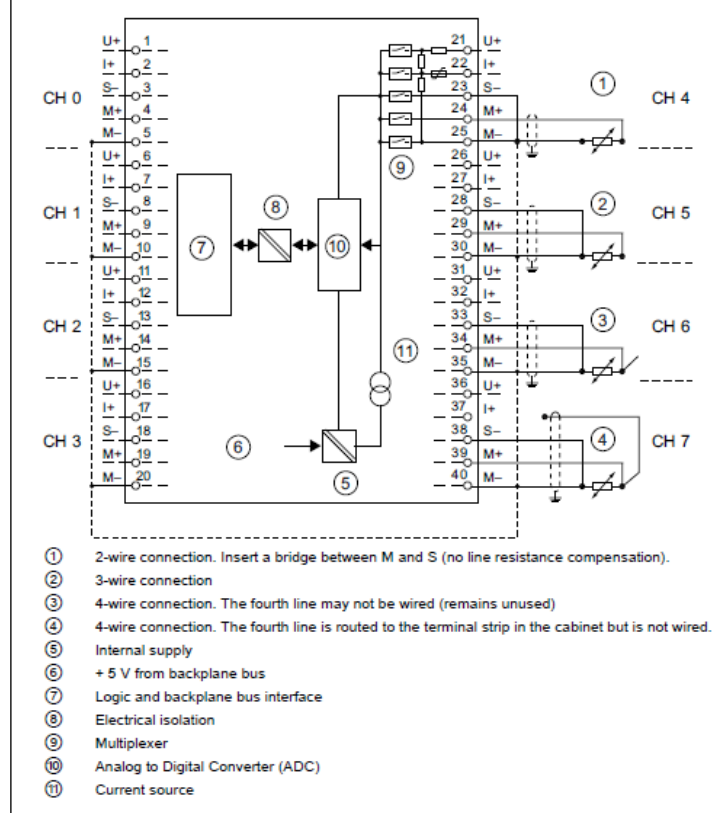
Şekil 6.9. DO 16xDC24V/0.5A modül kablolama [22].



Şekil 6.10. Dijital Çıkış Röleleri

## 6.6. Sistem Analog Sinyal Algılama Birimi

Şekil 6.11’de analog giriş modülüne CH0 ~ CH5 olmak üzere 7 adet giriş kanalı kullanılmıştır. Bu kanallarda algılanan analog giriş sinyali dijital çıkış rölesi üzerinden kontrol edilmektedir.

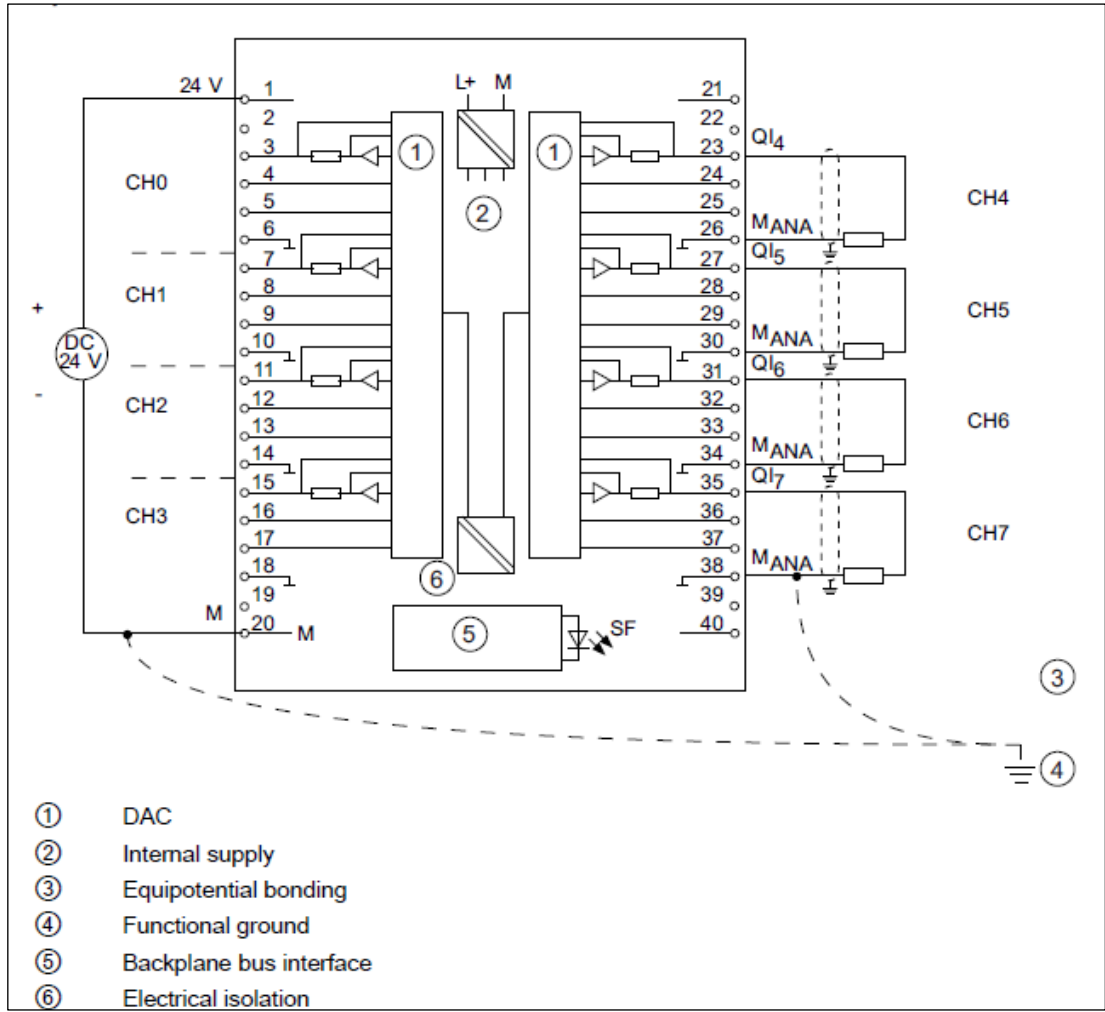


Şekil 6.11. AI 8x13Bit modül kablolama [22].

Dijital çıkışlar "on" olduğunda 0~10 volt aralığında bir giriş sinyali elde edilerek modül soketinde U+ (0-10V giriş) ve M- klemens uçlarına bağlanmıştır.

## 6.7. Armatür Kontrol Sinyali Çıkış Birimi

Şekil 6.12.’de analog giriş modülüne CH0 ~ CH6 olmak üzere 7 adet giriş kanalı kullanılmıştır. Bu kanallarda algılanan analog giriş sinyali dijital çıkış rölesi üzerinden kontrol edilmektedir.



Şekil 6.12. AO 8x13Bit modül kablolama [22].

Dijital çıkışlar "on" olduğunda 0 ~ 10 volt aralığında bir çıkış sinyali röle devresine uygulanmak üzere 3 ve 5 nolu klemens uçlarından alınmıştır.

### 6.8. Merkezi İşlem Birimi ile Haberleşme

Bilgisayar destekli otomasyon programları ile PLC cihaz ve modülleri arasındaki iletişimi sağlamak için Şekil 6.13'deki Simatic S7 MPI USB Kablo kullanılmıştır.



Şekil 6.13.USB MPI kablo ve bağlantısı

### 6.9. Oluşturulan Ortamda Kullanılan Armatürler ve Özellikleri

Şekil 6.14’de projede kullanılan armatürler görülmektedir. Tavan armatürleri seri olarak 7 adet,1000-1200mcd, 3.0 - 3.4Volt, 20mA, aydınlatma açısı 100° , 6500K dalga boyuna sahip Flat LED diyot kullanılmıştır. Tezgah armatürlerinde ise seri olarak 4 adet 1Watt, 3.0 – 3.5 Volt, 300-350mA, 6550K, aydınlatma açısı 100° power LED kullanılmıştır.



Şekil 6.14. Projede kullanılan armatürler

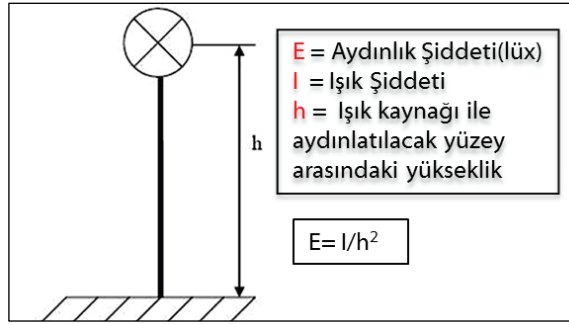
### 6.9.1. Tezgah Armatürleri

Projedeki endüstriyel çalışma tezgâhlarını aydınlatmak için noktasal aydınlatma yöntemi uygulanmıştır. Noktasal aydınlatma yöntemi dış aydınlatma yöntemi ile aynı şekilde hesaplanabilir.

Dış aydınlatma hesaplarında aydınlatmanın ters kare kanunu uygulanır. Aydınlatma değeri, kaynağın şiddeti ile doğru ve alanın kaynağa olan mesafesi ile ters orantılıdır. Işık şiddeti  $I$  ile gösterilip, yarıçapı  $r$  olan bir kürenin alanı  $S= 4\pi r^2$  olduğu için ışık akısı da  $\Phi=4\pi I r^2$  olur [28].

$$E=\Phi / S = 4\pi I / 4\pi r^2 = I / r^2 \quad (2)$$

formülü yardımı ile bulunur [8].



Şekil 6.15. Dış Aydınlatma yöntemi şeması [23].

Projede tezgahları aydınlatmak üzere 4 adet 1Watt, 3.0 – 3.5 Volt, 300-350mA, 100 lümen, 6550K, aydınlatma açısı  $100^\circ$  power LED seri bağlanmıştır. Armatür ile tezgâh arası 1/100 ölçekli 10cm'dir. Şekil 6.16'daki armatürün tezgâhi aydınlatma değerleri 0 ile yaklaşık 1500 lüx seviyesi için ayarlanmıştır.



Şekil 6.16. Tezgah Armatürü [24].

### 6.9.2. Tavan Armatürleri

Projedeki endüstriyel çalışma ortamının iç aydınlatması minimum 50Lüx'e göre genel aydınlatma tekniklerinden direk aydınlatma ile tasarlanmıştır. Aydınlatılacak yüzey en düşük mesafe olarak zemin alınmıştır.

$$k = \frac{A.B}{h(A+B)} \quad (3)$$

formülü yardımı ile bulunur. [8]

k : oda endeksi

A : oda eni (metre)

B : oda boyu (metre)

h : Armatür ile aydınlatılacak yüzey arasındaki mesafe (metre)

Oda endeksi (k) değeri bulunduktan sonra oda yansıtma oranlarına göre oda verimi tablodan bulunur.

**Tablo 6.1.** Oda endeksi k değerlerine göre oda aydınlatma verimi ( $\eta$ ) [1].

Tavan	0.80				0.50				0.30	
Duvar	0.50		0.30		0.50		0.30		0.10	0.30
Zemin	0.30	0.10	0.30	0.10	0.30	0.10	0.30	0.10	0.30	0.10
Oda endeksi $k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$	<b>VERİM FAKTÖRÜ <math>\eta</math></b>									
0.60	0.24	0.23	0.18	0.18	0.20	0.19	0.15	0.15	0.12	0.15
0.80	0.31	0.29	0.24	0.23	0.25	0.24	0.20	0.19	0.16	0.17
1.00	0.36	0.33	0.29	0.28	0.29	0.28	0.24	0.23	0.20	0.20
1.25	0.41	0.38	0.34	0.32	0.33	0.31	0.28	0.27	0.24	0.24
1.50	0.45	0.41	0.38	0.36	0.36	0.34	0.32	0.30	0.27	0.26
2.00	0.51	0.46	0.45	0.41	0.41	0.38	0.37	0.35	0.31	0.30
2.50	0.56	0.49	0.50	0.45	0.45	0.41	0.41	0.38	0.35	0.34
3.00	0.59	0.52	0.54	0.48	0.47	0.43	0.43	0.40	0.38	0.36
4.00	0.63	0.55	0.58	0.51	0.50	0.46	0.47	0.44	0.41	0.39
5.00	0.66	0.57	0.62	0.54	0.53	0.48	0.50	0.46	0.44	0.40



$$E = \frac{\varnothing \times d \times \eta}{S} \quad (4)$$

formülü yardımı ile bulunur [8].

Burada; E aydınlık düzeyini (lüks), d kirlenme faktörünü (genelde 1.25 alınır),  $\eta$  oda verimini, S aydınlatılacak alanı ( $m^2$ ) ifade eder.

Yapılan hesaplamalar sonucunda projede kullanılan armatürler Şekil 6.14'de görülmektedir. Tavan armatürleri seri olarak 7 adet, 1000-1200mcd, 3.0 - 3.4Volt, 20mA, aydınlatma açısı  $100^\circ$ , 6500K dalga boyuna sahip Flat LED diyot Şekil 6.17'deki gibi kullanılmıştır.



Şekil 6.17. Proje tavan armatürleri

### 6.10. Step 7 Manager

STEP 7 Siemens AG'nin üretmiş olduğu S7 serisi PLC'leri ayarlamak ve programlamak için kullanılan ileri düzey bir yazılımdır. Temelde S5 mantığı baz alınmıştır, fakat sistem parametreleri yardımı ile gerekli çalışmalar ve ortama göre ince ayarlamalar yardımı ile sistem daha etkin kullanılabilir. Genellikle kullanım yerlerine göre birçok standart programlar bulunmaktadır. PLC ile PC arasında haberleşmeyi sağlama, PLC'ye program yüklemeyi, program çekmeyi STEP 7 ile düzenleyebiliriz. Programlama dillerinden Statement List, Ladder diyagramı ve Fonksiyon Blok diyagramı her zaman kullanılmaktadır, ayrıca bu dillerin birbirlerine dönüşümleri de gerçekleştirilebilir [19].

SİMATİC Manager endüstriyel yazılımda şu özellikler mevcuttur.

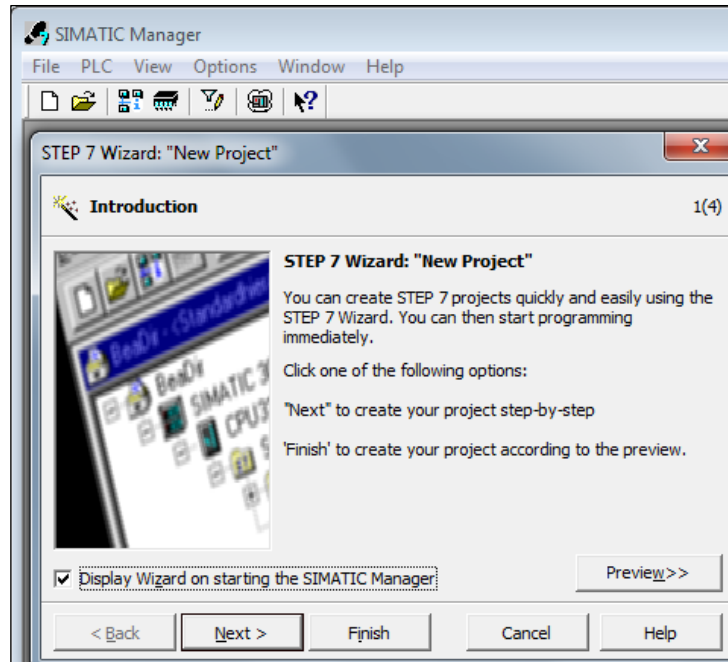
- Parametreler oluşturulduktan sonra program her yerde kullanılabilir.
- Projede kullanılacak ekipmanlar sembol tablosunda liste halinde bulunur.
- Otomasyon endüstrisinde; proje yönetimi, kontrol elemanlarının koordinasyonu ve kullanıcı programının yönetimini sağlar.
- Açıklamalı yardım dosyaları Step 7 programına ait komut, haberleşme, donanım gibi bilgilerin kullanılmasında kolaylık sağlar.
- Siemens tarafından oluşturulmuş özel bloklar ile programlamada kolaylık sağlar.
- Sisteme ait kontrol elemanlarının bir arada gösterildiği yazılımlar ile kolaylıklar sağlar [19].

### 6.10.1. Geliştirilen Projenin Arayüzü

Bu projede Siemens sunucudan indirilen SİMATİC STEP7 Manager Demo sürüm kullanılmıştır.

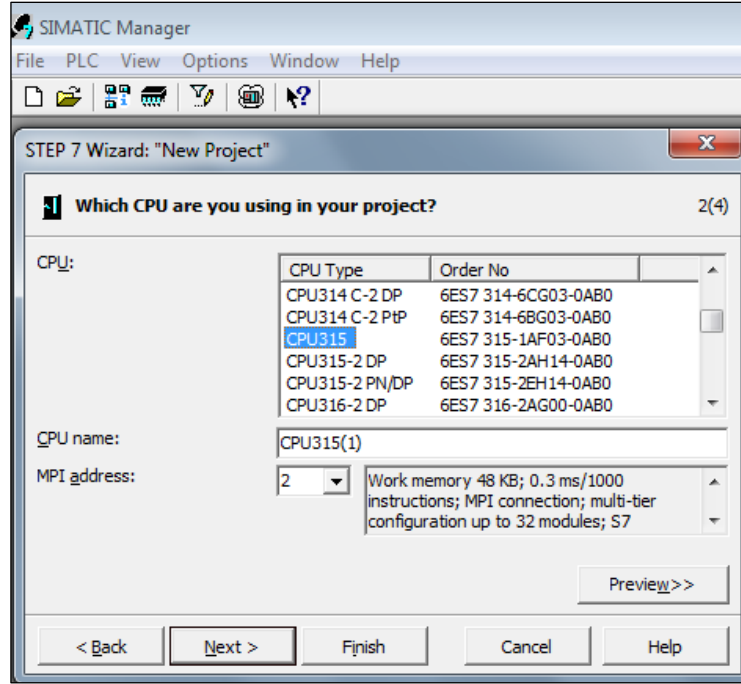
SİMATİC Manager programında uygulama projesi PLC yazılımı aşamaları;

Öncelikle SİMATİC Manager programı açılır. Yeni proje oluşturmak için şekil 6.18'deki gibi "next" butonu seçilir.



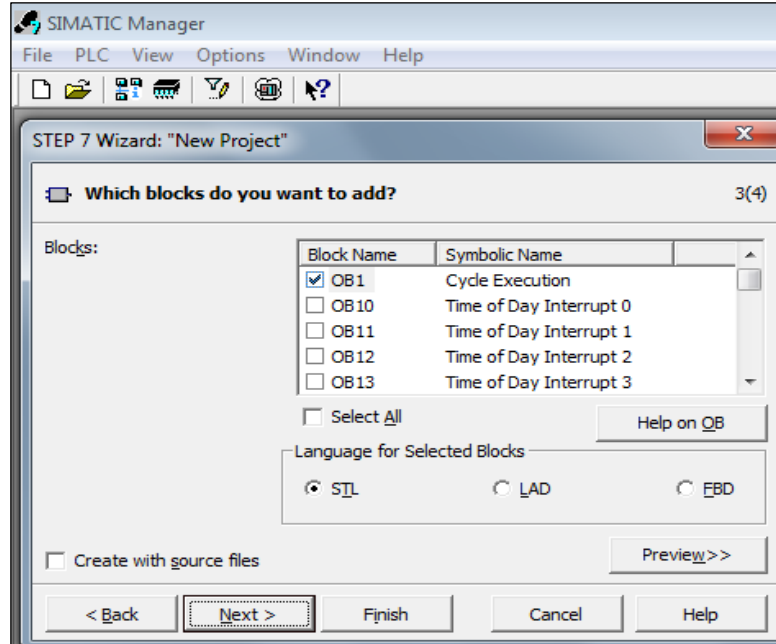
Şekil 6.18. SİMATİC Manager proje oluşturma başlangıç

Projede kullanılacak olan CPU modeli Şekil 6.19'daki gibi seçilir.



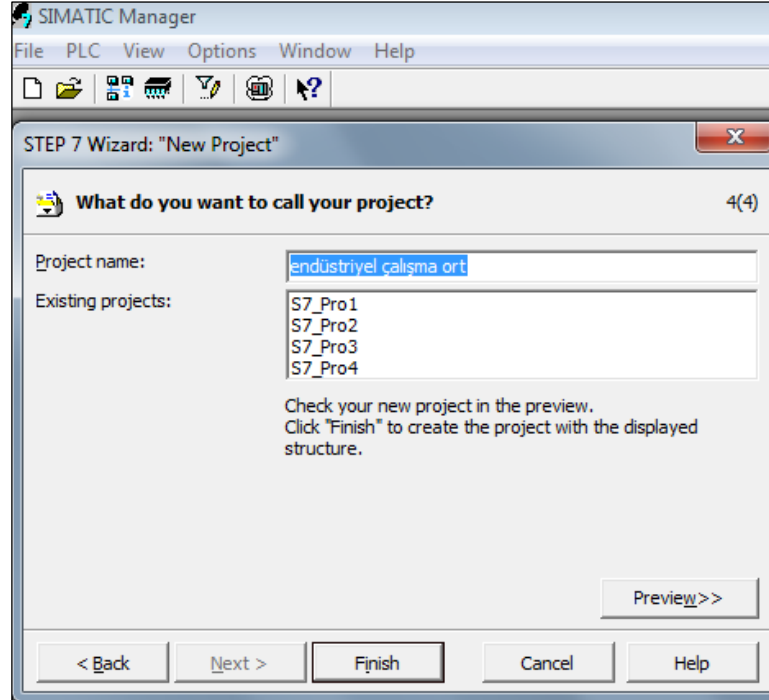
Şekil 6.19. SIMATIC Manager CPU seçimi

PLC programlama dili Şekil 6.20'deki gibi seçilir.



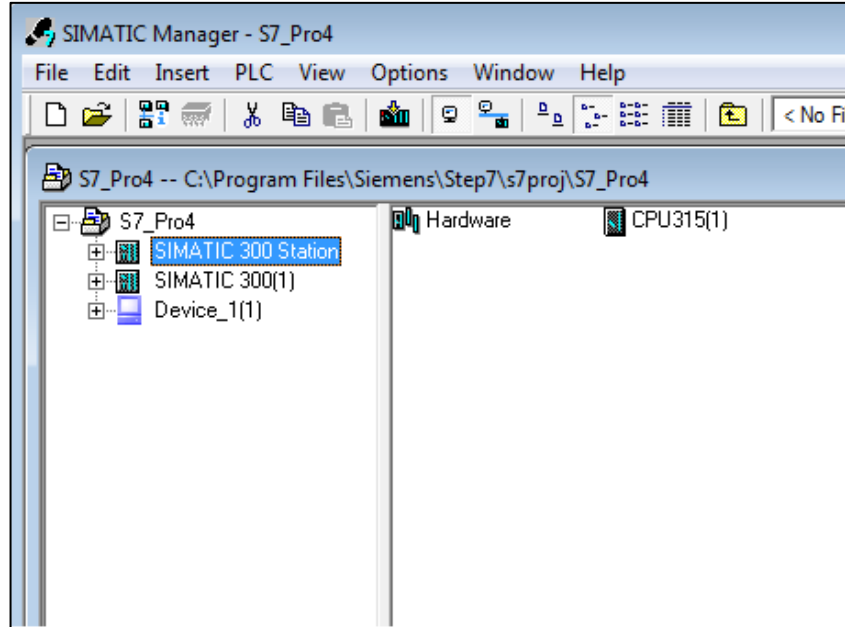
Şekil 6.20. SIMATIC Manager programlama dili seçimi

Üzerinde çalışılacak proje ismi Şekil 6.21'deki gibi belirlenir.



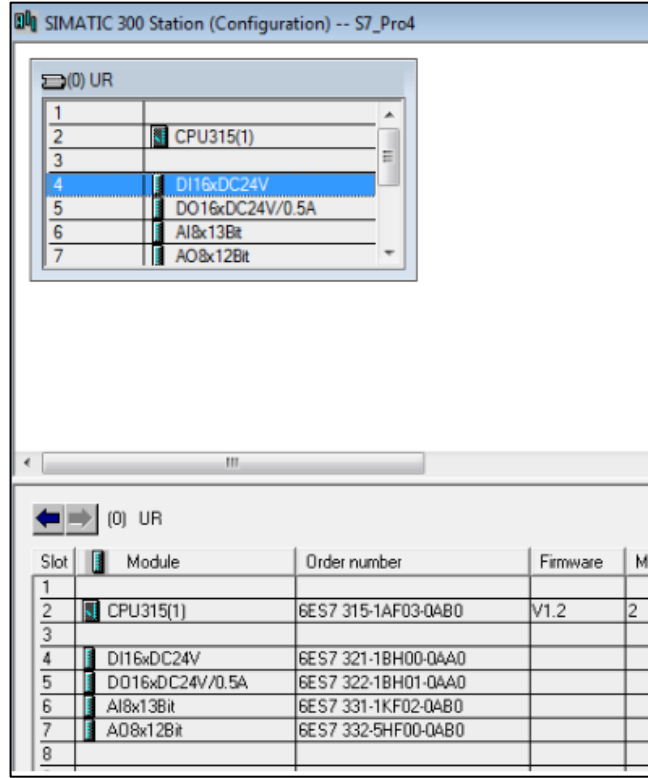
Şekil 6.21. Proje ismi belirleme

PLC programı oluşturulduktan sonra Şekil 6.22'deki gibi CPU ile Hardware seçilir.



Şekil 6.22. Proje donanım ve istasyonu oluşturma

PLC Slotta Kullanılacak CPU ve Ek Modüller Ray(rail) üzerinde raf(rack) sıralamaları şekil 6.23'deki gibi atanır. 1. ve 3. raf power suply ve haberleşme modülü içindir. Projede Siemens haberleşme modülü ve güç kaynağı kullanılmamıştır.



Şekil 6.23. PLC ve donanım oluşturma

PLC ile bilgisayar arasındaki veri iletişimi Şekil 6.24'deki hazırlandıktan sonra program blokları da şekil 6.25'deki gibi olur.



**Şekil 6.24.** PLC – Bilgisayar iletişim

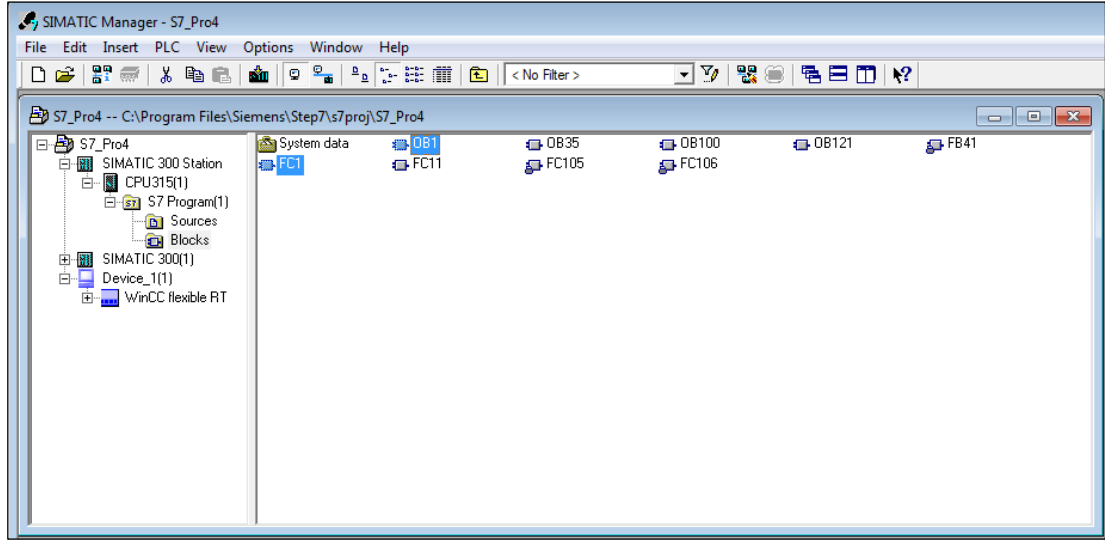
**OB:** Organizasyon Blokları program modüllerinin hangi sırayla işleneceğini belirler. İşletim sistemi tarafından çağrılan bloklardır. OB1 ana programın oluşturulduğu organizasyon bloğudur. OB'unun çevrim süresi S7-300 PLC'lerde 150 ms'dir. Bu süre aşırsa işletim sistemi OB80'i çağırır. PLC stop konumuna geçer. CPU'nun tipine göre organizasyon bloklarının sayısı değişebilir [25].

**FC:** Fonksiyon yapısal programlama mantığı içerisinde gelişmiş bir alt program gibi davranan yapılardır. Kompleks program parçalarını küçük, takip edilebilir yapılara bölmek için kullanılır [25].

**FB:** Fonksiyon blokları FC'ye benzemekte olup hafızaya sahiptirler ve her biri için DB atanmıştır[25].

**SFC/SFB:** Sistem Fonksiyon ve Sistem Fonksiyon Blokları CPU ile birlikte gelen hazır yapılardır[25].

**DB:** Data Blokları veri saklanmak için kullanılan yapılardır ki program deyimleri içermezler. Örneğin program içerisinde editörde yapılan açıklamalar (comment) DB'da saklanır. Özel ve Genel olmak üzere iki farklı tipi mevcuttur [25].



Şekil 6.25. Program blokları

### Proje Program LADDER Yazılımı FC1 ;

Şekil 6.26'de proje dijital çıkış röleleri kontrolü yapılmıştır. Network 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 13-14 birer röle kontrolünü aktif "on" yapar. Sırasıyla 1-7 arasındaki röleleri kontrol eder.

Örneğin Network 1-2 tezgah 1'in bağlı olduğu dijital çıkış rölesinin kontrolü sağlar.

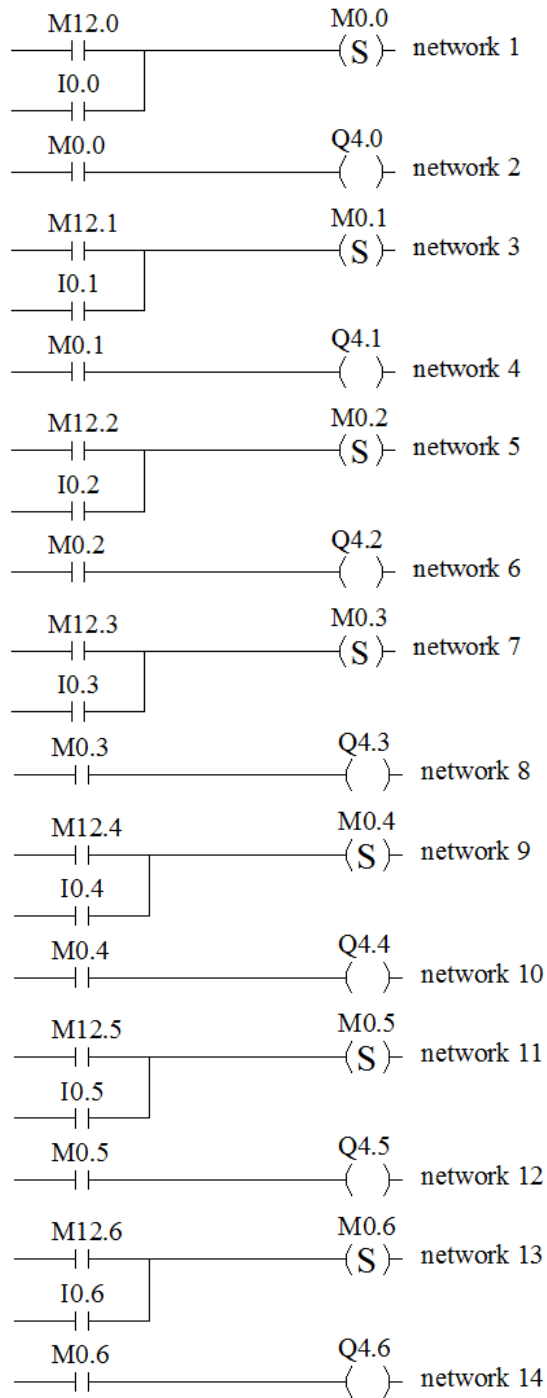
**Network 1:** İç bit olarak kullanılan Memory bit M12.0 bilgisayar üzerinden "on" yapıldığında veya I0.0 dijital giriş bitinin bağlı olduğu butona basılır ise M0.0' Set biti aktif olur.

**Network 2:** M0.0' giriş biti üzerinden dijital çıkış rölesine kontrol gerilimi 24 volt veren Q4.0 çıkışı M0.0 Set biti Reset oluncaya kadar aktif olur.

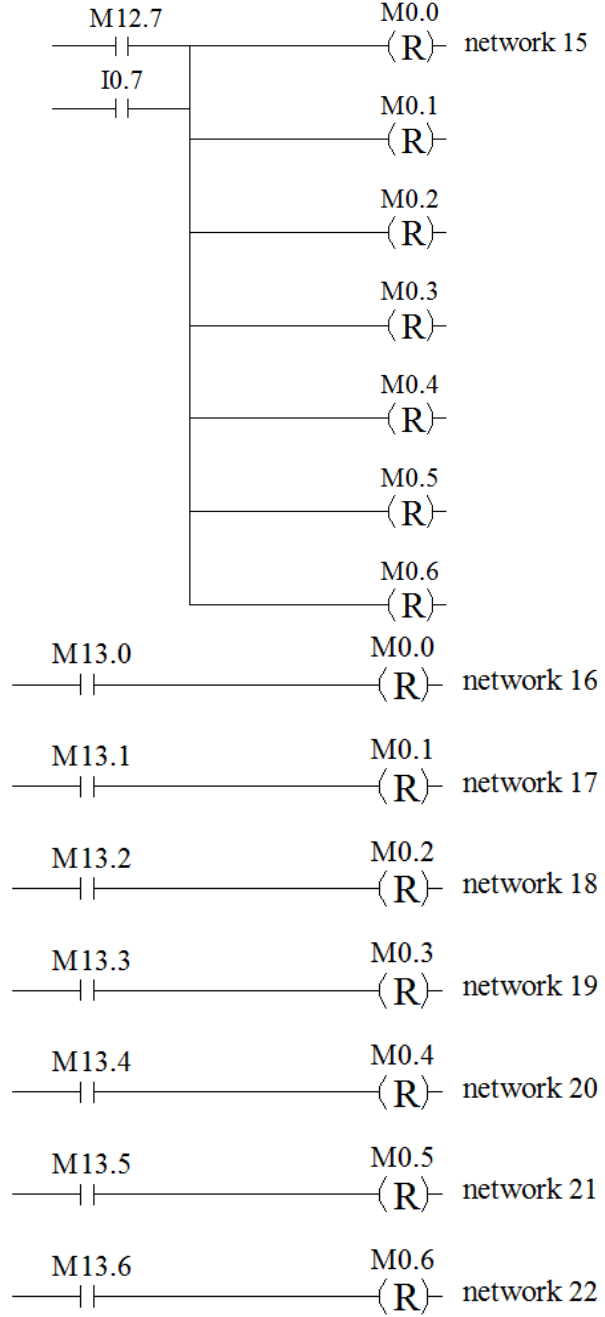
**Network 15:** M12.7 giriş biti veya I0.7 dijital girişi "on" yapıldığında SET bitlerinin hepsi RESET olur. Tüm tezgah ve tavan armatür sinyallerinin geçiş yaptığı rölelerin enerjisi kesilir. Röle bırakır ve tüm armatürler "off" olur yani kapanır.

**Network 16-17-18-19-20-21-22-23'**te memory giriş bitleri M13.0-M13.1-....-M13.6 "on" yapıldığında aynı şekilde Q çıkışları reset olur.

## FC1 LADDER





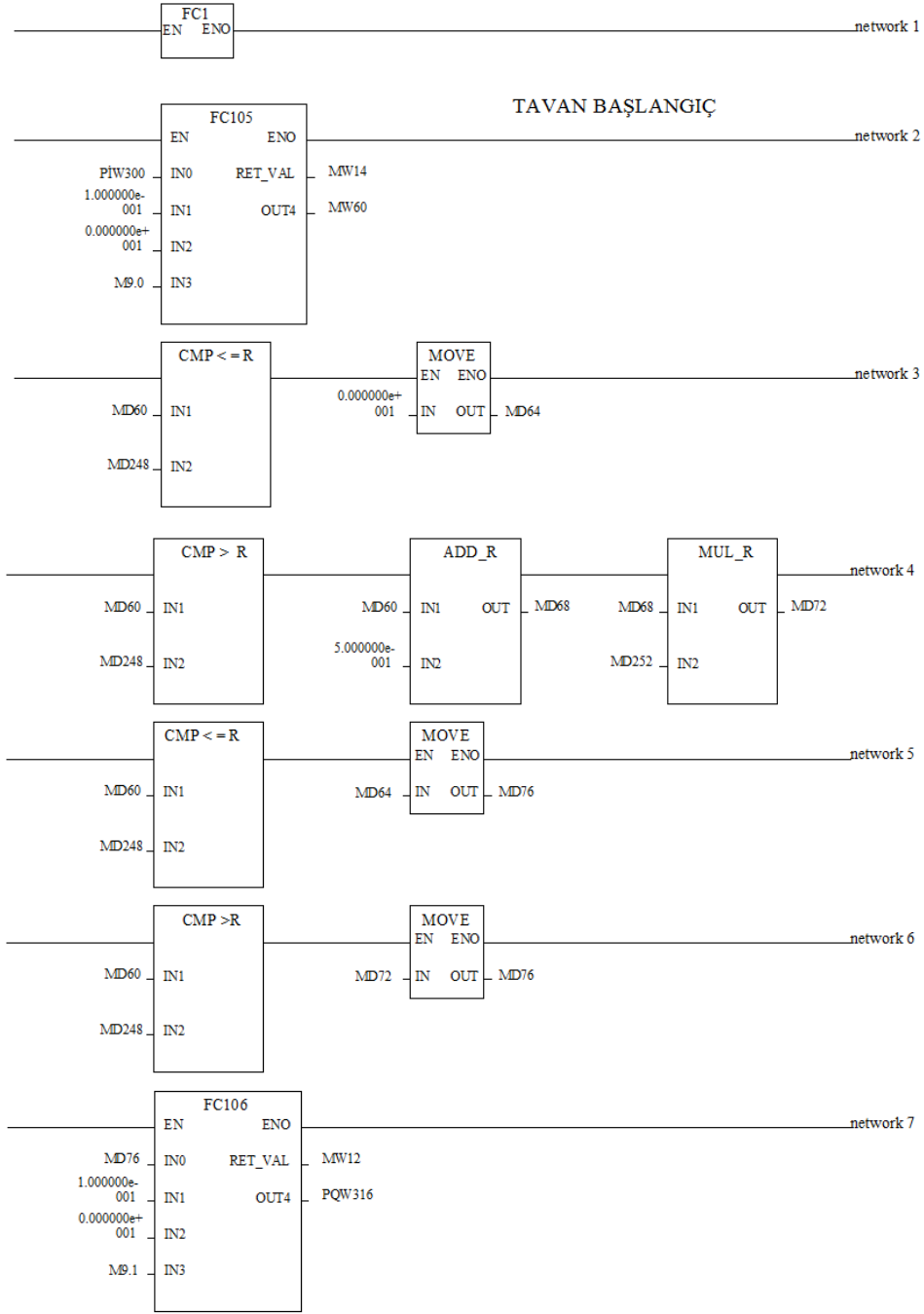


**Şekil 6.26.** Proje FC1 ladder yazılım

Şekil 6.27. OB1, organizasyon bloğu LADDER diyagramı tavan armatürleri organizasyon bloğu ;

**1.** Bu network fonksiyon bloğudur. Programı bölüp takip edilebilir hale getirmektedir.

2. Tavan aydınlık algılama sensöründen gelen 0 - 10Volt sinyali PİW300 adresinden algılar, MW60 adresine real sayı değerinde kaydeder.
3. MW60 adresindeki sayısal bilgiyi 0.05 değeri ile karşılaştırır, küçük veya eşitse "0" değerini MD64 adresine kaydeder.
4. MW60 adresindeki sayısal bilgiyi MD248 değeri ile karşılaştırır, MD60 büyükse MD60 değerini 0.5 ile toplar MD68'e kaydeder, MD68 değerini MD252 bilgisi ile çarparak MD72 adresine kaydeder.
5. MD60 değerini MD248 ile karşılaştırır, küçük veya eşitse MD64'teki bilgiyi MD76'ya kaydeder.
6. MD60 değerini MD248 ile karşılaştırır, büyükse MD72'teki bilgiyi MD76'ya kaydeder.
7. MD76 adresindeki 0-10Volt bilgiyi PQW316 tavan armatürünün tanımlandığı analog çıkış adresine kaydeder.
8. MD76 adresindeki 0-10Volt bilgiyi PQW318 tavan armatürünün tanımlandığı analog çıkış adresine kaydeder.



**Şekil 6.27.** Tavan armatürleri otomatik kontrol LADDER diyagramı

Şekil 6.28. Tezgah armatürleri organizasyon blok tezgah 2 (TZG2) network ;

**15.** Tavan aydınlık algılama sensöründen gelen 0 - 10Voltsinyali PIW290 adresinden algılar, MW100 adresine real sayı değerinde kaydeder.

**16.** MW100 adresindeki sayısal bilgiyi MD208 değeri ile karşılaştırır, küçük veya eşitse "0" değerini MD104 adresine kaydeder.

**17.** MW100 adresindeki sayısal bilgiyi MD208değeri ile karşılaştırır, MD100 büyükse MD100 değerini 0.5 ile topla MD108'e kaydet, MD108 değerini MD212 bilgisi ile çarp MD112 adresine kaydeder.

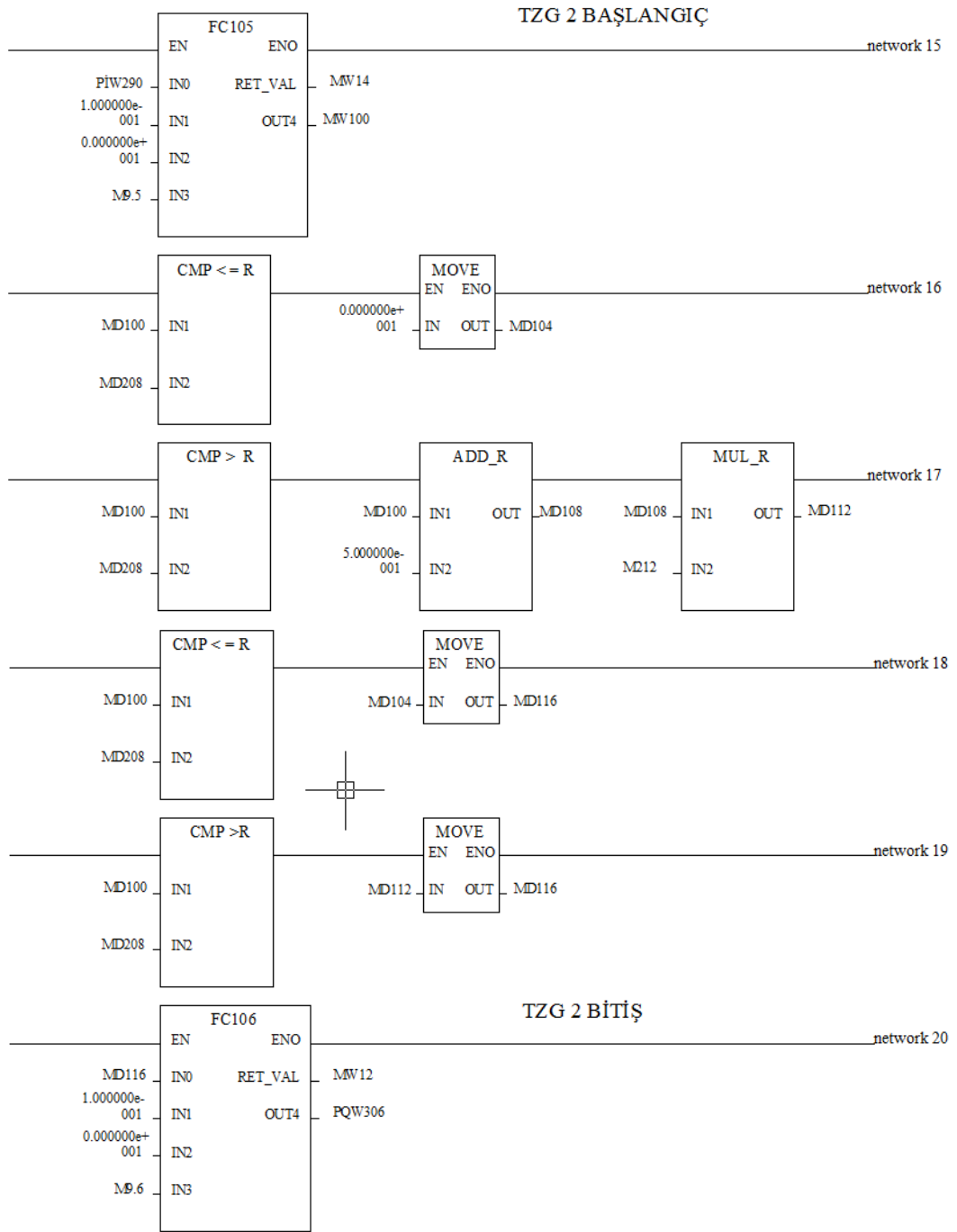
**18.** MD100 değerini MD208 ile karşılaştır, küçük veya eşitse MD104'teki bilgiyi MD116'ya kaydeder.

**19.** MD100 değerini MD208 ile karşılaştır, büyükse MD112'teki bilgiyi MD116'ya kaydeder.

**20.** MD116 adresindeki 0-10Volt bilgiyi PQW306 tavan armatürünün tanımlandığı analog çıkış adresine kaydeder.

Analog çıkış modülünden alınan 0-10V gerilim LED sürücü devre üzerinden armatüre uygulanır.

Diğer tezgah armatürleride aynı çalışma mantığı ile tasarlanmıştır.

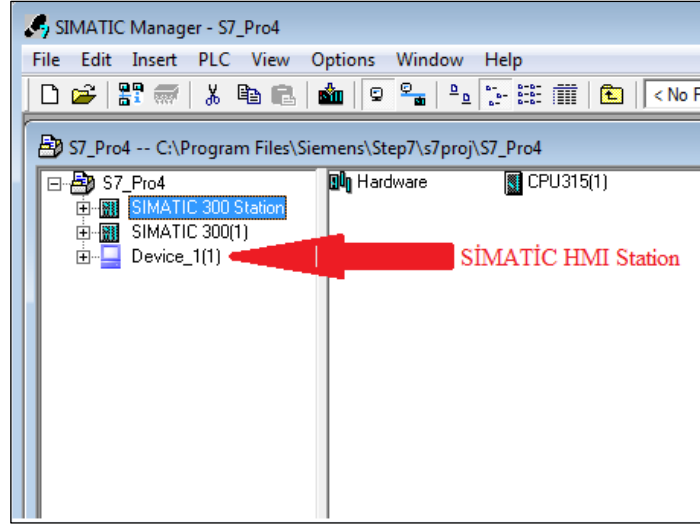


**Şekil 6.28.** Tezgah 2 armatür otomatik kontrol LADDER diyagramı

## 6.6. WinCC Flexible Hazırlanan SCADA Proje Arayüzü

Bu projede Siemens sunucudan indirilen WinCC Flexible Runtime Demo sürüm kullanılmıştır.

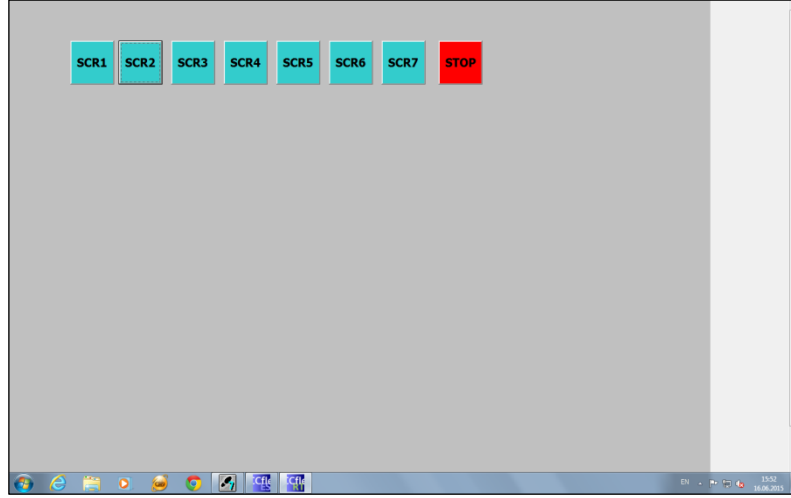
Öncelikle SİMATİC Manager içerisinde Şekil 6.29'daki gibi yeni bir istasyon oluşturulmuştur.



Şekil 6.29. HMI istasyon oluşturma

Tüm cihaz ve program ayarları yapıldıktan sonra Şekil 6.30'da görüldüğü ilk olarak başlama ekranına (start screen) ekran geçiş butonları atanmıştır.

Bu butonlar sayesinde hangi ekranda çalışma veya takip yapılacaksa o ekran butonuna basılarak ekran geçişi yapılır.

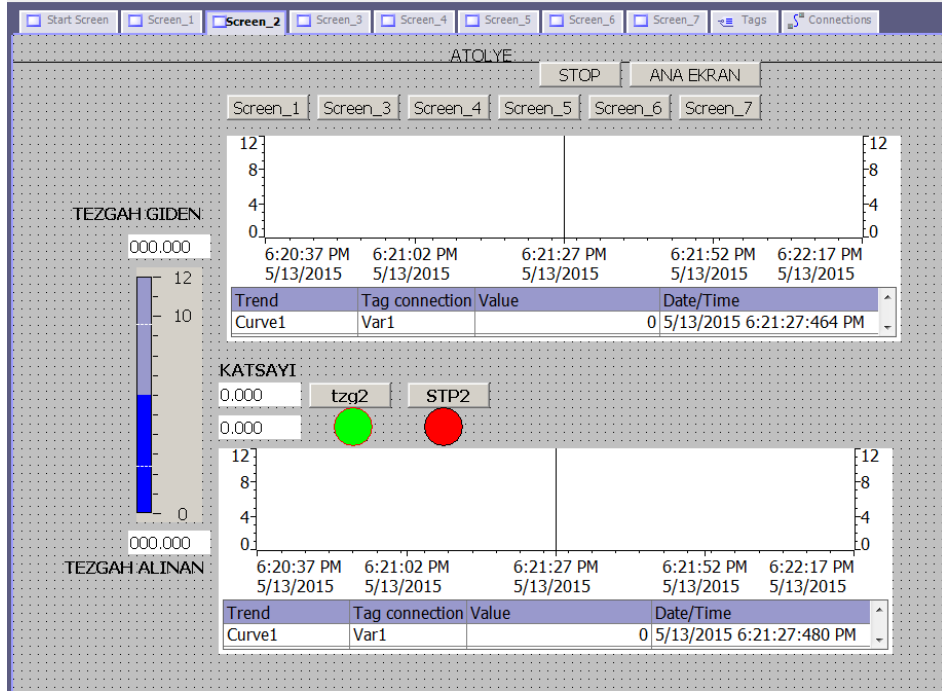


Şekil 6.30. Ekran geçiş butonları

Sistem SCADA kontrol arayüz programında armatürleri ve cihazları kontrol edeceğimiz ekranlardan bir tanesinin çalışma prensibi ve ekran tasarımı şu şekilde yapılmıştır.

TEZGAH 1 Kullanıcı Ekranı (SCREEN 1(SCR1, ekran1))

Bu ekranda bulunan kontrol arayüz öğeleri Şekil 6.31’de görüldüğü gibidir.



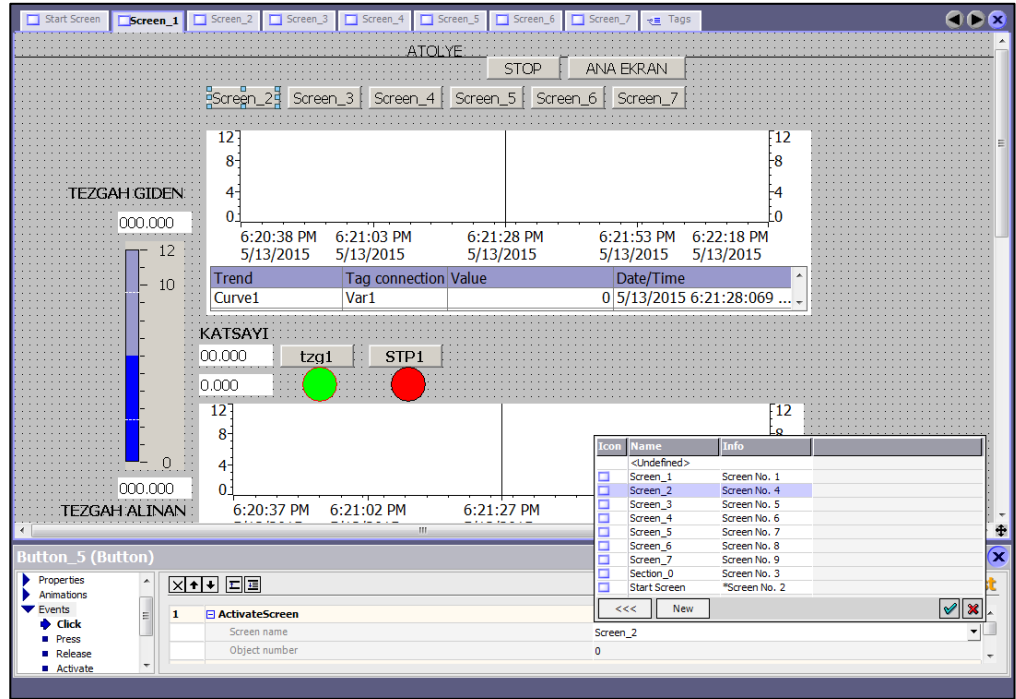
Şekil 6.31. SCR1 Ekran görüntüsü

Arayüz tasarım elemanlarını şu şekilde listeleyecek olursak;

- Tüm sistemi durdurabilecek bir stop butonu, ana ekrana ve diğer ekranlara geçecek butonlar,
- Deney modülünden gelen sinyal seviyesini gösteren bar,
- Bar elemanı kütüphaneden seçilerek kullanıcı ekranına istenen konuma taşınarak gerekli Tag (etiket) atamaları yapılır.
- Diğer elemanlarda kullanıcı ekranına aynı şekilde taşınarak tag ve konum atamaları yapılır.
- Deney modülünden gelen sinyal seviyesini sayısal olarak gösteren IO field,
- Deney modülüne giden sinyal seviyesini sayısal olarak gösteren IO field,
- Çarpan katsayısının programa girişinin yapıldığı alt ve üst değer IO field,
- PLC'den gelen sinyali grafik olarak ekranda gösteren Trend View
- Armatür start butonu
- Armatür stop butonu
- Armatür start lambası
- Armatür stop lambası

Örneğin Screen 2 butonu Şekil 6.32'de görüldüğü gibi kütüphaneden seçilerek kullanıcı ekranına taşınır. Gerekli Tag (etiket) atamaları yapılır.





**Şekil 6.32.** Ekran geçiş butonları tanımlama

Arayüz kullanıcı ekranının çalışma şekli şu şekildedir;

Start ekranından herhangi bir kullanıcı ekranına buton yardımıyla geçiş yapılır.

Ekranında armatür start butonuna(tzq1 gibi) basılır. Butonun altında bulunan yeşil start butonunun yandığı görülür.

Tezgah alınan ve tezgah giden alanında tezgahın alınan ve tezgaha giden analog sinyalin değeri görünür.

Katsayı alanına bir katsayı değeri girildiğinde "tezgah giden" sinyal değeri program mantığına göre işleme tabi tutulur.

Tezgah giden sinyal değeri aynı zamanda bar'da da görülebilir.

Hem gelen sinyal hemde giden sinyalin zamana bağlı değişimi, grafik görünümü Trend View'de ekrana yansıtılmıştır.

Stp1(stop1) butonuna basıldığında tezgah1'in enerjisi kesilir. Değerler grafikler start öncesi durumlarını alırlar.

Proje SCADA değerleri girilip manuel kontrol yapıldığında mevcut değerler PLC sistem hafızasında (stasyon) kaydedildiği için önceden atanmış değerlerde çalışmaya devam eder.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir çalışma ortamında kullanılan makine ve farklı fonksiyona sahip tezgâhların bir arada kullanılmaları durumunda bu çalışma sahasının minimum bir aydınlık düzeyine sahip olması gerekir. Bunun yanında çalışma süresi boyunca yaşamsal gerekliliklerin yerine getirilmesi için de bu aydınlık seviyesi oldukça önemlidir. Bu durumda ortam aydınlık düzeyi yaşamsal gerekliliklerden ziyade en fazla aydınlık ihtiyacı olan çalışma tezgâhı fonksiyonuna göre yapılmalıdır. Böyle bir ortamda gereksiz ışık üretimi enerji verimliliğinin düşmesine sebep olur. Aydınlık düzeyinin normalden az veya çok fazla olması durumunda; iş kazalarının meydana gelmesi, üretim kalite ve hızının düşmesi de söz konusu olabilir.

Bu çalışmada farklı fonksiyonları olan 6 adet endüstriyel çalışma tezgâhının bulunduğu bir endüstriyel çalışma ortamı 1/10 oranında modellenmiş ve aydınlatma otomasyonu tasarımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan sistemin çalışması ve yönetimi 4 aşamadan oluşmaktadır; ölçme, değerlendirme, denetim ve geri bildirim sağlanmasıdır.

Endüstriyel çalışma ortamını temsil etmek için 6 adet tezgâh modeli hazırlanmış ve aydınlık değeri kontrol edilmiştir. Tezgâhların ortasına aydınlık değerlerinin ölçülmesini sağlayacak sensörler konumlandırılmış, ortamın genel aydınlık değerinin ölçülmesi için ise açık alanda bir sensör kullanılmıştır. Personelin yaşamsal gereksinimlerini karşılamak için tavanda genel aydınlatma armatürleri, tezgâhların üzerinde ise çalışan makine tezgâhına göre bölgesel aydınlatma armatürleri gerekli hesaplamalar yapılarak konumlandırılmıştır.

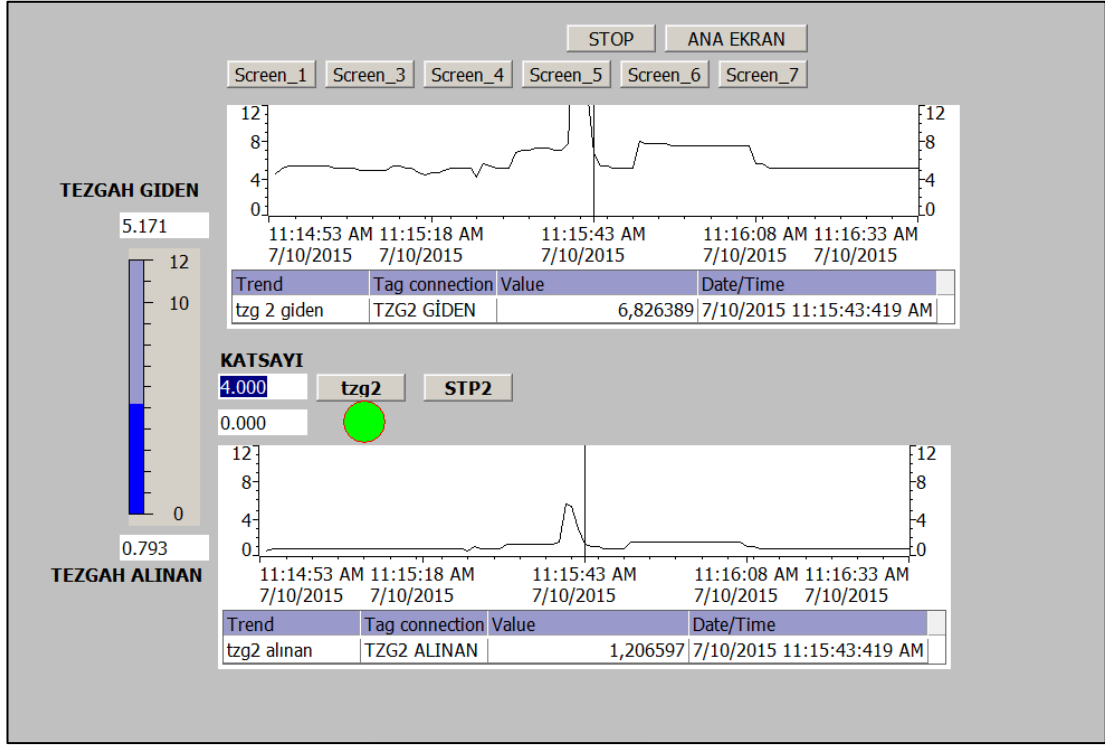
Armatürlerin genel ortam ve tezgâh aydınlatmasına etkisi aşamalı olarak test edilmiş ve ölçülmüştür. Hazırlanan modelin pencereleri gün ışığından yalıtılarak karanlık bir ortam elde edilmiştir. İlk olarak tavan armatürleri kullanılarak ortamın genel aydınlatması, kullanıcı katsayısı 0.4-4 arasında değiştirilerek Tablo 7.1'deki sonuçlar elde edilmiştir. Sonrasında çalışma tezgâhlarından 2 no'lu tezgâhın kullanıcı katsayısı 0.4-10 aralığında değiştirilerek Tablo 7.2 elde edilmiştir. Ölçümlerde

MASTECH MY64 0.5 %  $\pm 2$  özelliğine sahip DC Volt ölçüm yapabilen multimetre,  $\pm 5\% \pm 10d (< 10,000 \text{Lux})$  özelliğine sahip DT1309 ışık ölçer kullanılmıştır.

Yaşamsal gerekliliğin aydınlatma düzey aralığı baz alınmış olup armatürlerin genel ortam ve tezgah aydınlatma katsayıları göz önünde bulundurularak PLC ve SCADA programları hazırlanmıştır. Tablo 7.1’de arayüz programından atanan kullanıcı katsayısıyla; aydınlık düzeyi, analog giriş sinyali, analog çıkış sinyali ve yükselteç çıkış sinyal değeri elde edilmiştir. Hazırlanan SCADA programında sisteme Tablo 7.1’deki giriş sinyal değerlerini kullanarak bir alt sınır bir de minimum aydınlık seviyesi için kullanıcı değer katsayıları girilmesi sağlanmıştır. Bu sayede sistemin kullanıcı tarafından istenen aydınlık seviyesini ayarlaması sağlanmıştır. Girilen bu katsayıya karşılık gelen aydınlık seviyeleri sistem tarafından otomatik olarak tüm aydınlatma elemanlarına aktarılır.

Sistemde kullanılan aydınlatma katsayısı, tezgâhların ve kullanıcıların farklı aydınlık düzeyi gereksinimlerini karşılamak için kullanılmıştır. Bu katsayı ile kullanıcı istediği aydınlık seviyesini çalıştığı makinayı da baz alarak ayarlayabilmektedir. Bu sayede iş kazalarının azalması, enerji verimliliğinin artması ve üretimde hız ve kalitenin artırılması amaçlarına hizmet edilmiştir.

Uygulamada Tablo 7.1’deki giriş sinyali değerlerinin biraz altındaki değer, kullanıcı alt sınır değer katsayısı olarak SCADA arayüz programından atandığı takdirde; ortam aydınlık düzeyi kullanıcı katsayısının atadığı değer çok az üzerindeki aydınlık seviyesi değerinde seyretmiştir. Ortam karardıkça gelen analog giriş sinyal gerilimi artmış ve giden sinyal (analog çıkış gerilimi) arttığından yükselteç çıkışı da tavan armatürleri gerilimini yükselterek ortam aydınlık düzeyini artırmıştır. Ortam aydınlık düzeyi dış kaynaklardan dolayı arttığından gelen analog giriş sinyal değeri azalmış, analog çıkış sinyalini ve yükselteç çıkış gerilimini düşürmüştür. Dış aydınlatma kaynaklarından dolayı ortam aydınlık düzeyi yeterli değerin çok üzerine çıktığı takdirde armatürlerin enerjisi kesilerek tamamen kapanmıştır. Böylece ortam aydınlık düzeyi stabil bir aralıkta tutulmuştur. Tasarlanan sistemin çalışmasını ve sonuçlarını gösteren bir SCADA çalışma ekranı da Şekil 6.33’de gösterilmiştir.



**Şekil 7.1.** Tezgaç 2 sistem analog sinyal değerleri grafiği

Çalışma tezgâhlarının aydınlık kontrolü de ortam aydınlık düzeyi kontrol sistemine benzer olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemde de aydınlık seviyesi azaldıkça aydınlık seviyesinin ölçümü sonucu elde edilen analog giriş sinyali artmış dolayısıyla analog çıkış gerilimi artmıştır. Böylece armatüre uygulanan gerilim değeri yükselerek tezgâh aydınlık seviyesi artırmıştır. Tezgâh aydınlık seviyesi dış veya iç kaynaklardan dolayı arttığında gelen analog giriş sinyali değeri azalmış dolayısıyla analog çıkış sinyali de azalmıştır. Böylece armatüre uygulanan gerilim azalmış ve aydınlık seviyesinin düşmesi sağlanmıştır. Tezgâh aydınlık seviyesinin belirli bir eşik değerinin üzerine çıkması durumunda da armatürler tamamen kapanmıştır. Tezgaç aydınlatma siteminin çalışmasıyla elde edilen sonuçlar Tablo 7.2'deki gibidir.

Ortam aydınlık kontrolü yapılırken kullanılmak için bir SCADA arayüzü tasarlanmıştır. Bu arayüzde aydınlık seviyesi ve analog giriş sinyali alt sınır katsayısı kullanarak tezgâh ve tavan armatürlerinin zamana bağlı olarak değişimi gösterilmiştir. Böylece tezgâh ve tavan armatürlerinin çalışma süreleri çalışma gerilimleri Şekil 6.33'deki gibi tespit edilmiştir.

**Tablo 7.1.** Çalışma alanı genel aydınlık düzeyi kontrolü değerleri

Kullanıcı katsayısı	Ortam Aydınlik düzeyi (lüx)	Analog Giriş (Gelen sinyal) (V)	Analog çıkış (Giden sinyal) (Volt)	Yükselteç çıkış (led sürücü) sin.(V)
0.4	32.0	2.969	1.383	20.0
0.5	40.0	2.633	1.567	20.3
0.6	46.5	2.396	1.737	20.5
0.7	52.5	2.222	1.906	20.7
0.8	58.0	2.080	2.064	20.9
0.9	63.0	1.970	2.223	21.1
1.0	68.0	1.882	2.372	21.3
1.1	72.5	1.797	2.527	21.5
1.2	76.7	1.725	2.669	21.6
1.3	81.0	1.667	2.817	21.7
1.4	85.1	1.615	2.960	21.9
1.5	88.0	1.568	3.102	22.0
2.0	99.5	1.418	3.836	22.6
2.5	106.5	1.325	4.563	23.2
3.0	110.7	1.262	5.285	23.6
3.5	114.6	1.233	6.064	23.8
4.0	117.4	1.224	6.896	23.9

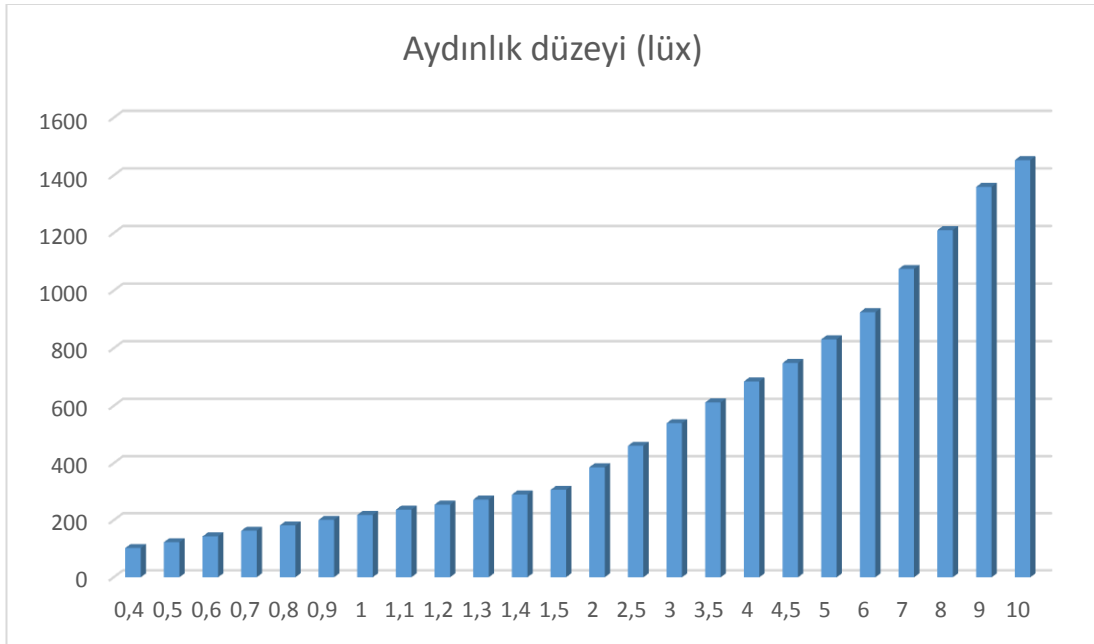
Bu çalışma sayesinde gereksiz aydınlatma ve az aydınlatmanın önüne geçebilmek için örnek bir sistem tasarlanmıştır. Böylece enerjinin verimli kullanılması, aydınlık seviyesinin stabil tutulması, aydınlığın sürekliliği, aydınlık seviyesinin kullanıcı ile adaptasyonu ve tezgah çalışma zamanları takibi yapılmıştır.

**Tablo 7.2.** Tezgah 2 aydınlık düzeyi kontrolü değerleri

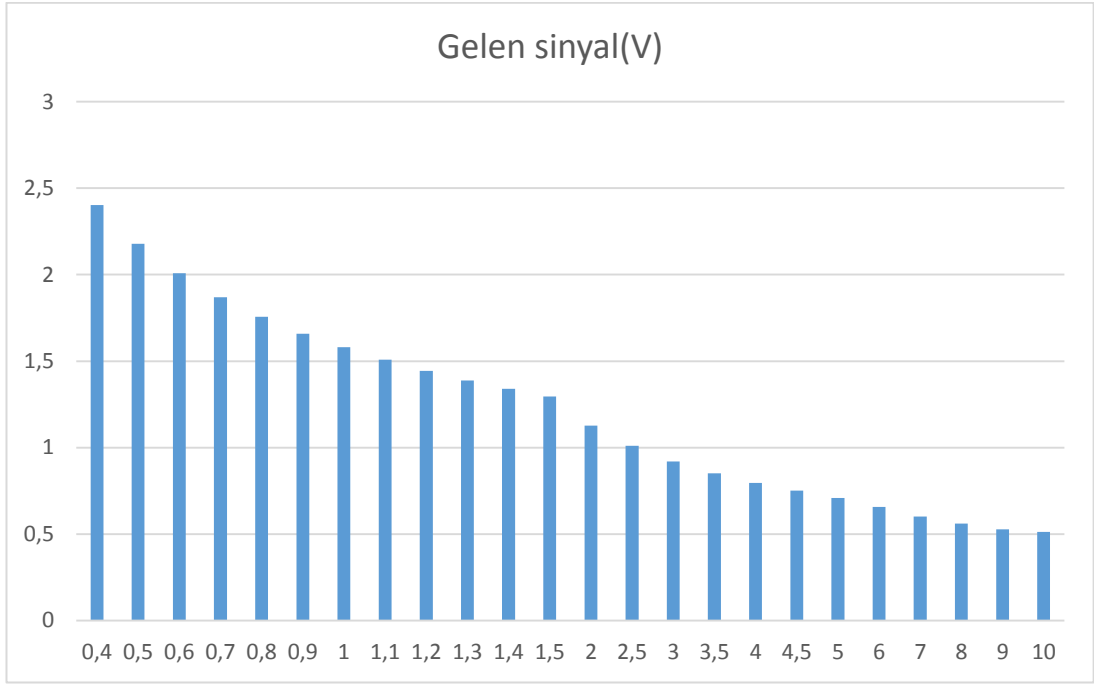
Kullanıcı katsayısı	Aydınlik düzeyi (lüx)	Gelen sinyal(V)	Giden sinyal(V)	Yükselteç çıkış sin.(V)
0.4	102.5	2.402	1.161	10.3
0.5	122.9	2.179	1.339	10.37
0.6	143.2	2.008	1.505	10.43
0.7	163.1	1.869	1.658	10.47
0.8	181.9	1.756	1.805	10.51
0.9	201.1	1.658	1.942	10.55
1.0	218.5	1.580	2.080	10.58
1.1	237.0	1.508	2.208	10.60
1.2	254.8	1.444	2.333	10.63
1.3	272.4	1.389	2.456	10.66
1.4	289.9	1.340	2.576	10.68
1.5	306.4	1.296	2.954	10.7

2.0	385.4	1.128	3.257	10.79
2.5	461.0	1.010	3.775	10.87
3.0	540.0	0.920	4.260	10.93
3.5	612.0	0.851	4.727	10.99
4.0	685.0	0.796	5.183	11.04
4.5	749.0	0.752	5.622	11.09
5.0	831.0	0.709	6.045	11.13
6.0	925.0	0.657	6.941	11.21
7.0	1075	0.602	7.713	11.28
8.0	1210	0.561	8.491	11.36
9.0	1360	0.527	9.240	11.42
10.0	1453	0.512	10.122	11.47

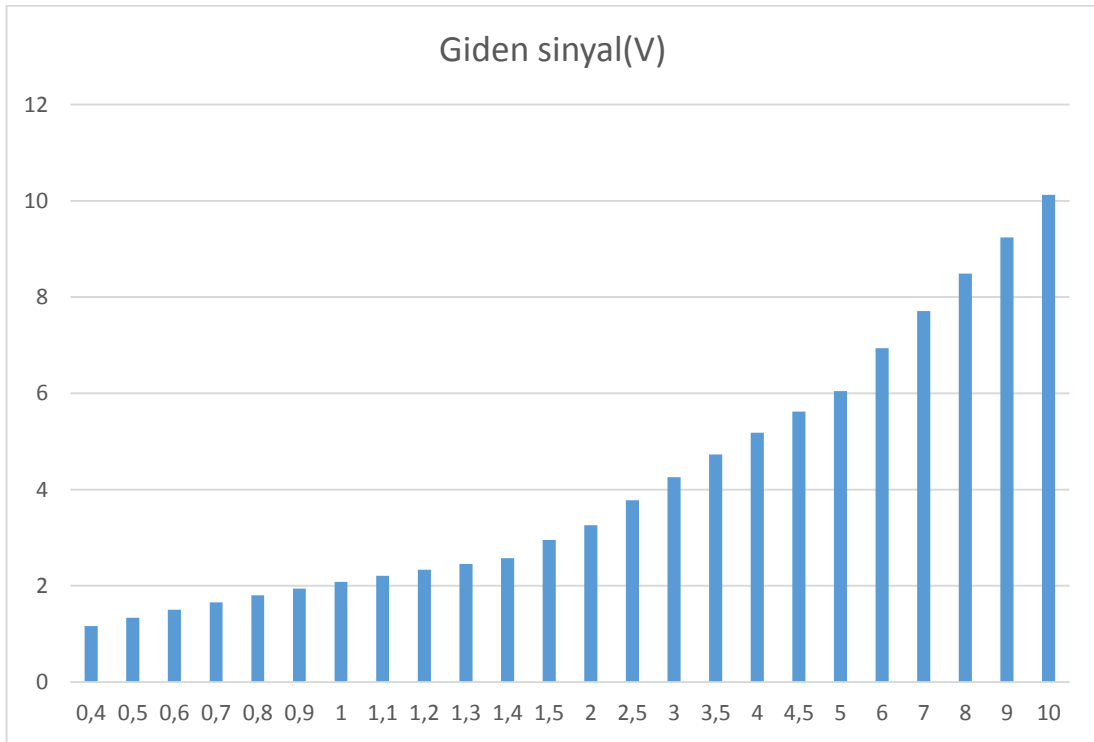
Kullanıcı katsayısına göre aydınlık düzeyi değer grafiği Şekil 7.2’de, sensör devresinden gelen sinyalin değer grafiği Şekil 7.3’de, yükselteç devresine giden sinyalin değer grafiği Şekil 7.4’te ve yükselteç çıkış sinyali değer grafiği Şekil 7.5’te verilmiştir.



Şekil 7.2. Kullanıcı katsayısına göre aydınlık düzeyi.

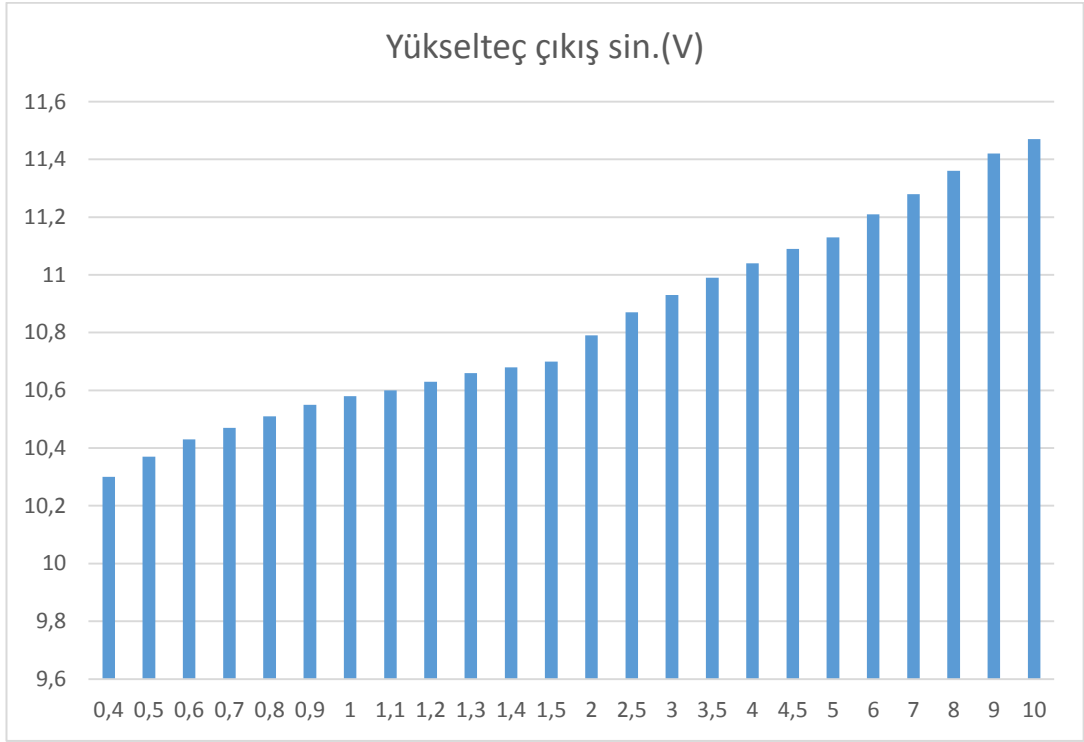


**Şekil 7.3.** Kullanıcı katsayısına göre sensör devresinden gelen sinyal.



**Şekil 7.4.** Kullanıcı katsayısına göre yükselteç devresine giden sinyal.





**Şekil 7.5.** Kullanıcı katsayısına göre yükselteç çıkış sinyali.

Gelişmekte olan ülkemizin enerji ihtiyacını minimize etmekte otomasyon ve enerji tasarrufu çalışmaları gittikçe önem arz etmektedir. Bu amaç ve hedef doğrultusunda endüstriyel ortamların aydınlatma ihtiyaçları da bu kapsamda düşünüldüğünde geliştirdiğimiz yöntemin ülkemiz genelinde bir model oluşturması beklenmektedir.

Ayrıca bu çalışmanın sonucunda elde edilen veriler ışığında çalışmanın geliştirilerek endüstriyel çalışma ortamlarında, üretim bantlarında, kütüphanelerde, müzelerde hatta sosyal yaşam alanları vb. yerlerde rahatlıkla kullanılabilceği ve birçok açıdan faydalı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Doğru A., Nacar M., Elektrik Tesisat Planları Sözleşme Keşif ve Planlama, s.93 Color OFFSET, İskenderun, 2009
2. Sirel Ş., Aydınlatma Tasarımında Temel Kurallar, 1. Commission Internationale de l'Eclairage), Booklet 7, pp.1-6, Ekim 1996
3. Yıldız teknik Üniversitesi Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü "Aydınlatma Tasarımında Temel Kurallar" (Son Erişim: 02.06.2011)
4. Onaygil S., Endüstride Enerji Verimliliği Aydınlatmada Enerji Verimliliği, pp. 44-45, Aralık 2009
5. Şahin D., Aydınlatma Tasarımının Kullanıcı Üzerindeki Fizyolojik ve Psikolojik Etkileri Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2012
6. <http://320volt.com/wp-content/uploads/2008/11/fluoresan-lambalar-enerji-tasarruuf.jpg> son erişim( 20.05.2015 )
7. [http://www.emo.org.tr/ekler/1afdb12a5ec4a6b\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/1afdb12a5ec4a6b_ek.pdf) 2 (20.05.2015)
8. <http://www.pelsan.com.tr/product-detail.asp?ID=446> (23.06.2015)
9. [http://www.efsunled.com/?%26Uuml%3Br%26uuml%3Bnlerimiz/Spot\\_Led\\_Lambalar](http://www.efsunled.com/?%26Uuml%3Br%26uuml%3Bnlerimiz/Spot_Led_Lambalar) (20.05.2015)
10. <http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/2ElektrikTesisatBilgisi/unite2.pdf> (18.06.2015)
11. Bozkurt A.U., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, 2008
12. Yılmaz Erten Ş., Aydınlatmada Enerji Verimliliğinin İncelenmesi: Endüstri Yapısı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, EDİRNE 2014
13. Gençoğlu M. T. "İç Aydınlatmada Enerji Tasarrufu, III." Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, 150, Ankara (2005).
14. Sirel Ş., Aydınlatmada Enerji Kaybı, Yapı Fiziği Uygulamaları, Kitapçık 3, s.4, İlk Baskı, 1991
15. Okutan H., Gün Işığı ile Aydınlatmanın Temel İlkeleri ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2008
16. Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yrd. Doç. Dr. Hilmi Kuşçu "Ders Notları" (Son Erişim: 02.06.2011)  
[http://hilmi.trakya.edu.tr/ders\\_notlari/Otomatik\\_kontrol/Otomatik\\_Kontrol\\_PL\\_C.pdf](http://hilmi.trakya.edu.tr/ders_notlari/Otomatik_kontrol/Otomatik_Kontrol_PL_C.pdf)

17. Siemens ST70 2003 “ Katalog” (Son Erişim: 02.06.2011)  
[http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Equipamiento/PLC/st70k3\\_e.pdf](http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Equipamiento/PLC/st70k3_e.pdf)
18. <http://www.kontrolkalemi.com/forum/konu/uygun-fiyata-siemens-usb-mpi-ve-usb-logo-pc-haberle%C5%9Fme-kablosu.31131/> (19.06.2015)
19. Altın E., STEP7 ile S7300,S7400 PLC programlama, s.6-19, Celisa Tanıtım ve Reklam Hizmetleri Tic.Ltd.şti., İstanbul, şubat 2009
20. MEGEP, ‘SCADA SİSTEMLERİ’, Ankara 2007, Ocak  
<https://plcsitemiz.files.wordpress.com/2009/11/scada-sistemleri.pdf> (Son Erişim: 12.07.2015)
21. [http://i.ebayimg.com/00/s/MTYwMFgxMTk1/z/KZAAAMXQVT9S2KaU/\\$35.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/MTYwMFgxMTk1/z/KZAAAMXQVT9S2KaU/$35.JPG) (Son Erişim: 08.07.2015)
22. Siemens, Simatic S7-300 Modül Data, Manuel 02/2013 Klavuz, (Son Erişim: 23.06.2015)
23. [http://i.ebayimg.com/00/s/MTYwMFgxMTk1/z/KZAAAMXQVT9S2KaU/\\$35.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/MTYwMFgxMTk1/z/KZAAAMXQVT9S2KaU/$35.JPG) (08.07.2015)
24. [http://www.leddeposu.com/product\\_info.php/watt-power-led-beyaz-100-lumen-adet-p-335](http://www.leddeposu.com/product_info.php/watt-power-led-beyaz-100-lumen-adet-p-335) (29.06.2015)
25. Yıldız Üniversitesi, Endüstriyel Otomasyon Ders Notları (Son Erişim: 29.06.2015)  
[http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/kaymakci\\_81b472c35d890629aa91d98269e13371.pdf](http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/kaymakci_81b472c35d890629aa91d98269e13371.pdf)

## ÖZGEÇMİŞ

1982’de Yozgat’da doğan Metin ORTATAŞ, İlk, orta ve lise öğrenimini sırasıyla Ağahefendi İlkokulunda, İstiklâl Ortaokulunda ve Yozgat Endüstri Meslek Lisesinde tamamlamıştır. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitim Bölümünden 2005 yılında mezun olmuştur.

2010 yılında yüksek lisans eğitimine Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında başlamıştır. Yrd. Doç. Dr. Orhan ER danışmanlığında hazırladığı “Endüstriyel Çalışma Ortamlarında Otomatik Aydınlik Kontrolü” Başlıklı tezi ile Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.

### İletişim Bilgileri

Adres: Bozok Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Bahçeşehir Mahallesi Esentepe Mevki

66200 YOZGAT

Telefon: (354) 212 38 43 / 4031

Faks: (354) 217 17 80

E-posta: metin.ortatas@bozok.edu.tr