

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AYDINLATMA OTOMASYONU İLE ENERJİ
TASARRUFU**

Elektrik Müh. Tümer YAPAR

**F.B.E. Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı
Elektrik Tesisleri Programında Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Adem ÜNAL

İSTANBUL 2007

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|---|-------|
| SİMGE LİSTESİ | v |
| KISALTMA LİSTESİ..... | vi |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | vii |
| ÇİZELGE LİSTESİ | ix |
| ÖNSÖZ | x |
| ÖZET | xi |
| ABSTRACT | xii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. AYDINLATMANIN TANIMI, ÖNEMİ, ÇEŞİTLERİ VE YARARLARI | 3 |
| 2.1. Aydınlatmanın Tanımı | 3 |
| 2.2. Aydınlatmanın Önemi..... | 4 |
| 2.3. Aydınlatmanın Amacı..... | 5 |
| 2.3.1. Vurgu Aydınlatması..... | 5 |
| 2.3.2. İş veya Gösteri Amaçlı Aydınlatma | 5 |
| 2.3.3. Genel Aydınlatma..... | 6 |
| 2.4. Aydınlatmanın Çeşitleri | 6 |
| 2.4.1. Doğal Aydınlatma..... | 6 |
| 2.4.2. Yapay Aydınlatma | 6 |
| 2.4.2.1. Dolaysız Aydınlatma | 7 |
| 2.4.2.2. Yarı Dolaysız Aydınlatma..... | 7 |
| 2.4.2.3. Karışık Aydınlatma..... | 7 |
| 2.4.3. Dahili (İç) Aydınlatma | 7 |
| 2.4.4. Harici (Dış) Aydınlatma | 7 |
| 2.5. Aydınlatmanın Yararları | 8 |
| 2.5.1. Gözün Görme Yeteneği Artar | 8 |
| 2.5.2. Kazalar Azalır..... | 8 |
| 2.5.3. İş Verimi Artar | 8 |
| 2.5.4. Ticarete İşlem Hacmi Artar..... | 9 |
| 2.5.5. Sanayide Verim Artar | 9 |
| 2.5.6. Güvenlik Temin Edilir | 9 |
| 2.5.7. Estetik Hislere ve Konfor İhtiyacına Cevap Verir | 9 |
| 2.6. Kaliteli Bir Aydınlatmanın Temini İçin Yapılması Gerekenler..... | 9 |
| 2.6.1. Doğrudan Yapılan İşin veya Çevresinin Aydınlatılması | 10 |
| 2.6.2. Parlamanın Önlenmesi | 10 |
| 2.6.3. Işık Titreşimlerinin Önlenmesi..... | 10 |
| 2.6.4. Gölgeleme (Modelleme) | 11 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3. | İÇ AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ TASARRUFU YÖNTEMLERİ | 12 |
| 3.1. | Aydınlatma Sisteminin Tesis Aşamasında Gerçekleştirilen Etkin Enerji Kullanımı | 12 |
| 3.1.1. | Tüketicilerin Bilinçlendirilmesi..... | 13 |
| 3.1.2. | Yapay Aydınlatma Sisteminin Seçimi..... | 13 |
| 3.1.3. | Lamba, Balast ve Yardımcı Araçların Seçimi..... | 14 |
| 3.1.3.1. | Lamba Seçimi ve Verimlilik Özellikleri..... | 14 |
| 3.1.3.2. | Balast Seçimi ve Özellikleri..... | 19 |
| 3.1.4. | Armatür Seçimi ve Bakımı..... | 25 |
| 3.2. | Mevcut Aydınlatma Sisteminde Gerçekleştirilecek Olan Etkin Enerji Kullanımı | 27 |
| 4. | AYDINLATMANIN KONTROLÜ | 28 |
| 4.1. | Aydınlatma Kontrol Sistemleri | 28 |
| 4.1.1. | Anahtarlama Yoluyla Kontrol | 29 |
| 4.1.2. | Sürekli Ayarlamalı Kontrol..... | 29 |
| 4.1.3. | Anahtarlama ve Sürekli Ayarlamalı Kontrol | 30 |
| 4.2. | Aydınlatma Otomatik Kontrol Sistemleri | 30 |
| 4.2.1. | Zaman Anahtarlayıcıları (Timer) | 31 |
| 4.2.2. | Hareket Algılayıcı Sensörler | 31 |
| 4.2.3. | Gün Işığı Sensörleri | 36 |
| 5. | GÜNÜMÜZDE KULLANILAN AYDINLATMA OTOMASYON SİSTEMLERİ | 39 |
| 5.1. | EIB..... | 39 |
| 5.1.1. | Aydınlatma..... | 43 |
| 5.1.2. | Isıtma, Havalandırma ve Soğutma (HVAC) | 44 |
| 5.1.3. | Motorlu Kumandalar..... | 45 |
| 5.1.4. | Güvenlik ve İhbar | 45 |
| 5.1.5. | Zamana Bağımlı İşlemler..... | 45 |
| 5.1.6. | Hava Durumu | 46 |
| 5.1.7. | Telekontrol..... | 46 |
| 5.1.8. | Görüntülü Bilgi ve Kumanda Panelleri | 46 |
| 5.1.9. | Diğer Otomasyon Sistemleri ile Uyum..... | 46 |
| 5.2. | Radio Management – Radyo Kontrol | 47 |
| 5.3. | C – BUS | 48 |
| 5.4. | LUXMATE Dijital Aydınlatma Kontrol Sistemi | 48 |
| 5.5. | Lux Kontrol – Dimmer Sistemleri..... | 54 |
| 5.5.1. | Switch Dim..... | 55 |
| 5.5.2. | Smart..... | 56 |
| 5.5.3. | DSI..... | 57 |
| 6. | DALI – DİJİTAL ADRESLENEBİLİR AYDINLATMA ARAYÜZÜ..... | 62 |
| 6.1. | Niçin DALI?..... | 63 |
| 6.2. | DALI'nın Avantajları | 64 |
| 6.3. | Sistemin Genel Özellikleri | 65 |
| 7. | DALI GENEL MODÜL BİLGİLERİ VE EIB-DALI ORTAK KULLANIMI.... | 71 |
| 7.1. | Güç Kaynağı (Power Supply) | 72 |
| 7.2. | Dimmlenebilir Balast..... | 73 |
| 7.3. | Transistör Dimmer..... | 75 |
| 7.4. | Hareket ve Gün Işığı Sensörü (Multi Sensor) | 75 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 7.5. | Uzaktan Kumanda (IR Remote) | 78 |
| 7.6. | Butonlar..... | 79 |
| 7.7. | Bilgisayar Bağlantısı ve Windim@net Programı | 80 |
| 7.8. | DALI ve EIB Bağlantısı ve Özellikleri..... | 82 |
| 8. | FARKLI ALANLARA YÖNELİK AYDINLATMA OTOMASYONU ve ÖRNEK UYGULAMALAR..... | 87 |
| 8.1. | Ofis Binaları İçin Aydınlatma Uygulamaları..... | 87 |
| 8.2. | Konferans Salonları İçin Aydınlatma Uygulamaları | 88 |
| 8.2.1. | Salon Genel Aydınlatmasında İstenen Özellikler..... | 88 |
| 8.2.2. | Sahne Aydınlatmasında İstenilen Özellikler..... | 90 |
| 8.2.2.1. | Arka Fonun Aydınlatılması..... | 90 |
| 8.2.2.2. | Konuşmacının Aydınlatılması..... | 90 |
| 8.2.2.3. | Sahnenin Aydınlatılması | 90 |
| 8.3. | Küçük Marketler İçin Aydınlatma Uygulamaları..... | 90 |
| 8.4. | Giyim Mağazaları İçin Aydınlatma Uygulamaları..... | 91 |
| 8.5. | Apartmanlar İçin Aydınlatma Uygulamaları | 92 |
| 8.6. | Müstakil Evler İçin Aydınlatma Uygulamaları..... | 93 |
| 8.7. | Ofis Binalarında Çeşitli DALI Uygulamaları | 95 |
| 8.7.1. | Basit Dimmerleme (Touch – Dim) Sistemi Uygulaması..... | 96 |
| 8.7.2. | Uzaktan Kumanda Sistemi Uygulaması | 97 |
| 8.7.3. | Gün Işığı, Hareket ve Senaryo Sistemi Uygulamaları..... | 98 |
| 8.8. | Konferans Salonlarında Çeşitli DALI Uygulamaları | 99 |
| 8.8.1. | Uzaktan Kumandalı Senaryo Kontrolü ve Merkezi Kontrol Uygulaması..... | 100 |
| 8.8.2. | Buton ve Uzaktan Kumandalı Senaryo Kontrolü Sistemi | 101 |
| 8.8.3. | Gün Işığı, Hareket ve Senaryo Sistemi Uygulamaları..... | 102 |
| 8.8.4. | Konferans Salonu Senaryo Uygulaması | 103 |
| 8.9. | Periyodik Programlama ile Renk Kontrolü..... | 106 |
| 9. | AYDINLATMA OTOMASYONUN FAYDALARI ve EKONOMİK YÖNÜ . | 109 |
| 9.1. | Esneklik..... | 109 |
| 9.2. | Verimlilik | 110 |
| 9.3. | Estetik | 111 |
| 9.4. | Enerji Tasarrufu..... | 112 |
| 10. | SONUÇLAR | 126 |
| | KAYNAKLAR..... | 128 |
| | EKLER..... | 131 |
| | ÖZGEÇMİŞ..... | 137 |

SİMGE LİSTESİ

| | |
|------|-------------------|
| Lm | Lümen |
| Lm/W | Aydınlatma verimi |
| Lx | Lüks |
| W | Watt |
| V | Volt |

KISALTMA LİSTESİ

| | |
|-------|---|
| BAS | Bina Otomasyon Sistemi (Building Automation System) |
| BMS | Bina Yönetim Merkezi (Building Management System) |
| CELMA | Ulusal Komponent Üreticileri Birliği |
| CIE | Uluslararası Aydınlatma Komisyonu |
| DALI | Dijital Adreslenebilir Aydınlatma Arayüzü |
| DSI | Dijital Aydınlatma Sistemi |
| EEI | Energy Efficiency Index |
| EIB | Avrupa Tesis Veri Yolu (European Installation Bus System) |
| HVAC | Isıtma Soğutma, İklimlendirme (Heating, Ventilating Air Conditioning) |
| IES | ABD Aydınlatma Mühendisliği Birliği |
| NEMA | Ulusal Elektrik İmalatçılar Birliği |
| PIR | Hareket Dedektörü |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 3.1 Işık akısı ve güç tüketimi arasındaki oran (Schneider) | 16 |
| Şekil 3.2 Kullanım yeri ve işlevine göre lambaların sınıflandırılması (Schneider) | 16 |
| Şekil 4.1 Gün içindeki zamanlama planı (Luxmate) | 31 |
| Şekil 4.2 Aydınlatma düzeyi gerektiği zaman gerektiği kadar olmalı (Dyalite)..... | 32 |
| Şekil 4.3 Farklı özelliklere sahip hareket sensörleri (Dimel)..... | 34 |
| Şekil 4.4 Hareket sensörünün algılama özellikleri (Dimel) | 34 |
| Şekil 4.5 Hareket sensörü ve güneş ışığı sensörünün bir arada kullanılması (Dimel) | 34 |
| Şekil 4.6 Hareket sensörünün uygun yere monte edilmesi (Dimel) | 35 |
| Şekil 4.7 Hareket sensörünün kurulumu ve ayarının yapılması (Dimel)..... | 35 |
| Şekil 4.8 Gün ışığı en verimli şekilde kullanılmalıdır (Dyalite) | 36 |
| Şekil 4.9 Gün ışığı sensörü ile lambaların dimmlenmesi (Osram)..... | 37 |
| Şekil 5.1 EIB aydınlatma otomasyon sistemi (Siemens) | 40 |
| Şekil 5.2 EIB kablolama sistemleri (Siemens)..... | 41 |
| Şekil 5.3 Tüm tuş takımı yuvaları birbiri ile uyumludur (Siemens)..... | 41 |
| Şekil 5.4. Hareket ve gün ışığı sensörleri (ABB) | 43 |
| Şekil 5.5 İklimlendirme LCD kontrol modülü (ABB)..... | 44 |
| Şekil 5.6 LCD kontrol paneli (ABB) | 46 |
| Şekil 5.7 Zaman saatiyle hazırlanmış bir senaryo | 50 |
| Şekil 5.8 Luxmate aydınlatma kontrol sistemi (Luxmate)..... | 51 |
| Şekil 5.9 Luxmate siteminin ofis uygulaması (Luxmate) | 52 |
| Şekil 5.10 Tek bir oda için otomatik kontrol (Luxmate) | 52 |
| Şekil 5.11 Bir kat planı üzerinde Luxmate topolojisi (Luxmate)..... | 53 |
| Şekil 5.12 Genel olarak bir Luxmate sisteminde kullanılan ara elemanlar (Luxmate) | 53 |
| Şekil 5.13 Lux kontrol sisteminin genel görünümü (Tridonic)..... | 55 |
| Şekil 5.14 Switch dim (Tridonic) | 55 |
| Şekil 5.15 Switch dim ve 1-10V sisteminin kontrolü arasındaki fark (Tridonic) | 56 |
| Şekil 5.16 Switch dim ve 1-10V sistemin çok yerden kontrolü arasındaki fark (Tridonic) | 56 |
| Şekil 5.17 Smart ile switch dim'in bir arada kullanımı (Tridonic) | 57 |
| Şekil 5.18 Smart lux kontrol sistemi (Tridonic)..... | 57 |
| Şekil 5.19 DSI sinyali | 58 |
| Şekil 5.20 DSI uzaktan kumanda ara birimi | 58 |
| Şekil 5.21 MODULER DIM ünitesi (Tridonic) | 59 |
| Şekil 5.22 Smart DIM SM kontrol sistemi (Tridonic)..... | 60 |
| Şekil 6.1. Esneklik ve maliyet bakımından DALI'nın yeri (Osram)..... | 63 |
| Şekil 6.2 Gerilim değerleri (DALI AG)..... | 66 |
| Şekil 6.3 Manchester kodu ile sinyal gönderimi (Osram)..... | 67 |
| Şekil 6.4 Kontrol birimleri bağlantı şekilleri (DALI AG) | 67 |
| Şekil 6.5 DALI sinyal yapısı (Tridonic) | 68 |
| Şekil 6.6 DALI veri yolu bağlantısı..... | 68 |
| Şekil 6.7 DALI balast karar verme akış diyagramı | 69 |
| Şekil 6.8 Aynı boru içersinde yada beş damarlı tek kablo (DALI AG)..... | 69 |
| Şekil 6.9 Bina otomasyon sistemleri arasında DALI'nin yeri (DALI AG) | 70 |
| Şekil 7.1 Basit bir DALI sistemi genel görünümü (Philips) | 71 |
| Şekil 7.2 DALI güç kaynakları (Philips)..... | 72 |
| Şekil 7.3 DALI sistem hesaplama cetveli (Philips) | 73 |
| Şekil 7.4 DALI balastın iç yapısı..... | 74 |
| Şekil 7.5 Transistör dimmer ünitesi (Philips)..... | 75 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 7.6 Multi sensör çalışma diyagramı (Philips)..... | 76 |
| Şekil 7.7 PIR hareket sensörü ve IR uzaktan kumanda algılama bölgeleri (Philips) | 76 |
| Şekil 7.8 Multi sensör tavanda en uygun yere monte edilmeli (Philips) | 77 |
| Şekil 7.9 Gün ışığı sensörü algılama bölgesi (Philips) | 77 |
| Şekil 7.10 Multi sensör kontak konumları (Philips)..... | 78 |
| Şekil 7.11 Uzaktan kumanda ara birimi (Philips)..... | 79 |
| Şekil 7.12 DALI sisteminde kullanılan butonlar (Philips)..... | 80 |
| Şekil 7.13 WinDIM programı ve bağlantı noktası (Philips) | 82 |
| Şekil 7.14 Farklı uygulama alanlarında EIB ve DALI'nin yeri (Siemens)..... | 83 |
| Şekil 7.15 EIB sistemi DALI sistemini tamamlar (Siemens)..... | 84 |
| Şekil 7.16 EIB ve DALI sistemi ile otomatik aydınlatma kontrolü (Siemens)..... | 84 |
| Şekil 7.17 Genel anlamda EIB ve DALI ortak çalışması (Siemens)..... | 85 |
| Şekil 7.18 Katlar arası aydınlatma otomasyonu için DALI arabirimi kullanılması (Osram) .. | 85 |
| Şekil 8.1 Giriş, koridor ve bireysel ofis odaları (Schneider)..... | 87 |
| Şekil 8.2 Tipi bir konferans salonu (Osram) | 89 |
| Şekil 8.3 Market girişi, reyonlar, depo ve açık park alanı (Schneider) | 91 |
| Şekil 8.4 Mağaza vitrini, tabela ve depo bölümü (Schneider) | 92 |
| Şekil 8.5 Bina girişi, merdivenler, bodrum ve kapalı otopark (Schneider) | 93 |
| Şekil 8.6 Bahçe, bodrum, hol ve merdivenler, yemek odası (Schneider)..... | 94 |
| Şekil 8.7 Uygulamanın yapıldığı açık planlı ofis odası (Osram) | 95 |
| Şekil 8.8 Basit dimmerleme sistemi – touch dim (Osram) | 96 |
| Şekil 8.9 Touch dim'in ofis uygulaması (Osram) | 97 |
| Şekil 8.10 Touch Dim ve Touch Remote Control (Osram) | 98 |
| Şekil 8.11 Gün ışığı, hareket ve senaryo sistemi (Osram) | 99 |
| Şekil 8.12 Uygulamanın yapılacağı konferans salonu (Osram) | 100 |
| Şekil 8.13 Uzaktan kumanda modülü ve merkezi sistem dimmerlemesi (Osram)..... | 101 |
| Şekil 8.14 Buton ve uzaktan kumandalı 16 senaryo 16 grup sistemi (Osram) | 101 |
| Şekil 8.15 Gün ışığı, hareket ve senaryo sistemi (Osram) | 102 |
| Şekil 8.16 DALI bus veri yolu bağlantıları | 103 |
| Şekil 8.17 Senaryo 1, Genel kullanım (Osram)..... | 104 |
| Şekil 8.18 Senaryo 2, Sunum (Osram)..... | 104 |
| Şekil 8.19 Senaryo 3, Video konferans (Osram)..... | 105 |
| Şekil 8.20 Senaryo 3, Toplantı (Osram) | 105 |
| Şekil 8.21 Renk kontrolünde kullanılan armatürler..... | 106 |
| Şekil 8.22 Senaryolar arası akış diyagramı (Osram) | 107 |
| Şekil 8.23 Renk kontrol modülleri (Osram)..... | 108 |
| Şekil 8.24 Doğru ve hatalı bağlantılar (Tridonic)..... | 108 |
| Şekil 9.1 Mekan değişimlerinde hemen adapte olabilir (Philips)..... | 109 |
| Şekil 9.2 Farklı dimmerleme seviyelerine göre senaryolar (Kadirbeyoğlu) | 110 |
| Şekil 9.3 Göz hassasiyetine uygun dimmerleme eğrisi | 111 |
| Şekil 9.4 Bina 1 ve Bina 2'deki lamba çeşitlerinin dağılımı..... | 116 |
| Şekil 9.5 Bina 5'deki lamba çeşitlerinin dağılımı | 117 |
| Şekil 9.6 Bir DALI balastın dimm seviyesine göre şebekeden çektiği güç (Tridonic) | 118 |
| Şekil 9.7 Gün ışığı sensörüne bağlı dimmerleme (Luxmate)..... | 119 |
| Şekil 9.8 Çok katlı bir binanın bir günlük aydınlatma için harcadığı enerji (Dynalite) | 121 |
| Şekil 9.9 Kullanılan kontrol sistemlerine göre enerji tasarrufu..... | 122 |

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|-----|
| Çizelge 3.1 İç mekan lamba türlerine göre güç ve ışık akısı ilişkisi (Philips) | 17 |
| Çizelge 3.2 Dış mekan lamba türlerine göre güç ve ışık akısı ilişkisi (Philips)..... | 18 |
| Çizelge 3.3 Akkor ve kompakt flüoresan lambaların karşılaştırılması (Philips, Osram) | 20 |
| Çizelge 3.4 Ekonomik açıdan lambaların karşılaştırılması (4 yılda 12.000 saat) | 22 |
| Çizelge 3.5 EEI Sınıflandırmasına örnekler..... | 24 |
| Çizelge 3.6 Atmosferin kirli durumlarına göre armatürlerin üç yıllık geriverim azalmaları... | 27 |
| Çizelge 6.1 Kablo kesiti | 70 |
| Çizelge 9.1 İncelenen on binanın özellikleri | 112 |
| Çizelge 9.2 Kullanım amaçlarına göre binaların yıllık ortalama enerji tüketimi | 113 |
| Çizelge 9.3 Kanada'da toplam alanlara göre binaların elektrik enerjisi tüketimi | 113 |
| Çizelge 9.4 Aydınlatma amaçlı tüketilen elektrik enerjisi | 114 |
| Çizelge 9.5 Aydınlatma kalitesini irdeleyen kriterler | 115 |
| Çizelge 9.6 Enkandesan ve halojen ampuller için enerji tasarrufu..... | 118 |
| Çizelge 9.7 Flüoresan ampuller için enerji tasarrufu | 118 |
| Çizelge 9.8 Tek kişilik ofis odasında yapılan enerji tasarrufu | 120 |
| Çizelge 9.9 Küçük ölçekli bir ofis alanı için yapılan enerji tasarrufu | 120 |
| Çizelge 9.10 Aydınlatma otomasyonu olmaksızın harcanan enerji | 123 |
| Çizelge 9.11 Dahı aydınlatma otomasyonu ile kurulmuş sistem | 123 |
| Çizelge 9.12 Toplam sistem maliyeti..... | 124 |

ÖNSÖZ

Günümüzde yapılaşmanın kazandığı boyut göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Kuruluşlar, gerek çalışanlar arasında diyalogu sağlamak gerekse iş yerinde oluşan işletme giderlerini kısıtlamak amacıyla tüm çalışanları barındıran büyük yapılarda çalışmaya yönelmişlerdir. Bu anlamda çalışanlar için uygun ortam koşullarını oluştururken ekonomide göz önüne alınmaktadır.

Ticari binalarda, çalışanlardan istenen verimin alınması için, ideal çalışma ortamı şartlarının sağlanması gerekir. Örneğin ortamın iklimlendirme, aydınlatma, güvenlik v.s. sistemlerinin kontrolü yapılırken ekonomik bir yol izlenmesi gerekir. Konfor koşullarından taviz vermeden, harcanan gücün en alt seviyede tutulması istenir.

Bu tezde günümüzde kullanılan en önemli aydınlatma kontrol sistemleri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Aydınlatma otomasyonunun yapılanması esnasında sistemin seçimi, kullanılan donanımsal malzemeler ve kurulumu örnek aydınlatma uygulamaları üzerinde anlatılmıştır.

Yüksek Lisans Tez çalışması esnasında, çalışmalarımın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde ilgi ve bilgisini esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Adem ÜNAL'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Aynı zamanda tezimle ilgili bilgileri içeren katalog ve teknik dokümanlarından faydalandığım PHILIPS, OSRAM, SCHNEIDER, SIEMENS ve TRIDONIC firmalarının yetkililerine de teşekkür ederim.

Tümer YAPAR

ÖZET

Günümüzde yabancı ülkelerde önemli bir yer tutan ve ülkemizde de hızla yaygınlaşan aydınlatma kontrol sistemlerindeki son gelişmeler ve sağladığı avantajlar anlatılmaktadır.

Ülkemizde son yıllara kadar bir odanın aydınlatılması için odanın ortasında bir lambanın bulunması yeterli görülmekteydi. Oysa ki aydınlatmacılık, kullanıcıların zaman içinde değişen ihtiyaçlarını karşılayabilmek için birçok bilginin göz önüne alınarak yapılması gereken bir mühendislik uygulamasıdır. Buradaki temel gaye mekanın istenilen düzeyde aydınlatılması olmaktan çıkıp, istenilen durumlar karşısında esnek olabilen bir aydınlatma sistemi oluşturmaktır. Gün ışığı ve hareket sensörleriyle de aydınlık seviyesi kontrol altında tutularak enerji tasarrufu sağlanabilir.

Bu araştırmada aydınlatma kontrol sistemlerinin amacı ve çalışma şekilleri anlatılmaya çalışılmıştır. Aydınlatma sistemlerinin farklı mekanlara göre seçimi, bu aşamada kullanılacak kontrol elemanlarının özellikleri ve dikkat edilmesi gereken konulara değinilmiştir. Doğru seçilmiş bir aydınlatma otomasyonunun kullanıcıya sağladığı faydalar ve sistemin ne kadar enerji tasarrufu sağlanabileceği örnek uygulamalar ile gösterilip, ülke ekonomisine sağladığı faydalar vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Aydınlatma, aydınlatma otomasyonu, aydınlatma yönetimi, enerji tasarrufu, dijital adreslenebilir aydınlatma arayüzü.

ABSTRACT

Recent developments and the advantages of lighting control systems that recently has taken an important place in foreign countries and also rapidly became widespread in our country are told.

In our country, putting a lamp in the middle of a room was seen enough to light the room until recent years. However, lighting is an engineering application which is to be done by considering much knowledge to meet the users' needs changing in time. Here in, the basic goal is beyond lighting the place in desired level, but creating a lighting system which can be flexible for the desired situations. Energy saving can be provided by keeping the light level under control with the help of daylight and the movement sensors.

The aim of this research is to explain the goal and the working methods of the lighting control systems. It was mentioned here to choosing lighting system as to different places, the features of the control components to be used in this process and the points that must be regarded. The advantages of the right chosen lighting automation for users and how much energy saving the system can provide were shown with application examples and the advantages of it provided for national economy were stressed.

Keywords: Illumination, illumination automation, lighting management, energy saving, digital addressable lighting interface.

1. GİRİŞ

Son yıllarda otomasyon sistemlerinin hızlı bir şekilde gelişmesi ile akıllı binalar olarak adlandırılan yapılarda; havalandırma, ısıtma, soğutma, enerji kontrol ve güvenlik sistemleri merkezi bir yerden kontrol edilebilmektedir. Bu sistemler genellikle çok katlı yüksek yapılar olarak görülen büyük alışveriş merkezleri, oteller, hastaneler, müze ve kütüphaneler, havalimanları, kültür merkezleri, banka ofisleri ve genel anlamda büyük işletmeler tarafından tercih edilmektedir.

Günümüzde aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisinin payı büyüktür. Örneğin tüketilen toplam elektrik enerjisinin %35'i konutlarda ve hizmet sektöründe tüketilmektedir. Bu oran tüm dünya ülkelerinde ortalama %40 civarındadır. Konut ve hizmet sektöründe tüketilen elektrik enerjisinin %60'ı sadece aydınlatma amaçlıdır ki bu oran Türkiye de tüketilen enerjinin %21'ine karşılık gelmektedir. Mesela %20 oranında bir tasarruf tüm enerji tüketiminin %4'üne; yani geçmiş yıllara da bazı komşu ülkelere ithal edilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %60'ına tekabül edecektir (EİE). Bu nedenle aydınlatmada enerjinin etkili ve verimli şekilde kullanılması beraberinde ülke ekonomisine de büyük katkılar sağlayacaktır. Etkili enerji kullanımında temelde enerjinin en az kullanımını ve tüketilen enerjiden en fazla yarar sağlamayı amaçlamaktadır. Proje safhasında aydınlatma hesapları doğru yapıp ışıksal etkinliği yüksek olan ışık kaynakları ve armatürleri kullanıldığında pasif enerji tasarrufu yapılmış olur. Bundan sonraki aşama aydınlatma kontrolünün nasıl yapılacağıdır. Bu da aktif enerji tasarrufu sağlamaktadır (Dursun ve Kocabay, 2004).

Bir aydınlatma kontrol sistemi, aşağıdaki özellikleri sağlamalıdır.

- Zamana bağlı açma – kapama yapabilme.
- Göz hassasiyetine uygun dimleme fonksiyonu olmalı.
- Sisteme gerektiğinde el ile kumanda edilebilmeli.
- Uzaktan kumanda cihazı ile açma – kapama, dimleme ve önceden programlanmış ışık sahnelerini çağırabilmeli.
- Farklı türdeki armatürleri kendi aralarında istenilen şekilde gruplara ayırabilmeli ve her bir grubu tek tek kontrol edebilmeli.
- Gün ışığından faydalanılarak enerji tasarrufu yapabilmek için gün ışığına duyarlı sensörler ile birlikte çalışabilmeli.

- PC üzerinden bina otomasyonu sistemine bağlanıp ekran ve yazıcı ile raporlama yapılabilmesi.
- Diğer sistemlerle de kontak alışverişi yapabilmeli.
- Lamba arızası karşısında ve lamba ömrü sonunda güvenlik kapaması yapabilmeli.
- Besleme gerilimi dalgalanmalarından bağımsız sabit ışık çıkışı sağlayabilmeli.

Yukarıdaki özellikleri sağlayan bir aydınlatma kontrol sistemi öncelikle mikroişlemci kontrollü bir veri yolu üzerinden haberleşen, her bir kontrol ve çıkış modülünün adreslenebildiği sayısal bir sistem olmalıdır.

Sistem elemanlarının kontrolü ve adreslemeleri, orta büyüklükteki projeler için mikroişlemci kontrol ve programlama modülleri ile, büyük ölçekli projelerde ise bilgisayar yoluyla yapılmalıdır.

Son yıllarda özellikle gün ışığından en iyi şekilde faydalanılarak yapılan enerji tasarrufu ön plana çıkmıştır. Yeni geliştirilen aydınlatma otomasyon sistemleriyle, gün ışığı bazlı ve yardımcı kontrol elemanları (hareket sensörü, zaman sayacı v.s.) ile %80'lere varan enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Dimm fonksiyonu sayesinde aydınlık seviyesi ve göz konforundan ödün vermeden en uygun kontrol sağlanabilmektedir (Onaygil ve Demir, 1995).

2. AYDINLATMANIN TANIMI, ÖNEMİ, ÇEŞİTLERİ VE YARARLARI

2.1. Aydınlatmanın Tanımı

Aydınlatma, gün ışığının yetersiz kaldığı durumlarda en iyi görme koşullarının sağlanması için vazgeçilmez bir öğedir. Diğer bir söylemle çevre ve nesnelerin en iyi şekilde görülebilmesi amacıyla gerekli aydınlık düzeyinin sağlanmasıdır. Bir yerin aydınlatılması denildiğinde sadece o ortamın tavanının ortasında bir ampul sarkıtmak anlamına geldiği dönemler çoktan aşılmıştır.

Oramları ve içinde bulunan nesnelere gerçek büyüklükleri ve doğal renkleri ile fark edebilmemiz için, doğal ve yapay aydınlatma araçları ile nesnelerin üzerine ışık göndererek görmemizi sağlayan sistemlere aydınlatma denir.

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından da belirtilen tanımıyla aydınlatma, çevrenin ve nesnelerin gereği gibi görülebilmesini sağlamak amacıyla ortama ışık demeti veya huzmesi uygulamaktır. Gereği gibi görülebilmeyi sağlayan aydınlatmanın temelde; nitelik ve nicelik olarak iki önemli boyutu vardır.

Aydınlatmanın niceliği; sayısal olarak gerekli aydınlık düzeyinin saptanmasıdır. Bu saptamada: yapılan işin özelliği, çalışma süresi, hızı, çevre koşulları, çalışan kişilerin özelliği gibi etkenler önemli rol oynar.

Aydınlatmanın niteliği ise; ışığın rengi (tayf yapısı), doğrultusu, elde edilen aydınlıkta oluşan gölgelerin yumuşaklığı ve sertliği, saydamlığı – kararlılığı gibi özelliklerdir. Örneğin, girintili – çıkıntılı bir nesnenin algılanmasında aydınlığın azlığı ile çokluğu değil, ışığın doğrultusu önemlidir. Renkli bir nesnenin doğru algılanmasında ise, ışık kaynağının tayf özelliği önem taşır. Bu durumda da aydınlığı arttırmakla doğru algılama söz konusu olmaz.

Günümüzde kullanım amaçları doğrultusunda aydınlatmanın tanımını yapacak olursak; öncelikle kişilerin asgari fizyolojik görme ihtiyacına cevap vermek gayesini taşımakla birlikte ekonomik koşullar altında görme konforunu ve iş verimini yükseltmeye çalışmaktır. Mimarlık alanında ise hacim ve yüzeylerin mimari özelliklerini vurgulamayı amaçlayan özel bir teknik olarak tanımlayabiliriz.

Verimli ve kaliteli, iyi bir aydınlatma için aşağıdaki belirtilen durumların yerine getirilmesi gerekir.

- Aydınlatma amacının iyi tespit edilmiş olması gerekir.
- Bu amaç doğrultusunda ve aydınlatma tasarım kriterlerinin gereklerine uygun olarak projelendirilmesi yapılmalıdır.
- Projede optimum şartlar göz önünde bulundurularak yüksek verimli uygun ışık kaynaklarının kullanımı sağlanmalıdır.
- Işığın en verimli şekilde kullanan armatürlerin kullanımı tercih edilmelidir.
- Gün ışığından maksimum derecede istifade etmek için en uygun kontrol sistemi seçilmelidir.
- Duvar, tavan ve dekorasyon malzemelerinin mümkün olduğunca açık renkli seçilmelidir.
- Armatürlerin ışık dağılım eğrisine uygun yansıtıcıların seçilmesi gerekir.
- Armatürlerin düzenli olarak bakımının da yapılması gerekir.

Günümüzde artık insanların özel isteklerine, konfor ve estetiğe önem vermek amacıyla iyi aydınlatma bir zorunluluk haline gelmiştir (Dursun, 2005).

2.2. Aydınlatmanın Önemi

Aydınlatmacılığın gelişmesi yaşam standartlarının artmasının bir göstergesidir. Çünkü hayat standartları her zaman kişi başına düşen milli gelirle ifade edilemez. Kişi başına düşen enerji tüketimi de bir ölçüdür. Enerji tüketiminin artması, sanayileşmenin arttığını ve aydınlık düzeyinin ve parlaklık dağılımlarının artması dolayısıyla da hayat standartlarının yükseldiğini gösterir. Yani aydınlatmacılık sadece ışık değil, bir ülkenin statüsünü de belirten bir uzanmalık alanıdır.

Bir ortamın yapay olarak aydınlatılmasında öncelikle, kişinin asgari fizyolojik görme konforu ve iş verimini yükseltmek hedeflenmektedir.

Aydınlatmacılığa ülkemizde bugüne kadar maalesef gereken önem verilmemiştir. Elektrik tesisleri kavramı içinde aydınlatma önemsiz bir faaliyet olarak değerlendirilmiş ve genellikle bir tesisin hesap ve projenin yapılması, o tesisin elektrik iç tesisatı projesi ile aynı anlamda görülmüş, daima klasik, eski teknolojiye dayanan kalıplaşmış basit çözümlerle konuya yaklaşmıştır.

Her konuda olduğu gibi aydınlatma konusunda da eğitim ve öğretimin önemi büyüktür. Dünya ülkelerinin aksine ülkemizde aydınlatmaya gereken önem verilmemekte, orta öğretimde bu konulara hiç değinilmemektedir.

Ülkemizde bu alanda en önemli eksiklerden biri de aydınlatma konusunda etkili bir politikamızın olmamasıdır. Diğer ülkelerde de bu konu ile ilgili önemli ve özel kuruluşların temsilcilerinin katılımlarıyla gerçekleştirilen Milli Aydınlatma Komiteleri, yaptıkları araştırma ve çalışmalar sonucu önerilen uygulayıcılara ışık tutmakta ve aynı zamanda dünyadaki diğer ülkelerin benzer komiteleri ve Uluslararası Aydınlatma Komitesi ile sıkı temas ve iş birliği ile yeni gelişmeler yakından izleyebilmektedir (Dursun, 2005).

2.3. Aydınlatmanın Amacı

İyi bir aydınlatmada amaç belirli bir aydınlatma düzeyi elde etmek değil, görme koşullarını iyileştirerek insanın göz, ruh, fizik, estetik ve motivasyon birlikteliğini sağlamak olmalıdır. Bir aydınlatma tesisi kuruluş aşamasında çeşitli ihtiyaçlardan birine öncelik verilir. Bu durumda aydınlatmanın ana amacı öncelik verilen ihtiyaca cevap vermek olur. Bu ihtiyaç dikkate alınarak yapılan aydınlatma tasarımında diğer etmenler göz ardı edilmelidir.

Amacı bakımından aydınlatma çeşitleri üç ana başlık altında incelenebilir (Dursun, 2005).

2.3.1. Vurgu Aydınlatması

Belirli bir objeyi vurgulamak veya geniş bir alan içindeki bir bölgeye dikkat çekmek için kullanılan ve doğrusal ışık ile oluşturulur. Cisimlerin renk, şekil ve detaylarının rahat ve açık bir şekilde görülebilmesi amaçlanmaktadır. Bu tür koşulları sağlayan aydınlatma çeşidine vurgu (accent) aydınlatması denir. Bir tasarım elemanında veya herhangi bir temayı güçlendirecek bir detayda uygun vurguyu sağlamak için mimarın kullandığı önemli bir aydınlatma türüdür. Gözün görme yeteneğini bozabilecek ve fizyolojik rahatsızlıklar doğurabilecek etkenlerden kaçınılması gerekir (Dursun, 2005).

2.3.2. İş veya Gösteri Amaçlı Aydınlatma

Görsel işlerin yürütülmesine izin veren, iş alanına çok yakın ışık kaynaklarından yayılan ve yüksek aydınlık düzeyleri sağlayan düzeneklerle oluşturulur. Sadece o çalışma alanına ait bir aydınlatmadır. Genelde ticari aydınlatma alanlarında tercih edilir. Dikkat çekici aydınlatma olarak da bilinir ve genel aydınlatma düzenekleriyle birlikte kullanılır (Dursun, 2005).

Çok küçük bir alan için aşağıya doğru ışık veren armatürlerden yayılan aydınlık düzeyli ışık sayesinde bu aydınlatma türünün ekonomik olduğu kabul edilir. Fakat doğru ve düzenli monte edilmediği zaman yakın çevrede çalışanlar için göz kamaştırıcı etki yapabilir. Daha çok vitrin

veya fuar sergilemenin asıl amaç olduğu yerlerde renkli ışıklar, yüksek aydınlık şiddeti ile insanların dikkatini çekmek amaçlanır (Dursun, 2005).

2.3.3. Genel Aydınlatma

Görsel işlerin yapılabilmesi veya bazı nesnelere vurgulanması için kullanılan ışık kümeleri arasındaki kesin kontrastı azaltmaya yarayan zemin ve arka plan ışığı ile oluşturulur. Alanın tümüne dengeli bir aydınlatma seviyesi ile düzenli ve tekdüze bir aydınlatma sağlar. Genellikle açık – kapalı ofisler, atölyeler, fabrika alanları, depolar gibi büyüklük olarak çok sayıda çalışana barındıran mekanlar için uygundur (Dursun, 2005).

2.4. Aydınlatmanın Çeşitleri

Aydınlatma ışığının kökenine göre Doğal (Natural) ve Yapay (Artificial) aydınlatma olmak üzere ikiye, aydınlatılan mekanın cinsine göre de Dahili (İç) ve Harici (Dış) aydınlatma olmak üzere ikiye ayrılır (Dursun, 2005).

2.4.1. Doğal Aydınlatma

Gün ışığından yararlanılarak, yapılarda bırakılan pencere, kapı gibi boşluklar yardımıyla yapılan aydınlatma türüdür. Genellikle bu aydınlatma türü tek başına yeterli gelmediğinden dolayı yapay aydınlatma sistemleri ile birlikte kullanımı tercih edilir. Doğal aydınlatma sistemleri uygulamalarına örnek olarak doğal aydınlatmanın tepe pencereleriyle sağlandığı yapılar olan tarihi cami ve medreseler örnek gösterilebilir (Dursun, 2005).

2.4.2. Yapay Aydınlatma

Yapılardaki doğal aydınlatma (gün ışığının) yetersiz kaldığı veya doğal aydınlatmanın istenmediği durumlarda kullanılmaktadır. Özellikle büro, banka, hastane gibi ışığın çok istendiği mekanlarda tercih edilen bir aydınlatma türüdür. Günümüzde neredeyse elektrik ışık kaynaklarının kullanımı ile temin edilir. Bu tür aydınlatmada kullanılan ışık kaynakları akkor telli lambalar, deşarj lambaları ve flüoresan lambalar olmak üzere üç ana grupta toplayabiliriz. Yapay aydınlatma ışığın yüzeye ne şekilde geldiğine göre kendi içinde üç gruba ayrılmaktadır (Dursun, 2005).

2.4.2.1. Dolaysız Aydınlatma

Aydınlatma araçlarından çıkan ışığın %90 – 100 oranında, doğrudan aydınlatılacak düzleme yollayan aydınlatma şeklidir. Dolaysız aydınlatmalarda keskin sınırlar ve sert gölgeler elde edilmektedir. Dolaysız aydınlatmalara en önemli örnek olarak spotlar verilebilir. Özellikle hacimli sanat eserlerinin aydınlatılmasında bu aydınlatma şekli uygulanmalıdır. Örneğin; heykel sergilerinde hacim ve gölgeler, bu aydınlatmayla belirgin olacaktır. Ancak spot uygulamaları resim ve posterlerde kullanılmamalıdır (Dursun, 2005).

2.4.2.2. Yarı Dolaysız Aydınlatma

Işığı %60 – 90 oranında, aydınlatılacak düzleme yollayan aydınlatma türüdür. Bu aydınlatma şekline tavan aydınlatmaları örnek verilebilir (Dursun, 2005).

2.4.2.3. Karışık Aydınlatma

Aydınlatılacak düzleme ışığın %40 – 60 oranında doğrudan yayılmasını sağlayan aydınlatma şeklidir. Karışık aydınlatmalara tavan ve duvar yansıtıcıları örnek olarak verilebilir (Dursun, 2005).

2.4.3. Dahili (İç) Aydınlatma

Kapalı alanların aydınlatılması olup, bu aydınlatma türünde tavan ve duvarlar yansıtma yolu ile çalışma düzlemine ışık göndererek çalışma düzleminin aydınlatılmasına katkıda bulunur. Ev, okul, hastane, fabrika, sinema, hangar, tiyatro, açık ve kapalı planlanmış ofis ortamları gibi kapalı hacimlerin aydınlatılması bu sınıfa girer (Kocabey, 1999).

2.4.4. Harici (Dış) Aydınlatma

Dış aydınlatma açık alanların aydınlatılmasıdır. Aydınlatılacak yüzey genellikle ışık kaynaklarından gelen direkt ışıklar tarafından aydınlatılır. Yol, meydan, tünel, binaların dış yüzeyleri ve çevreleri, spor sahaları, gar, rıhtım ve benzeri yerlerin aydınlatılması bu sınıfa girer (Kocabey, 1999).

2.5. Aydınlatmanın Yararları

2.5.1. Gözün Görme Yeteneği Artar

Etrafımızdaki cisimleri gözün görme yeteneği sayesinde algılamaktayız. Görme yeteneği; aydınlık veya karanlığın farklı kontrast duyarlılığına, Şekil duyarlılığına (kesinlik) ve görme hızının bileŐimden oluşmaktadır.

Bunlar, gözün bulunduğu ortamın ve aydınlatılan yerin fiziki Şartlarına göre aydınlatmanın temel büyüklükleri olan aydınlık düzeyi, parlıltı ve düzgünlük değerine bağımlı bulunan gözün görme eŐiđi değerleri, adaptasyonu, kamaşma ve gölge gibi unsurlara göre değişen yeteneklerdir. Bu sebepten, bunların arttırılabilmesi ancak fizyolojik optik esaslara uygun yapılmış bir aydınlatma ile mümkündür (Kocabey, 1999).

2.5.2. Kazalar Azalır

Gerek fabrikalarda ve sanayi tesislerinde, gerekse trafiğin yoğun olduğu yollarda, kazaları meydana getirebilecek etkenler, uygun aydınlatma sayesinde bütün detayları ile daha önceden görülebileceğinden sakınılmaları daha kolay olur.

Fabrikada parlıltının önüne geçilmemesi halinde (özellikle flüoresan lambaların yani deŐarj prensibine göre çalıŐan lambaların kullanıldığı ortamlarda) stroskobik olay yüzünden, yani dönen motorların sanki duruyormuŐ veya ters yöne dönüyormuŐ gibi görölmesine yol ačan göz yanılmaları ortaya çıkar. Bu da çalıŐan iŐçilerin duruyormuŐ gibi görünen iŐ makinelerine el veya kollarını kaptırmalarına yol açaabilir.

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından yapılan bir araştırmaya göre daha önceden aydınlatılmamıŐ veya aydınlatması iyi olmayan yolları, aydınlatma tekniğine göre aydınlatılmasının yapılması halinde ölümlle sonuçlanan kazalarda %50, ciddi hasar meydana getiren kazalarda %67 ve hafif kazalarda %84'lük bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Kocabey, 1999).

2.5.3. İŞ Verimi Artar

Uygun aydınlatma ile gözün gereksiz yere yorulması dolayısıyla görme hızı ve görüş keskinliğinin azalması önleneceğinden yapılan işin hızı artar, hata oranı azalır ve sonuç olarak iş verimi yükselir. Bu konuda yapılan araŐtırmalara göre , aydınlık düzeyi 300 lx'den 500 lx'e

çıkarılması halinde verimliliğin ağır işlerde %10, kolay işlerde %2,5 oranında arttığı tespit edilmiştir (Kocabey, 1999).

2.5.4. Ticarete İşlem Hacmi Artar

Dikkat çeken bir aydınlatma yapılmış mağaza ve vitrinler müşterileri üzerinde bir çekim ve psikolojik olarak bir alışveriş isteği uyandırır. İlk yatırım maliyetinin fazlalığına karşın canlı bir aydınlatmanın sağlayacağı çekicilik maliyeti kısa zamanda telafi edecektir (Kocabey, 1999).

2.5.5. Sanayide Verim Artar

Sanayide uygulanacak uygun bir aydınlatma ile gece vardiyalarında elde edilen verim gündüzde elde edilen verime yaklaştırılır. Bu da fabrikanın üretim kapasitelerini arttırıcı bir etki yapar (Kocabey, 1999).

2.5.6. Güvenlik Temin Edilir

Uygun aydınlatmanın en önemli faydalarından birisi de güvenliğin sağlanmasına olan katkısıdır. İyi aydınlatılmış bir ortamlarda görsel olarak güvenliğin kontrolünün sağlanması da daha kolay olmaktadır (Kocabey, 1999).

2.5.7. Estetik Hislere ve Konfor İhtiyacına Cevap Verir

Günümüzde belirli bir yaşam standartlarının üstünde, estetik duygular karşılanması gerekli hayati şartlar arasında bulunmaktadır. Bu psikolojik ihtiyaçlardan başka, görme konforu ile ilgili fizyolojik ihtiyaçlar da iyi bir aydınlatma ile karşılanarak insanlara huzur ve ferahlık sağlar. (Kocabey, 1999).

2.6. Kaliteli Bir Aydınlatmanın Temini İçin Yapılması Gerekenler

İş yerlerinde, her türlü işlemin kusursuz yapılabilmesi ve en önemlisi de çalışanların göz sağlığının korunması iyi bir aydınlatma tekniğini gerektirir. Bir iş ortamında aydınlatma gereksinimi; yapılan işlerin özelliklerine, o iş yerinde çalışan insanların göz fonksiyonlarının normalliğine, işin özellikleri nedeniyle detay aydınlatma gibi kriterlere bağlıdır.

Uygun aydınlatma, yüksek aydınlık düzeyi demek değildir. Yeterli aydınlık düzeyinin bulunduğu ortamlarda bile kullanıcıların şikayet ettikleri görülmüştür. Bu şikayet sebeplerinin

başında; ışığın yansımaları sonucu ortaya çıkan kamaşmalar, kullanım alanı içerisinde farklı parlaklıkların bulunması, ışık kaynaklarının görüş alanı içerisinde bulunması, ışık kaynaklarının doğaya göre çok farklı olarak noktasal veya çizgisel olması gerekmektedir. İyi bir aydınlatmanın sağlanması için yapılması gerekenler kısaca şöyledir (Kocabay, 1999).

2.6.1. Doğrudan Yapılan İşin veya Çevresinin Aydınlatılması

Herhangi bir ortamı kullanan kişiler; yaptıkları işlere, içinde buldukları ortama, genel çevrelerine ve işyerlerindeki çeşitli yerlere bakma zorunluluğunda kalabilirler. İnsanlar çevrelerine bakarken onların dikkatini en çok, parlak ve renkli bölgeler çeker. Dolayısıyla kullanıcıların üzerinde çalıştığı iş kendi açısından en iyi aydınlatılmış yer olmalıdır. Ayrıca, yapılan işin ve incelikli görme gerekli yüzey ve malzemelerin parlama özellikleri de dikkate alınmalıdır. Kolay parlayabilen yüzeylere sadece kontrast nedeniyle yüksek düzeyde aydınlatma uygulamak gereksiz sakıncalar doğurur. Bu sorunlar dikkate alınarak çalışanların yaptıkları incelikli işleri kolayca görebilmesi için çalışma yüzeylerinin aydınlatılması sağlandıktan sonra, genel çevre aydınlatılması sağlanmalıdır (Kocabay, 1999).

2.6.2. Parlamanın Önlenmesi

Üzerinde aydınlatma yapılan cisim ve yüzeylerin parlaması, esas yapılan işin görülmesini güçleştireceği gibi göz uyumunu da bozar. Parlama; aydınlatılmış yüzeylerden bir bölümünün diğerine nazaran daha fazla ışık yansıtması, aşırı ışıklı görünmesi yada kaynaktan yansıyan ışığın doğrudan göze yansımaları olarak açıklanabilir. Işık kaynağının parlaması yada çalışma yüzeylerinin parlaması, çalışanın bakış açısına ve çevrede parlama ve yansımaları elverişli malzemenin bulunmasına bağlıdır. İş ortamının gereğinden fazla aydınlatılmış olması ve çok yüksek düzeyde yansıtma özelliği olan tavan, duvar, malzeme ve döşeme düzeninin bulunması çoğunlukla çalışanların görüşünü etkileyebilir fakat uzun dönemde rahatsız edicidir. Yapılan iş ve çevresinin aydınlatılmasında, başvuru her türlü önlem yeterli rahatlık sağlamıyorsa ve çalışma yüzeylerinin parlaması ve ışık yansıtması önlenemiyorsa, ışık kaynağının yerini değiştirmek gerekebilir. Böylece ışığın parlayan yüzeylere geliş açısı değiştiğinden doğrudan göze yansımaları önlenir (Kocabay, 1999).

2.6.3. Işık Titreşimlerinin Önlenmesi

Deşarj lambaları alternatif akımla çalışırlar ve her akım yönü değişikliğinde de yanıp sönmeye çalışırlar. 50 Hz frekanslı akımla çalışan lambalar saniyede bunun iki misli yanıp sönmeye çalışırlar.

yaptığı için bu titreşimler gözle fark edilemezler. Ancak böyle bir ışık altında çalışan makine operatörleri üzerinde bir algı yanılması sonucu, dönen makinelerin yavaşladığı veya durduğu gibi yanıltıcı algılamalar oluşturabilir. Stroskobik etki diye bilinen bu sorun, ortam aydınlatmasının üç fazlı bir kaynaktan yapılması ve lambaların eşit olarak dağıtılmasıyla giderilebilir. Flüoresan lambalarda titreşimler daha çok uç kısımlarda görülür. Dolayısıyla, flüoresan ampullerin uç kısımlarını görülmemesi için bir kılıf içerisine alarak ışık titreşimlerinin direkt algılanmasının önüne geçilebilir (Kocabey, 1999).

2.6.4. Gölgeleme (Modelleme)

Bir malzemenin üzerine düşen ışığın geliş doğrultusunu değiştirerek, bazı kısımlarının daha net olarak görünmesini sağlamak yada bazı kısımların göz alıcı, keskin görüntüsünü matlaştırmak mümkündür. Modelleme için genel ortam aydınlatmasına ek olarak özel bir modelleme ışık düzeninin projelendirmesi gerekir. Dolayısıyla normal şartlarda çok iyi görünmeyen yüzeylerin daha iyi aydınlatılması ve ortam ışığında parlayan yüzeylerin gölgelendirilerek, netlik görülmesi ve incelenmesi sağlanabilir (Kocabey, 1999).

3. İÇ AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ TASARRUFU YÖNTEMLERİ

Günümüzde tüketilen toplam elektrik enerjisinin %35'i konutlarda ve hizmet sektöründe tüketilmektedir. Bu oran tüm dünya ülkelerinde ortalama %40 civarındadır. Konut ve hizmet sektöründe tüketilen elektrik enerjisinin %60'ı sadece aydınlatma amaçlıdır ki bu oran Türkiye de tüketilen enerjinin %21'ine karşılık gelmektedir. Mesela %20 oranında bir tasarruf tüm enerji tüketiminin %4'üne; yani geçmiş yıllara da bazı komşu ülkelere ithal edilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %60'ına tekabül edecektir (EİE). Bu nedenle aydınlatmada enerjinin etkili ve verimli şekilde kullanılması beraberinde ülke ekonomisine de büyük katkılar sağlayacaktır. Aydınlatmada etkin enerji kullanımının lamba söndürülerek değil, gözün görme yeteneği ve görsel konfordan taviz vermeden gerekli minimum düzeyde aydınlık şiddetlerinin yaratılmasıyla sağlanabileceği herkes tarafından bilinmelidir (Onaygil, 2001).

Bina iç aydınlatmasında enerji tasarrufu amacıyla uygulanacak yöntemlerde, enerjinin en az kullanımı ve tüketilen enerjiden en fazla yarar sağlanması amaçlanmaktadır. Enerjinin etkili kullanımı aynı zamanda enerji tasarrufu anlamına gelmektedir. Etkin enerji kullanımı ile ilgili CIE (Commission Internationale de L' Eclairage – Uluslararası Aydınlatma Komisyonu), IES (The Illuminating Engineering Society of America – ABD Aydınlatma Mühendisleri Birliği) ve diğerleri aydınlatma enerjisinin etkin kullanılarak tasarruf edilmesine yönelik dizayn ve uygulama kılavuzları yayınlamaktadırlar. Bunlar incelendiğinde hemen hepsinde birbirine yakın sonuçlar çıkartmak mümkündür. Aydınlatmada enerjinin en az kullanımı, iç mekanda yapılacak iş için gerekli aydınlık düzeyini sağlayacak en az sayıda lamba kullanılması, lambaların gerekli olduğu zaman kullanılması ve ışığın uygun yönlendirilmesi ile sağlanmaktadır. Bu sayede pasif enerji tasarrufu yapılmış olur. Bunları sağlamak için de uygun projelendirme gerekmektedir. Temelde bakıldığında iki şekilde sınıflandırma yapmamız mümkün olmaktadır.

- Aydınlatma sistemin tesis aşamasında gerçekleştirilecek etkin enerji kullanımı.
- Mevcut aydınlatma sisteminde gerçekleştirilecek olan etkin enerji kullanımı (Dursun ve Kocabey, 2004).

3.1. Aydınlatma Sisteminin Tesis Aşamasında Gerçekleştirilen Etkin Enerji Kullanımı

İç aydınlatma sistemi tasarlanırken enerjinin etkili kullanımı için bir takım değişkenler göz önünde tutulmalıdır.

Bunlar;

- Tüketicilerin kullandıkları aydınlatma konusunda bilinçlendirilmesi,
- Yapay aydınlatma sisteminin seçimi,
- Lamba, balast ve yardımcı araçların seçimi,
- Doğru armatürlerin kullanımı ve belirli periyotlarla bakımının yapılması şarttır.

3.1.1. Tüketicilerin Bilinçlendirilmesi

Eğitim düzeyi düşük toplumlarda enerji israfı büyük boyutlara ulaşmaktadır. Ne yazık ki ülkemizde de bu istenilen bilinç düzeyine daha ulaşamamıştır. Enerjinin tükenebilir bir nesne olduğu, hangi yollarla daha verimli kullanılıp tasarruf yapılabileceği konularında etkili bir bilgilendirme sağlanmalıdır. Özellikle elektrik enerjisi gibi herkesin kullandığı bir enerji çeşidine çok basit önlemlerle enerji tasarrufuna gidilebilir. Aydınlatma gibi fiziki bir ihtiyaçta insanlara yüksek aydınlık seviyesinin her zaman uygun aydınlatma demek olmadığı anlatılmalı, yüksek verimli aydınlatma araçlarının ve enerji tasarruflu ışık kaynaklarının sağlayacağı yararlar anlatılmaktadır (Kocabay, 1999).

3.1.2. Yapay Aydınlatma Sisteminin Seçimi

Aydınlatma sisteminin tesis edileceği ortamın kullanım amacına göre uygun ışık kaynakları kullanılmalıdır. Ortamın kullanım amacı yapay aydınlatma sisteminin türünün seçiminde etkin rol oynar. Bir ofis aydınlatması için geçerli aydınlatma sistemi dizayn kriterleri ile bir laboratuvar aydınlatması için yapılan dizayn kriterleri her zaman birbirinden farklıdır.

Ortamlar için gerekli minimum ışık akıları standartlaştırılmış olup, ortam için belirtilen ışık akısı kadar aydınlık sağlayan armatürler kullanılması gerekir. Bu durumda öncelikle ortamın kullanım amacına uygun ışık kaynakları kullanarak enerjinin etkin kullanımını yönünde bir aşama kaydedilmiş olur.

Yapay aydınlatma sisteminin seçiminde, aydınlatma aygıtlarından çıkan ışık akısının tümünün yada bir kısmının yönlendirildiği uzay parçasıyla ilgilidir. Bilindiği gibi, bu sistemler;

- Direkt aydınlatma,
- Yarı direkt aydınlatma,
- Karma aydınlatma,
- Yarı endirekt aydınlatma,
- Endirekt aydınlatma

olarak sınıflandırılmaktadır. Direkt aydınlatmada, aygıttan çıkan toplam ışık akısının %90 ile 100'ü eylem alanına gönderilmekte olduğundan, herhangi bir yüzeyden yansiyarak yutulma kaybına uğramamaktadır.

Oysa, endirekt aydınlatmada ışık, bir yüzeyden yansiyarak hacme dağılmakta, yansıdığı yüzeyin ışık yansıtma çarpanına bağlı olarak bir kısmı yutulmaktadır. Bu nedenle, özellikle aydınlığın niteliği ve özel istekler nedeniyle zorunluluk olmadıkça, enerjinin etkin kullanımı açısından, endirekt aydınlatma sistemi tercih edilmemelidir (Küçükdoğu, 2003).

3.1.3. Lamba, Balast ve Yardımcı Araçların Seçimi

3.1.3.1. Lamba Seçimi ve Verimlilik Özellikleri

Enkandesan Ampuller

- Tungsten flaman
- Doldurma gazı : nitrojen, argon, kripton
- Flamanın buharlaşması ile performans düşüşü
- Soğuya karşı çok düşük direnç
- Geniş seçenekte ampul şekilleri
- Şeffaf ve buzlu (soft) cam
- Kullanım ömrü : 1000 saat
- Kullanım alanı : evde ve dekoratif aydınlatma için.

Halojen Ampuller

- Gaza halojen ekleyerek flamanın yeniden oluşturulması
- Yüksek ısı gerektiğinden kuvarstan yapılmış veya çift camlı fanus
- Alçak gerilim halojenler 230 V : düz ampuller veya duylu ampuller
- ELV halojenleri 12 V : magnetik veya elektronik ampuller
- Kullanım ömrü : 2000 saat
- Kullanım alanı : sürekli olmayan, dekoratif aydınlatma için.

Flüoresan Ampuller

- Gazın deşarj olması sonucu, flüoresan tozuyla görünür bir ışığa dönüştürülen UV radyasyonu üretilir.
- Balast : akım sınırlama bobini
- Starter : çift metalli bir şeritten ve bir kapasitörden oluşan ateşleyici

- Direk veya bir çerçeve içinde kablaç
- Kullanım ömrü : 10.000 saat
- Kullanım alanı : mağazalar, atölyeler, ofisler ve dış aydınlatma için.

Kompakt Flüoresan Ampuller

- Ampulün içine yerleştirilmiş kıvrımlı bir tüpten, bir balasttan ve starterden oluşmaktadır.
- Standart bir duş üzerine takılır
- Azaltılmış tüketim
- Kullanım alanı : evlerde, ofislerde ve mağaza aydınlatmak için.

Gaz Deşarjlı Ampuller

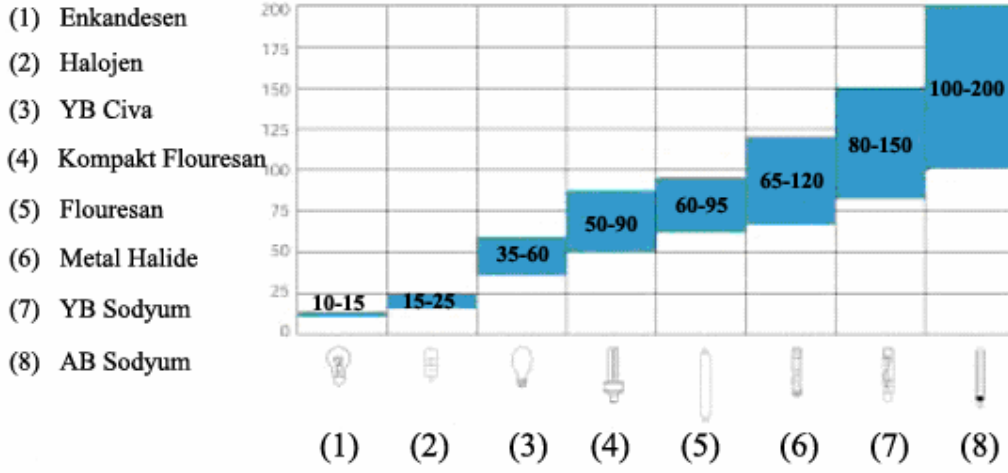
- Yüksek güç : 100 – 1000 W
- İşletme için gerekli süre 2-10 dk
- Ortam soğuk olduğunda yeniden ateşlenmesi zordur
- Bir cam fanustan ve yakıcıdan oluşmaktadır
- Kullanılan gaza bağılı olarak çeşitli aydınlatma türleri
 - Görünür radyasyon (yüksek basınçlı sodyum buharlı)
 - Tek renk sarı, turuncu : alçak basınçlı sodyum buharlı
 - Beyaz radyasyon içine görünür turuncu katılmış (civa buharlı ve metal halide halinde ampul)
- Kullanım ömrü : 5.000 – 20.000 saat
- Kullanım alanı : dış aydınlatma, depo ve geniş alan aydınlatması için (Schneider, 2006).

Aydınlatmada en önemli tasarruf tedbirlerinden biri de yüksek verimle ve düşük enerji tüketimiyle çalışan aydınlatma araçlarını kullanmaktır. Genel olarak bir ışık kaynağının aşağıdaki özellikleri sağlanması istenir.

- Etkinlik faktörünün yüksek olması,
- Ömrünün uzun olması,
- Şekil bakımından kararlı ve sarsıntıya dayanıklı olması,
- İşletmede sabit olması,
- Işık renginin mümkün olduğu kadar gün ışığına yakın olması.

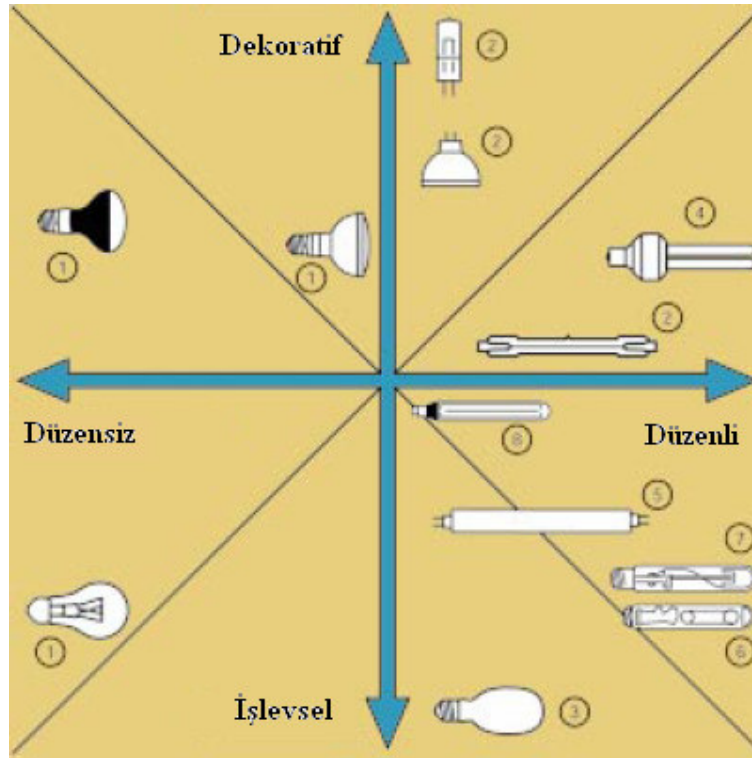
Renksel özellikleri ve düşük maliyeti açısından çoğu yaşam mekanlarında tercih edilen akkor telli lambalar, etkinlik değerlerinin çok düşük olması nedeniyle enerjiyi diğer lambalara göre daha fazla tüketmektedirler (Kocabey, 1999).

Işık verimliliğine bağlı olarak (lm/W),



Şekil 3.1 Işık akısı ve güç tüketimi arasındaki oran (Schneider)

Ayrıca lamba seçiminde sadece ışık verimliliğini göz önünde bulundurmak yeterli değildir. Kullanım amacı ve yerine bağlı olarak lambalar sınıflandırılabilir.



Şekil 3.2 Kullanım yeri ve işlevine göre lambaların sınıflandırılması (Schneider)

Çizelge 3.1 İç mekan lamba türlerine göre güç ve ışık akısı ilişkisi (Philips)

| Lamba Tipi | Gücü (W) | Işık Akısı (lm) | Etkinlik Faktörü (Lm/W) |
|---|----------|-----------------|-------------------------|
| Akkor Flamanlı | 15 | 90 | 6 |
| | 25 | 230 | 9,2 |
| | 40 | 430 | 10,75 |
| | 60 | 730 | 12,16 |
| | 75 | 960 | 12,8 |
| | 100 | 1380 | 13,8 |
| Kompakt Flüoresan Kendinden Elektronik Balastlı | 8 | 200 | 25 |
| | 7 | 400 | 57,14 |
| | 11 | 600 | 54,54 |
| | 15 | 900 | 60 |
| | 20 | 1200 | 60 |
| | 23 | 1500 | 65,21 |
| Kompakt Flüoresan Harici Balastlı | 18 | 750 | 41,66 |
| | 24 | 1200 | 50 |
| | 36 | 1900 | 52,77 |
| | 40 | 2200 | 55 |
| Flüoresan | 18 | 1350 | 75 |
| | 36 | 3350 | 93,05 |
| | 58 | 5200 | 89,65 |
| Çubuk Halojen | 100 | 1650 | 16,5 |
| | 150 | 3350 | 22,33 |
| | 200 | 3520 | 17,6 |
| | 300 | 5600 | 18,66 |
| | 500 | 9900 | 19,8 |
| | 750 | 16900 | 22,53 |
| | 1000 | 24200 | 24,2 |
| Halojen Kapsül Ampuller | 10 | 140 | 14 |
| | 20 | 350 | 17,5 |
| | 50 | 900 | 18 |
| | 100 | 2500 | 25 |

Çizelge 3.2 Dış mekan lamba türlerine göre güç ve ışık akısı ilişkisi (Philips)

| Lamba Tipi | Gücü (W) | Işık Akısı (lm) | Etkinlik Faktörü (Lm/W) |
|-------------------------|----------|-----------------|-------------------------|
| Sodyum Buharlı Ampuller | 70 | 5600 | 80 |
| | 150 | 14500 | 96,67 |
| | 250 | 27000 | 108 |
| | 400 | 48000 | 120 |
| | 1000 | 130000 | 130 |
| Metal Halide Ampuller | 70 | 5500 | 78,57 |
| | 150 | 12000 | 80 |
| | 250 | 20500 | 82 |
| | 400 | 30500 | 76,25 |
| | 1000 | 81000 | 81 |
| | 2000 | 189000 | 94,5 |
| Civa Buharlı Lambalar | 125 | 6700 | 53,6 |
| | 160 | 3150 | 19,68 |
| | 250 | 14200 | 56,8 |
| | 400 | 24200 | 60,5 |

Günümüzde enerji tasarruflu lambalar olarak adlandırılan kendinden elektronik balastlı kompakt flüoresan lamba kullanımı hızla artmaktadır. Bunun sebebi yukarıdaki tabloda da görüleceği gibi iç mekanlarda kullanılabilen en yüksek verimli lambalar olmalarındandır. Bu verim; lümen/watt oranı ile belirlenmektedir. Yol ve sokak aydınlatmasında kullanılan sodyum buharlı lambalar verim bakımından en yüksek ışık kaynaklarıdır. Fakat iç mekanlarda kullanımları çok fazla aydınlık seviyeleri ve ışık rengi olarak uygun olmadığı için bu ampuller sadece dış aydınlatmada kullanılmaktadır. Eğer iç mekanlarda çok yüksek aydınlık seviyeleri isteniyorsa bunun için yüksek güçlü halojen ampuller tercih edilmelidir. Halojen ampullerin ışık rengi gün ışığı rengine yakın olmakla birlikte reflektör ile birlikte kullanılmalıdır.

Kompakt flüoresan ampuller kullandıkları enerjinin büyük bir kısmını ışığa dönüştürür. Bu nedenle daha az ısı yayar. Isıdan etkilenen armatürlerde güvenle kullanılabilir. Kompakt flüoresan lambalar özellikle standart enkandesan ampullere kıyasla çok büyük enerji tasarrufu sağlar. Elektronik balast kullanılan bu lambalar voltaj değişikliklerinden (198-242 V arası) etkilenmezler. Dış aydınlatmada -30 °C'lik düşük sıcaklıkta dahi kullanılabilirler. Kompakt

flüoresanlar aldıkları enerjiyi ısı yerine ışığa dönüştürür ve % 80 enerji tasarrufu sağlarken standart akkor flamanlı ampullere eşdeğer ışık verir.

Kompakt flüoresan haricindeki geleneksel flüoresan lambalar uzun yıllardır Türkiye’de üretilmekle birlikte önemli eksiklikleri vardır. Avrupa’da kullanımdan kalkan kalın tip 38 mm çaplı 20 W ve 40 W’lık flüoresan ampullerin yerine 26 mm çaplı 36 W’lık ince tip flüoresan kullanmak, hem %25 fazla ışık, hem de %10 daha az enerji harcaması sağlamaktadır. Ancak, bugünkü üretimimizin %35’i hala kalın tip olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca, en kısa zamanda enerji tasarrufu açısından en iyi sonuçların alındığı 58W’lık tüp flüoresan lambaların üretimine başlanmalıdır.

Soğuk renkli flüoresanlar, aydınlık seviyesi 1000 – 2000 lx seviyelerine ulaştığı zaman iyi sonuçlar vermektedir. Ancak Türkiye’de flüoresan kullanımı genelde büro, ev gibi yerlerde yoğunlaşmış durumdadır. Buralarda da aydınlık düzeyi hiç bir zaman 1000 - 2000 lx seviyesine ulaşmaz ve soğuk renkli flüoresanlar iyi bir görüntü sağlamaz.

Ancak , fabrikalarda ve ofislerdeki aydınlatmalarda iyi renk geri verimi ve kontrast, en uygun kamaşma sınırında yüksek aydınlık düzeyi ideal parlaklık dağılımı dikkate alınmaktadır. Son yıllara kadar 5 metrenin üstündeki yüksekliklerdeki geniş hacimlere de en ideal lamba olarak civa buharlı lambalar görülüyordu. Ancak günümüzde 3 veya 4 adet 48 W flüoresan ampullü armatürler 14 metre yüksekliğe kadar en iyi sonucu veren armatörler olarak görülmektedir (Yılmaz, 2004).

3.1.3.2. Balast Seçimi ve Özellikleri

Tabi ki kullanılan ampullerin yanında balastlarında enerji tasarrufunda çok büyük etkileri mevcuttur. Günümüzde çalışma prensipleri bakımından iki tip balast imal edilmektedir.

- Endüktif balast
- Elektronik balast

Bu iki balastın da birbirine göre teknik ve ekonomik üstünlükleri vardır.

Elektronik balastın üstünlükleri:

- Kayıpları düşüktür, enerji tasarrufu sağlar. Soğutma giderleri ve yangın tehlikesi azalır.
- Güç faktörleri yüksektir, kompanzasyon gerektirmez.
- Lambanın ömrünü yaklaşık %50 uzatır.
- Kondansatör ve starter gerektirmez.

- Harmonik filtrelili olanları şebekeyi ve cihazları etkilemez.
- Dimmerlenebilen tipleri vardır.
- Bilgisayarlı sistemlere uyumludur, programlanan aydınlatma sistemlerinde kullanılabilirler.

Endüktif balastın üstünlükleri:

- Harmonik problemi yoktur.
- Kötü koşullarda çalışabilir.
- İçlerinde elektronik devreler olmadığı için arıza oranı çok düşüktür.
- Yüksek frekans yaymadığı için canlılara hiç bir zararı yoktur (Çalbaş, 2002a).

Çizelge 3.3 Akkor ve kompakt flüoresan lambaların karşılaştırılması (Philips, Osram)

| | Akkor | Kompakt | Kompakt | Kompakt | Kompakt |
|-------------------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Lamba Gücü (W) | 75 | 13 | 13 | 13 | 13 (Ekonomik) |
| Balast tipi | | Endüktif IEE-C | Elektronik IEE-A3 | Elektronik (Dahili) | Elektronik (Dahili) |
| Işık akısı (Lm) | 950 | 900 | 900 | 900 | 850 |
| Sistem Gücü (W) | 75 | 21 | 16 | 13 | 13 |
| Etkinlik Faktörü (Lm/W) | 12,7 | 42,8 | 56,2 | 69,2 | 65,3 |
| Enerji Tasarrufu (%) | 0 | 70 | 77,4 | 81,64 | 80,55 |
| Lamba Ömrü (Saat) | 1.000 | 12.000 | 12.000 | 15.000 | 6.000 |
| Lamba Fiyatı (YTL) | 0,64 | 5,45 | 5,45 | 15,35 | 5 |
| Balast Fiyatı (YTL) | | 3,33 | 17,57 | | |
| Sistem Maliyeti (YTL) | 0,64 | 8,78 | 23,02 | 15,35 | 5 |

- Endüktif balast ile flüoresan lamba sistemine geçişte: $8,78 - 0,64 = 8,14$ YTL ilk yatırım farkı ile $[(12,7 / 42,8) \times 100] - 100 = \% 70$ 'lik enerji tasarrufu sağlanmaktadır.
- Elektronik balast ile flüoresan lamba sistemine geçişte: $23,02 - 0,64 = 22,38$ YTL ilk yatırım farkı ile $[(12,7 / 56,2) \times 100] - 100 = \% 77,4$ 'lük enerji tasarrufu sağlamaktadır.
- Kompakt flüoresan (dahili balast) lamba sistemine geçişte : $15,35 - 0,64 = 14,71$ YTL ilk yatırım farkı ile $[(12,7 / 69,2) \times 100] - 100 = \% 81,64$ 'lük enerji tasarrufu sağlanmaktadır.
- Kompakt flüoresan (dahili balast - ekonomik) lamba sistemine geçişte : $5 - 0,64 = 4,36$ YTL ilk yatırım farkı ile $[(12,7 / 65,3) \times 100] - 100 = \% 80,55$ 'lik enerji tasarrufu sağlanmaktadır.
- Elektronik balastlı sistem, endüktif balastlı sisteme göre $\% 7,4$ daha fazla enerji tasarrufu sağlamakla beraber $(12,10 / 4,20) \times 100 = \% 288$ daha fazla ilk yatırım gerektirmektedir.

Türkiye de insanların ekonomik durumu göze alındığında $\% 80$ 'in üzerindeki kitlenin orta ve alt geçim kademesinde olduğu bilinmektedir. Yukarıdaki hesaplamalardan da anlaşılacağı gibi flüoresan lamba sistemlerinin yaygınlaştırılması için endüktif balastlı sistemler ekonomik olarak harici elektronik balastlı sistemlere göre daha ekonomiktir. Fakat hızlı ateşleme gerektiren yerlerde kullanılırsa ilk yatırım maliyetine rağmen zaman içinde enerji tasarrufuna katkıda bulunabileceğini görmekteyiz.

- Günümüzde tasarruflu lamba olarak bilinen, dahili elektronik balasta sahip kompakt lambalar hem tasarruf hem de ekonomik olarak en çok tercih edilen lambalar olmaktadır. E27 duya sahip bu lambalar akkor lambaların kullanıldığı sistemlere kolay adapte olmaktadır. Ekonomik tip kompakt lambalar piyasada daha çok talep görse de, uzun ömürlü ve 500.000 açma kapama yapabilen diğer tip kompakt lambalarda tabloda görüleceği üzere enerji tasarrufu açısından önemli bir yer tutmaktadır.

Bütün bu değerlendirmeler gösteriyor ki elektronik balastların bazı teknik avantajlarına rağmen; endüktif balastlar enerji tasarrufuna faydası, ucuzluğu ve ülke ekonomisine katkısı açısından günümüzde vazgeçilmez özelliklere sahiptirler. Ekonomik durumu güçlü gelişmiş Avrupa ülkeleri bile enerji tasarrufu için elektronik balastları teşvik ederken endüktif balastlardan tamamen vazgeçmemiştir (Uyanık ve Sarıbaş, 2003).

Çizelge 3.4 Ekonomik açıdan lambaların karşılaştırılması (4 yılda 12.000 saat)

| 0,16 YTL/kWh | Akkor | Kompakt | Kompakt | Kompakt | Kompakt |
|--------------------------------|---------|----------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Lamba + Balast Gücü (W) | 75 | 21 | 16 | 13 | 13 (Ekonomik) |
| Balast tipi | | Endüktif IEE-C | Elektronik IEE-A3 | Elektronik (Dahili) | Elektronik (Dahili) |
| Etkinlik Faktörü (Lm/W) | 12,7 | 42,8 | 56,2 | 69,2 | 65,3 |
| Lamba Ömrü (Saat) | 1.000 | 12.000 | 12.000 | 15.000 | 6.000 |
| İhtiyaç duyulan Lamba Sayısı | 12 tane | 1 tane | 1 tane | 1 tane | 2 tane |
| Toplam Lamba Maliyeti (YTL) | 7,68 | 8,78 | 23,02 | 15,35 | 10 |
| Toplam elektrik maliyeti (YTL) | 133,2 | 37,3 | 28,41 | 23,08 | 23,08 |
| Toplam maliyet (YTL) | 140,88 | 460,8 | 51,43 | 38,43 | 33,08 |

- Yukarıdaki tabloyu yorumlarsak, akkor flamanlı lambalar etkinlik faktörü bakımından verimsiz hem de zaman içindeki enerji tüketimi bakımından ekonomik değildir.
- Harici elektronik ve endüktif balastta sahip kompakt lambalarda toplam maliyet ile etkinlik faktörü kıyaslandığından hemen hemen birbirlerine eşit gelmektedir.
- Dahili elektronik balastta sahip, ekonomik tip ile uzun ömürlü tip arasında da yakınlık gözlenmekte ve en ekonomik lambalar olarak göze çarpmaktadırlar. Bu iki lamba arasındaki seçim; kullanılacak iç mekana, ışık rengine, açma kapama sıklığına ve lamba tüp şekline göre daha çok seçeneği bulunan uzun ömürlü kompakt lamba tercih edilebilir düzeydedir.

Tüketicilerin bilinçlendirilip, ilk maliyeti ucuz olan akkor lambalar yerine; yatırım maliyeti biraz daha yüksek fakat ekonomik bakımdan 4 yıl içersinde yaklaşık 4 kat daha tasarruf sağlan ekonomik tip kompakt flüoresan lambalara yönelmeleri hem ülke ekonomisi için çok önemli hem de tüketiciler için ekonomik bir fayda sağlamaktadır.

2006 yılında ülkemizde tüketilen toplam enerji 172.272,4 GWh olarak belirlenmiştir. Bu tüketimin %35'i konut ve hizmet sektöründe tüketilmiş, bununda %60'ı aydınlatma amaçlı

olarak kullanıldığı düşünülürse; geçen yıl ülkemizde toplam, 36.177,2 GWh elektrik enerjisi aydınlatma amaçlı kullanılmıştır. Bu tüketilen enerjinin de; %45'ini akkor lambaların, %40'unu kompakt flüoresan yada tüp flüoresan, %15'ini de diğer aydınlatma armatürleri ile gerçekleştirildiğini kabul edelim.

Akkor lambaların kullanmış olduğu elektrik enerjisi miktarı, $36.177,2 \times 0,45 = 16.279,74$ GWh olduğu görülmektedir. Oysaki bu lambalar ekonomik tip kompakt flüoresan lambalarla değiştirilmiş olsalardı, $16.279,74 \times 0,80 = 13.023,79$ GWh elektrik enerjisinden tasarruf edilmiş olacaktı ki buda 2006 yılında üretilen toplam enerjinin %6,72'sine tekabül etmektedir. Bu oranın ülke ekonomisine katkısı ise $13.023.790.000 \times 0,16 = 2.083.806.400$ YTL'dir (Çelik, 2006).

Ulusal Komponent Üreticileri Birliği (C.E.L.M.A.) Avrupa Topluluğu Birliği içinde bir aydınlatma komitesidir. CELMA, aydınlatma sistemlerinde yaptığı araştırmalardan en büyük enerji kaybının balastlar üzerinde olduğunu tespit etmiştir. Bunun üzerine, Energy Efficiency Index (EEI) adında bir enerji verimliliği sınıflandırması oluşturulmuştur. Bu sınıflandırmanın amaçları;

- Balast kayıplarını azaltarak enerji tasarrufu sağlamak ve böylelikle dünya üzerindeki CO2 emisyonunun azaltılmasına yardımcı olmak.
- Manyetik balast pazarında yüksek kayıplı D ve C sınıfı yerine, düşük kayıplı B1 ve B2 sınıfının kullanılmasını sağlamak.
- En düşük kayıplı balast olan elektronik balastın Avrupa pazarında kullanımını artırmak olarak sıralanabilir.

Önceleri, balastlar için birtakım sınıflar kullanılırdı; az kayıplı, çok az kayıplı, enerji tasarruflu, sıcak ateşleme, soğuk ateşleme, kalitesiz, klasik ...vs. gibi. Bu tanımlamalar sınıflandırma oluşturmazlar. Buna karşılık CELMA, balast - lamba devresindeki enerji verimliliğini belli standartlara oturtarak sınıflandırmayı amaçlamıştır. Bu bağlamda 1996 – 1998 aralığında önemli adımlar atılmıştır. Sınıflandırma sistemi kabul görmüş, aydınlatma pazarı için belirleyici unsur olmaya başlamıştır. Günümüzde Avrupa'da balast üretim endüstrisinde CELMA sınıflandırması kullanılmaktadır. Sınıflandırma için tanımlamalar:

- EEI, balast - lamba devresinin toplam giriş gücünü tanımlar.
- Farklı devreler için farklı sınır değerleri belirlenmiştir.
- Verimi belirleyen yedi sınıf oluşturulmuştur. Bu sınıflar toplam giriş gücünün elde edilen ışık lümen faktörüne oranı ile belirlenir.
- Sınıflar; A1, A2, A3 elektronik balastları, B1, B2, C, D magnetik balastları gösterir.

- D : Yüksek kayıplı magnetik balastlar
- C : Standart magnetik balastlar
- B2 : Düşük kayıplı magnetik balastlar
- B1 : Çok düşük kayıplı magnetik balastlar
- A3 : Harmonik filtresi bulunmayan elektronik balastlar
- A2 : Harmonik filtresi bulunan elektronik balastlar
- A1 : Harmonik filtreli dimm edilebilen elektronik balastlar

Çizelge 3.5 EEI Sınıflandırmasına örnekler

| Flüoresan Lamba Gücü(W) | Flüoresan Lamba ve Balast Devresi Gücü (W) | | | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|-----|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | C | D |
| 18 | 10,5 | =<19 | =<21 | =<24 | =<26 | =<28 | >28 |
| 36 | 19 | =<37 | =<39 | =<41 | =<43 | =<45 | >45 |
| 58 | 29,5 | =<59 | =<61 | =<64 | =<67 | =<70 | >70 |

18W gücündeki lamba balast devrelerini ele alırsak;

- A1 sınıfı balastlar dimmerleme özellikleri olduğundan, en kısık dim seviyesinde 18W lamba gücüne rağmen daha düşük güç seviyelerine inebilmektedir.
- A2 sınıfında şebekeden en fazla 19W güç çekilir. Flüoresan lambada 18W harcanır. Balast güç kaybı 1W'ın altındadır.
- A3 sınıfında şebekeden en fazla 21W güç çekilir. Flüoresan lambada 18W harcanır. Balast güç kaybı 3W'ın altındadır.
- B1 sınıfında şebekeden en fazla 24W güç çekilir. Flüoresan lambada 18W harcanır. Balast güç kaybı 6W'ın altındadır.
- B2 sınıfında şebekeden en fazla 26W güç çekilir. Flüoresan lambada 18W harcanır. Balast güç kaybı 8W'ın altındadır.
- C sınıfında şebekeden en fazla 28W güç çekilir. Flüoresan lambada 18W harcanır. Balast güç kaybı 10W'ın altındadır.
- D sınıfında şebekeden en az 28W güç çekilir. Flüoresan lambada 18W harcanır. Balast güç kaybı 10W'ın üstündedir.

Balastlar üzerindeki ürün etiketlerinde enerji verimliliği sınıflandırması belirtilir. Ayrıca farklı firmalarca üretilen balastların aynı standart özelliklerine sahip olması önemlidir.

Avrupa’da balast kayıp seviyelerinin standartlaştırılması aydınlatmada enerji verimliliğini beraberinde getirmiştir. Türkiye, Avrupa Topluluğuna giriş süresince balastlardaki enerji tasarrufu kararına katılmak mecburiyetindedir. Türkiye’de CELMA yönetmeliği gereğince D sınıfı balastlar 15.01.2005 tarihinde, C sınıfı balastların ise 15.07.2006 tarihinde kullanımı durdurulmuştur. Türkiye’de bu yönetmeliğin uygulanması durumunda, yaklaşık olarak orta ölçekli bir enerji santralının üreteceği miktarda enerji tasarrufu sağlanacaktır. Bu geçişi daha erken yapmak, ülkemizin tasarruf edeceği enerji miktarını artıracaktır (Çalbaş, 2004).

3.1.4. Armatür Seçimi ve Bakımı

Işık kaynakları tek başlarına iyi bir aydınlatmanın gereklerini sağlayamazlar. İstenilen ortamlarda istenilen düzeyde aydınlatmaların sağlanabilmesi ancak lambaların yapılarına uygun tasarlanmış armatürlerin içlerine yerleştirilmeleri ile mümkündür. Genel olarak bir aydınlatma armatüründe olması gereken özellikler şu şekilde özetlenebilir.

- Çıplak lambanın ışık dağılım eğrisine kumanda etmek ve istenilen ışık dağılım eğrisi şeklini vermek.
- İçindeki lamba veya lambaların elektriksel bağlantılarını sağlamak.
- İçindeki ortam sıcaklığını, ışık kaynağının çalışması için gerekli düzeyde tutmak.
- Kamaşmayı sınırlamak.
- Olası her türlü değişik ortam koşulunda lamba ve yardımcı aksamını korumak.
- Kolay tesis edilebilir ve bakım yapılabilir olmak.
- Estetik hislere ve konfor gereksinimlerine cevap vermek.
- Ekonomik olmak (Kocabey, 1999).

Aydınlatma armatürleri, hacim içinde, hacim iç yüzeyleri (tavan, duvar) üzerinde, ya da bu yüzeylere gömülü olarak düzenlenebilir. Böyle bir armatürden çıkan ve çevreye yayılan ışığın o armatür içindeki lambadan çıkan ışığa oranına armatür geri verimi denir. Geriverim, armatürün dışarı verdiği ışığın, içindeki lambadan aldığı ışığa oranıdır.

İyi etüt edilmiş armatürlerin geriverimleri, türlerine göre yaklaşık armatürlerin geriverimlerinin, ülkemizde yapılan bir araştırma ile %7’ye düştüğü saptanmıştır. Bu düşük oranlara, armatürde kullanılan gereçlerin ışığı yansıtma ve geçirme çarpanlarının düşük olması, armatür ve yansıtıcı biçimlerinin etütsüzlüğü (peşi peşine yansıtma ve yutmalarla,

ışığın armatür içinde yok olması), armatür üreticilerinin pek büyük bölümü geriverim etüt ve hesaplarını yapmamaları ve yaptırmamaları gibi etmenler neden olmaktadır. Ayrıca etütsüz armatürlerin geriverimleri bazen de yüksek olabilmektedir. Böyle durumlarda ise armatürde göz kamaşması, uygun olmayan ışık dağılımı gibi sakıncaları da beraberinde getirmektedir. Örneğin, bir önceki örnekte, ışık kaynağı olarak kompakt flüoresan kullanılırsa %80'lere varan enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Yani, aynı enerji harcaması ile elde edilmesi gereken ışığın ancak %20'sinin elde edildiği görülmüştür. Eğer bu düşük verimli akkor flamanlı lamba, geriverimi %60 olan etütlü ve hesaplanmış armatürler yerine geriverimi %30 olan rasgele armatürler içine konursa, üretilmiş ışıktan armatür dışına çıkabilecek ışığın ancak %10'una eşit olur. Yani bu iki istenmeyen durumun bir araya gelmesi ile boşuna harcanan enerji oranı %90'lara ulaşmış olur. Aydınlatmanın amacı iyi görme koşullarını sağlamaktır. Görülmesi gereken şey bir iç mekanın bütünü olabileceği gibi, örneğin bir sanat galerisinde yalnızca sergileme panoları, yalnızca bir masa ve çevresi yada çok daha ufak bir alanda olabilir. Bu durumda, söz konusu alan dışındaki doğrultulara giden ışığın, gerekli çevre görünürlüğünü sağlamayan bölümü boşuna harcanmış olur.

Bakımsızlık sonucu değişik nedenlerde, aydınlatma armatürlerinin geriveriminde oldukça önemli azalmalar olmaktadır. Atmosfer kirlilik oranlarına, armatür tipine ve bakım sürelerine göre geniş çizelgeler oluşturulmuştur. İlk hesaplarda ön görülen ışık azalmalarına, armatür tiplerine ve atmosfer kirlilik oranına göre hesaplanacak süreler sonunda periyodik bakımların yapılması gerekir. Bu bakımlar yapılmadığı zaman armatür geriverimlerinde çok önemli azalmalar olmaktadır. Çizelge 3.5'de, atmosferin normal kirli ve çok kirli olması gibi iki durum için birkaç bir kaç değişik tip armatürlerle, bir, iki ve üç yıl sonraki geriverim azalmaları verilmiştir (Sirel, 1991).

Çizelge 3.6 Atmosferin kirli durumlarına göre armatürlerin üç yıllık geriverim azalmaları

| Aydınlatma Armatürü | | Açık Armatürler | Dolaylı Aydınlatma Armatürleri | Toza Karşı Korunmuş Armatürler | Üstü Kapalı Yansıtıcı Armatürler | Üstü Açık Yansıtıcı Armatürler |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Başlangıç Geriverim | Kirli | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | Çok Kirli | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1 Yıl Sonra Geriverim | Kirli | 0,82 | 0,81 | 0,90 | 0,81 | 0,86 |
| | Çok Kirli | 0,77 | 0,74 | 0,86 | 0,72 | 0,83 |
| 2 Yıl Sonra Geriverim | Kirli | 0,77 | 0,66 | 0,86 | 0,69 | 0,80 |
| | Çok Kirli | 0,71 | 0,57 | 0,81 | 0,59 | 0,75 |
| 3 Yıl Sonra Geriverim | Kirli | 0,73 | 0,55 | 0,84 | 0,61 | 0,74 |
| | Çok Kirli | 0,65 | 0,45 | 0,79 | 0,52 | 0,68 |

3.2. Mevcut Aydınlatma Sisteminde Gerçekleştirilecek Olan Etkin Enerji Kullanımı

Mevcut sistemlerde etkin enerji kullanımını sağlamak ve verimi artırmak için armatür gruplarının bakımı periyodik olarak yapılmalıdır. Bu bakım esnasında arızalı flüoresan veya armatürler yüksek verimlileriyle değiştirilmelidir. Ayrıca imkan dahilinde magnetik balastların yerine elektronik balastlar takılmalıdır. Mevcut sistemde akkor flamanlı lambalar varsa; sökölüp yerlerine, E27 duya sahip ve dahili elektronik balastı bulunan kompakt flüoresanlarla değiştirmek en basit çözüm yoludur. Mevcut reflektörsüz armatürlere reflektör takılarak etkinlikleri artırılmalıdır. Armatürler reflektör takılamayacak durumda ise yüksek verimlileri ile değiştirilmeleri sağlanmalıdır. Yukarıdaki şartlar sağlandığında mevcut sistemde etkin enerji kullanımı sağlanmış olur (Kocabey, 1999).

4. AYDINLATMANIN KONTROLÜ

Gelişen teknolojinin bir sonucu olarak doğal kaynakların tüketimi artmış ve talebi karşılayamaz hale gelmiştir. Bunu önlemek yine gelişen teknolojinin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüketilen elektrik enerjisinin endüstriyel işletmelerde %20'si, mağazalarda %30'u, ofislerde ise yaklaşık %40'ı aydınlatma amaçlı harcanmaktadır. Aydınlatmanın enerji tüketimi ve enerji harcamalarındaki payı ısıtma ve soğutma sistemlerinden sonra en büyük kalemi oluşturmaktadır. Modern anlayışla oluşturulan binalarda aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisinin % 60 civarında olduğu göz önüne alınırsa aydınlatmada enerji tasarrufunun önemi daha iyi anlaşılır.

Bundan sonraki adım ise aydınlatmanın kontrolüdür. Uygun kontrol teknikleri ve sistemleri kullanılarak yapılacak aydınlatma kontrolü, ışık miktarı ve kalitesi bakımından çalışan her elemanı uygun olabilecek aydınlatmayı meydana getirmelidir. Aydınlatmanın otomatik olarak kontrol edilmesi ile de aktif enerji tasarrufu yaparak, büyük ölçüde tüketimi ve harcamayı daha efektif olarak yönetmek mümkündür (Çolak, 2003b; Yılmaz ve Erken, 2003).

Aydınlatma otomasyon sistemlerinin getirdiği yararları sadece enerji tasarrufu ile sınırlamak haksızlık olur. Aydınlatma kontrol sistemlerinin kullanım amacını dört ana başlıkta toplayabiliriz.

- Verimlilik
- Enerji Tasarrufu
- Estetik
- Esneklik

Ayrıca aydınlatma kontrol sistemleri, acil aydınlatma, çıkış yönlendiricileri, güvenlik dış aydınlatması gibi güvenlik açısından aydınlatılması gereken kritik bölgelerdeki aydınlatmanın sürekli açık kalmasını sağlayıp denetleyerek maksimum güvenlik sağlar.

4.1. Aydınlatma Kontrol Sistemleri

Aydınlatma enerjisinden tasarruf, uygun aydınlık düzeyinin temin edilmesini sağlayacak kontrol sistemlerinin, kaliteli ve enerji tasarruflu aydınlatma ekipmanlarının kullanılmasıyla sağlanır.

Ortamdaki aydınlık kontrolü üç şekilde yapılabilir. Bunlar;

- Anahtarlama yoluyla kontrol
- Sürekli ayarlamalı kontrol
- Anahtarlama ve sürekli ayarlamalı kontrol

4.1.1. Anahtarlama Yoluyla Kontrol

Sistemin ışık akısı kademesi klasik elektrik anahtarları yardımıyla el ile ayarlanır. Dahili aydınlatmada kullanılan üç tip anahtarlama tekniği vardır.

- Lamba içinde kontrol
- Armatür içinde kontrol
- Armatürlerin gruplar halinde kontrolü.

Anahtarlama tekniğinin lamba ile kullanımı; bu teknikte içinde iki farklı güçte flaman bulunan bir lamba kullanılır. Bu iki flamanın tek tek veya ikisinin bir arada kullanımı ile üç ayrı aydınlık düzeyi elde edilir.

Anahtarlama tekniğinin armatür ile kullanımı; bu yaklaşımda, anahtarlama tekniği yardımıyla bir armatür içersindeki lambaların tek tek açılıp kapatılması yardımıyla lamba sayısı kadar aydınlık düzeyi elde edilir.

Anahtarlama tekniğinin armatür gruplarıyla kullanımı; bu tür aydınlatma kontrolü pencerelere yakın armatürlerin veya lokal aydınlatma yapılan yerlerin dışındaki genel aydınlatma armatürlerinin kapatılmasıyla yapılır. Yalnız burada aydınlatma düzgünlüğünün sağlanmasına özen gösterilmelidir. Bu uygulamanın maliyeti toplam maliyete fazla yük bindirmez ancak yüksek tasarruf sağlanır (Kocabey, 1999).

4.1.2. Sürekli Ayarlamalı Kontrol

Loşluk anahtarları (dimmer) kullanılarak istenilen aydınlık düzeyini elde etmek mümkündür. Artık eski dirençli tip dimmerler yerlerini güç kaybına yol açmayan faz kontrol devreleri ile iletim süresini değiştiren dimmerlere bırakmıştır. Bu kontrol sistemleri aydınlatma teçhizatında özel yardımcı elemanlarla kullanılabilir. Günümüzde devamlı yenilenen elektronik dimmerleme üniteleri ile aydınlık düzeyinin sürekli kontrol edildiği sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler sayesinde flüoresan lambalar (kompakt flüoresan dahil) %1'e ile %100'e kadar dimm (karartma) edilerek enerji tasarrufunda en üst seviyelere ulaşılmaktadır (Yılmaz ve Erken, 2003).

4.1.3. Anahtarlama ve Sürekli Ayarlamalı Kontrol

İnsan gözü yüksek aydınlık düzeylerindeki parlak değişimlerine düşük aydınlık düzeylerindeki daha az duyarlıdır. Yüksek aydınlık düzeylerinden çok hassas değişim yerini kademeli azalmalar kişileri rahatsız etmeyeceği gibi, görme işlemini de bozamaz. Fakat düşük aydınlık düzeylerinde azalmaların çok düzgün olması , sürekli ve hissedilmeyecek karakterde olması gerekir.

Bu nedenle yüksek aydınlık düzeyleri istenilen ortamlarda aydınlatmaya armatürleri anahtarlarla kademeli olarak kontrol edilebilir. Aynı ortamda alçak seviyelerde ihtiyaç duyulduğunda ise sistem loşluk anahtarı ile sürekli kontrol edilmelidir. Böyle bir sistem tamamının sürekli kontrol edildiği sisteme göre çok daha ekonomiktir (Yılmaz ve Erken, 2003).

4.2. Aydınlatma Otomatik Kontrol Sistemleri

Uygun kontrol teknikleri ve sistemleri kullanılarak yapılacak aydınlatma kontrolünün tek başına bir fonksiyonu yoktur. Günümüzde; gerektiği yerde, gerektiği zaman, gerektiği kadar aydınlatma yapma yeteneğine sahip olmayan statik bir aydınlatma sistemi (kontrol edilemeyen bir aydınlatma sistemi) yerine otomatik olarak kontrol edilebilen aydınlatma sistemleri tercih edilmektedir.

Gün boyunca sürekli ve düzgün aydınlatmaya ihtiyaç duyulan dahili ortamlarda, aydınlatma sistemlerinin uygun kontrol sistemleri ile kontrolünün yapılması, büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Gün ışığı ve ortamdaki çalışma durumu dikkate alınmadan, aydınlatma sisteminin gereksiz yere devrede tutulması önemli miktarlarda enerji israfına neden olmaktadır (Onaygil ve Demir, 1996).

Sadece çalışma masasının aydınlatılması ile diğer yerlerin karanlıkta kaldığı uygulamalar ise, bireylerin görme konforunu etkiler ve iş verimini düşürür. Bu nedenlerle, binalardaki aydınlatma tesisatının insan eliyle değil de otomatik olarak kontrol edilmesiyle önemli bir enerji tasarrufu sağlanır (Yılmaz ve Erken, 2003).

Bu kontrolü yapabilmek için çeşitli kumanda sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemlerin otomatik kumanda tipleri zaman anahtarları, hareket algılayıcı sensörleri, gün ışığı sensörleri ve bilgisayarlı kumanda gibi çeşitleri vardır.

4.2.1. Zaman Anahtarlayıcıları (Timer)

En basit örnek olarak merdiven otomatığı olarak düşünülebilir. Hareket sensörlerinin algılama sağlayamadıkları veya gün ışığının olmadığı mekanlarda, yapılan işin ortalama olarak bitme süresi biliniyorsa aydınlatma sistemini, kontağın aktif olmasından itibaren geriye doğru sayma mantığı ile devreyi kapatır. Günümüzde zaman saati olarak bilinen bu sistem sokak aydınlatması sistemlerinde az da olsa kullanılmaktadır.

Otomasyon sistemlerinde ki kullanımı, günün belirli zamanlarında yapılacak işler (örneğin öğle yemeği, temizlik vs.) her gün aynı saate gerçekleştiriliyorsa sisteme bu bilgiler önceden tanıtılarak lambaları istenilen zaman dilimlerinde istenilen düzeyde tutulması sağlanabilir. Yada gün boyunca belirli aydınlatma düzeylerinin belli zaman dilimleri arasında sırayla devreye girerek gün boyu bir kontrolde sağlanabilir. Bu tip örnekleri gelecek bölümlerde daha detaylı olarak değinilecektir.



Şekil 4.1 Gün içindeki zamanlama planı (Luxmate)

Arşiv, fotokopi odası gibi sık ve uzun süreli kullanılmayan ve hareket sensörlerinin uygulanması mümkün olmayan mekanlar için duvar anahtarı şeklinde kullanılan zamanlayıcılar ile aydınlatma belirli bir sürenin sonunda otomatik olarak söndürülür (Çolak, 2002a).

4.2.2. Hareket Algılayıcı Sensörler

Hareket sensörleri ile optimal bir aydınlatma elde etmek mümkündür. Bu sensörler ortamda insan olup olmadığına bağlı olarak aydınlatma sistemini otomatik olarak kontrol ederler. Düzenli çalışma saatleri olmayan mekanlarda; insanların genelde işleri bittikten sonra lambayı

açık unuttukları göz önüne alınır, bu unutkanlıklarından dolayı enerjinin boşa harcanmasını engellemek için lambalar alarm sistemlerinde kullanılan hareket algılayıcı sensörlerle kumanda edilir ve önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanmış olur (Yılmaz ve Erken, 2003).

Bu strateji kullanılarak;

- Açık ofislerde %20
- Kişisel ofislerde %60
- Tuvaletlerde %70
- Depolarda %40
- Sınıflarda %50
- Otel odalarındaki banyolarda %65'lere ulaşan enerji tasarrufları sağlanabilir.

Otel odaları üzerine; Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı'nın desteği ile Lawrence Berkeley National Laboratuvarı tarafından yapılan "Otel Odaları Aydınlatmasındaki Tasarruf Potansiyeli" adlı çalışmanın sonuçlarına göz atalım. Otel odalarındaki aydınlatma; banyo aydınlatması, yatak başı aydınlatması, masa aydınlatması ve genel aydınlatma olarak sınıflandırıldığında bunlar içinde günlük ortalama 8 saatlik yanma süresi ile banyo aydınlatmasının geldiği görülmektedir. Bunu günlük ortalama 5 saatlik yanma süresi ile yatak başı aydınlatması ve 3 saat ile genel aydınlatma izlemektedir. Bu sonuç banyo aydınlatmalarının uygun bir şekilde kontrol edilmesi ile gerçekten önemli oranlarda tasarruf sağlanabileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın bir diğer çarpıcı sonucu ise müşterilerin odada olma ihtimallerinin çok yüksek olduğu 18:00 - 08:00 saatleri arasında banyo aydınlatmalarının %25 oranında açık olduğudur.



Şekil 4.2 Aydınlatma düzeyi gerektiği zaman gerektiği kadar olmalı (Dynalite)

Odalardaki yatma ve oturma bölümlerinin aydınlatmasının hareket sensörleri ile kontrol edilmesi konforsuzluk yaratabileceğinden kullanılmamaktadır. Ancak odalardaki banyolar

diğer mekanlardan ayrı bir hacim olduğundan yanlış hareket algılamaları söz konusu olmayacağından hareket sensörlerinin kullanılmasına elverişli yerlerdir. Ayrıca, buradaki lambaların uzun saatler açık olması nedeniyle aydınlatmanın hareket sensörleri ile kontrol edilmesi ile önemli enerji tasarrufu sağlanacağı bu araştırmanın sonuçlarından görülmektedir. Otel odalarındaki banyolarda hareket sensörü kullanılması durumunda %65 - %75 oranında tasarruf sağlanacağı görülmektedir.

Bu sonuçlara dayanarak kaba bir hesap yaparsak, 4 adet 60 W'lık akkor telli lamba bulunan bir banyo aydınlatmasında tüketilen yıllık enerji, 600kWh'in üzerindedir. Bu tüketim için yıllık ödenen bedel yaklaşık 96 YTL'dir. Bu tüketim bedeli hareket sensörü kullanılarak 32 YTL'ye indirilebilir. Hareket sensörlerinin yatırım maliyeti yaklaşık 10 YTL olduğu göz önünde tutulursa, sensörün yapacağı enerji tasarrufu miktarı ile çok kısa sürede kendini amorti edeceği görülmektedir (Çolak, 2003c).

Önemli oranlarda enerji tasarrufu sağlayan hareket sensörlerinin kullanımı ülkemizde çokta yaygın değildir. Yeni ve büyük yapılarda karşılaştığımız hareket sensörlü uygulamaların çoğunda ise genellikle birtakım problemler yaşanmaktadır. Hiçbir inceleme ve hesap yapılmadan edinilebilen hareket sensörlerin rasgele montajının yapılması durumunda hacimde insan olmasına rağmen lambaların zaman zaman otomatik olarak kapatıldığı sıkça karşılaşılan bir sorundur. Uygulamada karşılaşılan bu gibi sorunlar insanların kafasında hareket sensörlerine karşı olumsuz izlenimler yaratmaktadır. Elbetteki çalışılan ortamda birden bire lambaların kapanması iş verimi ve konfor açısından hiç de hoş olmayan bir durumdur.

Bu olumsuzlukları ortadan kaldırılarak uygun bir aydınlatma otomasyonunun sağlanması, bilgi birikimine sahip kişilerin yapabileceği bir mühendislik uygulamasından geçmektedir.

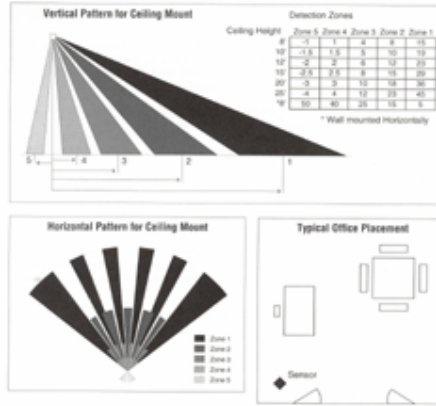
Hareket sensörleri kullanılarak, konfordan ödün vermeden enerji tasarrufu sağlayabilmek için; karar, seçim ve uygulama sırasında yapılması gerekenler aşağıda kısaca maddeler halinde verilmiştir.

- Hareket sensörü kullanılarak aydınlatmanın otomatik olarak kontrol edilmesi ile sağlanacak enerji tasarrufu belirlenerek sistemin efektif olup olmadığı kararının verilmesi.
- Uygulama için en uygun sensör teknolojisinin belirlenmesi.



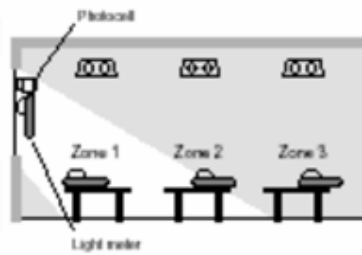
Şekil 4.3 Farklı özelliklere sahip hareket sensörleri (Dimel)

- Kullanılacak sensörün etki alanı, görüş acısı gibi özelliklerinin belirlenmesi.



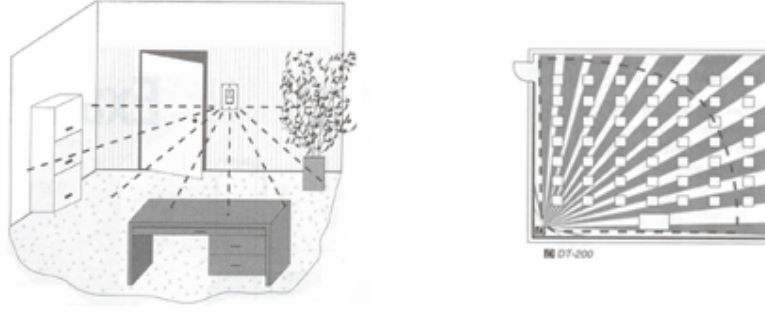
Şekil 4.4 Hareket sensörünün algılama özellikleri (Dimel)

- Hareket sensörü ile ısıtma-soğutma, havalandırma sistemlerine kontrol olanakları olup olmadığının belirlenmesi. Tek bir sensör ile aydınlatmanın yanında diğer sistemlerde kumanda etme imkanı varsa, bu ilave bir enerji tasarrufu sağlayacaktır.
- Hacimdeki doğal aydınlatma koşulları incelenerek ışık sensörü de içeren hareket sensörünün uygun olup olmadığının belirlenmesi.



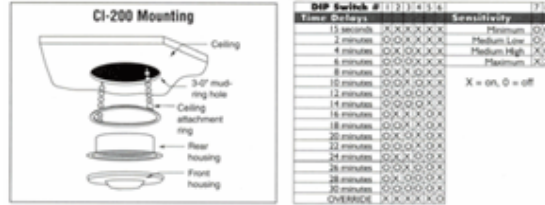
Şekil 4.5 Hareket sensörü ve güneş ışığı sensörünün bir arada kullanılması (Dimel)

- Sensör için en uygun montaj yeri ve montaj yüksekliğinin belirlenmesi.



Şekil 4.6 Hareket sensörünün uygun yere monte edilmesi (Dimel)

- Sensörün monte edilmesi, hassasiyet ve gecikme zamanı varsa aydınlık düzeyi ayarlarının uygun olarak yapılması (Çolak, 2002a).



Şekil 4.7 Hareket sensörünün kurulumu ve ayarının yapılması (Dimel)

Kullanım amaçlarına göre hareket sensörlerinin (ultrasonik dedektör, mikrodalga dedektör, pasif infra-red dedektör, aktif infra-red dedektör vs.) gibi çeşitleri vardır.

Pasif infra-red dedektör; gizlilik gerektiren yerlerde kullanılmaktadır. Bunun yapılması ise yüksek hassasiyetteki seramik infra - red dedektörlerin yapılmaları ile mümkün oldu. Bu aletin yansıtıcı projektörü yoktur. Algılanması insan vücudunun saçtığı kızıl ötesi (infra - red) ışınların algılanması ile olur.

Pasif infra - red sensörleri, kontrolsüz gereksiz aydınlatma problemini ortadan kaldırır. Elektrik enerjisi tasarrufunun yanı sıra dekoratif ve ışık görünümü armatürlere monteli olarak buldukları ortamın havasını değiştirirler. Yeni tasarlanan binalarda elektrik anahtarlarını ortadan kaldıracak gibi bu konuda kaynaklanan gereksiz kablo ve hat çekimini önlerler. PIR ünitelerinin kullanıldığı yerlerde “lüzumsuz ise söndür” gibi alt yazıları gerek kalmaz. Bina içi mekanlarında kullanım yerleri sınırsızdır. Apartman gibi çok katlı konutlarda, el yordamı ile elektrik düğmesi arattırılmaz.

Örneğin her katta bulunan bir hareket sensörü ile bir merdiven otomatiği tesisatı kurulursa; bizim bulunmadığımız katlardaki hareket sensörü aktif olmayacağından, bu katlardaki lambalar gereksiz yere yanmamış olur. Sağladıkları enerji tasarrufu ile kendilerini kısa sürede amorti ederler. Bazı kullanım alanları ise şöyledir. Tüm iç ve dış mekanlarda bina girişlerinde çocuk odası , kömürlük, kiler, tavan arası, koridor, banyo, tuvalet, lavabo, bahçe garaj, bekçi kulübesi, telefon kulübesi, tüp geçit, otomatik para çekme makinesi, soyunma kabinleri vs. gibi görüleceği üzere bu hayal edebileceğimiz her yerde tasarruf işlemlerine bir de gün ışığından yararlanmamız eklenirse nerede ise hiç enerji harcamadan aydınlanmamız söz konusu olur. Çok cüzi miktarda elektrik enerjisiyle kullandıkları için konforlu bir aydınlatma yapmak mümkün olur. (Yılmaz ve Erken, 2003).

4.2.3. Gün Işığı Sensörleri

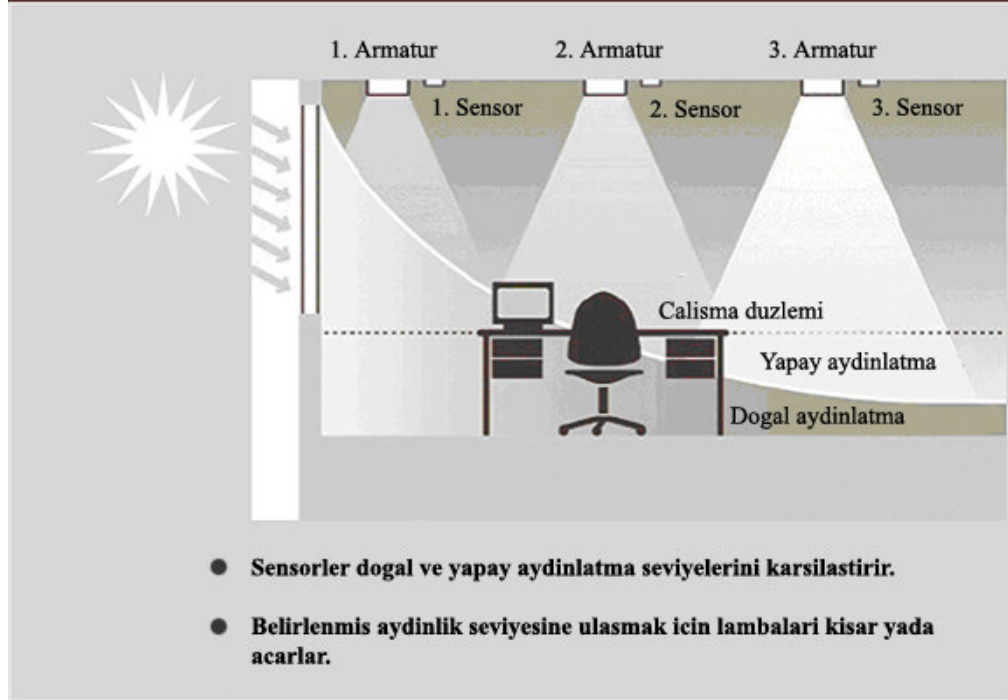
Tabii ışığımızın kaynağı olan güneş ışımalarına “solar yayılma enerjisi” denir. Solar yayılımı çok çeşitli dalga uzunluklarına sahip yayılma enerjisine ihtiva eder. Göz ancak çok dar sınırlar içinde kalan dalga uzunluklarına karşı hassastır. Görülebilir spektrum tamamının insan gözündeki etkisi beyaz ışıktır.



Şekil 4.8 Gün ışığı en verimli şekilde kullanılmalıdır (Dynalite)

Gün ışığına bağlı aydınlatma yapılmamış bir ortamda pencereden uzak kesimdeki bölgelerin aydınlık seviyesi her zaman istenilen düzeylerde olmayabilir. Gün ışığının yetersiz olduğu yerlerde elektrik aydınlatması ile takviye yapılmalıdır. Çünkü güneş ışığının değeri büyük olmakla beraber pencereden uzaklaştıkça hızla düşer. Gün ışığının yetersiz kaldığı yerlerde

yapılacak suni aydınlatmada, aydınlık düzeyleri arasında adaptasyonu zorlaştıracak büyük farklılıklar oluşturduğundan, kişiler üzerindeki etkileri olumsuzdur. Bunu önlemek için gün ışığı algılayıcısı diye basit ve ucuz ve fotosel elemanlar yerine dimm kabiliyeti olan sistemler kullanılmalıdır. Ancak, karmaşık elektronik ünitelerde (elektronik balast, sensör vb.) beraber kullanılması gereken bu sistem diğerine göre daha pahalıya mal olmaktadır ve kendisini amorti etmesi uzamaktadır. Yeni geliştirilen ışık kontrol sistemleriyle sadece gün ışığı kontrolü ile %50'lere varan enerji tasarrufları sağlanabilmektedir.



Şekil 4.9 Gün ışığı sensörü ile lambaların dimmlenmesi (Osram)

Elektrik ile aydınlatma bedelini en az ödemek için mevcut ve etkin gün ışığından yararlanmalıyız. Gün ışığı kontrol sistemlerinde çalışma düzleminin aydınlık seviyesini ölçecek bir fotosel gereklidir. Bu fotoseller, her kontrol grubundaki seçilmiş armatürün bitişiğinde tavana monte edilmişlerdir.

Gün ışığına bağlı kontrolün izin verdiği ışık akısındaki düşüşler gibi etkiler için imal edilen balastlar sayesinde yeni çıkan iki parçalı fotoseller geliştirilmiştir. Her bir fotosel, bir boru içine monteli iki adet silikon foto diyottan ibarettir. Küçük hücre, çalışma yüzeyine gelen ışık ile ölçülen ortam ışığını yaklaşık olarak orantılamak için kullanılır. Ayrıca pencere dışı görüntüden korunmak için ışık geçirmez bir koruyucuya sahiptir. Büyük hücre elektrik ışığının yakınındaki ışık şiddetine karşı hassastır ve onu ölçer. Plastik boru boyunca uygun

yüksekliğe veya alçaklığa ayar yapılabilir. Gün ışığına destek olarak yapılan elektrik aydınlatması ile ilgili çıkış sinyalleri değişik olabilir. Bu sinyallerin şiddetine göre lambaların ışık şiddetleri ayarlanır.

Gün ışığı kontrol üniteleri ile yapılan, armatürlerin gruplar halinde kontrolünde, dimm özelliği sayesinde düzgün bir ışık dağılımı söz konusudur. Modern teknoloji ürünü olarak ortaya çıkan bu sistemler yukarıda sözü edilen tüm kumanda fonksiyonlarını yerine getirdiği gibi, standart flüoresanları %1'e kadar dimm edebilen sayısal yüksek frekanslı balastları sayesinde modern yapıların gün ışığı bazlı kontrolünde enerji tasarrufunu en üst seviyeye çıkarmaktadır.

Gün ışığı bazlı kontrol uygulamalarında eğer dimm (karartma) uygulanmıyorsa etkin bir enerji tasarrufundan söz etmek mümkün değildir. Dimm fonksiyonu sayesinde aydınlık seviyesi ve göz konforundan ödün vermeden en uygun kontrol sağlanabilmektedir (Yılmaz ve Erken, 2003).

5. GÜNÜMÜZDE KULLANILAN AYDINLATMA OTOMASYON SİSTEMLERİ

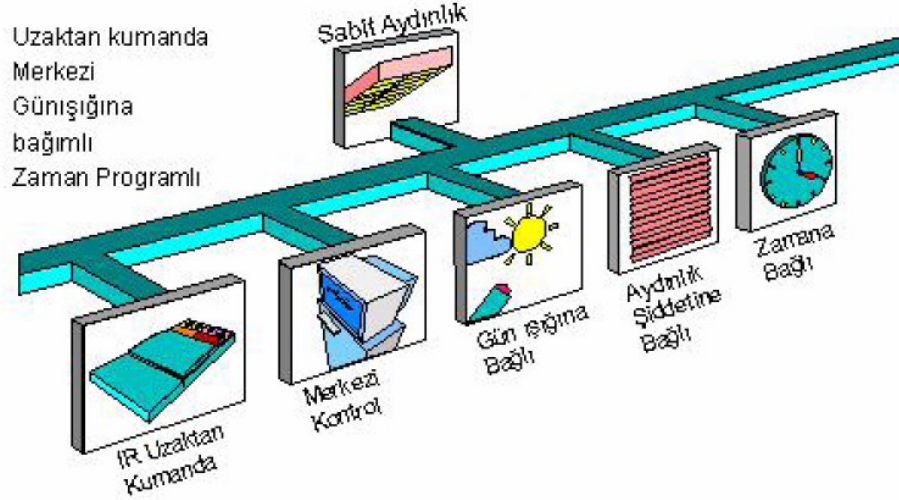
Neden aydınlatma otomasyonu yapmamız gerektiğini bu bölümün başında detaylı olarak anlattıktan sonra, bu sistemlerin kurulum ve kullanım aşamasında para – zaman faktörlerini en aza indirmek, teknolojinin getirdiği yenilikleri kullanıcının yaşamında kolaylıklar sağlamak, otomasyon sistemine ait cihazların kurulum ve kullanımının kolay olması bir otomasyon sistemi için en önemli noktalar. Bunun için aydınlatma otomasyonu yada bina otomasyonu ile ilgilenen firmalar zamanla tek bir dernek altında toplanmış, ortak bir çalışma ile faaliyetlerini sürdürmeyi uygun görmüşlerdir. Bu yöntemle birbirinden farklı birçok protokol oluşturulmuştur. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bu sistemlerin bazılarını inceleyecek olursak;

- EIB (European Installation Bus System)
- Radyo Kontrol
- C-Bus
- LUXMATE Dijital Aydınlatma Kontrol Sistemi
- Lux Kontrol - Dimmer Sistemleri (Biricik, 2003).

5.1. EIB

EIB Merkezi Brüksel’de bulunan EIBA üyesi üreticiler (EIB Association-Organizasyonu) tarafından, 1990 yılında geliştirilmiş yeni bir Bina Tesisat Tekniğidir (Bus sistemi). EIBA’nın en önemli görevi marka tescili, test, kalite standartlarını belirlemek ve pazarlama faaliyetlerini yürütmektir. Dolayısıyla kullanıcı açısından tek firma ürünlerine bağımlı olma dezavantajını ortadan kaldırmaktadır. Firma sayısının fazlalığı ve tek protokol üzerinden çalışması kullanıcıya ürün çeşitliliğinin yanı sıra teknik destek faktörünü de geniş tutmaktadır.

EIB, yaklaşık 125 firma (SIEMENS, ABB, JUNG, MERTEN, GIRA, BERKER...) ve ürünleri tek protokolde birbiri ile uyumlu çalışabilmektedir.

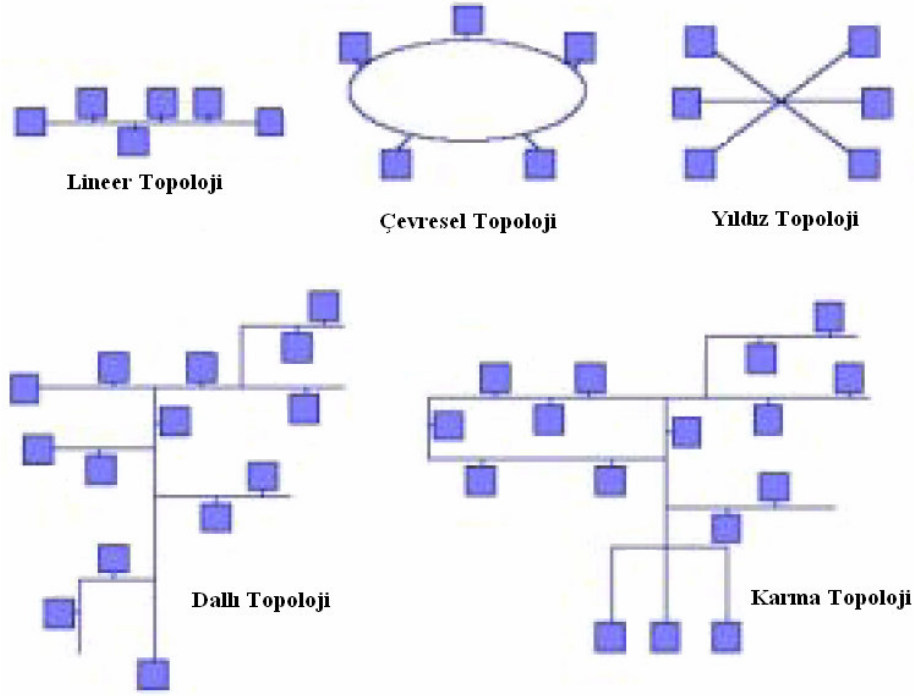


Şekil 5.1 EIB aydınlatma otomasyon sistemi (Siemens)

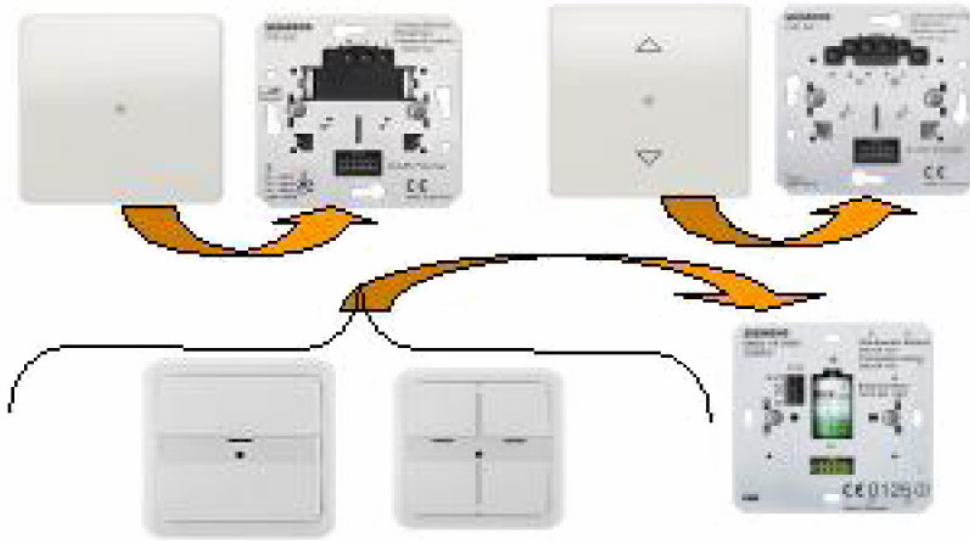
EIB uygulamaları sayesinde; bankalar, hastaneler, kütüphaneler, tiyatrolar, spor salonları ve endüstriyel amaçlı kullanılan binalardaki, ısıtma, havalandırma, yangın alarm, gaz alarm, aydınlatma, motorlu panjur ve karartma sistemlerinin kontrolünü sağlamaktır. Bu yüzden komple bir otomasyondan bahsedebiliriz. Dolayısıyla anahtarlar yardımı ile aydınlatma ve panjur kontrolü, termostat ve vanalar yardımı ile ister aç/kapa (on/off), ister oransal olacak şekilde ısıtma kontrolü, yangın ve gaz detektörleri ile yangın-gaz alarmı, istenirse keypad ilavesi ile hareket detektörleri ve pencere kontakları güvenlik alarmı olarak çalıştırılabilmektedir.

EIB sistemi, iki telli ($2 \times 0,8 \text{ mm}^2$) bir veri yolu (bus hattı) ve bu hatta bağlanan sensörler (algılayıcılar, anahtarlar) ve sürücü elemanlarından oluşmaktadır. Kablonun cihazlar arası atlamalı veya yıldız bağlantı olması cihazlar arası iletişimi etkilememektedir. Cihazların hepsi fiziki adresi verilerek aplikasyonları yüklendiği için EIB kablosunun cihazlar arasında iletişim sağlaması yeterlidir. Ayrıca aynı katta değil katlar arası pano atlamaları da yine tek kablo ile yapılmaktadır. Dolayısıyla anahtarlar, PIR (hareket) detektörleri, çıkış cihazları v.b. cihazlar arasında tek kablo dolaştığı için kurulumda ve devreye almada büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Sahada klasik sisteme göre çok daha az kablo dolaşmaktadır.

Örnek olarak bir tuş takımı çıkartılıp yerine başka özelliklere sahip bir tuş hiçbir tesisat değişikliğine gerek kalmadan takılması ve yeni tuş takımının programlanması çok büyük esneklik sağlamaktadır.



Şekil 5.2 EIB kablolama sistemleri (Siemens)



Şekil 5.3 Tüm tuş takımı yuvaları birbiri ile uyumludur (Siemens)

EIB sistem elemanları işlevlerine göre programlanmakta ve bu parametreler doğrultusunda görev yapmaktadırlar. EIB elemanlarının her birinin bir adresi vardır ve bu adrese sahip ikinci bir cihaz aynı bus hattı üzerinde bulunamaz. EIB elemanları bağlı oldukları bus hattı üzerinden birbirlerine telgraflar göndererek merkezi bir kontrol ünitesi olmaksızın bağımsız

olarak işlevlerini yerine getirirler. Bu da sistem üzerinde çok yaygın bir otomasyon imkanı sağlamaktadır. Herhangi bir algılayıcı (on/off anahtarı, ışık seviye sensörü, hareket sensörü, ısı sensörü vb.) sistemin durumunu algılar ve sürücülere gönderir. Bu bilgileri alan sürücüler de (açma kapama ünitesi, dimmer, selenoid vana, fan coil vb.) önceden programlanmaları dahilinde aldıkları komutları işleyerek, görevlerini yerine getirirler. Kontrol edilebilen cihaz sayısı 11.400 gibi çok yüksek bir rakamdır. Türkiye’de uygulanan projelerin en kapsamlısı (komple otomasyonda; aydınlatma, panjur, ısıtma, yangın alarm, gaz alarm...) 1050 – 1090 cihaz civarında olduğu düşünülürse kontrol edilebilen cihaz sayısının sistemin avantajlarından biri olduğu rahatlıkla görülebilir.

Sistem kontrol üniteleri; PC, mini panel, mimic panel, anahtarlar, sensörler, timer, gün ışığı sensörü, ortam ışık seviye sensörü, uzaktan kumanda, termostat, bilgi ekranı (info display), oda kontrol (room controller) ve telecontrol’den oluşmaktadır. Bilgisayar üzerinden görüntüleme programı ile sisteme RS232 bağlantı noktası ile fonksiyonlar monitörden plan üzerinde durumları görülerek, kumanda etmek ve sistemden gelecek yangın, gaz, güvenlik, v.b. alarmları sesli ve yazılı olarak almak mümkündür.

Avrupa Tesis Veriyolu Birliği teknolojisi’nin sağladığı faydaları kısaca özetlersek,

- Konfor,
- Emniyet,
- Ekonomi’nin yanında
 - Alanların esnek kullanımı,
 - Merkezi veya lokal olarak detaylı ve etkin kontrol ve kumanda,
 - EIB dışındaki sistem ve cihazlara entegrasyon imkanı,
 - Bus hattı üzerinden kontrol edilebilen sistem cihazları sayesinde daha az kablo kullanımı,
 - Uluslararası standartlarda çok çeşitli üretici ve garantili malzeme seçeneği,
 - Minimum işletme ve enerji giderleri,
 - ‘The EIB Tool Software’ (ETS) ile proje uygulama riski olmaksızın kolay ve hızlı planlama ve montaj desteği sağlar.

EIB sisteminin genel uygulamalarına bakacak olursak;

- Aydınlatma (on/off , dimmer, senaryo, zaman ayarlı, algılamalı vb.),
- Isıtma ve havalandırma (radyatör, klima, fan vb.),
- Panjur ve tente uygulamaları,

- İzleme ve güvenlik sistemleri ile alarm,
- Yük ve güç kontrolü,
- Değişen şartlara göre otomatik kumandalar,
- Telefon ve/veya bilgisayar ile uzaktan kontrol, kumanda ve izleme,
- Diğer sistemlerden alınabilecek bilgilerin işlenmesi (Dimel; Biricik, 2003).

5.1.1. Aydınlatma

Aydınlatma otomasyonu ile sistemdeki tüm aydınlatma elemanlarının kumandası;

- Anahtarlar,
- Uzaktan kumanda üniteleri,
- Hareket detektörleri ile
- Zaman ve ışık şartlarına bağımlı olarak yapılabilmektedir.

Sistem cihazları ile; flüoresan lambalar, kompakt flüoresanlar, 12V-24V halojen lambalar, enkandesan lambalar, panjur motorları, açma/kapama veya dimmer seçenekleri ile aydınlatma; EIB özelliklerine uygun olarak 'mahalden' , belirlenen merkezi bir noktadan veya otomatik olarak düzenlemek programlamak suretiyle gerçekleştirilir.

Aydınlatma ve panjur sistemi koridor, hol ve çalışma ofislerine konulacak anahtar ve uzaktan kumanda üzerinden veya kumanda edilebilmektedir. Ayrıca konulacak PIR detektörleri, güneş ışığı sensörleri ve hava durumu sensörleri ile ortamdaki harekete, ışık seviyesine ve hava durumuna göre otomatik olarak aydınlatma ve panjur sistemine kumanda edilebilmektedir. Bu detektörler istenirse anahtar yardımı ile otomatikten çıkarılarak devamlı açık veya devamlı kapalı olarak da çalıştırılabilir.

Timer yardımı ile zamana bağlı programlar yapılabilmektedir. Örneğin; belli aydınlatma gruplarının istenilen zaman aralığında çalışması gibi.



Şekil 5.4. Hareket ve gün ışığı sensörleri (ABB)

Gün ışığı sensörü yardımı ile dış ortam aydınlık şiddetine göre bahçe aydınlatmalarının otomatik olarak on/off olacak şekilde devreye girmesi – çıkması sağlanabilmektedir. Ortam ışık seviyesi kontrolü ile içerinin aydınlık şiddeti değerine göre aydınlatmaların dimmerlenerek ortamda devamlı homojen aydınlatma sağlanmaktadır.

8 Farklı senaryo gurubu yapılabilmektedir. Örneğin; ev sineması, salon veya toplantı odası gibi mahallerde tek tuşa basarak istenilen senaryo gerçekleştirilebilir. Sinema izleme modu, toplantı modu veya yemek modu gibi senaryolar yaratılabilir. İsteğe bağlı olmakla birlikte sinema modu seçildiğinde, panjurlar kapalı, aydınlatmalar kapalı, dimmerli aydınlatmalar %10 seviyesinde, sinema perdesi açık olarak ayarlanabilir (Dimel; Biricik, 2003).

5.1.2. Isıtma, Havalandırma ve Soğutma (HVAC)

Bağımsız mahallerdeki ısı seviyesi, seçilmiş olan;

- Radyatör,
- Döşemeden ısıtma,
- Fan-Coil (sıcak – soğuk),

Tekniğine uygun olarak akıllı EIB oda termostatları ile kontrol edilmektedir. Bu sayede maksimum konfor ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Enerji tasarrufuna yönelik olarak mahal kullanılmamakta ise bekleme modu (stand-by) ısı seviyesine, gece konumunda ise mahaller önceden belirlenen ısı seviyelerine getirilirler. Arzu edildiği takdirde mahal pencerelerinin açılması durumunda ısıtma – soğutma sistemi devre dışı bırakılabilmektedir.



Şekil 5.5 İklimlendirme LCD kontrol modülü (ABB)

Mahal için konfor ısısına geçiş; hareket detektörleri, aydınlatma anahtarları, termostat üzerindeki seçme butonundan veya zamana bağımlı olarak yapılabilmektedir (Dimel).

5.1.3. Motorlu Kumandalar

Konfora yönelik olarak;

- Panjurlar,
- Tente ve güneşlikler,
- Kapı ve pencereler ile,

Motor ile teçhiz edilen tüm sistem ve cihazlara, EIB sisteminden sensör (hareket, ışık, zaman ve ortam – hava şartları algılayıcıları vb.) kumandaları, mantıksal karşılaştırmalar veya anahtarlar ile kumanda edilebilir. Söz konusu sistem ve cihazlar tek tek, belirlenen senaryolara bağlı olarak veya kat bazında otomasyona bağlı olarak çalıştırılabilir (Dimel).

5.1.4. Güvenlik ve İhbar

EIB sistemi içinde;

- Yangın algılama detektörü,
- Su basma detektörü,
- Hareket detektörü,
- Manyetik kontak,
- Cam kırılma detektörü ile,

Ek bir panel veya pano gerekmeden proje sınırları içinde ve tüm EIB elemanları ile bağlantılı çalıştırılabilecek bir güvenlik ve ihbar sistemi oluşturulabilmektedir. Aydınlatma otomasyonu, ısıtma ve soğutma kumandası için kullanılan hareket detektörleri ve manyetik kontaklar aynı zamanda güvenlik amacıyla da değerlendirilmektedir.

Alarm durumunda sistem dahili veya harici ses ve/veya ışık verebilmekte, telekontrol ünitesi ile farklı alarm raporlarını önceden belirlenen üç ayrı telefonu arayarak ilgiliyi bilgilendirebilmektedir (Dimel).

5.1.5. Zamana Bağımlı İşlemler

Yıl bazında günlük, haftalık ve aylık programlama ile zamana bağımlı kumanda ve kontroller kolaylıkla uygulanabilmektedir (Dimel).

Günümüzde timer olarak bilinen bu kontrol sistemi ile de bahçe aydınlatması, sulaması, güvenlik (otomatik kilitleme), ev dışındayken güvenliği korumak için zaman bağlı farklı aydınlatma senaryolarını devreye alarak evde olduğu izlenimi verilebilir.

5.1.6. Hava Durumu

EIB sistemine dahil edilen hava istasyonundan alınacak; rüzgar şiddeti, yağmur, ısı, dış ve iç ışık bilgilerine bağımlı olarak; aydınlatma, ısıtma ve soğutma, panjur ve tente gibi motorlu kumandalar ve bahçe sulaması gibi özel kumanda işlevleri yerine getirilebilmektedir (Dimel).

5.1.7. Telekontrol

Uzaktan izleme ve kumanda amaçlı olarak sisteme dahil edilecek olan telekontrol cihazı ile sistemden durum raporu alınabileceği gibi açma/kapama ve durum değiştirme kumandaları verilebilmektedir. Aynı zamanda güvenlik amaçlı olarak cihaz oluşabilecek alarm durumunu otomatik olarak önceden belirlenen üç ayrı telefonu arayarak ilgiliyi bilgilendirmektedir (Dimel).

5.1.8. Görüntülü Bilgi ve Kumanda Panelleri

Sisteme ait bilgi ve alarm ikazları arzu edilen mahallerden info display'ler üzerinden yazılı ve sesli olarak algılanabilir. Ayrıca mini panel'ler üzerinden görüntülü olarak; sistemdeki çeşitli algılayıcılardan ortam şartlarına, diğer tüm modüllerden de o andaki durumlarına ait bilgiler alınabilir ve seçilecek maksimum 400 adet kumanda gönderilerek sistem cihazlarına uzaktan kumanda edilebilir. Kullanıcı ihtiyaçları ve yetki seviyelerine göre oluşturulacak Mimic panel'ler ile de sistemdeki cihazlardan durum bilgisi alınabilir ve tüm cihazlara ışıklı ve butonlu bir panel üzerinden kumanda edilebilir (Dimel).



Şekil 5.6 LCD kontrol paneli (ABB)

5.1.9. Diğer Otomasyon Sistemleri ile Uyum

EIB sistemi her çeşit otomasyon cihaz ve sistemleriyle uyum içerisinde çalışabilmektedir.

Sistemler arasında iletişim ve uyum EIB sisteminde kullanılan;

- 1-10 Volt alıcı/vericiler,
- Kontak tip alıcı ve röleler,
- 24/220 Volt alıcı ve röle modülleriyle sağlanmaktadır.

Burada en önemlisi diğer aydınlatma sistemleri ile de uyum içinde çalışabilmesidir. Özellikle son yıllarda sadece aydınlatma otomasyon sistemi olarak kullanılan DALI (Digital Addressable Lighting Interface – Dijital Adreslenebilir Aydınlatma Arayüzü) ile GE141 ara modülü ile bağlantı kurulabilmektedir. Bu konuda hakkındaki teknik bilgiler ilerideki bölümlerde daha detaylı olarak incelenecektir.

Bunun dışında; genel sistem içerisinde mevcut kazan, klima, asansör ve jeneratör gibi diğer cihaz ve sistemlerle EIB'nin izleme, kontrol ve kumanda entegrasyonu sağlanmaktadır. Sistem EIB; Radio Converter cihazı yardımı ile Radyo kontrol sistemi ile birlikte çalışabilmektedir. Ayrıca AMX ve BACnet gibi diğer protokollerle uyumludur. Örneğin; bir EIB arabirim bağlantısı ile AMX'e ait kumanda üzerinden aynı bölgedeki EIB fonksiyonuna da kumanda edilebilir (Dimel).

5.2. Radio Management – Radyo Kontrol

Sistemin en büyük avantajı kablosuz oluşudur. Dolayısıyla klasik sistemler ile yapılmış yerlerde ve mimarisi kablolamaya uygun olmayan yerlerde otomasyon istendiği takdirde ideal ve kolay çözümdür. Anahtarların şekli ve boyutu EIB anahtarlarından farksızdır. Ayırt edici özelliği altyapının kablosuz oluşu, klasik görünümlü anahtarlarda ise enerji kablosu cihaz üzerinden geçiş yapsa bile anahtar kapakları radyo alıcılı olduğundan anahtar üzerinden elle kumanda edilebildiği gibi uzaktan kumanda ile de kontrol mümkündür. Radyo frekans kontrolü olduğu için 100 metre yarıçaplı alanda istediğimiz yerden istediğimiz cihazı kumanda etmek mümkündür.

Programlama direkt cihaz üzerinden yapıldığından kısa bir eğitim ile daha sonra kullanıcının da sadece cihaz programlama düğmelerine basarak istediği programı yapması mümkündür.

Sistemde anahtar, PIR detektörler, on/off sensörler, uzaktan kumanda gibi kontrol üniteleri bulunmaktadır.

Sistem cihazları ile; flüoresan lambalar, kompakt flüoresanlar, 12V-24V halojen lambalar, enkandesan lambalar, panjur motorları, ısıtma vanaları kontrol edilebilmektedir. Aydınlatma kontrolünde on/off kumandanın yanı sıra dimmerli kumanda da yapılabilmektedir.

8 Farklı senaryo gurubu yapılabilir. EIB’de olduğu gibi tek tuşa basarak istenilen senaryo gerçekleştirilebilir.

Sınırsız sayıda cihaz kontrol edilebilmektedir. Sistem cihazlarıyla motorlu panjur ve ısıtma kontrolü yapılabilirle birlikte merkez kontrolör üzerinden de izleme yapılabilir (Biricik, 2003).

5.3. C – BUS

Altyapı olarak bütün cihazlar arasında CAT-5 cinsi tek bir kablonun dolaşması yeterlidir.

Sistem cihazları ile; floresan lambalar, kompakt floresanlar, 12V-24V halojen lambalar, enkandesan lambalar, ısıtma vanaları kontrol edilebilmektedir. Aydınlatma kontrolünde On/Off kumandanın yanı sıra dimmerli kumanda da yapılabilir.

Maksimum 2600 cihaz kontrol edilebilmektedir. Bilgisayar, touch panel, anahtarlar, sensörler, gün ışığı sensörü, timer ve uzaktan kumanda gibi kontrol üniteleri bulunmaktadır. Ayrıca bilgisayar üzerinden arıza raporu alınabilir.

- Sistemde 4-16 farklı senaryo programlaması yapılabilir.
- Bilgisayar ve dokunmatik (touch) panel üzerinden izleme ve kumanda yapılabilir.
- Sistem cihazları ile ısıtma ve güvenlik kontrolü de yapılabilir.

Sistemin ayırt edici diğer özellikleri açısından; bluetooth, televizyon, telefon sistemi uyumluluğu bulunmaktadır (Birick, 2003).

5.4. LUXMATE Dijital Aydınlatma Kontrol Sistemi

Gelişen teknolojiyle birlikte hızla açığa çıkmaya başlayan enerji sıkıntısı, diğer sektörlerde olduğu gibi, aydınlatma sektöründe de sayısı gittikçe artan çözüm sistemleriyle aşılmaya çalışılmaktadır. Bu sistemler arasında, yeni aydınlatma otomasyon sistemlerinden olan "Luxmate Lighting Management Systems", sadece enerji tasarrufu konusuyla değil, aynı zamanda konfor ve kullanım kolaylığı açısından da öne çıkmaktadır.

Dahili ve harici gün ışığı sensörleri ile gün ışığına bağlı çalışma, harekete veya zamana bağlı çalışma, zaman çevirimleri ile efekt yaratma, telefonla kumanda, hassas jaluzi kontrolleri, Luxmate sisteminin genel özellikleri arasında yer almaktadır.

Diğer aydınlatma sistemlerinde karışıklıklara yol açan "data hattında polarite" sorunu,

Luxmate Sistemi'nde yoktur. Yani data hattı kablosu bağlantılarında polaritenin önemi olmadığı için montaj yapan kişiye kolaylık olarak sunulmaktadır. Bunun yanı sıra data için kullanılan kablunun da ekranlı olmasına gerek yoktur.

Luxmate ışık kontrol sisteminin özelliklerini sıralayacak olursak;

- Luxmate ile, düşük enerji kullanılarak yüksek kalitede ışık akısı sağlanır ve ışık akısı %1-%100 aralığında dim edilebilmektedir.
- Şebeke gerilimindeki değişimlerden bağımsız olarak sabit ışık akısı sağlanır.
- 20 ayrı ışık senaryosunu kaydedebilme ve geri çağırabilme.
- İnsan gözünün hassasiyeti gözönüne alınarak dimmerleme gerçekleştirilir.
- Daylight sistemiyle %70'e varan enerji tasarrufu sağlanır.
- Herhangi bir harici kaynakla (anahtarlama-infrared-fotosel-bilgisayar-bina yönetim sistemi, potansiyometre, v.s.) dim edilebilir.
- Lamba ömrünü uzatır.
- Armatürlerden konum raporu alınabilir.
- Sade yapısı, enerji tasarrufu, kullanım kolaylığı ve konfor sistemin en önemli özellikleridir.

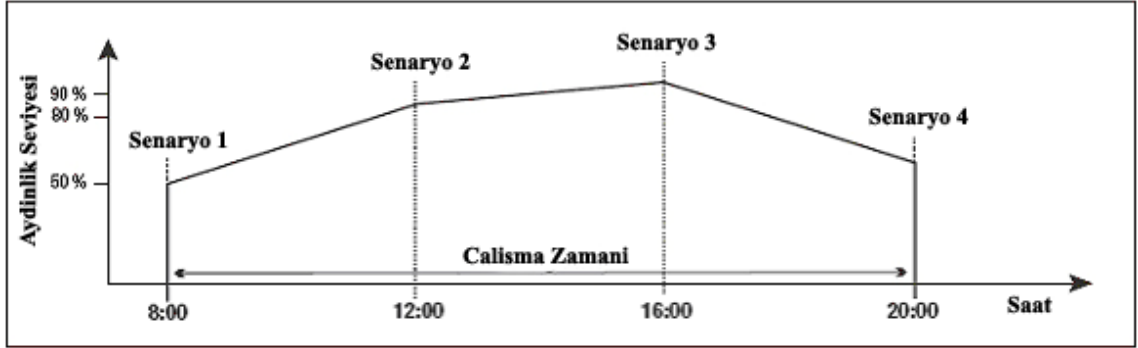
Birçok lamba tipinde, lambanın verdiği ışık akısı %1'lerden %100'lere kadar ayarlanabilir. Yani, mekandaki lambalarınızın adedi ve tipiyle oynamadan, mevcut lambalarınızla ihtiyaca bağlı olarak loş, istersek oldukça aydınlık bir ortam sağlayabilir. Bunun ayarını el ile yapabildiğiniz gibi, gün ışığına göre otomatik olarak da değiştirme imkanı vardır.

Mesela flüoresan lambaları analog kontrol ile dimmerleme yapmak bazı olumsuz koşullarda istenmeyen sonuçları da beraberinde getirmektedir. Örneğin uzun bir kablolama sonucu flüoresan armatüre ulaşan kontrol sinyalinde meydana gelen kayıplar ile tüm armatürlerde aynı ışık akısını elde etmek mümkün olmamaktaydı. Luxmate'in diğer sistemlere göre en büyük avantajı veri haberleşmesini dijital sinyallerle yapmasıdır. Bu sayede sistem elektromanyetik parazitlerden etkilenmemekte ve diğer analog kontrol sistemlerine göre mesafeye bağlı sinyal zayıflaması olmamaktadır.

Luxmate Sistemi, her mekanda 20 ayrı ışık senaryosunu kaydedebilme ve geri çağırabilme özelliği sayesinde özellikle konferans ve toplantı odalarında, evlerde kullanılabilir.

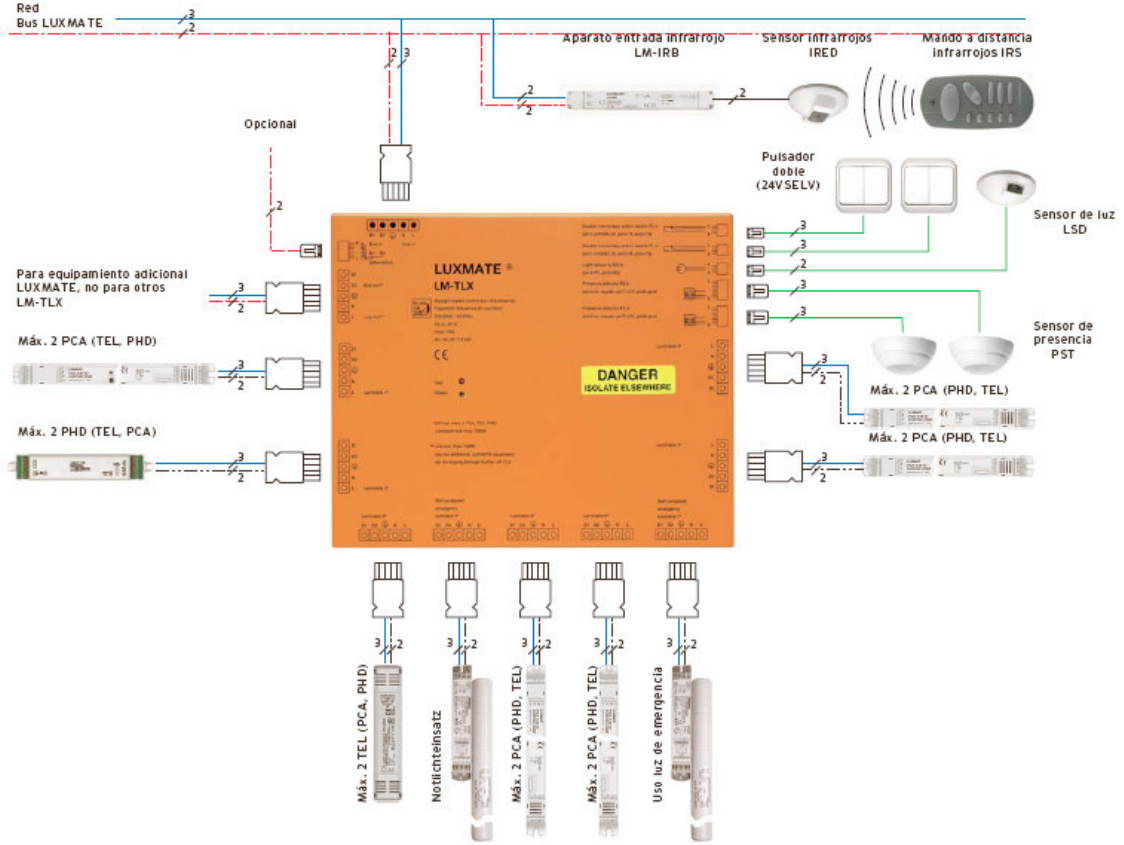
Timer ara birimleri sayesinde aydınlatma düzeyleri istenilen saatler arasında istenilen senaryolara otomatik olarak geçiş yapabilir. Ofislerde çalışma zamanları sabit olduğundan bu

özelliik sayesinde ögüle tatili, mesai bitiminde ve tatil günlerinde sistem önceden belirlenmiş senaryolar devreye girerek açık unutulmuş lambalar devre dışı bırakılmış olur. Ev kullanıcılarında ise bu durum daha çok evden uzaklaştıkları zamanlarda, evin güvenliğini sağlamak amacıyla, evde oldukları izlenimi yaratmak için kullanılmaktadır. Yani belli saatlerde belli senaryolar arası geçiş otomatik olarak sağlanarak evde yaşanan birileri var görünümünü sağlanabilir.



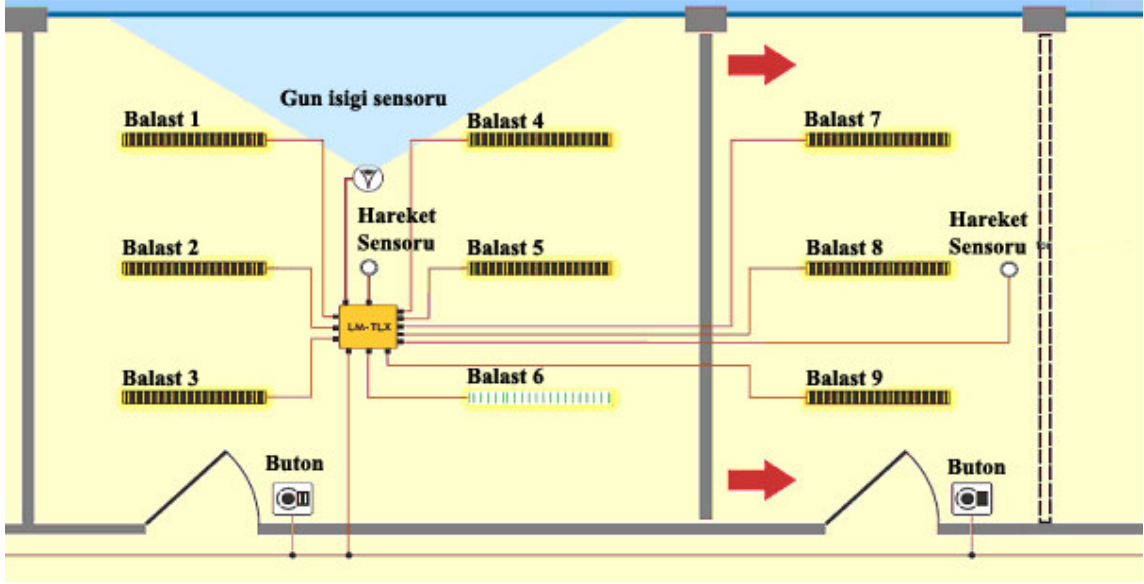
Şekil 5.7 Zaman saatiyle hazırlanmış bir senaryo

Sistem, piyasada bulunan normal adi/yaylı anahtarları kullanabildiği gibi çok fonksiyonlu kumanda panellerine de sahiptir. Luxmate Kontrol Panelleri, sistemin devreye alınmasında kullanılabilirdiği gibi mekanın aydınlık seviyesi, perde/ısı kontrollerini de yapmaya imkan tanımaktadır. Bu özelliik sayesinde kullanıcı her ayar değişikliğini kendi kaydedebilmektedir.

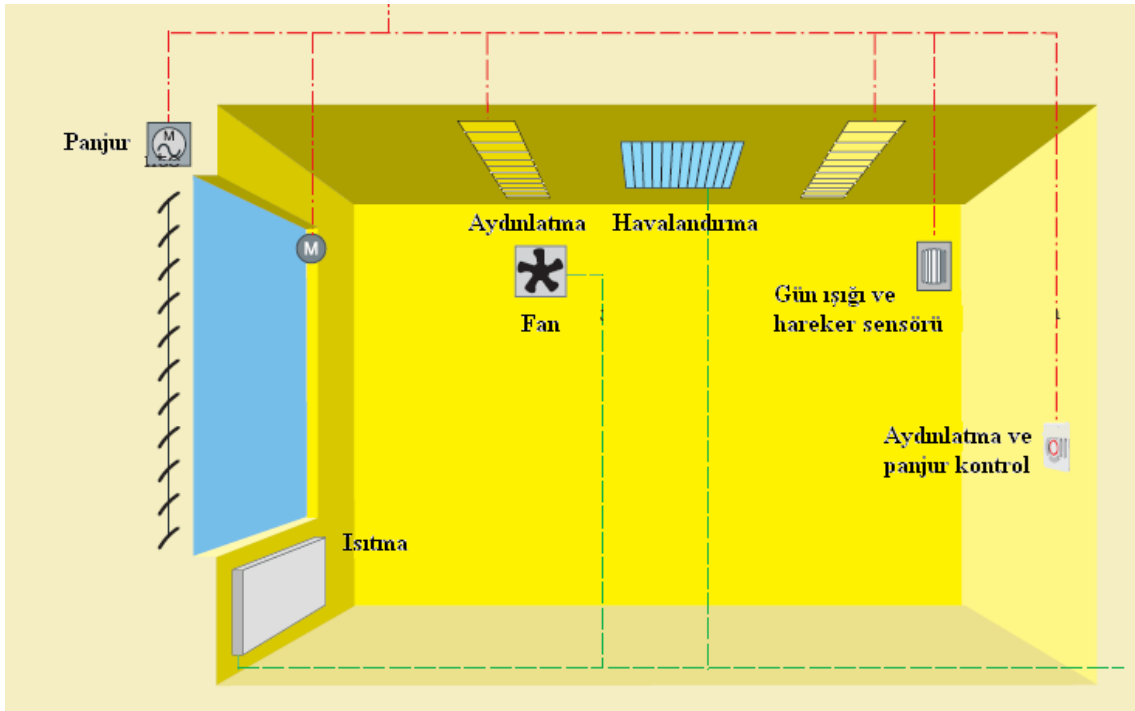


Şekil 5.8 Luxmate aydınlatma kontrol sistemi (Luxmate)

Luxmate sistemiyle, ofis içinde belli bölgelerde farklı aydınlatma düzeyleri, oda içinde kullanım amacına yönelik farklı sahneler yaratılabilmektedir. Çok daha komplike bir sistem olan Luxmate sistemi ile binalarda aydınlatma otomasyonu yapılabilmektedir. Tasarruf, kullanım kolaylığı ve konfor sistemin en önemli özelliklerindedir. Sistem PC, anahtar, sensör, timer, gün ışığı, uzaktan kumanda gibi elemanlarla (inputlarla) kontrol edilebilmektedir. Bu merkezlerden alınan veriler, çeşitli arabirimlerle dijital sinyalizasyon sistemine dönüştürülüp, çıktı olarak seçtiğimiz sistemleri istediğimiz şekilde yönlendirmektedir. Bu şekilde, flüoresan lambalar, kompakt flüoresanlar, 12V-24V halojen lambalar, enkandesan lambalar kontrol edilebilmekte, TV, müzik seti açılıp kapatılabilmekte, motorlu jaluzi veya perdeler, yaratılan sahnelendirmeye göre kontrol edilebilmektedir. Luxmate ile en basitten, en komplike detaylara kadar pek çok isteğe cevap veren sistemler oluşturulabilmektedir.



Şekil 5.9 Luxmate sisteminin ofis uygulaması (Luxmate)

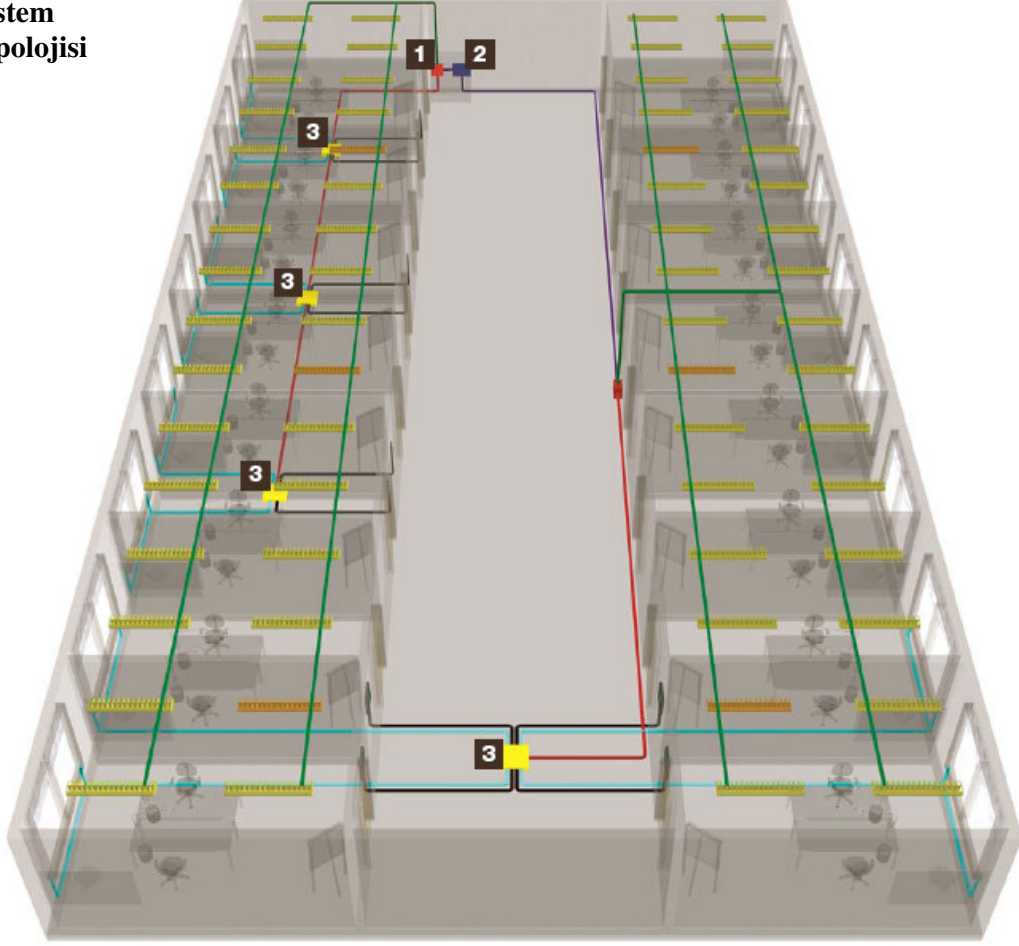


Şekil 5.10 Tek bir oda için otomatik kontrol (Luxmate)

Luxmate sistemini kullanırken sağlayabileceğimiz imkanlar teorik olarak sınırsızdır. Armatürün ışık şiddetini, dahili ve harici gün ışığı sensörünün algıladığı aydınlık seviyesi ile ayarlayıp günün her saatinde çalışma masaları üzerinde sabit bir aydınlık seviyesi

sağlanabilir. Yada sisteme bağlayacağınız bir hareket sensörü ile sadece oda içine bir çalışan girdiğinde ışık yanacak ve böylece odaya her giriş ve çıkışlarda, açma kapama düğmesine ulaşmak zorunda kalınmayacaktır. Timer ile istenilen zaman aralıklarında armatürlerin otomatik olarak açılıp/kapanması, dimmerlenebilmesi, tek tuşla jaluzilerinizin kapanıp slayt perdesinin inmesi ve ışıkların kapanması gibi örnekleri çoğaltarak vermek mümkündür.

Sistem topolojisi



Şekil 5.11 Bir kat planı üzerinde Luxmate topolojisi (Luxmate)



Şekil 5.12 Genel olarak bir Luxmate sisteminde kullanılan ara elemanlar (Luxmate)

- 1) TCP/IP yoluyla alan düzeyinde bağlantı için arabirimi
- 2) Luxmate sistemin ana parçası, otomatik aydınlatma kontrol ara birimi
- 3) Tavan içine yerleştirilen ve lambaların sistem bağlantılarını gerçekleştiren ara birimi

Luxmate Sistemi, A/V Sistemler ve Bina Otomasyon Sistemleri (BMS) ile en kolay şekilde haberleşebilecek yapıya sahiptir. Diğer otomasyon sistemlerinden gönderilecek ASCII karakterli komutlar Luxmate Sistemine kumanda için yeterli olacaktır.

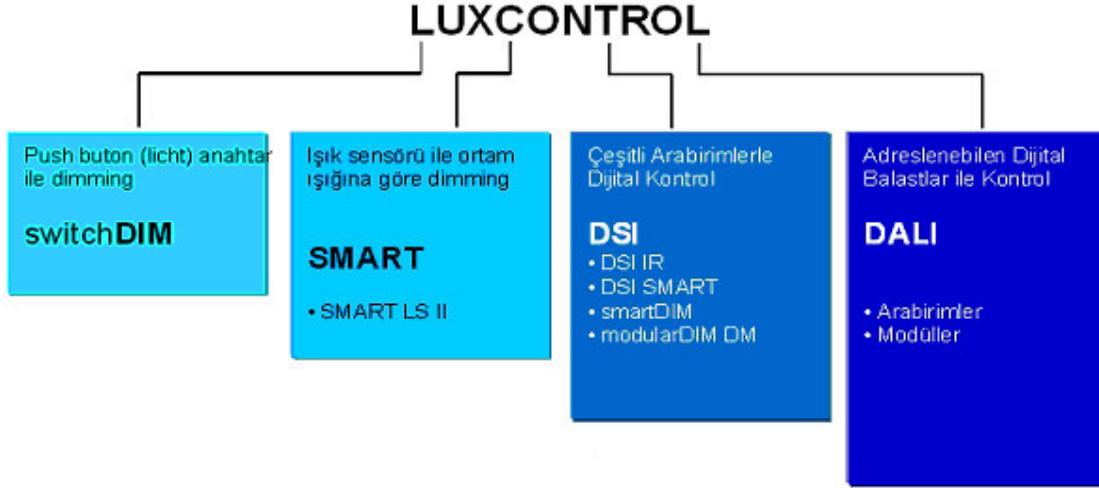
Ama sistemin esas ilgi çekici yönü, hiç kuşkusuz, ekonomiklik ve tasarrufa yönelik çalışma anlayışıdır. Yaz-kış, bulutlu havada, güneşli havada, oda ışığımızı her açtığımızda aynı ışık şiddetini almak, sadece savurganlık değil, aynı zamanda milli servetlerimizin de boşa harcanmaması anlamına gelmektedir (Lamp83, 2003; Göksu, 2002).

5.5. Lux Kontrol – Dimmer Sistemleri

Bu otomasyon sistemi aydınlatma otomasyon sisteminin temeli oluşturmaktadır. Bu sistem ile birlikte ilk olarak aydınlatma otomasyonuna adım atılmış ve zaman içinde büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Aydınlatma otomasyonuna ilk adım 1-10V sistemleriyle atılmış daha sonra, switch – dim, smart gibi sistemler ile genel anlamda analog sistemlerin temeli oluşturulmuştur. Daha sonra gelişen bina otomasyon sistemlerinden esinlenerek ilk önce DSI ve en son teknolojik sistemlerin kullanılması ile daha çok tek bir oda için kurulumu daha kolay olan DALI dijital sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Dijital sistemlerin çalışma prensibi; tüm kontrol eden ve edilen aygıtların tek bir veri yolu (network) üzerinden birbirleriyle haberleşmesine dayanmaktadır.

- 0-10V ve açma/kapama sinyali gibi uyumlu diğer sistemler çalıştırılabilmektedir.
- Sınırsız cihaz kontrolü mümkündür.
- Sistem cihazları ile; flüoresan lambalar, kompakt flüoresanlar, 12V-24V halojen lambalar, enkandesan lambalar kumanda edilebilmektedir.
- Sistem kumandası türüne göre cihaz üzerinden (potansiyometreli) veya 1’li, 2’li, 3’lü, 4’lü, 6’lı ve 10’lu kumanda panelleri ile farklı yerlerden kumanda edilebilmektedir.
- Merkezi bir yerden mimic panel üzerinden izleme ve kumanda yapılabilmektedir.
- Cihazların programlaması direkt cihaz üzerinden yapılabilmektedir.
- Sistemde 4-8 farklı senaryo programlaması yapılabilmektedir.
- 0-10V, EIB ve C-BUS protokolleri ile uyumlu çalışabilmektedir (Birick, 2003).

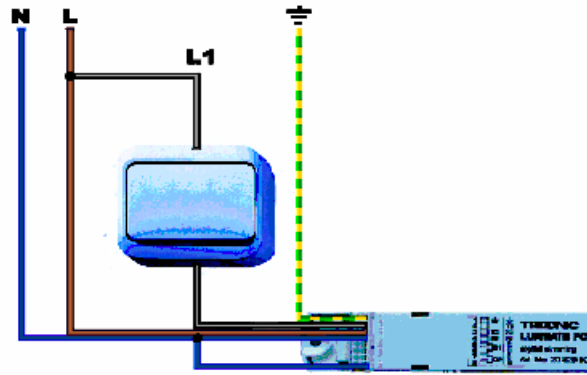
Lux kontrol sisteminin gelişimini adım adım inceleyecek olursak;



Şekil 5.13 Lux kontrol sisteminin genel görünümü (Tridonic)

5.5.1. Switch Dim

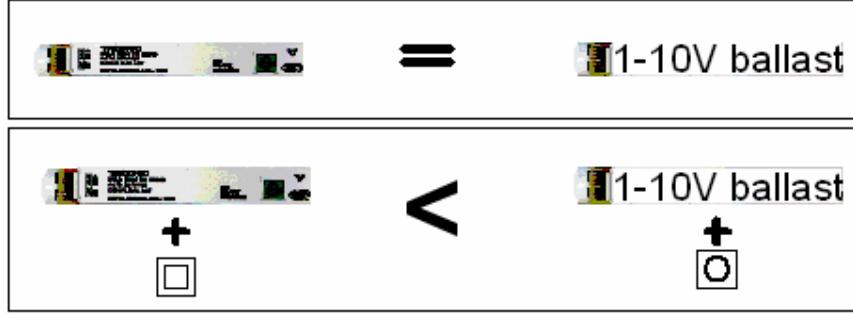
Standart bir push buton (licht) yani bas-çek anahtar ile dimleme yapılabilen en basit lux kontrol sistemidir. Eco (DSI) ve Excel (DALI) uyumlu tüm balastlarda bu sistem; uygun balast bağlantı noktalarının kullanımı ile sağlanabilir. Basit tesisat yapısı ile küçük ölçekli mekanlarda kullanımı son derece yaygındır (Tridonic, 2003).



Şekil 5.14 Switch dim (Tridonic)

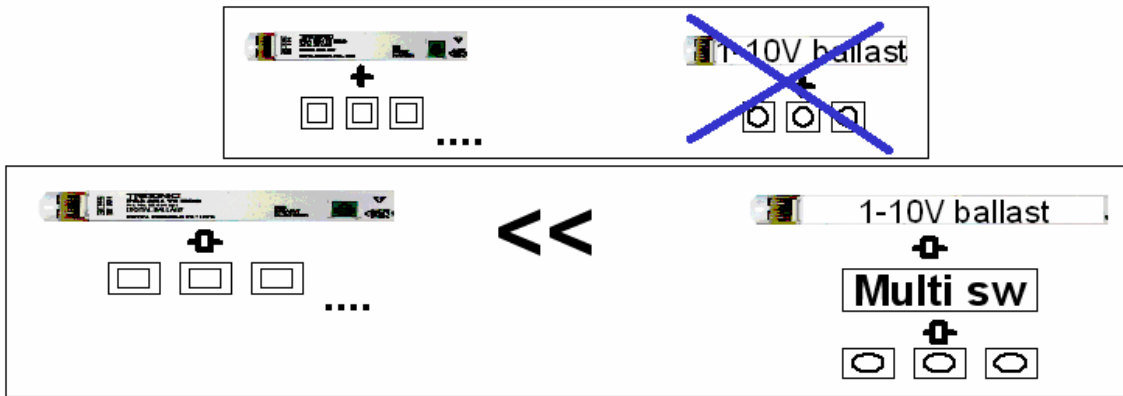
Switch dim'in 1-10V Kontrolüne göre üstünlüklerine bakacak olursak;

- Balast fiyatları birbirine eşit olmasına rağmen; 1-10V sistemlerde kontrol için röle kullanmak push buton kullanmaktan daha pahalıya mal olur.



Şekil 5.15 Switch dim ve 1-10V sisteminin kontrolü arasındaki fark (Tridonic)

- 1-10 V Sistemde, çok yerden kontrol için ilave ünite gerekir. Halbuki switch dim de, istediğiniz sayıda push anahtarı paralel bağlayabiliriz.



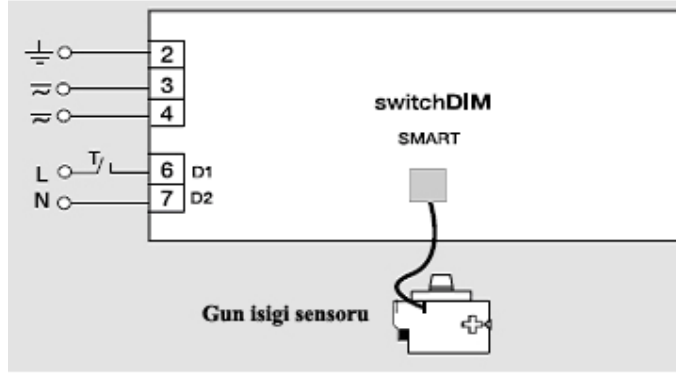
Şekil 5.16 Switch dim ve 1-10V sistemin çok yerden kontrolü arasındaki fark (Tridonic)

5.5.2. Smart

Bu dimmerleme sisteminin en büyük özelliği gün ışığı sensörü yardımıyla otomatik olarak lux kontrolünü yapabilmesidir. Çalışma alanında sabit aydınlık düzeyi istenildiği durumlarda bu sistem en ekonomik ve pratik çözümdür. Gün ışığı sensörünün istenilen aydınlık şiddetine göre ayarlanmasının yapılması yeterli olacaktır. Bu sistemin özelliklerini sıralayacak olursak;

- Küçük ve kullanışlı sensörler.
- Eco (DSI) ve Excel (DALI) balastlara monte edilebilir.
- Basit montaj.

- Switch dim ile birlikte kullanıldığı gibi, DSI ve DALI sistemleri ile de kullanılabilir.



Şekil 5.17 Smart ile switch dim'in bir arada kullanımı (Tridonic)

- %30'lara varan enerji tasarrufu sağlar.
- Ortam ışığına göre otomatik dimleme yapabilir (Tridonic, 2003).

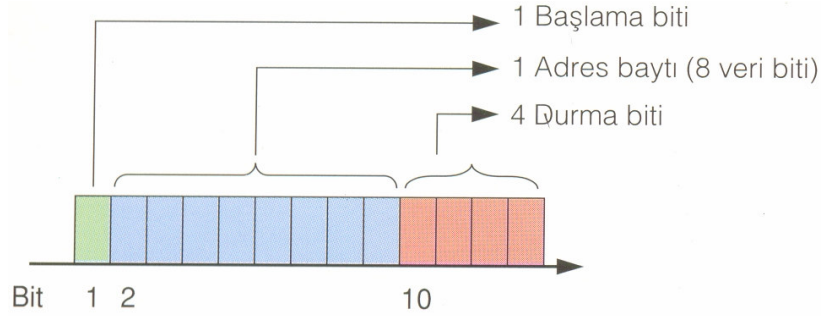


Şekil 5.18 Smart lux kontrol sistemi (Tridonic)

5.5.3. DSI

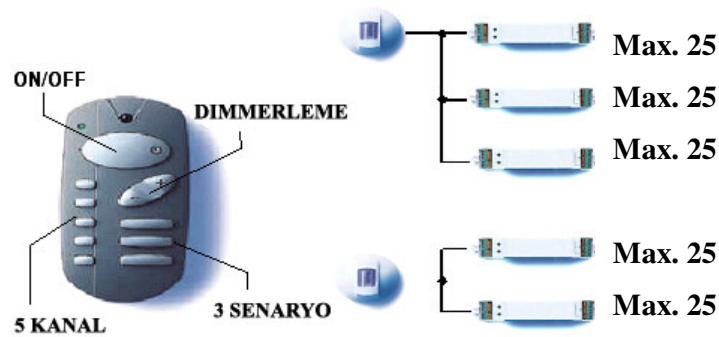
Bu aydınlatma otomasyon sistemi daha geniş çaplı projelerde yaşanan sıkıntıları gidermek için TRIDONIC firması tarafından geliştirilmiş ve aynı Luxmate sistemi gibi dijital bir haberleşme ağı ile oluşturulmuştur. Kendi içinde kullanım amaçlarına göre çeşitli modüllere sahip olan bu sistemin genel özelliklerine bakacak olursak;

- Kontrol çeşitlerine göre farklı arabirimleri mevcuttur.
- Balastların kontrolünde Dijital Haberleşme kullanılır.
- Dijital sinyallerle haberleşmenin avantajı; elektromanyetik etkilerden etkilenmezler. Böylece her zaman doğru ve hatasız kontrol imkanı sağlar.
- Tüm sistemde aynı ışık akısı elde edilir.
- Konum raporu alınabilir.
- Dijital dim universaldır; çeşitli şekilde dim edilebilir.
- EIB, LON/S bina kontrol sistemleriyle ve DALI sistemi ile uyumludur.



Şekil 5.19 DSI sinyali

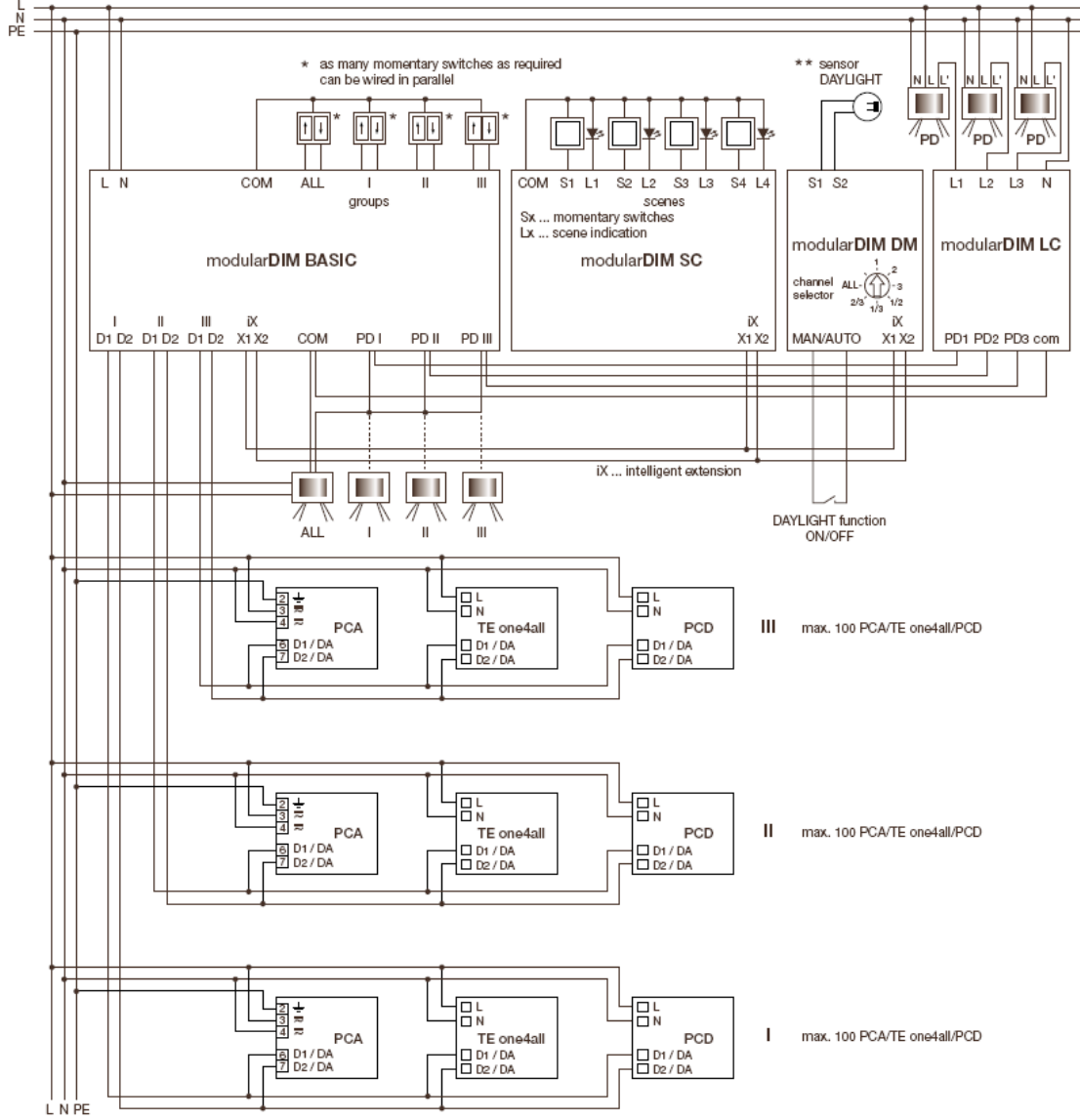
Gelişen bu teknoloji sayesinde; istenilen aydınlık düzeyleri kaydedilip, daha sonra kullanılmak üzere saklanması mümkün olmaktadır ve bu kullanıcıya çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu senaryolar özellikle konferans salonları aydınlatmasında aranan en önemli özelliklerden biri haline almıştır. Kullanıcıların her geçen gün artan konfor isteği karşısında aydınlatma sistemleri içinde uzaktan kumanda ara birimleri tasarlanmıştır. DSI IR uzaktan kumanda ara birimi IRED (infrared alıcı) ve IRS (infrared gönderici) kısımlarından oluşmaktadır.



Şekil 5.20 DSI uzaktan kumanda ara birimi

Özellikler içinde bahsettiğimiz gibi kontrol çeşitlerine göre farklı ara birimleri mevcuttur.

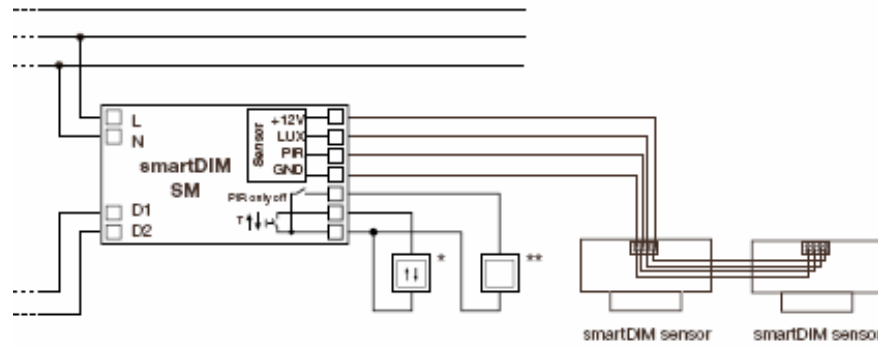
- MODULER DIM BASIC: push-buton yaylı anahtarlar, 3 grubu kontrol eder. Hareket sensörü eklenebilir.
- MODULER DIM SC: 4 farklı senaryo için sisteme eklenecek modüldür.
- MODULER DIM DM: 3 grubun gün ışığı sensörü ile kontrolünü sağlayan modüldür.
- DAYLIGHT sensör



Şekil 5.21 MODULER DIM ünitesi (Tridonic)

Ayrıca smart lux kontrol ünitesinin DSI sistemi için geliştirilen ara birimleri ile hem genel bir aydınlatma otomasyonuna uygun hem de gerektiğinde lokal kullanıcılar için yeni bir çözüm sunulmuş olmaktadır.

- DSI SMART : Infrared alıcı, hareket sensörü, arabirim
- DSI SMART PROGRAMER : Işık seviyesi, açma zamanı, hareket sensörü, başlama gibi kriterlerin seçilip hafızaya kaydedilmesini sağlar.
- DSI SMART CONTROLLER : Uzaktan kumanda. Küçük ofislerin çok yönlü ışık kontrolüne uygundur
- smartDIM SM: Anahtarla kontrol, ışık sensörü ve hareket sensörü eklenebilir.



Şekil 5.22 Smart DIM SM kontrol sistemi (Tridonic)

- smart DIM sensör.
- %70 Enerji tasarrufu sağlar (Tridonic, 2003).

Tabii ki böyle bir sistemi kurmak için en kolay yöntem bilgisayar programlarından yararlanmaktır. Hemen hemen tüm dijital haberleşme protokolüne dayanan otomasyon sistemleri için kendi yazılım programları mevcuttur. DSI sisteminin bilgisayar programı sayesinde aydınlatma otomasyonunda kullanılan arabirim elemanları (Moduler Dim Basic, Moduler Dim Sc v.s.), balastlar, anahtarlama elemanları, senaryolar ve gruplamalar kolayca yapılabilmektedir. Ayrıca kurulum aşamasından sonra sisteme kullanıcılar bilgisayarlarından da müdahale edebilme imkanları vardır. Ofislerde kullanıcılar bilgisayar bağlantı modülü ile RS232 portu üzerinden sisteme bağlanabilmekte, aydınlatma sisteminin tüm özelliklerini görerek istedikleri şekilde açma-kapama, dimleme, senaryo ve grup değişikliklerini yapabilmektedirler.

Fakat görüldüğü gibi DSI sistemlerde ara birimlerin özellikleri kısıtlıdır. Mesela Moduler Dim SC arabirimi sadece 4 senaryo yapabilme özelliğine sahiptir. Eğer 4'ten fazla senaryo

yapılmak istenirse, bunun için bir tane daha bu arabirimden almamız gerekmektedir. Yukarıda Moduler Dim ünitesi şeklinden de görüleceği gibi yeni bir arabirim eklenmesi ile elektriksel tesisatta karışıklılığa yol açabilmektedir. Bu yüzden bir çok aydınlatma otomasyonu yapan firma bir araya gelerek, ortak bir çatı altında oluşturdukları elektriksel tesisatı basit ve değişikliklere karşı daha esnek olan DALI arayüzünü kurmuşlardır.

6. DALI – DİJİTAL ADRESLENEBİLİR AYDINLATMA ARAYÜZÜ

Modern aydınlatma teknolojisinde talepler her geçen gün artmaktadır. Geçmişte aydınlatma sadece görsel bir ışık sağlamak aracı olarak düşünülmekteydi. Günümüzde ise rahatlık, konfor, pratiklik ve enerji tasarrufu konularında içine alan geniş bir konu halini almıştır. Kullanılan basit (aç-kapa) anahtarlama elemanları, dimmerleme anahtarları ve kullanılan elektrik tesisatları bu yeni özelliklere cevap vermekte yetersiz kalmıştır. Analog kontrol sistemleri örneğin 1-10V gibi, bize ne bir esneklik ne de bireysel olarak armatür kaynaklarını kontrol etmemizi sağlayamamaktadır. Bu mevcut bir sistemin ileride genişletilmesini zorlaştırır. 1980’li yılların başında geliştirilen veri yolu (bus hattı) sistemleri ile bina otomasyon sistemlerinde dijital haberleşme teknolojisi kullanılmaya başlanmış ve günümüze kadar büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Teknik ünitenin yüksek pratikliği, verimliliği ve esnekliği sayesinde kontrol üniteleri ve kontrol edilen birimler arasında iletişim kopukluğu ortadan kaldırılmıştır (DALI AG, 2001).

Aydınlatma sisteminde haberleşme protokolü için kullanılan dijital ve analog teknikleri karşılaştırılırsa:

Dijital teknik için;

- Gelişmeye açıktır, istenildiğinde yeni modüller eklenebilir.
- Sistemdeki tüm lambalarda aynı ışık akısı oluşur. Kontrol hattı üzerinde kayıplar ulaşmaz.
- Armatürlerden konum raporu alınabilir.
- Sade yapısı ile kullanım kolaylığı sağlar.
- Kontrol hattının polaritesi yoktur ve tesisatı kolaydır.
- Elektromanyetik alan arızalarına karşı yüksek direnç sağlar.

Analog teknik için;

- Farklı ışık akısı oluşabilir.
- Lamba arızaları bildirilemez.
- Özel elektrik malzemesi gerekir. (Ekranlı kablo,..vs)
- + ve – kontrol hatlarının polaritesi önemlidir, karıştırılmaması gerekir. Bu durum tesisat zorlukları getirir.
- Şebeke hattı ile kontrol hattı mümkün olduğu kadar ayrılmalı ve izole edilmelidir (Çalbaş, 2002b, 2003).

Sonuç olarak analog sistemler kullanılan ekipmanların piyasadan temini, istenilen özellikler ve kurulumu teknik elemanlarca yapılması gerektiğinden zahmetlidir. Bunun yanında doğabilecek eksikliklerde zaman ve maddi kayıplara yol açabilir.



Şekil 6.1. Esneklik ve maliyet bakımından DALI'nın yeri (Osram)

Bu eksikliklere dayanarak, dijital haberleşme ağını temel alan yeni bir aydınlatma otomasyonu geliştirilmiştir. Aydınlatma firmalarının (ABB, OSRAM, PHILIPS, TRIDONIC vs.) bir araya gelerek ortak bir protokol altında DALI – Dijital Adreslenebilir Aydınlatma Arayüzü tanımlanmıştır. Buradaki amaç düşük maliyet ve kolay kurulumdur. Bu pratikleştirilen sistem, karmaşık bina otomasyon sistemlerine karşı bir adım öne geçmiştir. Kumanda belirtilmiş sinyal kodları sayesinde gerçekleştirilir. DALI sistemi; uygulanması ve kullanımı kolay, pratik ve verim bakımından uygundur. DALI sistemini bina otomasyon sistemlerine entegre etmek mümkündür. Bunun için uygun arabirimleri ve bilgisayar programlarından faydalanmak gerekmektedir.

Günümüzdeki 1-10V sistemi elektronik dimmerlenebilen balastların en temel standardıdır. DALI'de aydınlatma sektöründe yeni bir ortak standart olarak tasarlanmıştır. Basitliği ve esnekliği sayesinde analog sistemlerin zaman içinde yerini alacaktır (DALI AG, 2001).

6.1. Niçin DALI?

DALI ismi Digital Addressable Lighting Interface kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. Farklı aydınlatma şirketlerinin bir araya gelerek, ortak bir protokol çerçevesinde geliştirilen geniş bir ürün yelpazesine sahiptir.

DALI arayüzü için IEC-60929 standardı tanımlanmıştır. Bu sistem ile günümüzdeki aydınlatma sistemlerinde istenen; esneklik, basitlik ve geliştirilebilirlik özelliklerine çözüm sağlanabilir.

Sistemde kullanılan ekipmanların montajı ve elektrik tesisatı olabildiğince basitleştirilmiştir. Kullanılan ekipmanlar arasındaki haberleşme, olabildiğince basit ve serbest bir şekilde yerel bir hat üzerinden sağlanmaktadır. Elektrik tesisatında kullanılan kablonun herhangi bir özelliğinin ve sinyal yansımalarını önleyici ekranlamaya gerek duyulmamaktadır. Görüldüğü gibi sistemin en büyük özelliği çözüm aşamasında en basit, en esnek, en pratik olan sistemi sağlamak ve gelecekte sistem üzerinde değişikliklere açık olmasıdır.

Ortak bir protokole dayandığı için kullanılan sistem elemanlarının hepsinin aynı firmanın ürünü olmasına gerek yoktur. Üzerinde DALI simgesi bulunan her ünite sistem tarafından hemen tanınır ve sisteme hemen adapte olur (DALI AG, 2001).

6.2. DALI'nın Avantajları

Sistemin bize sağladığı faydaları sıralayacak olursak;

- Anahtarlama ve dimmerleme basit devrelerle yapılır.
- Dimmerleme işlemi süresi istenilen değerlere getirilebilir.
- Dimmerleme insan gözü hasiyetine uygun olarak yapılmaktadır.
- Gelişmeye açıktır, istenildiğinde yeni modüller eklenebilir, esneklik.
- Besleme hattından bağımsız kontrol sayesinde besleme hattından ayrı kontrol edilir, böylece eski ve yeni tüm tesisatlara uyumludur.
- Tesisat bağlantılarında kablo uçlarının polaritesi önemli değildir.
- Basit veri yapısı sayesinde veri yolunda herhangi bir karışıklık olmaz. Veri yolunda kayıplar oluşmaz.
- Kontrol elemanları otomatik olarak algılanır.
- Armatürleri tek başına yada grup halinde yönetmek mümkündür.
- Bir senaryo çağrıldığında tüm birimleri eş zamanlı ve otomatik olarak ayarlanması.
- Bireysel adresleme, grup atama, senaryo çağırma ve zamana bağlı görevleri yerine getirebilir.
- Uzaktan (IR) kumanda, PIR (Passive IR) kontrol, gün ışığı sensörü ile kontrol edilebilir.
- Tüm ünitelerin durum bilgisi alınabilir.
- Acil durum aydınlatma sistemleri ile uyumludur.

- Besleme gerilimini açıp kapatmaya gerek yoktur.
- 1-10V sistemlerine göre daha düşük maliyet daha yüksek özellikler sağlar (Çalbaş, 2002b, DALI AG, 2001).

DALI ile;

- Maksimum 64 adres (balast) bağlanabilir.
- Maksimum 16 grup yapılabilir.
- Maksimum 16 senaryo kaydedilebilir.

Sistemin kurulumu ve tanımlanması yazılım sayesinde kolayca gerçekleştirilebilir. Merkezi bir yerden tüm sistemdeki elemanların özellikleri bu sayede tanımlanabilir ve görülebilir. Mesela,

- Bireysel adresi,
- Grup durumu,
- Senaryo durumu,
- Dimleme süresi,
- Acil durumda aydınlatma seviyesi.

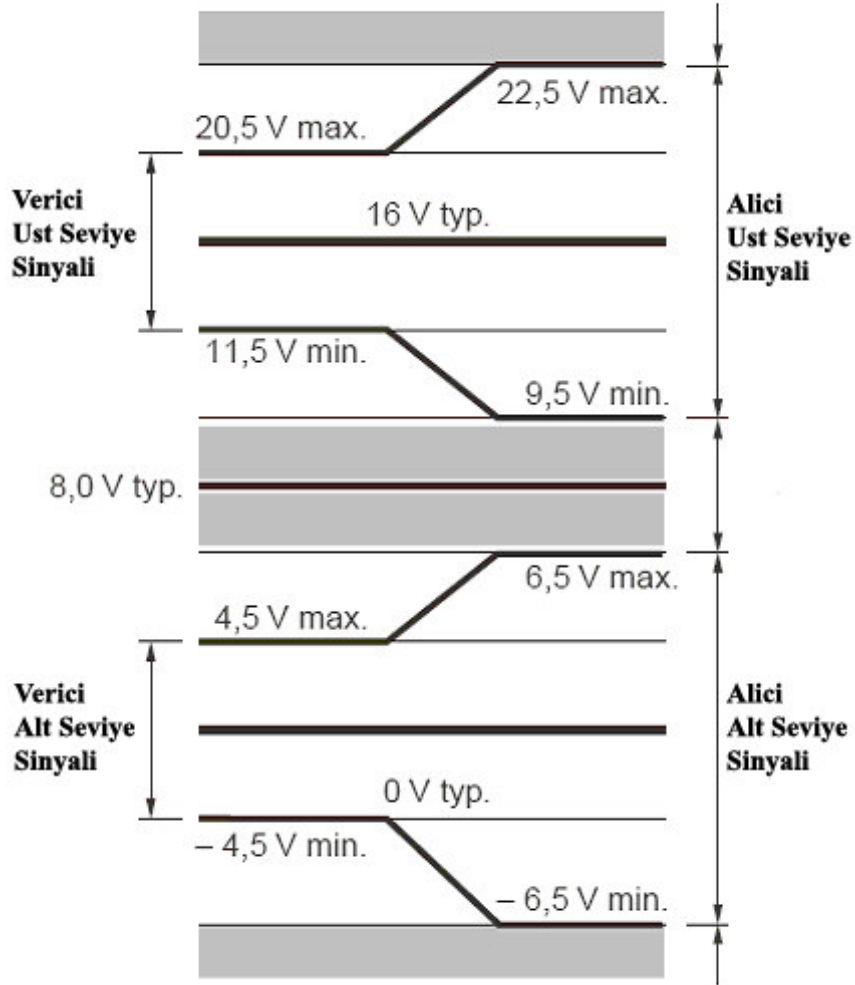
DALI, geleneksel 1-10V sistemlerinde ki eksiklikleri gidermektedir. Bunun dışında, bu sistem ile günümüzdeki akıllı binaların aydınlatma otomasyonlarında daha esnek ve kolay çözümler üretilebilmektedir.

6.3. Sistemin Genel Özellikleri

Dijital haberleşme sinyali için IEC’de tanımlanmış bir standart mevcuttur. Sistem için kullanılan arayüz, genişletilebilir bir aydınlatma otomasyonu için uygundur. 1-10V ve analog sistemler farklı farklı aydınlatma elektronik üreticilerinin sensör ve elemanlarıyla uyumlu çalışabilirler. Fakat 1-10V armatürlerin bireysel adreslemeye izin vermez. Sonuç olarak, tüm aydınlatma ekipmanlarına adres verebilmenin yolu DALI sistemidir. Üstelik tüm lambaların ışık akısı standartlaştırılmış arayüz sinyaline bağlıdır. Diğer bir dezavantaj ise arayüz ile yapılabilen tüm kontroller, 1-10V sistemlerindeki anahtarlar ile yapılamaz. Mesela 1-10V sistemindeki bir elemanı sistemden ayırmak için besleme hattından ayırmak gerekmektedir. Aynı elemanı DALI sisteminde arayüzü kullanarak bağlı olduğu adresi kapalı duruma getirmek yeterlidir.

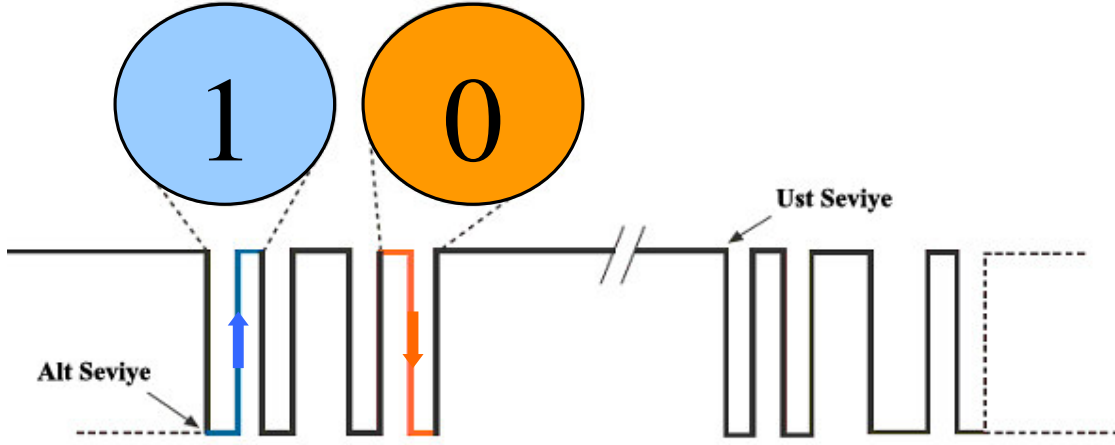
Dijital arayüzün özellikleri;

- **IEC 60929 standardı:** Sistemin tüm özellikleri tanımlandığı için farklı üreticiler tarafında bu standarda uygun elemanlar üretilebilir. AG DALI tarafından hazırlanan standarda tüm imalatçı firmaların uyması gerekir. Bu standardın amacı, DALI ürünü imalatçıların tüm elemanlarının birbiri ile sorunsuz olarak çalışması için bir garanti olarak görülmektedir.
- **Etkili veri transfer oranı (1.200 bit/sn):** Sistemdeki veri akışında karışıklık olmadan akması sağlanır. Alçak düzey arayüz gerilim alt sınırı 0 volt (-4,5V ile +4,5V), yüksek düzey arayüz gerilim alt sınırı 16 volt (9,5V ile 22,5V)'dur. Alıcı ile verici arasındaki sinyalde 2V'luk gerilim düşümü makul olarak kabul edilir.



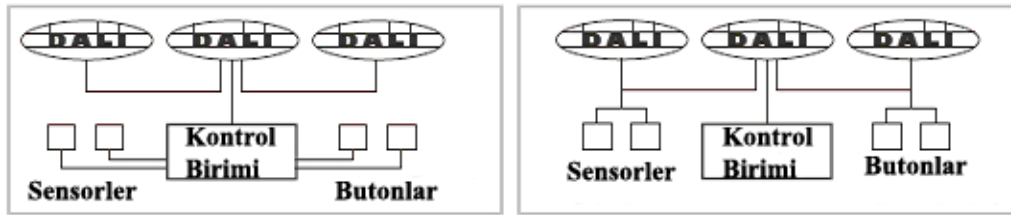
Şekil 6.2 Gerilim değerleri (DALI AG)

- **Data kodlaması:** Veri transferinde Manchester kodlama kullanılmıştır. Yükselen kenar “1” mantığını ima eder, düşen kenarda “0” mantığını ima eder.



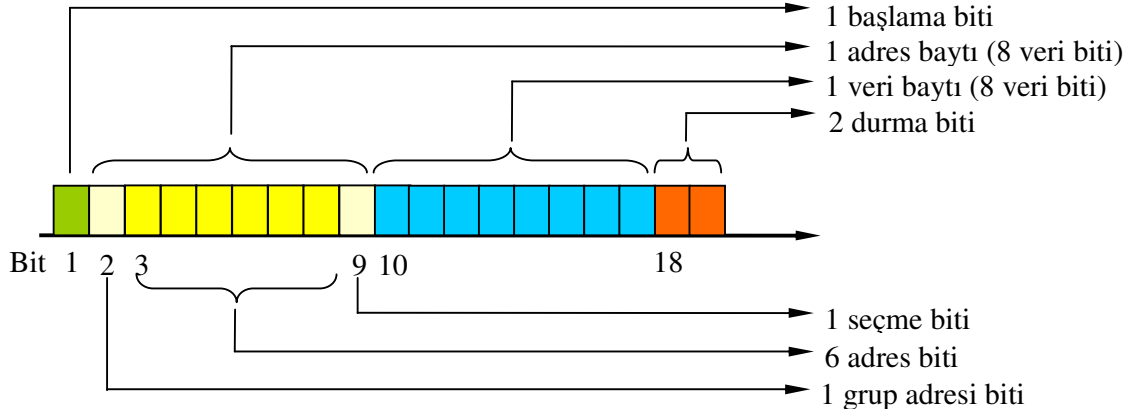
Şekil 6.3 Manchester kodu ile sinyal gönderimi (Osram)

- **Maksimum akım:** Merkezi bus hattını besleyen güç kaynağı çıkış akım değeri 250 mA'dir. Örneğin bus hattına bağlanan bir balast maksimum 2 mA, kumanda butonu 10 mA tüketebilir. O yüzden kullanılan tüm ekipmanların güç kaynağından çekeceği toplam akım önemlidir.
- Kontrol eden ve kontrol edilen ürünlerin bağlantıları farklılık gösterebilir. Bunun sebebi kontrol eden sistemlerin kendi arasındaki haberleşmenin DALI protokolü zorunluluğunun olmamasıdır. Önemli olan DALI balastlara gelen sinyalin DALI protokolü olmasıdır. Bu yüzden her firma kendi ihtiyaçları doğrultusunda kontrol üniteleri arası farklı bir haberleşme kullanabilir. Mesela Osram firmasında sensörler, butonlar ve uzaktan kumanda birimleri kendi aralarında haberleşmektedirler ve komutlar bir kontrol elemanında toplamakta, oradan da balastlar DALI protokolü ile kontrol edilmektedir.



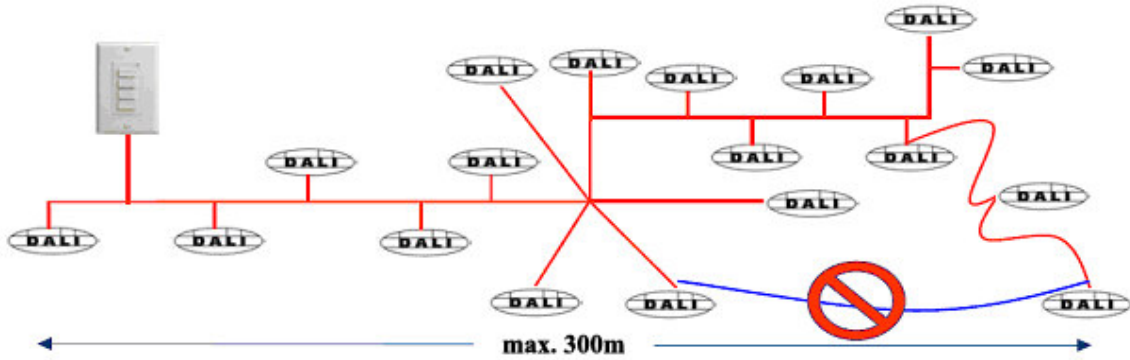
Şekil 6.4 Kontrol birimleri bağlantı şekilleri (DALI AG)

- DALI sinyali armatürlerin adresini, durum bilgisi ve çeşitli ayarlanabilir değişkenler (dim etme değeri, dim etme süresi v.b.) sağlayan 19 bitlik veriyi içerir.



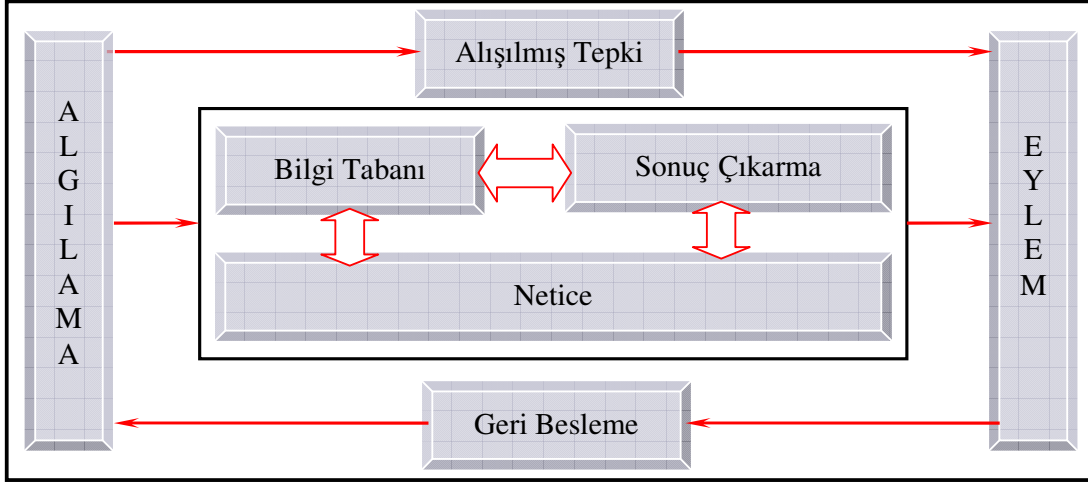
Şekil 6.5 DALI sinyal yapısı (Tridonic)

- DALI veri yolu max. 300m. olmalıdır. Bu mesafe içinde veri yolundaki 2V'luk gerilim düşümü sinyal işlemede bir sorun çıkarmamaktadır. Bağlantı topolojisi farklı şekillerde olabilir fakat kapalı döngüler oluşmamasına dikkat edilmelidir.



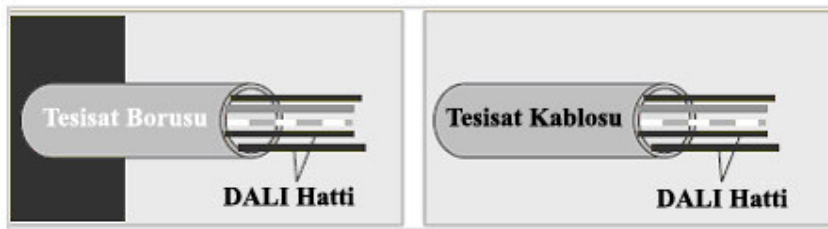
Şekil 6.6 DALI veri yolu bağlantısı

- **Sistemin limiti:** Bireysel adrese sahip maksimum 64 elemandan bir sistem oluşturulabilir.
- **Senaryo:** Maksimum 16 tane senaryo kaydedilip, ihtiyaca bağlı olarak geri çağrılabilir.
- **Grup :** Maksimum 16 grup oluşturulabilir. Gruplar tek başlarına kontrol edilebilir. Bir balast birden fazla gruba ait olabilir.
- Tüm gruplama , senaryo ve adres bilgileri balastların içinde depolanır. Balast kara verme mekanizmasıdır. Gelen sinyali değerlendirerek yapması gerekeni bilgi tabanından kontrol ederek bir neticeye varır ve bunu eyleme dönüştürür.



Şekil 6.7 DALI balast karar verme akış diyagramı

- **Kolay kurulum:** Sistemin kurulumu ve kullanımı son derece basittir. Pratik montaj ile kurulum diğer otomasyon sistemlerine göre çok basittir. Ayrıca kullanıcı tarafından sistem içindeki senaryo, grup ve görev değişikliği hiçbir montaj değişikliği gerektirmeden bilgisayar üzerinden kolayca değiştirilir. Mesela ofis odalarında ara duvarların açılması veya kapatılması gibi durumlarda hiçbir tesisat değişikliğine gerek duyulmamaktadır.
- **Kablo Özelliği:** Veri hattında kullanılan kablo özel bir yapıya sahip değildir. Besleme kablosu ile yan yana olabileceği gibi, ortak bir kılıf içinde beş damarlı bir kablo ile hem besleme hem de veri hattı için kullanılabilir.



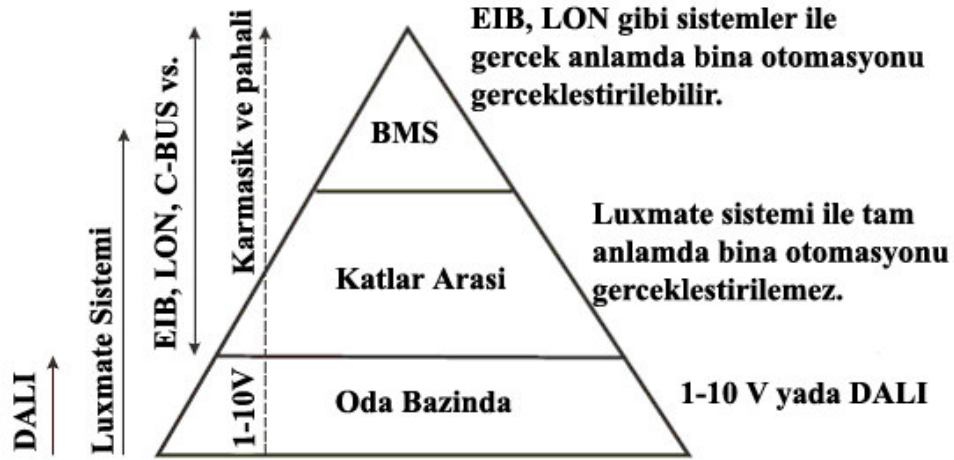
Şekil 6.8 Aynı boru içersinde yada beş damarlı tek kablo (DALI AG)

- **Kablo Kesiti:** Veri yolu uzunluğuna bağlı olarak standartlaştırılmıştır kesitler kullanılmalıdır. Eğer çok damarlı tek kablo seçilecekse, $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ 'lik kablo hat uzunluğuna bağlı olmaksızın kullanılabilir.

Çizelge 6.1 Kablo kesiti

| Hat Uzunluğu | Minimum Hat Kesiti |
|--------------|----------------------|
| <100 m | 0,5 mm ² |
| 100 – 150 m | 0,75 mm ² |
| 150 – 300 m | 1,5 mm ² |

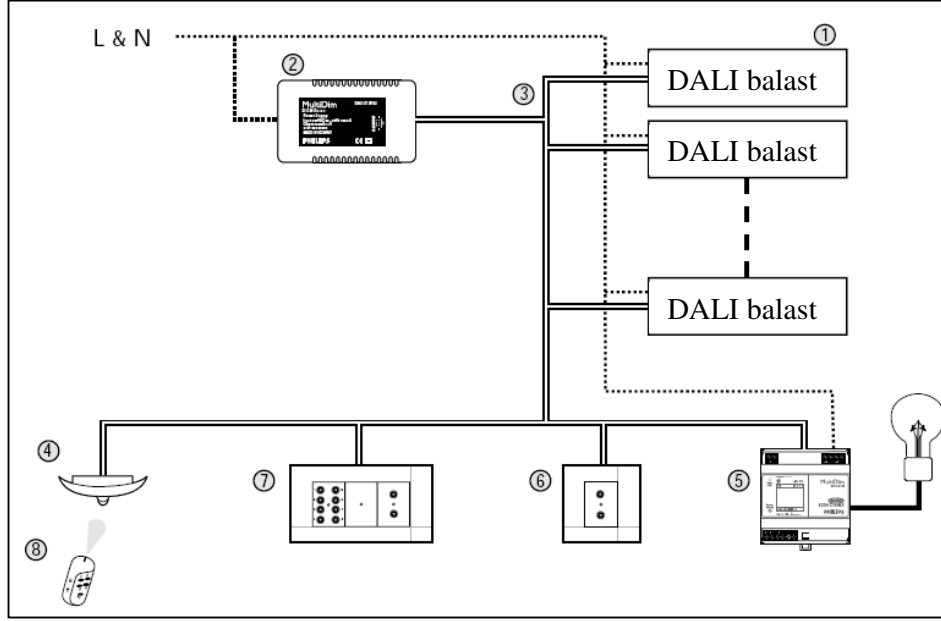
- **Dimmerleme açısı:** Balastların en düşük dimmer seviyesi üretici firmaya bağlıdır. %100 - %1 arasından dimmerleme yapılabilir. Dimmerleme eğrisi insan göz hassasiyetine göre standartlaştırılmış bir logaritmik eğridir. Farklı imalatçı firmaların ürünleri aynı sistem içinde kullanılsa bile aynı parlaklık oranı bu standart sayesinde elde edilir. Bununla birlikte tüm aynı tip lambalarda aynı enerji tüketimi sağlanmaktadır.
- **Dimmerleme süresi:** Lambaların kısılması ve açılması istenilen süre içinde gerçekleştirilebilir. Bu sürenin ayarlanması mümkündür.
- **Diğer sistemlerle bağlantı:** Akıllı bina otomasyon sistemleri ile uygun arabirim kullanımı ile uyumlu olarak çalışırlar (Örneğin EIB, LON).



Şekil 6.9 Bina otomasyon sistemleri arasında DALI'nin yeri (DALI AG)

- Sisteme yeni aydınlatma kontrol üniteleri yada balastları eklemek çok kolaydır. İstenildiğinde ihtiyaç duyulan noktalara, DALI güç kaynağı ve balast sayısı kontrol edilerek ilaveler gerçekleştirilebilir.
- **Bilgi sinyali:** Lambaların parlaklığını, kapalı olup olmadığını, bozulup bozulmadığını veya kontrol eden elemanların durumunu öğrenmek mümkündür.

7. DALI GENEL MODÜL BİLGİLERİ VE EIB-DALI ORTAK KULLANIMI



Şekil 7.1 Basit bir DALI sistemi genel görünümü (Philips)

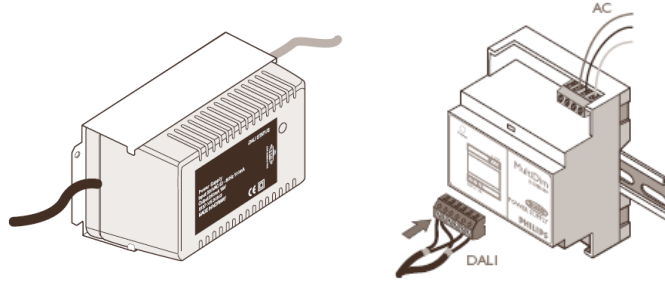
Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere sistemin bağlantıları oldukça basit ve açıktır. Kontrol edilen balastlar ve kontrol eden birimler istenilen yere öncelik sırası olmaksızın bağlanabilir. Yapılması gereken, 2 iletkenli DALI besleme hattının tüm sistem elemanlarına ulaşmasıdır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise bağlantı atlamaları yapılırken her elemana bir tek besleme hattının getirilmesidir. Besleme hattına doğru olarak bağlanmış bir sistem elemanına dolaylı olarak tekrardan bir bağlantı gerçekleştirilirse sistem çalışmayacak ve hata verecektir. Şekildeki numaralandırılmış sistem elemanlarını kısaca açıklayacak olursak,

1. **DALI Balast** : Tüp flüoresan yada kompakt flüoresan lambaları dimmerleyebilmek için kullanılan balastlar.
2. **Power Supply** : Sistemin güç kaynağıdır. DALI iletişim hattını besler.
3. **DALI İletişim Hattı** : Standart 2 telli bir iletkenlen oluşmaktadır. Kesiti standartlarda belirtilmiştir.
4. **Multi Sensör** : İçinde hareket, gün ışığı ve uzaktan kumanda algılayıcı sensörleri barındırır.
5. **Transistör Dimmer** : Akkor flamanlı ve halojen lambaların dimmerlenmesinde kullanılır.
6. **Up/Down Buton** : Lambaların dimmerlenerek kısılıp açılması için kullanılır.

7. **Multi Buton** : İsteğe bağlı olarak üzerinde uzaktan kumanda algılayıcı, up/down butonu, 8'li programlanabilir buton barındırır.
8. **IR Kumanda** : Uzaktan kumanda ile senaryo çağırma, kısma/açma, açma/kapama gerçekleştirilebilir.

7.1. Güç Kaynağı (Power Supply)

Bu cihaz dimmer cihazlarının bulunduğu bir sistemin kontrol hattını besleyen bir iç güç kaynağıdır. Bu hattın kontrol sinyallerinin gönderilebilmesi için bir enerjiye ihtiyaç duyulduğundan bu power supply tarafından sağlanmaktadır. Her DALI cihazı ister kontrol edilen, ister kontrol eden olsun bu hattın belli miktarlarda güç çekecektir. DALI power supply hattı 250 mA'e kadar besleyebilmektedir. Örneğin bir balast 2 mA, multi sensör 15 mA, 8 tuşlu panel ise 10 mA çekmektedir. Hatta bağlanan bu cihazların gerektirdiği güç 250 mA'i geçerse bir ikinci güç kaynağına ihtiyaç duyulacaktır ki buda yeni bir sistem anlamına gelmektedir. Böyle durumlarda iki DALI sistemi, bu iki sistemin birleştirilmesi için de uygun arabirim (gateway) kullanılması gerekmektedir (Philips).



Şekil 7.2 DALI güç kaynakları (Philips)

Aydınlatma otomasyonu ile uğraşan firmalar, kurulan sistemin DALI besleme hattından çekeceği gücün hesaplanması için bazı programlar hazırlanmıştır. Philips firması da Excel tablosu olarak hazırladığı hesaplama cetvelinde, sistemde kullanılacak tüm elemanların tüketecekleri güçler tanımlamıştır. Sistemde kullanılan farklı markalardaki balastların tüketecekleri güçler eşittir.

| Philips MultiDim system size calculator | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|------------------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|---|
| Type here your project name | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Product description | 12Hc | EOC | Room name | Group 1 | Group 2 | Group 3 | Group 4 | Group 5 | Group 6 | Group 7 | Group 8 | Group 9 | Group 10 | Group 11 | Group 12 | Group 13 | Group 14 | Group 15 | Group 16 | Total | |
| Ballast HF-R DALI | | See datasheets | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| DCMD100 MultiDim rotary module | 9137 005 30803 | 74792100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD110 MultiDim single slider module | 9137 005 30903 | 74793800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD111 MultiDim twin slider module | 9137 005 31003 | 74794500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD121 MultiDim 2 button on/off module | 9137 005 31103 | 74795200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD122 MultiDim 2 button raise/lower module | 9137 005 31203 | 74796900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD124 MultiDim 5 button module | 9137 005 31303 | 74797600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD125 MultiDim 7 button module | 9137 005 31403 | 74798300 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| DCMD126 MultiDim 8 button module | 9137 005 31503 | 74799000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD170 MultiDim IR receiver module | 9137 005 31703 | 74801000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD444 MultiDim push button interface | 9137 001 82003 | 92888700 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD494 MultiDim relay unit | 9137 001 84703 | 92889400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD302 MultiDim ceiling multisensor | 9137 005 30103 | 74787700 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| DCMD180 MultiDim Programming point module | 9137 005 31803 | 74802700 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| DCMD450 MultiDim 800W DALI dimmer | 9137 005 30603 | 74791400 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| DCMD450 MultiDim 800W DALI dimmer (as PSU) | 9137 005 30603 | 74791400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD400 MultiDim DIN rail powersupply | 9137 005 30403 | 74789100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD401 MultiDim ceiling mounted power supply | 9137 005 30303 | 74874400 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| DCMD150 MultiDim single blank module | 9137 005 31603 | 74800300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD303 MultiDim 7 button IR transmitter | 9137 005 30203 | 74788400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD502 MultiDim User Software kit | 9137 005 30703 | 74980200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| # This calculator should only be used as an indication. | | | Supplied current | 250 | mA | | Total number of nodes | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| # If any of the boxes turns red, the system should be divided into more DALI circuits. | | | Load current | -53 | mA | | Available current | 197 | mA | | | | | | | | | | | | |
| DCMD200D MultiDim Double frame - white | 9137 005 31903 | 74803400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DCMD200S MultiDim Single frame - white | 9137 005 32003 | 74804100 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |

Şekil 7.3 DALI sistem hesaplama cetveli (Philips)

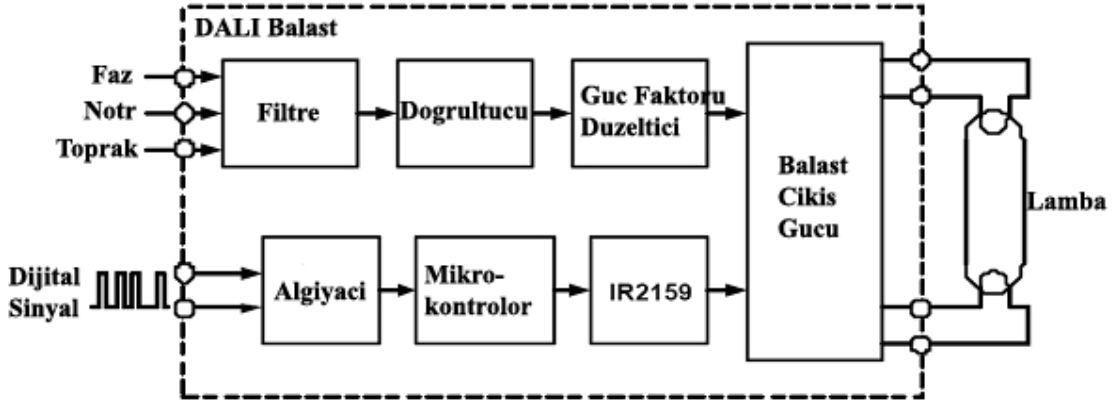
7.2. Dimmlenebilir Balast

50/60 Hz'lik frekanslar deşarj lambaları ve bunların devreleri için uygun değildir. 50/60 Hz'de deşarj olayında her akım yönü değişiminde iyonisazyondan dolayı çok miktarda elektron ve iyon kaybolur. Deşarj periyodik olarak tekrar ateşlenmelidir. Bu olay yüksek frekanslı beslemede yön değiştirme anında yeterli elektrik yükü (kullanılır durumda kalan) taşınır. Bu deşarjın tekrar ateşlenmesi için ekstra güce ihtiyaç duyulmaması anlamına gelmektedir. Frekans değeri istenmeyen akustik (gürültü) etkilerinin önlenmesi için ve elektromagnetik dalgalar yüzünden 40-100 kHz aralığında olması gerekmektedir (Onat, 2000).

DALI sisteminde kullanılan dimmlenebilir balastlar lambanın yanması için gerekli güç ve lamba kontrol kısımlarının bir araya gelmesi ile oluşur. Güç devresinde temel olarak alçak geçirgen filtre, doğrultucu ve güç faktörü düzeltme devreleri bulunmaktadır. Kontrol devresinde ise optik algılayıcı, micro kontrolör ve balast çıkış gücünü süren IR2159 devresi bulunmaktadır (Contenti ve Ribarich, 2002).

Alçak geçiren filtre, şebekedeki yüksek harmonikleri azaltmak, yüksek frekans devrelerinden meydana gelen yüksek frekanslı parazitleri (radyo frekansı) bastırmak ve şebeke gerilim yükselmelerine karşı elektronik anahtarlama elemanlarını korumak için kullanılır. Doğrultucu sayesinde AC gerilim DC gerilime çevrilir. Bu gerilim de yüksek frekanslı AC gerilim üretiminde kullanılır. Güç faktörü düzeltme devreleri ise anlaşılacağı üzere sistemin gerilim ve akımı arasındaki faz farkını istenilen $\cos\phi$ değerine getirir (Onat, 2000).

Mikro kontrolör, balasta gelen ve balast tarafından gönderilen dijital sinyalleri işler. Mikro kontrolör balastın adres bilgilerini depolar, kullanıcılardan gelen komutları tanır, balastın kontrolü için referans dimmerleme seviyesini depolar, IR sürücü devresine sinyal gönderir ve balastın durumu hakkında kullanıcıya bilgi sinyali gönderir.

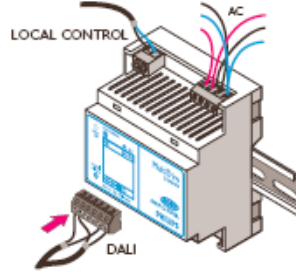


Şekil 7.4 DALI balastın iç yapısı

Bilindiği gibi DALI standartlaştırılmış bir protokoldür. İki iletkenli veri yolu üzerinden tüm balastları aynı anda, seçilen grupları yada balastları ayrı ayrı kontrol etmek mümkündür. Açma kapama, dimm seviyesi ve dimmerleme süresi gibi çeşitli ayarlanabilir özellikleri mevcuttur. Örneğin herhangi bir senaryoda hangi grupların çalışması gerektiği, maksimum veya minimum parlaklık seviyeleri, lambalar açıldığında yada kapandığında istenilen aydınlık düzeyleri balast içinde depolanır. Dimmerleme işlemi dijital olarak gerçekleştirildiğinden insan gözünü rahatsız etmeyecek şekilde gerçekleştirilir (Contenti ve Ribarich, 2002).

Dimmerleme işlemi frekansın yükseltilmesi yada düşürülmesi ile gerçekleştirilir. Frekans yükseldikçe ışık akısı azalır, frekans düşürüldükçe de ışık akısı artar.

7.3. Transistör Dimmer



Şekil 7.5 Transistör dimmer ünitesi (Philips)

800W'a kadar akkor flamanlı lambaları (akkor,halojen v.b) dimmerleyebilme özelliğine sahiptir. Sistemin güç kaynağı olarak da kullanılır, fazladan bir güç kaynağına ihtiyaç duyulmaz. Toplam gücü 800 W olan bir ampulü dimmerliyebildiği gibi toplam gücü 800 W olan paralel bağlanmış ampulleri bir arada dimmerleyebilir. Local kontrol girişine bağlanan push buton ile de sadece bu balastta bağlı ampulleri kontrol etmek mümkündür. Halojen ampuller için gerilim düşürücü transformatör ile birlikte kullanılabilir (Philips, 2004).

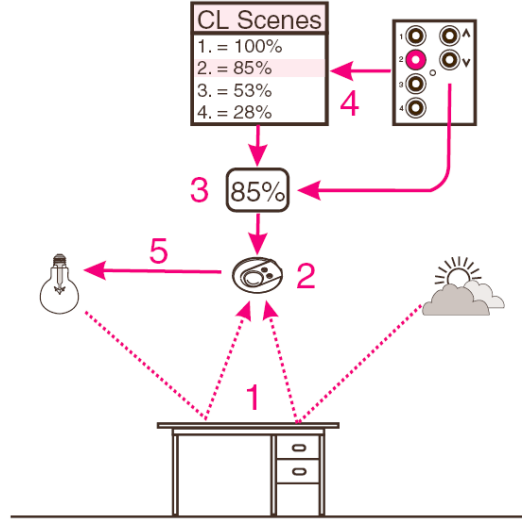
7.4. Hareket ve Gün Işığı Sensörü (Multi Sensor)

Bu sensör; uzaktan kumanda (IR), gün ışığı ve hareket sensörü işlemlerini birbirinden bağımsız olarak yada bir arada yapabilir. Otomatik çalışma ve sabit aydınlatma seviyesi gibi görevleri daha az enerji harcanmasını sağlar. DALI sisteminde en önemli kontrol elemanıdır. Montajı oldukça basit fakat programlaması biraz karışıktır. Tavanda yanlış bir noktaya montaj edilmesi yada ayarlarının eksik yapılması sistemin otomatik kontrolünde aksaklıklara yol açabilir. Çalışma prensibini basitçe özetlersek,

Çalışma prensibi sürekli bir döngü şeklindedir.

- Oda içerisindeki aydınlık seviyesi, gün ışığı ile yapay aydınlatmaya bağlıdır.
- Multi sensör, gün ışığı seviye sensörü içerir. Bu sensör çalışma düzeyine direkt düşen aydınlık seviyesini ölçer.
- Multi sensör belirlenmiş aydınlık seviyesini, gün ışığı sensörüne bağlı olarak ayarlar.
- Aydınlık seviyesi belirlenmiş senaryolar (Constant Light Scene – CL) arasından seçildiği gibi elle maunel olarak up/down butonları ile de belirlenebilir.
- Gün ışığı sensörü belirlenmiş aydınlık seviyesi ile çalışma düzlemi aydınlık seviyesini karşılaştırarak balastlara kısımla yada açma sinyallerini gönderir. Bu süreç sürekli bir

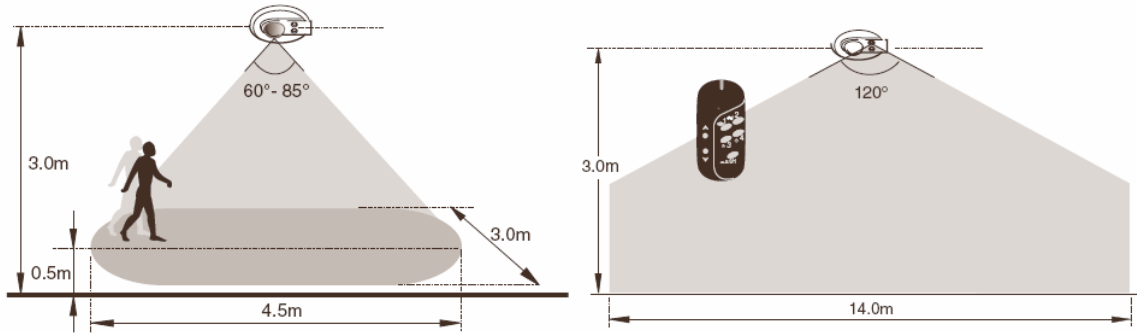
döngü içerisinde devam eder. Sistem olabildiğince belirlenmiş aydınlık seviyesine yakın olmaya çalışır.



Şekil 7.6 Multi sensör çalışma diyagramı (Philips)

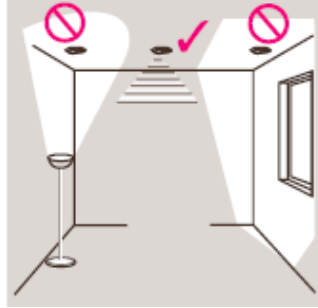
Eğer doğal gün ışığı istenilen aydınlatma düzeyinden fazla yada eşitse, multi sensör balastları min. dimmerleme seviyelerine (%1 ile %3) kadar kısar. Böylece lambaların gereksiz yere enerji tüketmesi önlenmiş olur.

Aydınlık senaryolarını (CL scene) belirlemek için multi sensör'ün kontrol edeceği çalışma düzlemindeki aydınlık seviyesi Lux metre ile ölçülür. Multi sensörle ortak olarak çalışacak kumanda butonu, uzaktan kumanda, hareket sensörü ve aydınlatmayı sağlayacak balastlar gruplandırılır. Lux metre'deki aydınlık seviyesi istenilen düzeye gelene kadar lambalar açılır yada kısılır. İstenilen aydınlık seviyesine ulaşıncaya balastların dimmerleme oranları senaryo olarak kaydedilir. Bu işlem istenilen her aydınlatma seviyesi için tekrarlanır ve her yeni bir senaryo farklı bir aydınlık seviyesini tanımlamaktadır.



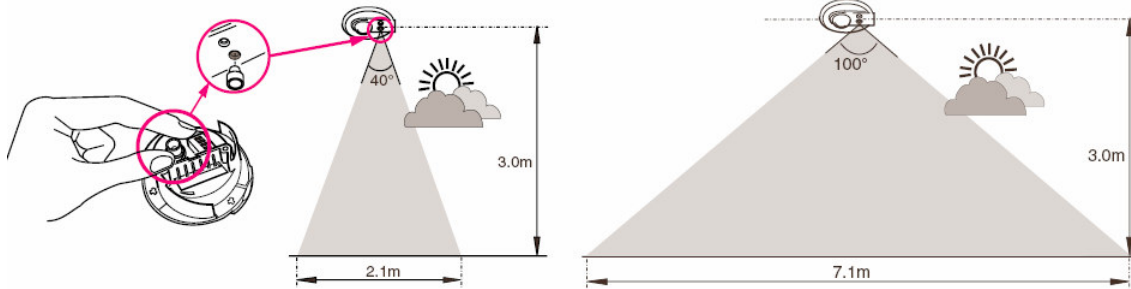
Şekil 7.7 PIR hareket sensörü ve IR uzaktan kumanda algılama bölgeleri (Philips)

Haraket sensörünün algılama açıcı 60° ile 85° arasında değişmektedir. Zemindeki iz düşümü $4,5\text{m} \times 3\text{m}$ büyüklüğünde bir elipse sahiptir. Tavandan zemine 3m 'lik yükseklik standart olarak belirlenmiştir. Uzaktan kumanda algılama uzaklığı 14m ve geniş açıdır.



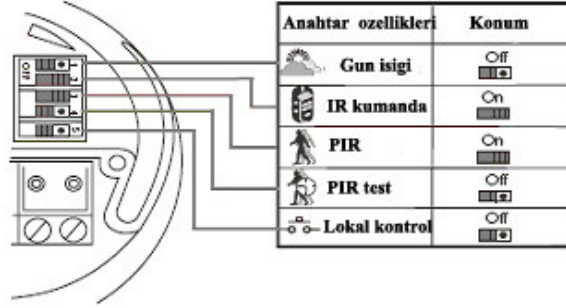
Şekil 7.8 Multi sensör tavanda en uygun yere monte edilmeli (Philips)

Multi sensör tavanda gün ışığını ve yapay aydınlatma ışığını direkt görmemesi gerekir. Eğer gün ışığı yada yapay aydınlatma ışığına direkt maruz kalırsa, sensör aydınlık seviyesini yeterli görecektir ve balastları sürekli olarak kısarak oda içerisindeki aydınlık seviyesini yetersiz düzeylerde tutacaktır. Önemli olan çalışma alanına düşen ışığın ölçülüp, bu alanın yeterli aydınlık düzeyine ulaşması için balastların kontrol edilmesidir.



Şekil 7.9 Gün ışığı sensörü algılama bölgesi (Philips)

Belirttiğimiz multi sensör içinde gün ışığı sensörünü barındırır. Algılama açısı 100° ile 40° arasında değiştirilebilir. Büyük çaplı ofislerde her bir çalışma masasının kendine özel sensörü bulunması istenildiğinde, sadece çalışma düzlemindeki gün ışığının algılanması için zeminde $2,1\text{m}$ ile 7m 'ye kadar algılama alanı genişletilebilmektedir.



Şekil 7.10 Multi sensör kontak konumları (Philips)

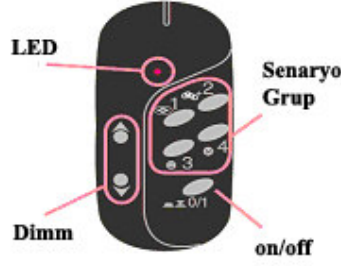
Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi istenilen özelliklerin aktif edilmesi yada kapatılması sensörün arkasındaki klipslerin pozisyonuna göre ayarlanabilir (Philips, 2004).

7.5. Uzaktan Kumanda (IR Remote)

Infra-red uzaktan kumanda tüm DALI kontrol cihazları ile uyumlu çalışabilmektedir. Kullanılan butonlar ve multi sensör uzaktan kumanda sinyallerini algılayabilmektedir. Bu aygıtın amacı basit kullanım ve hızlı erişim imkanı sunmaktır. Açma/kapama, kısma/açma ve önceden kaydedilmiş 4 tane senaryoyu çağırabilir. Ayrıca IR kumanda MultiDim software programı gibi kullanılarak sistem basit sistemleri kurmamıza yarar. Bu noktada tuş kombinasyonları kullanılarak sistem kurulur. Böylece gruplar yada senaryolar yaratılıp, değiştirilip yada silinebilir. Tuş kombinasyonları (aynı anda iki tuşa basılıp 10 saniye beklenmesi gibi) sayesinde önceden kaydedilmiş bir senaryo yada grup bilgisi yanlışlıkla silinmez yada değiştirilmez.

Basit kontrol tuşları,

- On/off
- 4 tane senaryoyu geri çağırabilir.
- Lambaları kısar yada açar.
- Senaryo kaydeder.



Şekil 7.11 Uzaktan kumanda ara birimi (Philips)

Konfigürasyon tuşları,

- Önceden ayarlanmış aydınlatma seviyeleri (1=100%, 2=75%, 3=50%, 4=25%)
- Grup yaratma.
- Grup ekleme.
- Senaryo yaratma.
- Özel gruplara IR kontrol sinyali kısıtlanabilir yada açılabilir.
- Konfigürasyon kilidi (pil kısmındaki düğme ile ayarlanabilir).

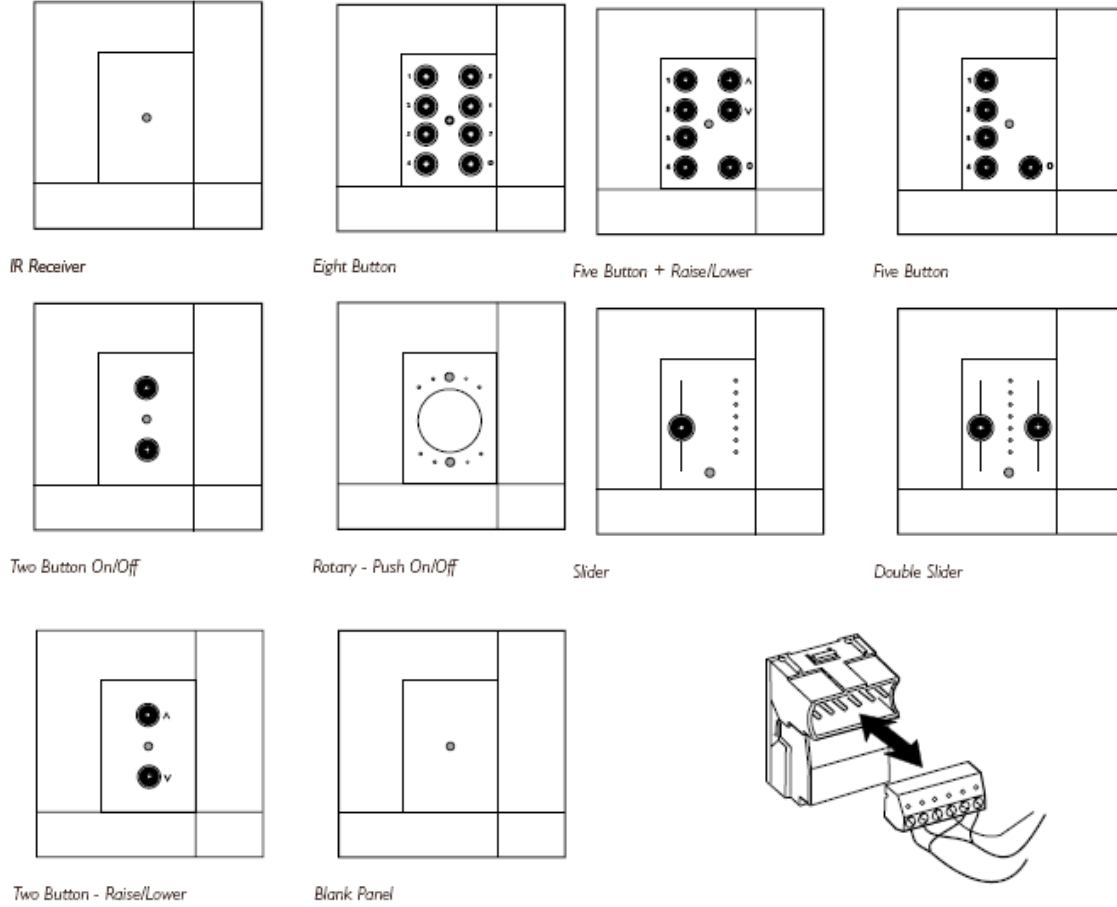
7.6. Butonlar

Aydınlatma sistemlerinde en çok kullanılan elemandır. DALI sisteminde de çok çeşitli ve isteğe bağlı olarak farklı işlevleri olan buton kumandaları mevcuttur.

- **IR Recevier** : Uzaktak kumanda modülü ile çalışır. Infra-red algılayıcı özelliği bulunur.
- **Eight Buttun** : 7 tane senaryo yada grup seçimi ve kapama butonu.
- **Five Buton+Raise/Lower** : 4 tane senaryo seçimi, açma/kısma işlemleri ve kapama butonu.
- **Five Buton** : 4 tane senaryo seçimi ve kapama butonu.
- **Two Button On/Off** : Açma/kapama butonu.
- **Rotary – Push On/Off** : Açma/kısma işlemleri ve açma/kapama.
- **Slider** : Açma/kısma işlemleri ve açma/kapama.
- **Double Slider** : Her kontrol düğmesi ile kendine ait grup ve lambaları dimmerleme işlemleri ve açma/kapama.
- **Two Button Raise/Lower** : 2 butonlu açma ve kısma işlemleri.

- **Blank Panel** : İlerde kullanılması düşünülen şimdilik kapalı bir buton yuvasına estetik görünüm kazandırır.

Montajı oldukça kolaydır. Arkada bulunan DALI kontrol hattının girişleri ve diğer elemanlara doğru çıkış alınıp daha rahat bağlantı sağlayan çıkış uçları kontakları çıkartılıp kablo montajı yapıldıktan sonra, tekrardan butonun arkasındaki yerine yerleştirilerek montajdaki zorlukları ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca kontrol eden tüm elemanların bağlantı uçları standart olduğundan dolayı, tüm elemanlar birbirleri ile yer değiştirilebilir (Philips, 2004).



Şekil 7.12 DALI sisteminde kullanılan butonlar (Philips)

7.7. Bilgisayar Bağlantısı ve Windim@net Programı

Birçok faydalı özelliği bulunan DALI teknolojisi, uygun ekipmanlarla TCP/IP protokollerine bağlanabilir, bu gerçekten önemli bir adımdır. Özel akıllı geçiş kapıları/arabirimler (gateway) ofis şebekesi ile aydınlatma yönetim sistemi arasında mükemmel bir bağlantı sağlar.

Buradaki asıl önemli nokta aydınlatma sistemlerinin ekonomik çalışmasıdır. Bu yazılım

tabanlı aydınlatma yönetimi çözümü, aydınlatma sistemlerinin akıllı, hesaplı ve kullanıcı dostu kontrolü için mükemmel bir platform sağlamaktadır.

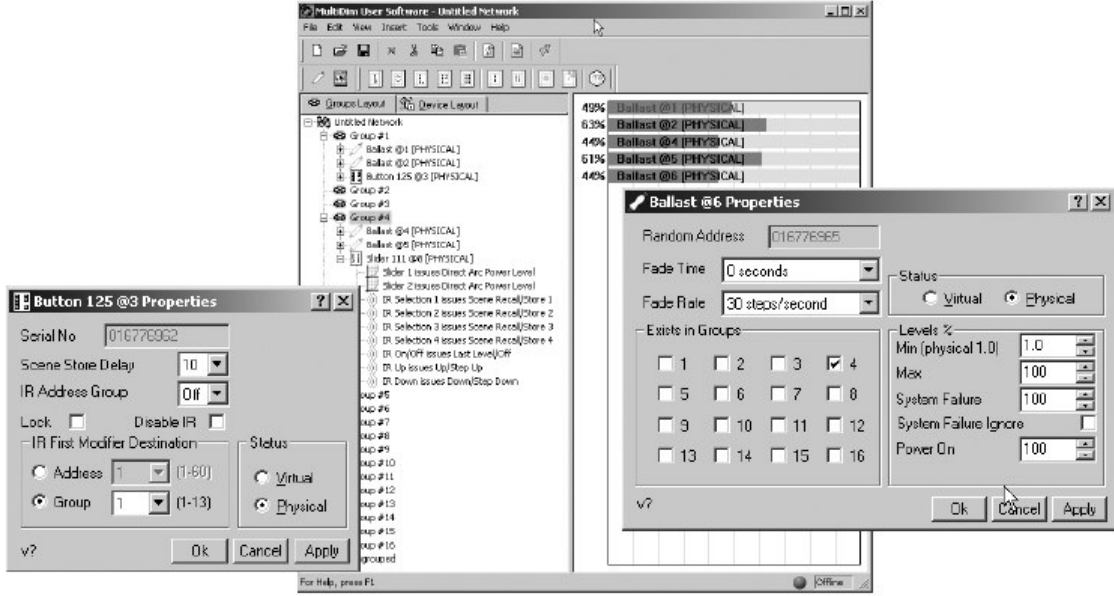
Dahası, neredeyse sınırsız kullanıcı sayısı ve (neredeyse) sınırsız adreslenebilir armatür sayısı bir tek winDIM@net sistemi içerisine entegre edilebilir.

winDIM@net ile, tam olarak birleştirilmiş aydınlatma yönetimi sistem çözümü içerisinde aynı zamanda etkileyici bir işlevsellik sunar. “Versiyon 2.0” ile, basmalı düğme ve anahtarlar, hareket ve günışığı algılayıcıları da artık sistem içerisine entegre edilebilir. Bu entegrasyon acil durum emniyet aydınlatma sistemlerinin test edilmesi ve izlenmesi için de geçerlidir. Burada asıl gerekli olan unsur, DALI uyumlu EM PRO acil durum aydınlatma kontrol balastlarıdır.

winDIM@net ile merkezden izleme, erişilmesi zor armatürlerin bulunduğu binalar veya çok büyük bina kompleksleri için özellikle yararlıdır. Servis yöneticisi, lamba arızası, mevcut kısma değerleri ve donanım bileşenlerinde arıza gibi tüm durum bilgilerini kontrol balastından öğrenebilir. Bu bilgilere erişmek çok kolaydır. İşletim durumu, binanın belli bir bölümü yada bir odası, hatta tek bir armatür için bile sorgulanabilir. Seçilen alandaki her bir armatür için yaratılan durum bilgisi bir “.csv dosyası” olarak (Excel formatında) yada e-posta olarak gönderilebilir. Tüm bunlar bina yöneticilerinin işlerini çok kolaylaştırmaktadır.

Merkezden izleme, kullanıcılara bir aydınlatma sistemindeki potansiyel enerji tasarruflarını belirleme ve analiz etme olanağı sağlar. winDIM@net bu amaç için kullanıcıya akıllı bir enerji analiz fonksiyonu sağlar. Örneğin, bir binanın enerji tüketimi, pahalı enerji kullanım zaman dilimlerinde azaltılabilir. Bu zaman dilimlerinde, tüm kontrol balastları daha düşük bir aydınlatma değerine ayarlanabilir. Bu, takvim/programlama fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilir (Tridonic, 2005).

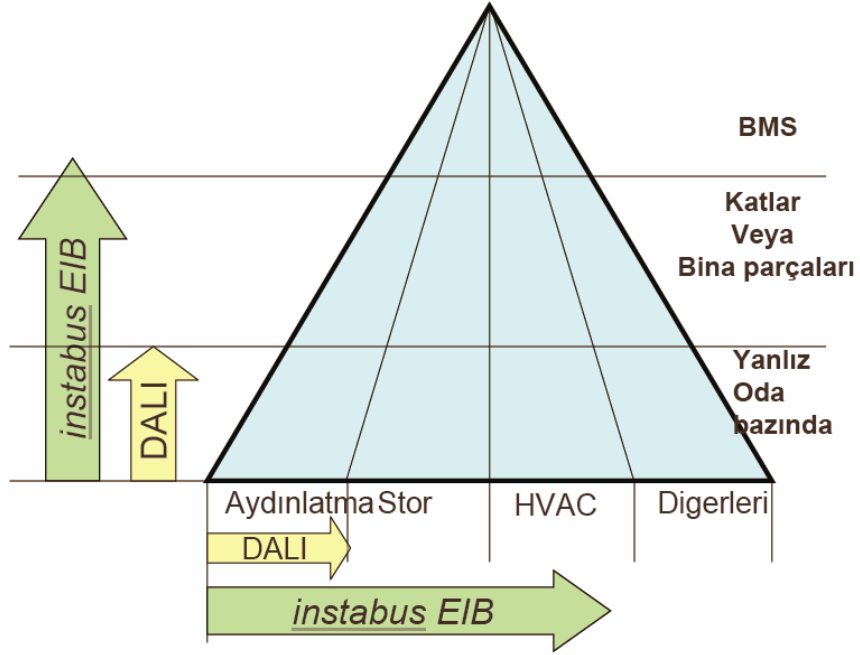
Bu program sayesinde sisteme kumanda etmekte son derece kolaydır. Program görsel olarak hazırlandığından; sürekli bırak mantığı ile çalışır ara yüzünün kullanması son derece basit hale getirilmiştir. Bilgisayar programı kullanılarak yapılan değişiklikler anında sisteme yansıdığı için her hangi bir senaryo, grup yada lamba aydınlık düzeyi ayarlamaları istenilen düzeye gelinceye kadar görsel olarak da takip edilebilir. Ayrıca bağlantı kutusu (Programming Point) kullanılacak bilgisayarların yakınlıklarına monte edilmelidir. Programın çalışması için sistem gereksinimleri oldukça düşük seviyelerdedir.



Şekil 7.13 WinDIM programı ve bağlantı noktası (Philips)

7.8. DALI ve EIB Bağlantısı ve Özellikleri

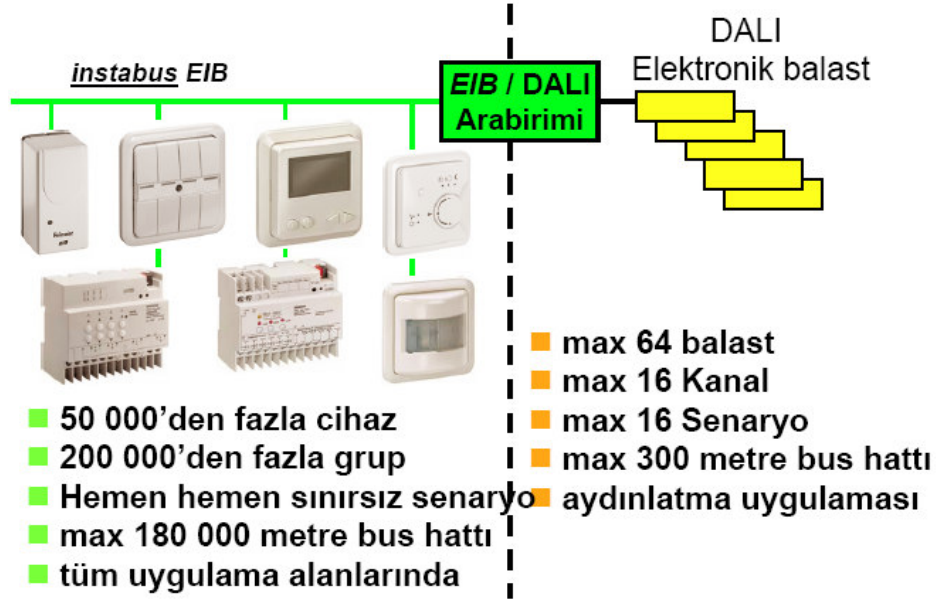
Aydınlatma otomasyonlarının özellikleri arasında bina otomasyon sistemleri ile uyumlu olması gerektiğini belirtmiştik. DALI balastları günümüzde EIB, LON, Luxmate ve diğer bina aydınlatma sistemleri ile ara bağlantı elemanları kullanılarak uyumlu çalışmaktadır. EIB sistemi için bu uygulamayı inceleyelim.



Şekil 7.14 Farklı uygulama alanlarında EIB ve DALI'nin yeri (Siemens)

DALI sistemi yeni yeni gelişen bir teknoloji olduğu için üretilen kontrol üniteleri çok katlı binalarda uygulanan profesyonel otomasyon sistemleri için kimi zaman yeterli değildir. Bu yüzden EIB bina otomasyonu uygulanmış tesislerde, aydınlatma sistemi DALI balastlar kullanılarak tasarlanabilir. Bunun için EIB Gateway DALI GE 141 ara birimi kullanılır.

Bu sayede balastların 16 senaryo ve 16 grup özelliklerinde herhangi bir değişiklik söz konusu olmadığı gibi maksimum 64 balast sayısında da bir değişiklik olmamaktadır. Fakat kontrol eden elemanların EIB sistemine dahil olmasıyla sistem artı özellikler kazanmış olur. Mesela uygun tuş takımı kullanılarak aynı noktadan aydınlatma, klima ve panjur sistemi kontrol edilebilir. Bu sayede bina otomasyonu ve aydınlatma otomasyonu için ayrı ayrı tuş takımlarına gerek kalmamaktadır. Böylece hem akıllı bina uygulamaları ve aydınlatma otomasyonu sistemleri tek çatı altında toplanmış, hem de merkezi olarak daha kolay kontrol imkanı sağlamaktadır.



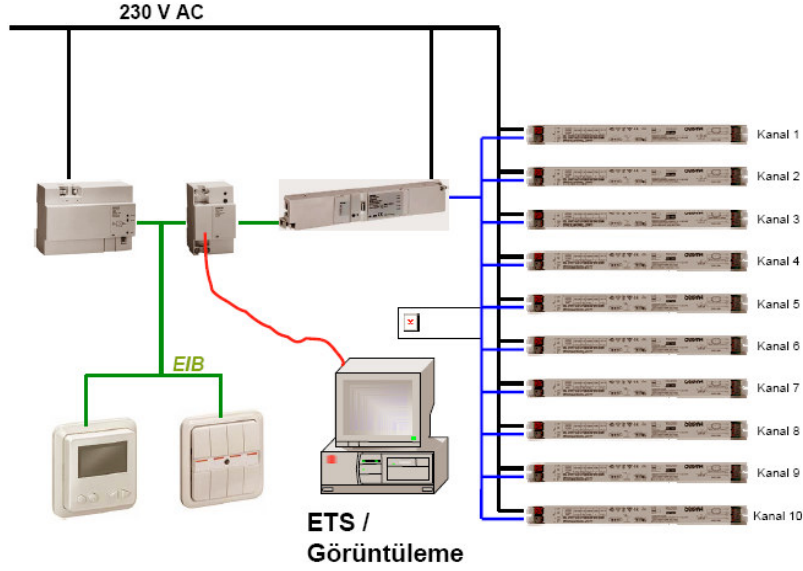
Şekil 7.15 EIB sistemi DALI sistemini tamamlar (Siemens)

EIB sistemi ile aydınlatma otomasyonu sistemi kurulduğunda, DALI sisteminde yapabildiğimiz tüm otomatik kontrol ünitelerini kullanmamız mevcuttur. Yani gün ışığı sensörü, hareket sensörü ve uzaktan kumanda elemanlarını EIB sistemindeki ara birimleri kullanılır. Böylece hareket sensörü hem aydınlatma hem havalandırma hem de istenildiğinde güvenlik sistemi için kullanılarak bir sensör ile üç işlem birden yapılma imkanı vardır.



Şekil 7.16 EIB ve DALI sistemi ile otomatik aydınlatma kontrolü (Siemens)

EIB ve DALI sisteminin birleşmesinde genel olarak topoloji aşağıdaki gibi olmaktadır. DALI sisteminde olduğu gibi EIB sisteminin kurulumunda da bir bilgisayar programı olan ETS sayesinde yapılmaktadır. GE 141 arabirimine bağlanan DALI balastların tümü programda kendine ait adreslerle birlikte belirlemektedir. Her balastın grup ve senaryo bilgilerini bu program ile basit bir şekilde yapmak mümkündür.



Şekil 7.17 Genel anlamda EIB ve DALI ortak çalışması (Siemens)

Çok katlı binalarda her bir kat birbirinden bağımsız çalışmakla birlikte istenildiği zaman tek bir merkezden binanın tüm aydınlatma otomasyonuna kontrol etme imkanı da tanınmaktadır. Güvenlik amacıyla düşünülen bu tip sistemlerde farklı katlardaki yada aynı kattaki DALI balastların besleme gerilimleri farklı fazlardan sağlanabilir. Çünkü kontrol veri yolu üzerinden yapıldığı için besleme gerilimi sadece balasta güç temin etmek için gerekmektedir. DALI sistemlerinde olduğu gibi arızalı lambalar ETS programı tarafından kullanıcıya bildirilir.



Şekil 7.18 Katlar arası aydınlatma otomasyonu için DALI arabirimi kullanılması (Osram)

EIB sisteminin faydaları;

- Her balast arabirimde adreslenir; kolay ve esnek konfigürasyon elde edilebilir.
- Oda kullanımında değişiklik olduğu zaman kolayca adapte edilebilir. Sadece standart ETS araçları ile parametrelerin değişikliği kullanılarak, kablolama ile oynamadan.
- Lamba hataları ve balast hataları mesajları instabusEIB ile iletilir.
- GE 141 kolay montajı yapılıdır. Anahtarlama kontağı yoktur.
- Her senaryo için 16 kanal ve 16 senaryo yapılabilir. Ek bir modüle ihtiyaç yoktur.
- İnstabus anahtarlarını kullanarak, kullanıcılar senaryo değişikliklerini yapabilirler.
- Birden fazla DALI enstalasyonu parçaları EIB ile bağlanabilir. Böylelikle basit bir merkezi kontrolü gerçekleştirilebilir.
- EIB üniteleri ile şebeke istenildiği kadar büyütülebilir.
- Zamana bağlı kontrol EIB cihazları ile kolayca sağlanabilir.
- İnstabusEIB ile lojik fonksiyonlar eklemek çok basittir.
- EIB-DALI konfigürasyonu ile en yüksek esneklik elde edilir.
- EIB pazarına çok geniş anahtar seçenekleri sunulmuştur.
- Projelendirme ve devreye alma üretici firmadan bağımsız EIB yazılımı ile yapılabilir.
- Değişiklikleri yerine getirmek ETS ile kolaylaşır.
- Projenin tümünün doküman olarak elde edilmesi ETS ile mümkün olur.
- Hizmet fonksiyonları devreye alma sırasında ETS ile basit olarak yapılabilir.
- Cihazların test edilmesi.
- Veri iletişimindeki telgrafların kaydedilmesi.
- Servis fonksiyonları ve de uzaktan parametre ayarlamaları instabusEIB ile ve ISDN N 147 Arabirim cihazı ile basit olarak yapılabilir (Can, 2004).

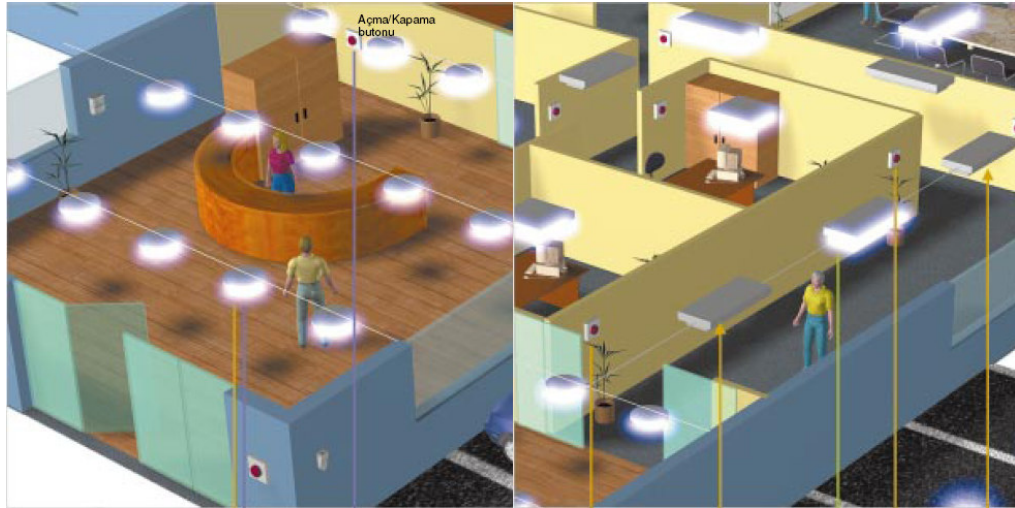
8. FARKLI ALANLARA YÖNELİK AYDINLATMA OTOMASYONU ve ÖRNEK UYGULAMALAR

8.1. Ofis Binaları İçin Aydınlatma Uygulamaları

En çok aydınlatma otomasyonlarının kullanıldığı alanların başında ofis binaları gelmektedir.

Giriş bölümünde, iyi bir aydınlatma seviyesi, gelenler için iyi bir karşılama olur ve mekanın daha hoş gözükmesini sağlar. Mesai saatleri dışında enerji maliyetlerini azaltmak için esnek bir aydınlatma kumandası kurulabilir. Bunun için zamanlama saatleri ve istenildiğinde zaman bağlı olmaksızın lokal kontrol anahtarları kullanılabilir. Aydınlatma türünde enkandesan spot lambaların kullanılması dekoratif bir ortam sağlayacaktır.

Koridor bölümünde, mesai saatleri içersinde minimum aydınlatma, güvenlik ve konfor sebebiyle çeşitli noktalarda lokal kontrol cihazı kullanılarak aydınlatma tam kapasiteli olarak kontrol edilmelidir. Eğer gerekli değilse tam kapasite ile çalışma saatlerinin belirlenmesi gerekir. Minimum aydınlatma seviyesinde her üç armatürden biri yakılabilir, hareket sensörü ile koridor tam kapasiteli çalışmaya geçirilebilir. Az kullanılan koridorlarda hareket sensörü kullanılarak gecikmeli olarak armatürler söndürülebilir. Aydınlatma türünde flüoresan lamba kullanımı, ışık kalitesi ve enerji tüketimi bakımından tercih edilmelidir.



Şekil 8.1 Giriş, koridor ve bireysel ofis odaları (Schneider)

Bireysel ofis odalarında, her kullanıcı kendi aydınlatmasını lokal butonlar ile kontrol edebilmelidir. Eğer ofis odaları gün ışığını alıyorsa gün ışığı sensörü kullanımı enerji

tasarrufu açısından önemlidir. Hareket sensörü ise ofis odasının gün içinde kullanıldığı süre göz önüne alınarak karar verilebilir. Tek bir noktadan ofisin tamamı yada belirlenmiş grupları için açma kapama kontrolü yapılmalıdır. Örneğin mesai bitiminde ofisteki tüm lambalar tek noktadan kapatılması yada belirli grupların güvenlik için açık bırakılması gerekebilir. Aydınlatma türünde flüoresan lamba kullanımı tercih edilmelidir.

Açık park alanları, gün ışığı sensörü kullanılarak akşamları otomatik olarak devreye alınmalıdır. Aydınlatma türünde gaz deşarjlı lambalar ışık verimliliği (lm/W) bakımından tercih edilmelidir (Schneider, 2006).

8.2. Konferans Salonları İçin Aydınlatma Uygulamaları

Bu mekanların çok maksatlı kullanılmaları gerekmektedir. Buna cevap verebilmek için kullanılacak aydınlatma sistemlerinin maksada uygun olması gerekmektedir. Genel aydınlatma seviyesinin 300-500 lux olması gereken konferans salonlarında kullanılacak armatürlerin sıva altı, sıva üstü, gizli kanal sistemleri veya endirekt yüksek gerilimli halojen olanları seçilebilir. Konferans esnasında insan gözünün adaptasyonu için kullanılan ampullerin dimmerlenebilir olması son derece önemlidir. Konferans esnasında kürsüdeki konuşmacının aydınlatılması dolayısıyla ilginin konuşmacı üzerine odaklanabilmesi için ray spot kullanılabilir. Bu tür salonların aydınlatılmasını salon genel aydınlatması ve sahne aydınlatması olarak iki ayrı kısmında incelemek gerekir (Onaygil ve Tenner, 1993).

8.2.1. Salon Genel Aydınlatmasında İstenen Özellikler

Salon aydınlatmasında istenilen özellikler:

- Aydınlatma seviyesi net okuma yazmanın gerektirdiği 500 lux civarında olmalıdır.
- Yatay ve düşey düzlemlerde homojen bir aydınlatma sağlanmalıdır.
- Maksimum göz konforunu sağlayabilecek özel armatürler kullanılmalıdır veya tavanda yapılacak özel detaylar yardımı ile aydınlatma tasarımı yapılmalıdır.

Bu tür salonların aydınlatılmasında maksimum göz konforunu sağlayabilmek için aydınlatma tasarımı yapılırken en çok dikkat edilecek husus, ışık kaynağının salon içersinden gözükmemesidir. Bunu sağlamak içinse genelde iki yöntem uygulanır:

- Salon tavanında dinleyicilerin aksi istikametine bakacak şekilde yapılan eğik düzlemler üzerinde monte edilen flüoresan ampullü armatürler yardımı ile salon aydınlatılır. Bu tür aydınlatma genellikle salon yüksekliğinin en fazla 6 – 8 m olması durumunda

uygulanabilir. Çünkü flüoresan armatürlerin ışık açısı çok geniş olduğundan yüksek tavanlı salonlarda ışık çalışma düzlemine gelinceye kadar büyük bir kısmı kaybolur ve çalışma düzlemindeki aydınlatma seviyesini istenilen düzeyde olması için çok fazla sayıda armatür kullanmak gerekir.

- Salonun tavanında kamaşmayı önleyici reflektörlü armatürler kullanılır, çalışma düzlemindeki ışık seviyesi minimum sayıda armatür ile sağlanır.

Salondaki ışık seviyesini, farklı senaryolar (slayt, video v.s.) şeklinde ayarlayabilecek dimmer sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Kullanılacak olan dimmer sistemi salondaki her aktiviteye önceden ayarlanıp aktivite sırasında bir kumanda ile bu aktiviteye uygun ışık seviyesini sağlamaya müsait olmalıdır. Ayrıca ışık programları arası geçiş zamanı isteğe göre ayarlanabilmelidir.

Bu tür salonlar genellikle çok yüksek tavanlı olduklarından buralarda kullanılacak olan aydınlatma armatürleri asma tavan üzerine kendi yolları vasıtasıyla tavan içersinden monte edilebilmeli ve tüm bakım, yenileme çalışmaları asma tavan içersinden yapılabilmelidir (Onaygil ve Tenner, 1993).



Şekil 8.2 Tipi bir konferans salonu (Osram)

8.2.2. Sahne Aydınlatmasında İstenilen Özellikler

Konferans salonlarında bulunan sahneler çok değişik amaçlar için kullanabildiğinden, yapılan aydınlatma çok amaçlı kullanıma uygun olmalıdır. Bu tür sahnelerin aydınlatılmasında istenilen özellikler aşağıda başlıklar halinde verilmiştir (Onaygil ve Tenner, 1993).

8.2.2.1. Arka Fonun Aydınlatılması

Bu alanın aydınlatmasında aranan özellik aydınlatmanın çok homojen olması ve sahnede bulunan kişileri rahatsız etmemesidir. Bunu sağlamak içinde kullanılacak olan armatürlerin arka fona çok yakın olması ve armatürlerin sık aralıklarla monte edilmesi gerekmektedir. Ayrıca homojenliğin daha düzgün olması için asimetrik reflektörlü özel armatürlerin kullanılması gerekmektedir (Onaygil ve Tenner, 1993).

8.2.2.2. Konuşmacının Aydınlatılması

Sahne üzerindeki konuşmacı yerinin aydınlatılması için konuşmacını göz seviyesinden en fazla 40 derece açıdan ışık gelebilecek şekilde sahneye paralel ray sistemi konulması gerekmektedir. Bu raylı sistem üzerinden konuşmacıyı aydınlatmak için ışık kaynağı gözü en az rahatsız eden enkandesan ampullü (PAR) armatürler kullanılmalıdır (Onaygil ve Tenner, 1993).

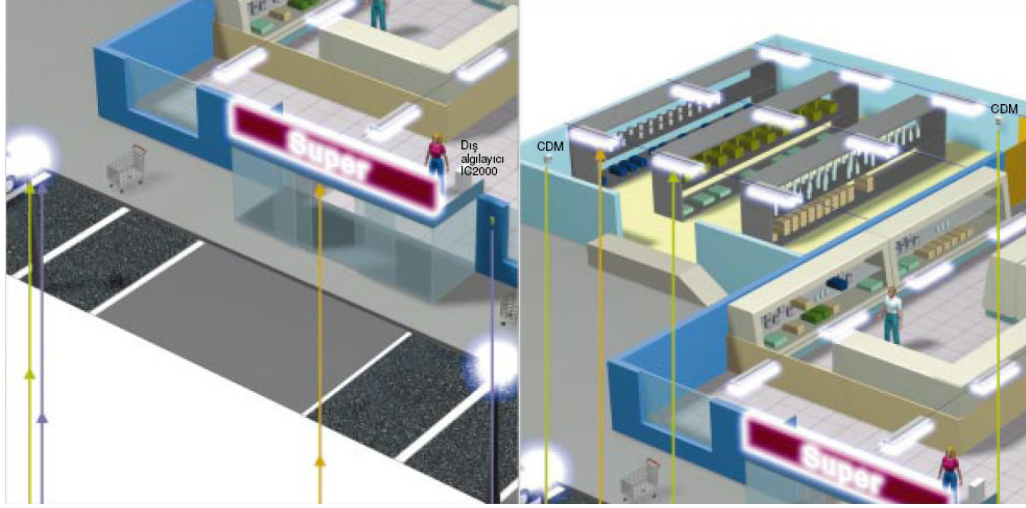
8.2.2.3. Sahnenin Aydınlatılması

Konferans sırasında sahne tanıtımı yapılabilecek malzemelerin, grafiklerin, resimlerin aydınlatılabilmesi için sahne tavanına veya çok fazla yükseklik farkı yoksa salonun tavanına raylı sistemler konulmalıdır. Bu raylı sistemler üzerinde yine çok enkandesan türde ve değişik ışık açılarında armatürler kullanılmalıdır. Burada kullanılacak armatürler belirli gruplar halinde linyelenerek ray üzerinde spotların yönlerini mümkün olduğu kadar değiştirmeksizin kullanılacak dimmer sistemi yardımıyla da istenilen ışık efekti alınabilmelidir (Onaygil ve Tenner, 1993).

8.3. Küçük Marketler İçin Aydınlatma Uygulamaları

Reyonların aydınlatma kontrolü, merkezi kasadan kolayca erişilebilecek bir noktadan sağlanmalıdır. Raf aydınlatmaları ile tavandaki aydınlatmalar farklı anahtarlarla kontrol edilmelidir. Eğer marketin camekanlı bölümleri varsa gün ışığı sensörü kullanılarak aydınlık seviyesi kontrol altına alınıp, enerji tasarrufu sağlanabilir. Zaman saati kullanılarak marketin

kapanma zamanından 15 dakika önce raf aydınlatmalarının 3'te 2'si söndürülerek kapanış saatinin yaklaştığı belirtilmelidir. Aydınlatma türünde flüoresan lamba kullanımı tercih edilmelidir. Market kapatıldığında ise kurulmuş olan program devreye alınarak gece boyunca güvenlik uygulamaları ile aydınlatma bir arada çalışmalıdır.



Şekil 8.3 Market girişi, reyonlar, depo ve açık park alanı (Schneider)

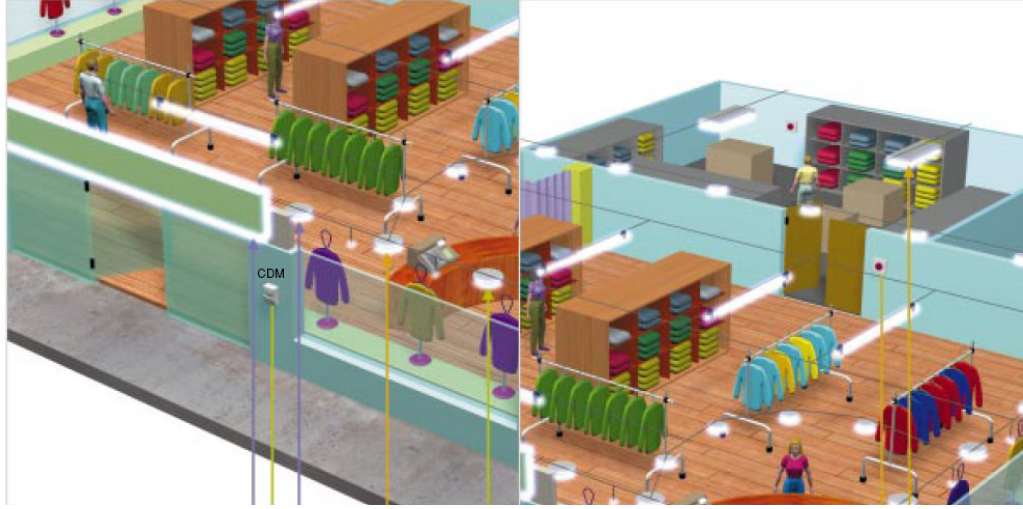
Tabela aydınlatması, neon lambalar kullanılarak hazırlanmalı ve zaman saati kullanılarak günün belirli saatlerine göre dikkat çekici aydınlatma türü uygulanmalıdır.

Park yeri, müşteri konforu ve güvenliği için alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılarak gün ışığına bağlı olarak lambalar otomatik olarak devreye girmelidir.

Depo bölümü, enerji tasarrufu bakımından gün boyunca lambaların üçte biri açık bırakılması zaman saati ile yapılmalıdır. Depoya mal geldiğinde ise hareket sensörleri ile sadece o koridordaki lambalar tam verimle devreye alınmalıdır. Aydınlatma türünde flüoresan lamba kullanımı tercih edilebilir (Schneider, 2006).

8.4. Giyim Mağazaları İçin Aydınlatma Uygulamaları

Mağaza vitrini ve tabela aydınlatması, mağazanın açık olduğu saatlerde zamana bağlı olarak kontrol edilmelidir. Aynı zamanda ürünlerin üzerlerine ilave halojen ampüllü spot armatürler takılmalı, bunlar zaman saatine bağlı olarak gün içerisinde kontrol edilmelidir. Mağaza kapalıyken kısmi aydınlatma yapılmalı, her hangi birisi ana vitrin önünden geçtiğinde gecikmeli kapanan hareket sensörü vitrinin ışıklarını açmalıdır. Ana aydınlatma flüoresan lambalarla gerçekleştirilmelidir.



Şekil 8.4 Mağaza vitrini, tabela ve depo bölümü (Schneider)

Depo, bu bölüme biri girdiğinde yanan ve birkaç dakika sonra sönen merdiven otomatiği sistemi kullanılabileceği gibi hareket sensörleri de kullanılabilir. Eğer depodaki işlem birkaç dakikadan fazla sürecekse, mesela yeni gelen mallar raflara konulacaksa lokal olarak tüm sistem açık konuma getirilmesi için butonlar konulmalıdır. Aydınlatma türünde flüoresan lambalar tercih edilmelidir (Schneider, 2006).

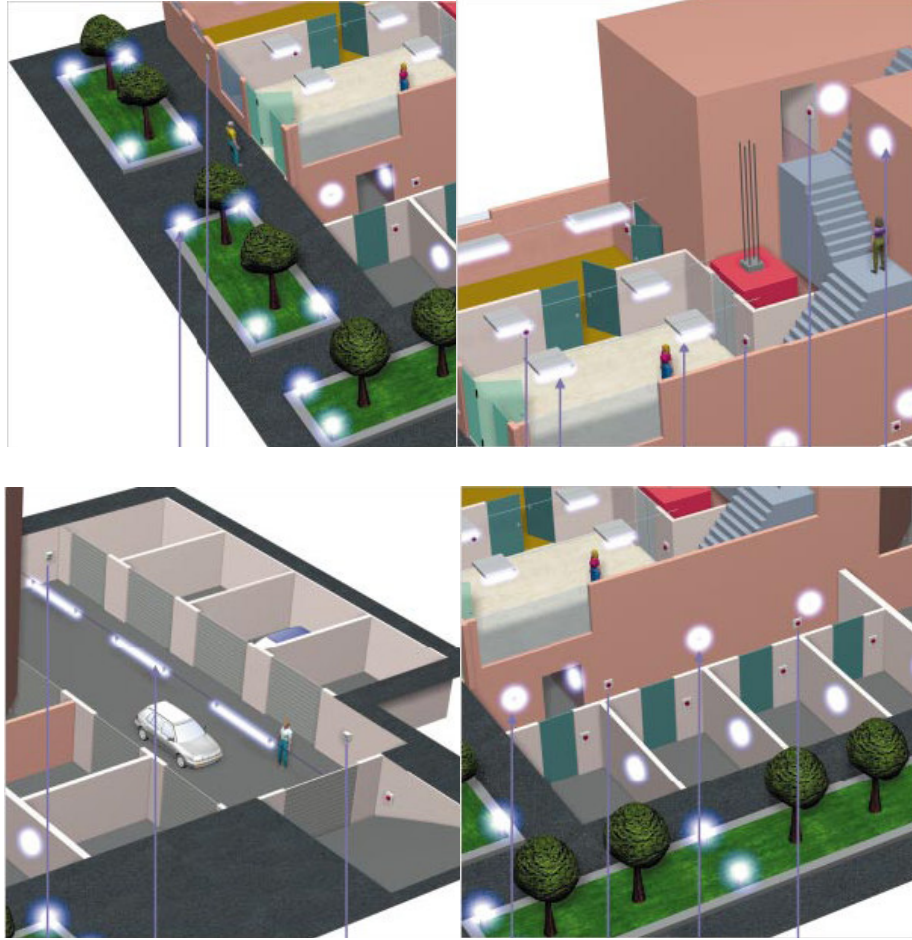
8.5. Apartmanlar İçin Aydınlatma Uygulamaları

Merdiven boşluğu ve giriş holü, butonlarla devreye girip belirli bir süre sonra sönen merdiven otomatiği kullanmak en klasik metottur. Butonların ışıklı ve istenildiğinde sürekli çalışma moduna geçebilme özelliğinin olması artı bir özelliktir. Fakat günümüzde hareket sensörlerinin kullanımı giderek artmaktadır. Uygun noktalara yerleştirilen sensörler sayesinde belirli gruplamalar yapılarak sadece gerektiği alanlardaki lambalar yanar, enerji tasarrufu bakımından düşünülmelidir. Aydınlatma türü enkandesan yada flüoresan lambalar ile yapılabilir.

Bina girişi ve bahçe, gün ışığı sensörüne bağlı olarak çalışan dış aydınlatma güvenlik amacıyla gece boyunca açık kalmalıdır. Ayrıca istenildiği zaman manuel olarak da kontrol edilebilmelidir. Aydınlatma türü isteğe bağlı olmakla birlikte gaz deşarjlı lambalar veya flüoresan lambalar kullanılarak yapılabilir.

Bodrum, enerji tasarrufu için önceden belirlenmiş bir zaman diliminden sonra otomatik olarak kapanması gereklidir. Fakat kapanmadan önceğin 20 sn. önce tüm lamba seviyeleri yarıya

inerek uyarı vermelidir. Farklı noktadaki butonlar sayesinde zaman rölesi tekrardan aktif edilerek aydınlatma süresi uzatılması sağlanmalıdır. Aydınlatma türü enkandesan ampuller yada flüoresan lambalar kullanılarak yapılmalıdır.



Şekil 8.5 Bina girişi, merdivenler, bodrum ve kapalı otopark (Schneider)

Yer altı otoparkı, içeri bir araba yada kişi geldiğinde hareket sensörü ile aydınlatma otomatik olarak açılmalı, gecikmeli olarak kapanmalıdır. Ayrıca istenildiğinde lokal olarak da tam kapasiteli aydınlatma sağlanabilmelidir. Aydınlatma türü olarak flüoresan lambalar tercih edilmelidir (Schneider, 2006).

8.6. Müstakil Evler İçin Aydınlatma Uygulamaları

Bahçe, hareket algılayıcı sensörler ile gün ışığı sensörlerinin bir arada kullanımı ile gerçekleştirilecek aydınlatmada flüoresan ve enkandesan lambalar tercih edilebilir. Hareket algılayıcı sensör sayesinde gecikmeli bir kapanma sağlanmalıdır.

Hol ve merdivenler, burada lokal aydınlatma butonları ile birçok noktadan kumanda etme imkanı sağlanmalıdır. Eğer enerji tasarrufu ve konfor göz önünde bulundurulursa hareket sensörleri kullanılabilir. Aydınlatma türü flüoresan lambalardan seçilebilir.

Yemek odası, lokal butonlarla kumanda gerçekleştirilmesi yeterlidir, flüoresan yada direkt enkandesan armatürlü avize kullanımı tercihe kalmıştır. Dimmerleme sistemleri ile dekoratif aydınlatmaya imkan verilebilir.

Oturma odası, evin en çok vakit geçirilen kısmı olduğundan aydınlatma otomasyonunun yanında dekoratif görünümde göz önünde bulundurulmalıdır. Birkaç noktadan lokal kontrol için dimmerleme butonları kullanılarak isteğe bağlı aydınlatma kullanılmalıdır. Vitrin yada dikkat çekmesi istenilen objelerin üstünde halojen spot lambalar kullanılabilir.



Şekil 8.6 Bahçe, bodrum, hol ve merdivenler, yemek odası (Schneider)

Bodrum, genelde çok kullanılmayan bir kısım olmakla birlikte birkaç noktadan lokal kontrol sağlanması gereklidir. Merdiven otomatığı sistemleri en klasik uygulama metodudur. Fakat lambaların sönmesine 20-40 sn. kalınca ikaz amacıyla lambalar %50 oranında kısılması kişinin zaman saatini tekrardan aktif etmesi için yeterli bir süre kazanmasını sağlayacaktır. Bir başka metotta hareket sensörleri olabilir. Fakat sensörlerin yerleştirildiği noktalar önemlidir ve gecikmeli olarak kapanması tercihe bağlıdır. Aydınlatma türü olarak enkandesan veya flüoresan lambalar tercih edilebilir (Schneider, 2006).

8.7. Ofis Binalarında Çeşitli DALI Uygulamaları

Genel olarak en çok aydınlatma enerjisi ofis binalarında tüketildiği için bu kısımda aynı mekanda farklı DALI uygulamalarını enerji tasarrufu bakımından inceleyeceğiz.

Örnek olarak açık yapı bir ofis odasını ele alalım. Camlara paralel olan 4 sıra halinde döşenmiş 16 adet flüoresan armatürü, iki giriş kapısı ve çalışma alanı olarak da iki adet dörder kişilik çalışma masaları bulunmaktadır. Üç farklı uygulama örneğinin enerji tasarrufu bakımlarından incelenmesi ile normal bir sisteme göre kullanıcılara sağladığı faydaları kıyaslayalım.



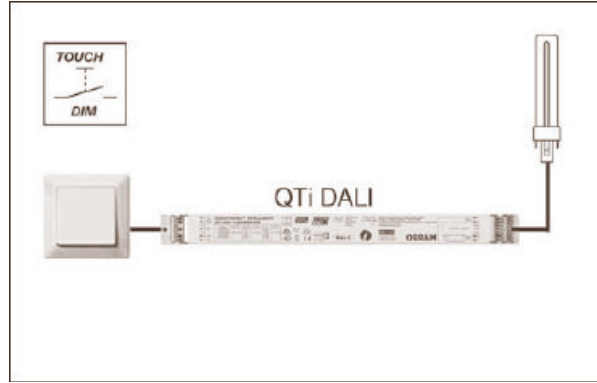
Şekil 8.7 Uygulamanın yapıldığı açık planlı ofis odası (Osram)

8.7.1. Basit Dimmerleme (Touch – Dim) Sistemi Uygulaması

En kolay kullanımı olan DALI uygulamasıdır. Kumanda butonuna bağlı olarak touch dim ismi almıştır. Buton up/down özelliğine sahip yada çevirmeli olarak da isteğe bağlı farklı tipleri mevcuttur. Lambaların tümü tek bir grup olarak kabul edilir ve hepsi aynı anda kumanda edilir. Dimmerleme işlemi dışında kaydedilmiş ışık seviyesi ile açma - kapatma özelliği bulunmaktadır. Enerji tasarrufu ise kullanıcılara bağlıdır.

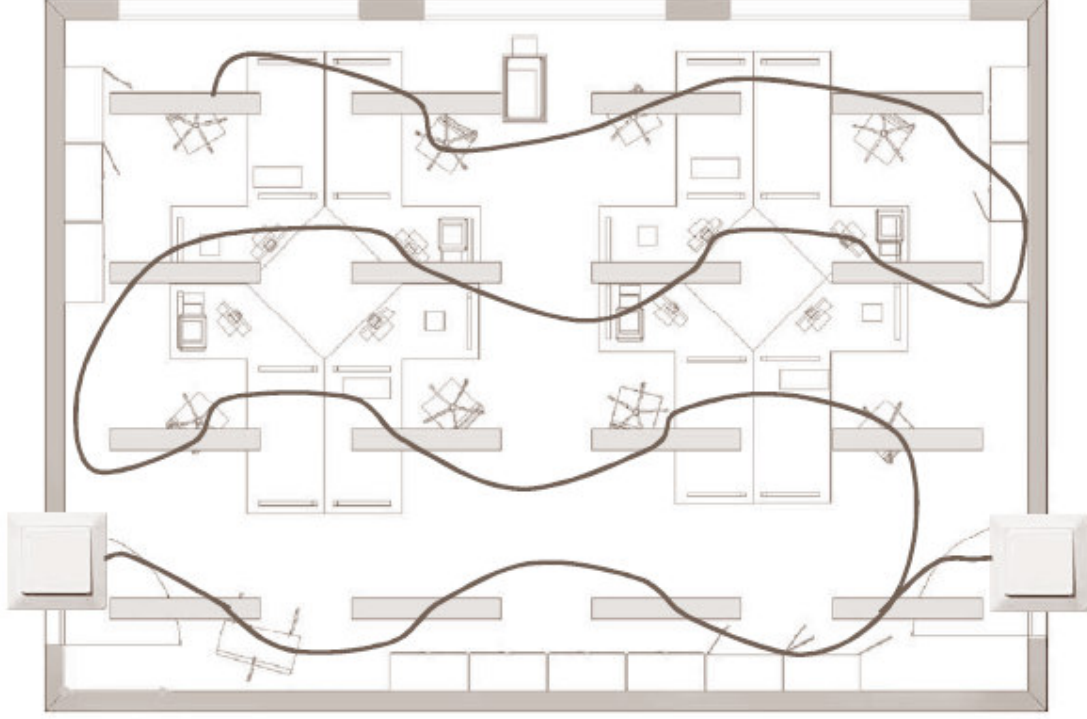
Özellikleri,

- Tuşa uzun süre basılı tutulduğunda dimmerleme moduna geçer.
- Tuşa kısa süre basıldığında sistem kapanır yada açılır.
- Referans aydınlatma seviyesi tuşa iki kez basılması ile kaydedilir. Sistem açıldığında lambalar direkt bu seviyede çalışmaya başlar.
- Eğer elektrik kesilirse o anki aydınlık seviyesi kaydedilir, elektrik geldiğinde aydınlık seviyesi aynı düzeye geri döner (Osram, 2006).



Şekil 8.8 Basit dimmerleme sistemi – touch dim (Osram)

Enerji tasarrufu oranı %20'lerde olmaktadır. Fakat gelecekteki ofis düzeni değişiklikleri (yeni bölmelerin oluşturulması vs.) veya ihtiyaca bağlı olarak gün ışığı, hareket sensörleri yada uzaktan kumanda modüllerinin ilavesi için temel sistemi şimdiden oluşturulmuş olmaktadır.



Şekil 8.9 Touch dim'in ofis uygulaması (Osram)

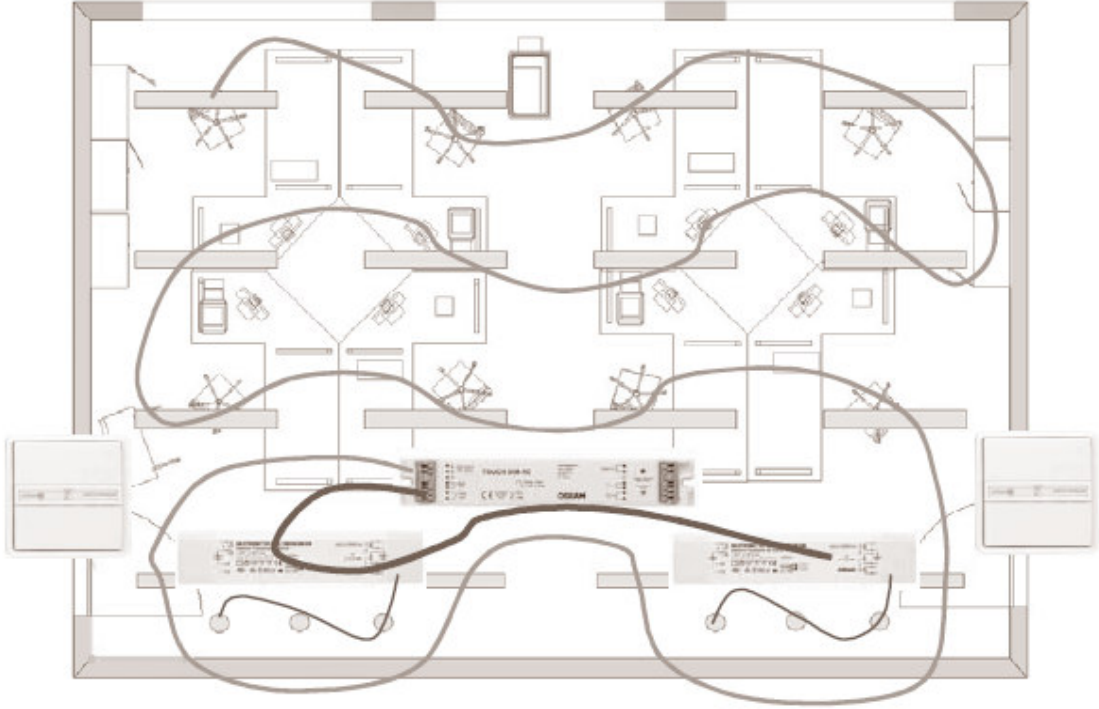
8.7.2. Uzaktan Kumanda Sistemi Uygulaması

Bu tip sistemler genellikle butonların cam duvar, alçı duvar bulunan ofis odalarında uygulanır. Balast bağlantıları kablolar vasıtasıyla sağlanır, fakat butonlar pille çalıştığı için herhangi bir kablo bağlantısına gerek kalmamaktadır. Bu sayede kumanda butonları istenildiği zaman kablolama sorunu olmadan yer değiştirilebilir yada isteğe bağlı olarak yeni butonlar devreye kolayca adapte edilebilir. Enerji tasarrufu %20 – %30 civarlarındadır.

Özellikleri,

- Tuşa uzun süre basılı tutulduğunda dimmerleme moduna geçer.
- Tuşa kısa süre basıldığında sistem kapanır yada açılır.
- Referans aydınlatma seviyesi tuşa iki kez basılması ile kaydedilir. Sistem açıldığında lambalar direkt bu seviyede çalışmaya başlar.
- Bakım istemeyen duvar butonları (3 yıl pil ömrü, 6V, 868,3 Hz)
- Her buton iki grup armatürü kontrol edebilir.
- Butonlar istenilen yere sorunsuz olarak monte edilebilir.
- Eğer elektrik kesilirse o anki aydınlık seviyesi kaydedilir, elektrik geldiğinde aydınlık

seviyesi aynı düzeye geri döner (Osram, 2006).



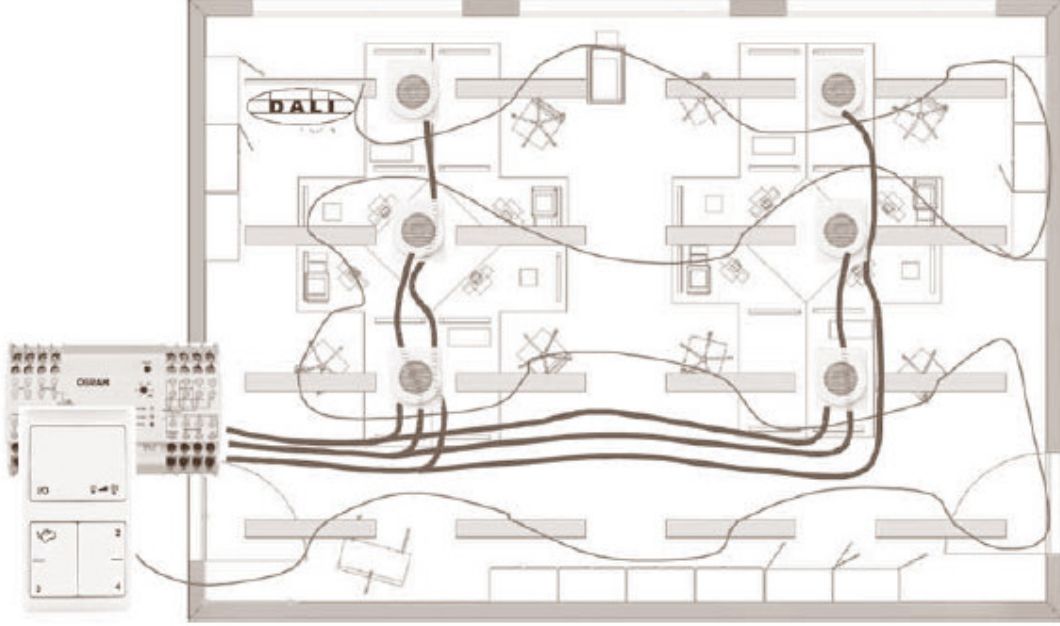
Şekil 8.10 Touch Dım ve Touch Remote Control (Osram)

8.7.3. Gün Işığı, Hareket ve Senaryo Sistemi Uygulamaları

Kullanılan sensörler sayesinde enerji tasarrufu bakımından en verimli sistemdir. Odaya biri geldiğinde, gün ışığı sensörü ayarlanmış aydınlatma seviyesi altında bir aydınlatma olduğunu algılasa sistemi açar ve ayarlanmış aydınlatma seviyesine çıkarır. Yada yeterli bir gün ışığı olduğuna karar verirse tüm sistemi kapatır ve bekleme moduna geçer. Senaryo ve grup özellikleri de mevcuttur. Dört sıra bulunan lamba armatürlerinin her biri bir grup olarak sisteme tanıtılır ve bu gruplar birbirlerinden bağımsız olarak çalışabilir. Senaryo tanımlamaları ile ışığı ve hareket sensörlerinin nasıl çalışması gerektiği tanıtılmış olur. Örneğin Senaryo 1’de; hareket ve gün ışığı sensörü aktif olsun. Hareket sensörü aktif olduğunda, bir sonraki adım gün ışığı sensörünün uygun grupları ayarlayarak yeterli olan aydınlık düzeyini sağlamasıdır. Senaryo 2’de sadece hareket sensörü, Senaryo 3’de ise sadece gün ışığı sensörü aktif olsun. Senaryo 4’de ise iki sensör de pasif olsun ve sistem sadece manuel olarak dimmerlensin.

Bu tip örnekleri arttırmak yada değişik kombinasyonlar oluşturmak tamamen isteğe bağlı olarak bilgisayar programı ile gerçekleştirilir. Sistem kurulduktan sonra, değişiklikler için

yeni bir kablolamaya gerek kalmamaktadır. Ancak ofis odasında yeni çalışma alanları yaratılırsa kumanda butonları için yeni bir kablolama zorunluluğu gerekebilir. Enerji tasarruf oranları %75'lere kadar çıkabilir.



Şekil 8.11 Gün ışığı, hareket ve senaryo sistemi (Osram)

Özellikleri,

- Tuşa uzun süre basılı tutulduğunda dimmerleme moduna geçer.
- Tuşa kısa süre basıldığında sistem kapanır yada açılır.
- 4 senaryo ve 4 grubu kontrol edebile tuş takımı mevcuttur.
- Hareket sensörleri ile her çalışana uygun aydınlatma seviyesi ayarı sağlanabilir.
- Eğer elektrik kesilirse o anki aydınlık seviyesi kaydedilir, elektrik geldiğinde aydınlık seviyesi aynı düzeye geri döner (Osram, 2006).

8.8. Konferans Salonlarında Çeşitli DALI Uygulamaları

Görüldüğü üzere DALI aydınlatma sistemleri başlı başına bir binanın aydınlatma otomasyonunu gerçekleştiremez. Fakat bina otomasyonu sistemleri ile eş zamanlı çalışarak aydınlatma sistemini temelini oluşturmaktadır. Bu yüzden oda yada kat bazında uygulamalarda başka bir sisteme gerek kalmadan çalışmasını gerçekleştirebilir. Senaryo ve grup özellikleri sayesinde konferans salonlarında kullanımı günümüzde oldukça yaygındır. Buradaki asıl amaç enerji tasarrufundan daha çok görsel etkileri kullanarak dinleyicilerin

ilgilerini konuşmacının üzerinde toplamaktır. Sunum sırasında slayt gösterimi, kürsü aydınlatması, video uygulaması gibi farklı sahne aydınlatmalarına çok çabuk bir şekilde adapte olması en önemli özelliğidir.



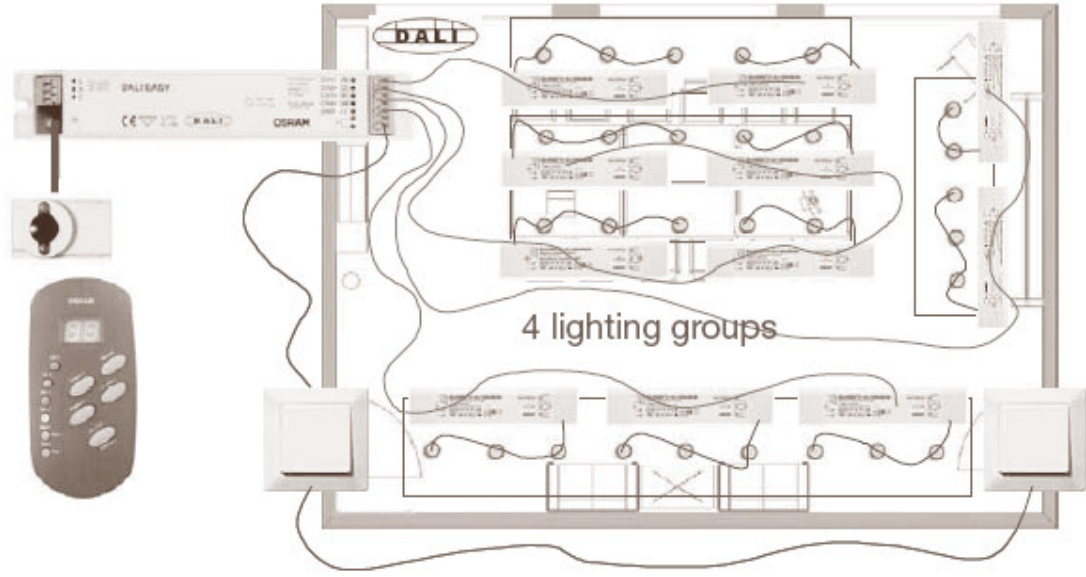
Şekil 8.12 Uygulamanın yapılacağı konferans salonu (Osram)

8.8.1. Uzaktan Kumandalı Senaryo Kontrolü ve Merkezi Kontrol Uygulaması

Bu sistemde 4 grup ve 4 senaryo özelliği uzaktan kumanda yardımı ile kumanda edilmektedir. Sadece açma – kapama ve dimmerleme işlemi girişlerdeki touch butonlarla yapılmaktadır.

Özellikleri,

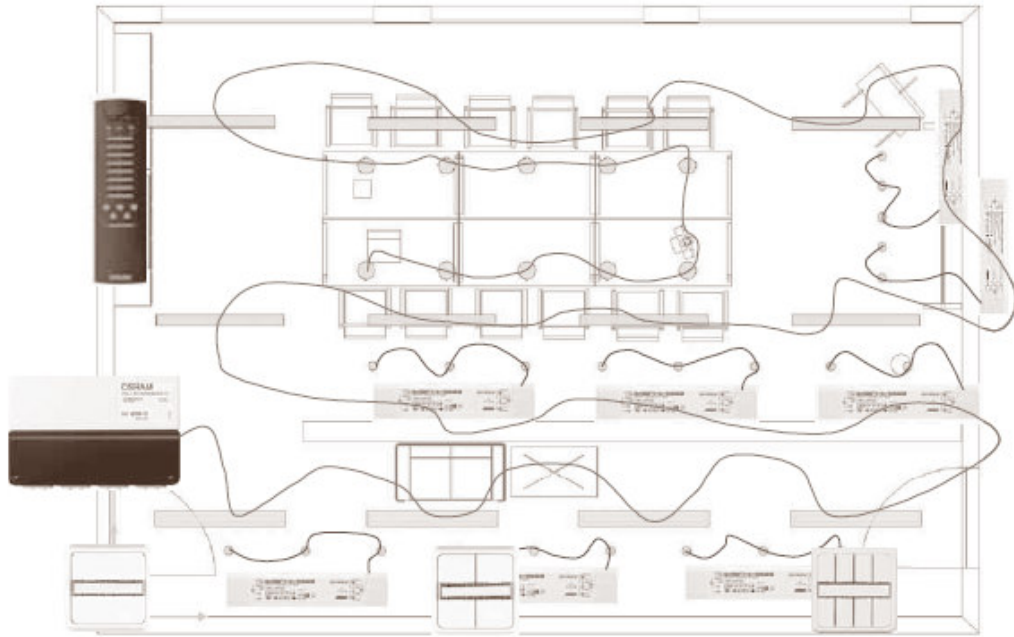
- 4 grup, 4 senaryo ve merkezi kumanda.
- Uzaktan senaryolar arası geçiş imkanı ve grup seçimi.
- Eğer elektrik kesilirse o anki aydınlık seviyesi kaydedilir, elektrik geldiğinde aydınlık seviyesi aynı düzeye geri döner (Osram, 2006).



Şekil 8.13 Uzaktan kumanda modülü ve merkezi sistem dimmerlemesi (Osram)

8.8.2. Buton ve Uzaktan Kumandalı Senaryo Kontrolü Sistemi

16 grupta ve 16 senaryo yapabilme özelliğine sahip bu geniş kapsamlı sistemde, uzaktan kumanda ile tüm kontrollere mümkün olmakla birlikte herhangi bir noktaya monte edilebilen butonlar sayesinde de kontrol mümkündür.



Şekil 8.14 Buton ve uzaktan kumandalı 16 senaryo 16 grup sistemi (Osram)

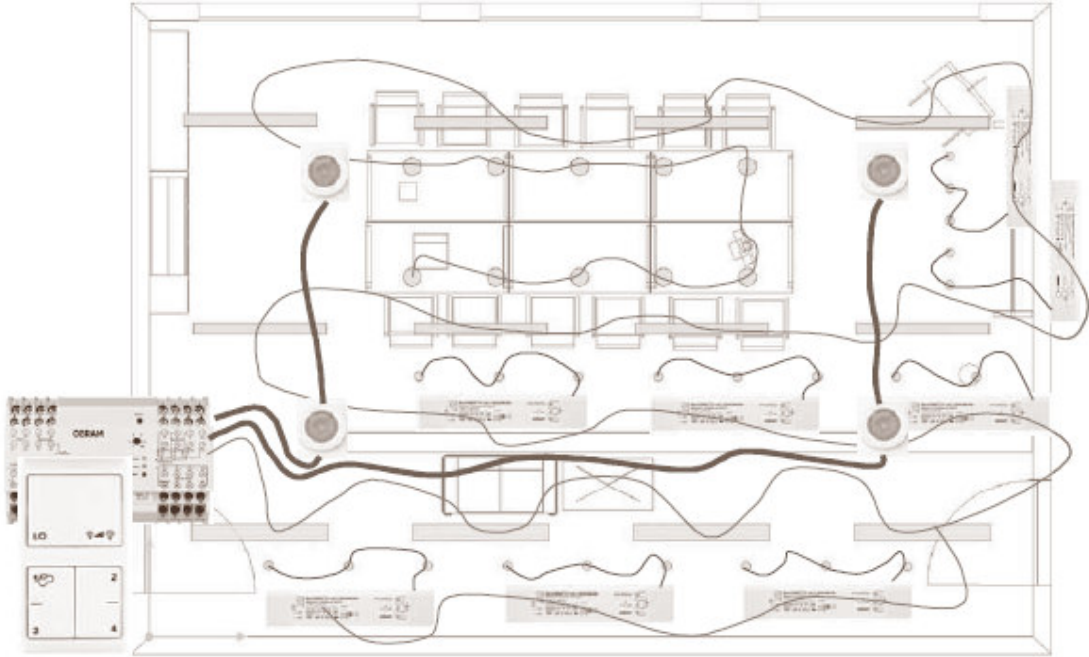
Özellikleri,

- 16 grup ve 16 senaryo kaydedebilme özelliği.
- Uzaktan kumanda ile kolay erişim.
- Butonların istenilen noktaya taşınabilmesi ve montajı.
- Eğer elektrik kesilirse o anki aydınlık seviyesi kaydedilir, elektrik geldiğinde aydınlık seviyesi aynı düzeye geri döner (Osram, 2006).

8.8.3. Gün Işığı, Hareket ve Senaryo Sistemi Uygulamaları

Senaryo ve grup seçeneği bakımından çok özel uygulamalar dışında yeterli olan bu sistemde hareket ve gün ışığı sensörleri mekanın kullanım amacını farklı noktalara taşımaktadır. Örneğin konferans salonu olarak kullanılan mekan, diğer zamanlarda bir ofis odasına dönüştürülebilir. Bu amaçla enerji tasarrufu göz önünde bulundurularak hareket ve gün ışığı sensörleri sisteme dahil edilmiştir.

Örneğin Senaryo 4, ofis alanları için uygun bir ayarlama ise sadece bir tuşa basılması ile mekanın kullanım özelliği değiştirilmiş olmaktadır. Buda bize sistemin ne kadar esnek bir uygulama alanı olduğunu gösterir.



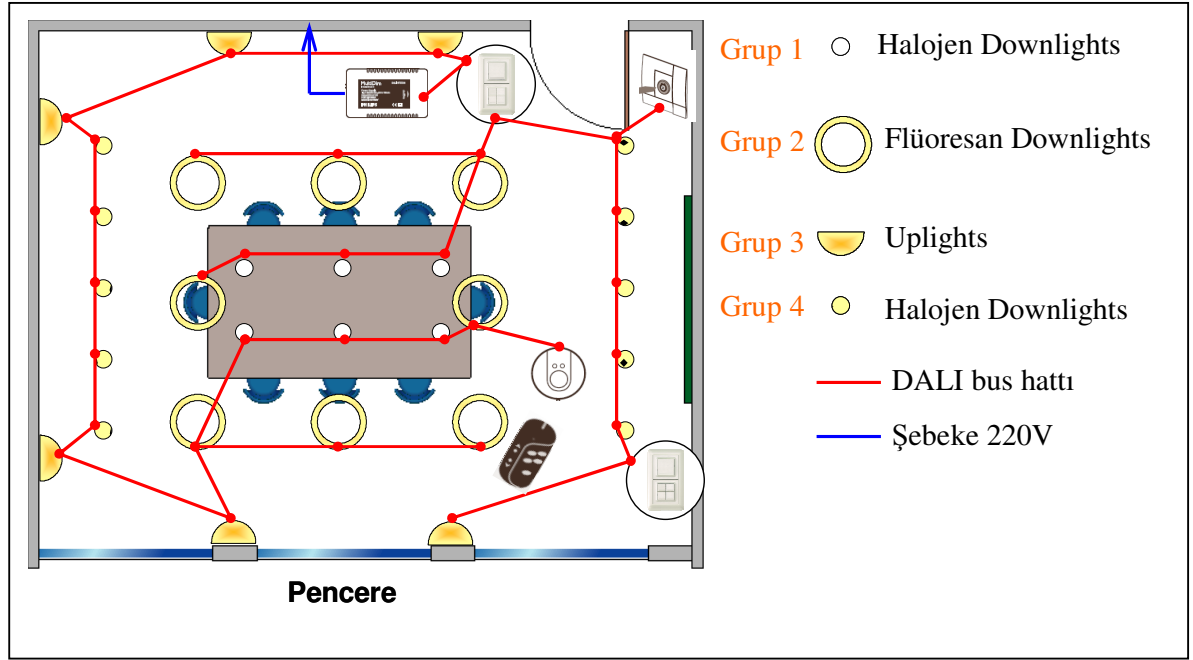
Şekil 8.15 Gün ışığı, hareket ve senaryo sistemi (Osram)

Özellikleri,

- Tuşa uzun süre basılı tutulduğunda dimmerleme moduna geçer.
- Tuşa kısa süre basıldığında sistem kapanır yada açılır.
- 4 senaryo ve 4 grubu kontrol edebile tuş takımı mevcuttur.
- Hareket sensörleri ile her çalışana uygun aydınlatma seviyesi ayarı sağlanabilir.
- Eğer elektrik kesilirse o anki aydınlık seviyesi kaydedilir, elektrik geldiğinde aydınlık seviyesi aynı düzeye geri döner (Osram, 2006).

8.8.4. Konferans Salonu Senaryo Uygulaması

Aşağıda örnek bir konferans salonunda uygulanan aydınlatma otomasyonu sonucu 4 farklı senaryo görünümü mevcuttur.



Şekil 8.16 DALI bus veri yolu bağlantıları



Şekil 8.17 Senaryo 1, Genel kullanım (Osram)



Şekil 8.18 Senaryo 2, Sunum (Osram)



Şekil 8.19 Senaryo 3, Video konferans (Osram)



Şekil 8.20 Senaryo 3, Toplantı (Osram)

8.9. Periyodik Programlama ile Renk Kontrolü

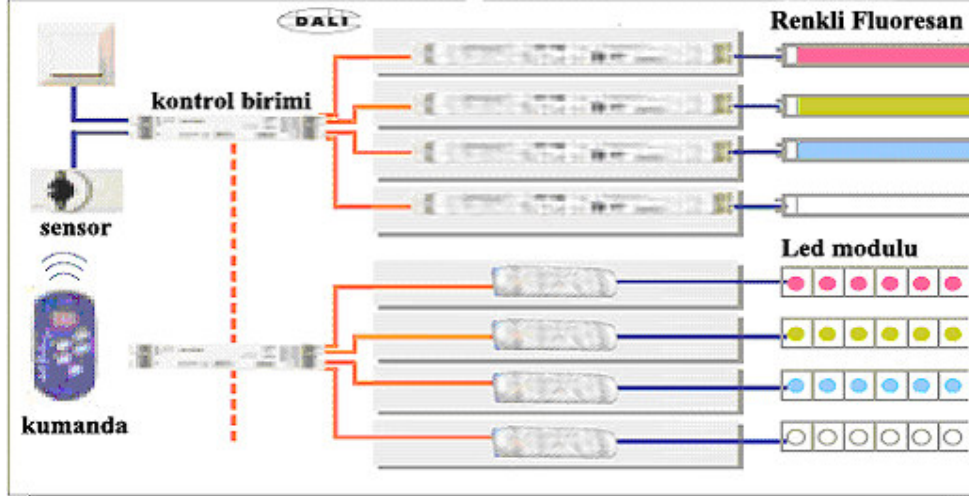
Aydınlatmada özgün ifadeleri mümkün kılan ve farklı esneklik kademeleri sağlayan DALI aydınlatma sistemleri, tasarımcıların mağaza, spor salonu, eğlence mekanları ve tiyatro aydınlatmasında renkli ışıklandırmaya imkan tanımaktadır. Renkli flüoresan ampullerin DALI ile kontrolüyle, doğru zamanda doğru atmosfer ve doğru ambiyans yaratılabilmektedir.

DALI Multidim programı, tek bir kontrol ünitesi vasıtasıyla, sayısı 64'e kadar çıkabilen armatürleri, birbirinden bağımsız olarak açma/kapama yapabilecek ve ışık miktarlarını ayarlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Dahası, tek devreye bağlı armatürler, aynı anda çalışabilen, farklı aydınlatma rejimlerine olanak tanıyan 16 değişik grup oluşturacak şekilde düzenlenebilirler. Ayrıca her bir ampul, tek bir DALI balastla sürülerek, tek başına diğer tüm sistemden bağımsız olarak ayarlanabilir.



Şekil 8.21 Renk kontrolünde kullanılan armatürler

DALI'nin sahip olduğu bu esneklik sayesinde, bir ışık düzeneğinde yer alan bağımsız her bir ışık kaynağının bireysel olarak kontrolü de mümkün olmaktadır. Bir adım daha ileri gidilecek



Şekil 8.23 Renk kontrol modülleri (Osram)

Dikkat edilmesi gereken nokta balast ile lamba arasındaki bağlantının olabildiğince kısa tutulması önemlidir. Çünkü bu mesafe belirli standartlar içerisinde tutulmazsa, ateşlemede ve lamba renginde sorunlarla karşılaşılmaktadır.

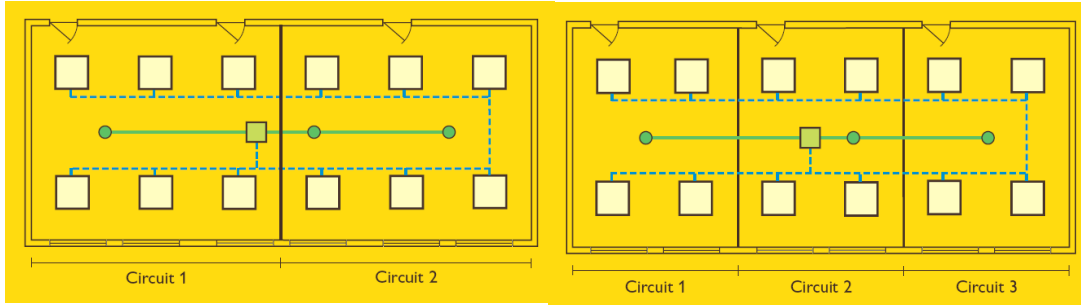


Şekil 8.24 Doğru ve hatalı bağlantılar (Tridonic)

9. AYDINLATMA OTOMASYONUN FAYDALARI ve EKONOMİK YÖNÜ

9.1. Esneklik

Aydınlatma otomasyon sistemleriyle, bağlı buldukları aydınlatma devrelerinin tamamına, herhangi bir enerji kablosu kullanmadan sadece haberleşme kablosu ile merkezden veya istenilen herhangi bir noktadan kumanda imkanının olması, aydınlatma kontrolü ihtiyaçlara göre çok değişken bir şekilde yapılabilir. Bu işlem özellikle iş yerleri, oteller, fabrikalar gibi büyük yerlerde aydınlatma kontrolünü çok basit ve esnek hale getirir.



Şekil 9.1 Mekan değişimlerinde hemen adapte olabilir (Philips)

Aydınlatma otomasyon sistemlerinde, aydınlatma kontrolü her mekanın yapısı, özellikleri ve ihtiyaçları doğrultusunda bir yazılım ile o mekana en uygun kumanda sistemi oluşturulmasından dolayı, mekan içerisinde yapılacak herhangi bir değişiklik veya ortaya çıkabilecek yeni kumanda ihtiyaçlarını sadece yazılımda yapılacak değişiklikler ile sağlanabilir. Ayrıca bu sistemler içerisinde kullanılan kumanda anahtarının üzerinde bulunan her buton, veya sisteme haricen bağlanabilecek butonlar, çok değişik fonksiyonlara göre programlanabilir (Kadirbeyoğlu, 2002).

Günümüzde birçok ofis odasında bilgisayar bulunduğundan, istenildiği takdirde odanın aydınlatma kontrolünü bireysel bilgisayarlardan da yapmak mümkündür. Bu sayede kişi masasından kalkmadan da isteğe bağlı olarak aydınlatma düzeyini değiştirme olanağına sahip olur. Burada gerekli olan tek şey bilgisayarın aydınlatma otomasyon hattını bağlanması ve gereken programın kurulmasıdır. Özellikle konferans salonlarında yaygın olarak kullanılan bu sistem bilgisayardan kumanda olabildiği gibi uzaktan kumanda ile de sağlanabilir.

9.2. Verimlilik

Toplantı salonları, tasarım ofisleri, tekstil atölyeleri, fabrikalar gibi aydınlatma seviyesinin çok önemli olduğu çalışma alanlarında iş veriminin en yüksek seviyede olması için aydınlatma kontrolü çok önemlidir. İyi programlanmış bir DALI kontrol sistemi ile bu tür çalışma alanlarında, aydınlatma seviyesinin çalışma saatlerine, gün ışığının konumuna ve yapılan işin niteliğine göre en uygun ışık sahnesini devreye alarak iş veriminin en yüksek seviyede olması sağlanabilir. Ayrıca toplantı salonları, çok amaçlı salonlar ve sinemalar gibi değişik mekanlarda aydınlatma programlarının işleve göre ani değişiklikleri istenebilir. DALI kontrol sistemleri bu değişiklikleri çok kısa zamanda gerçekleştirerek, bu alanlardaki aydınlatma ayarlamalarından kaynaklanacak zaman kaybını ortadan kaldırır.

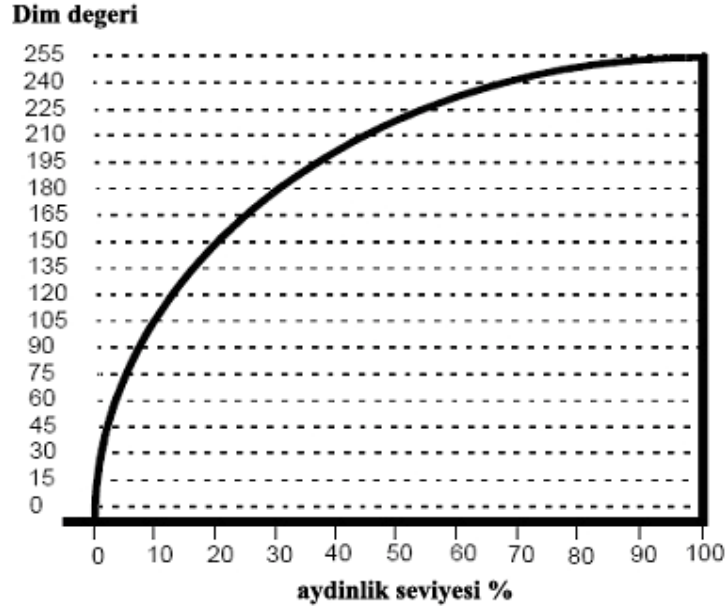
Bilgisayar ile çalışılan ofislerde, ışık kaynaklarının monitörden yansıması iş veriminin azalmasına sebep olabilir. Bu sorunun çözümü için dizayn edilmiş özel aydınlatma armatürleri ile birlikte aydınlatma seviyesinin de ayarlanabilmesi ofislerde iş verimini daha da arttıracaktır (Kadirbeyoğlu, 2002).



Şekil 9.2 Farklı dimmerleme seviyelerine göre senaryolar (Kadirbeyoğlu)

9.3. Estetik

Mekanların aydınlatılmasında kullanılan değişik tiplerdeki aydınlatma armatürlerini, kullanım amaçlarına ve aydınlattığı nesnelere göre gruplara ayırarak bir dimmer sistemi vasıtasıyla ışık seviyeleri %1 ile %100 aralığında ayarlayarak, mekanlarda daha estetik ortamlar oluşturabilir. Vurgulanması gereken öğeleri daha ön plana çıkaracak ışık senaryoları oluşturulabilir. Otel, restoran, müze, kafe ve toplantı salonları gibi dekorasyonun önemli olduğu mekanlarda, dimmer sistemleri de dekorasyonun bir parçası gibi düşünülebilir (Kadirbeyoğlu, 2002).



Şekil 9.3 Göz hassasiyetine uygun dimmerleme eğrisi

İnsan gözü %0 ile %10 arası ışık değişimlerine karşı son derece hassastır, düzensiz ya da ani değişimler dikkat çeker ve insan gözü tarafından kolayca fark edilir. Doğrusal kısma bu daha da şiddetli olur. Logaritmik kısma eğrisine dayanan benzersiz dijital dim kavramı %1'den %100'e kadar kusursuz ışık modülasyonu sağlar. Sistemdeki haberleşme 8 bit'lik işlemciler üzerinden sağlandığından yukarıdaki şekilden de görüleceği üzere 0 – 255 seviyeleri arasında tanımlanmış dimmerleme eğrisine sahiptir.

Tamamen dijital olan elektronik dimm edilebilir balastlar, transformatörleri (halojen ampuller için), dijital kontrol üniteleri ile beraber mükemmel ışık kalitesinin teknik alt yapısını sağlarlar.

9.4. Enerji Tasarrufu

Ticari binaların kendi giderleri içinde elektrik enerjisi faturaları önemli bir paya sahiptir. Genelde elektrik enerjisi ısıtma, soğutma, havalandırma, mahal koşullandırma, sıcak su temini, ofis cihazları, asansör, yürüyen merdiven ve aydınlatma amaçlı tüketilmektedir. Kuzey Amerika Enerji Ajansı'nın yaptığı araştırmaya göre, ticari binalarda tüketilen elektrik enerjisinin %46'sı aydınlatma, %19'u havalandırma, %13'ü cihazlar, %9'u çeşitli işler, %7'si buzdolabı, %4'ü ısıtma, %2'si de sıcak su ihtiyacı için kullanılmaktadır (Onaygil vd.,2005).

Görüldüğü üzere aydınlatma otomasyonlarına yönelmenin en önemli sebebi büyük yapılarda enerji tasarrufunu sağlayabilmektir. Bu açıdan da aydınlatma otomasyonu özelliği bakımından diğer HVAC (ısıtma, havalandırma ve soğutma), güvenlik sistemleri ile eş zamanlı olarak çalışması önemlidir. Böylece enerji tasarrufu da eş zamanlı olarak daha verimli bir hal almaktadır.

Giriş bölümünde de değindiğimiz gibi ülkemizde aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisinin payı büyüktür. Örneğin tüketilen toplam elektrik enerjisinin %35'i konutlarda ve hizmet sektöründe tüketilmektedir. Konut ve hizmet sektöründe tüketilen elektrik enerjisinin %60'ı sadece aydınlatma amaçlıdır ki bu oran Türkiye de tüketilen enerjinin %21'ine karşılık gelmektedir (EİE). Mesela %20 oranında bir tasarruf tüm enerji tüketiminin %4'üne; yani geçmiş yıllara da bazı komşu ülkelerden ithal edilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %60'ına tekabül edecektir. Bu nedenle aydınlatmada enerjinin etkili ve verimli şekilde kullanılması beraberinde ülke ekonomisine de büyük katkılar sağlayacaktır.

Bu konuyla ilgili, ticari binaların aydınlatma özelliklerini öğrenebilmek için İTÜ Enerji Enstitüsü tarafından bir araştırma yapılmıştır. 10 farklı binanın kullanım alanı ile yıllık tüketilen aydınlatma enerjisi kıyaslanması sonucu bazı sonuçlara ulaşılmıştır.

Çizelge 9.1 İncelenen on binanın özellikleri

| Bina | Sınıfı | Yaşı (yıl) | Dış yüzeyi | Doluluk (%) | Kapalı alan (m ²) | Yükseklik (m) | Kat sayısı |
|------|---------|------------|--------------|-------------|-------------------------------|---------------|------------|
| 1 | Ofis | 8 | Cam giydirme | 90 | 9924 | 25 | 5 |
| 2 | Ofis | 14 | Cam giydirme | 100 | 12997 | 15 | 3 |
| 3 | Ofis | 3 | Cam giydirme | 100 | 10200 | 40 | 8 |
| 4 | Otel | 18 | Betonarme | 80 | 3332 | 35 | 8 |
| 5 | Gösteri | 28 | Cam giydirme | Değişken | 52000 | 43 | 10 |
| 6 | Ofis | 7 | Cam giydirme | 100 | 18000 | 76,2 | 19 |
| 7 | Ofis | 13 | Cam giydirme | 100 | 17022 | 85,5 | 26 |
| 8 | Ofis | 10 | Granit | 85 | 35295 | 93,3 | 32 |
| 9 | Ofis | 7 | Granit | 100 | 25000 | 44 | 13 |
| 10 | Otel | 4 | Cam giydirme | 80 | 110000 | 115,6 | 41 |

Kullanım amaçlarına göre ofis, otel ve gösteri merkezi niteliklerine göre sınıflandırılmış bu binaların üç yıllık ortalama elektrik enerji değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge 9.2 Kullanım amaçlarına göre binaların yıllık ortalama enerji tüketimi

| Bina | Kullanım amacı | Alan (m ²) | kWh/yıl | kWh/m ² /yıl |
|------|----------------|------------------------|----------|-------------------------|
| 1 | Ofis | 9924 | 1298247 | 131 |
| 2 | Ofis | 12997 | 1426575 | 110 |
| 3 | Ofis | 10200 | 5918621 | 580 |
| 4 | Otel | 3332 | 347874 | 104 |
| 5 | Gösteri | 52000 | 1438633 | 28 |
| 6 | Ofis | 18000 | 3112501 | 173 |
| 7 | Ofis | 17022 | 6044800 | 355 |
| 8 | Ofis | 35295 | 5435676 | 154 |
| 9 | Ofis | 25000 | 2873794 | 115 |
| 10 | Otel | 110000 | 17093888 | 155 |

Tablodan da görüleceği üzere, birim yerleşim alanı (m²) başına tüketilen yıllık elektrik enerjisi miktarı da verilmektedir. Bu değer ortalama 190 kWh/m²/yıl'dır. Tüm binalarda bina otomasyon sistemi bulunan, her türlü mahal koşullandırmasının elektrik enerjisi ile yapıldığı binalarda birim m² alan başına tüketilen yıllık elektrik enerjisi miktarlarında farklılıklar görülmektedir.

Tabloda ki verilerin yorumlanması amacıyla, Singapur'da 2000 yılında altı ticari binada gerçekleştirilen çalışma sonucunda binaların elektrik enerjisi tüketimleri minimum 226 kWh/m²/yıl ve maksimum 387 kWh/m²/yıl olarak açıklanmıştır. Ayrıca Hong Kong'da 2002 yılında yapılan araştırmaya göre de ofis amaçlı kullanılan yapılarda 106,3 kWh/m²/yıl, yine 2000 yılında Kanada'da 137039 binanın incelenmesi ile de Çizelge 9.3'deki sonuçlara ulaşılmış ve ortalama değerde 202,8 kWh/m²/yıl olarak açıklanmıştır.

Çizelge 9.3 Kanada'da toplam alanlara göre binaların elektrik enerjisi tüketimi

| Toplam Alanlar | Elektrik Enerjisi Tüketimi |
|----------------------------|-------------------------------|
| 93 – 464 m ² | 272,2 kWh/m ² /yıl |
| 465 – 929 m ² | 194,4 kWh/m ² /yıl |
| 929 – 4645 m ² | 161,1 kWh/m ² /yıl |
| 4645 – 9290 m ² | 175,0 kWh/m ² /yıl |
| 9290 m ² üzeri | 230,6 kWh/m ² /yıl |

Gerçekte binaların enerji tüketimleri faaliyet alanlarının yanı sıra, iklim koşullarına, yönüne,

doluluk oranına, kullanım saatlerine göre farklılık göstermektedir. Bu çalışmada incelenen on binanın tüketim değerleri Bina 3 ve Bina 5'in dışında, verilen örneklerle uyum göstermektedir. Büyük bir radyo-TV binası olan Bina 3'teki çalışma saatlerinin uzunluğu ve kullanılan teknik ekipmanların fazlalığı ile, sadece belli zamanlarda gösteri – konferans amaçlı kullanılan Bina 5'teki sürelerin kısalığı da enerji tüketim değerlerini önemli ölçüde değiştirmektedir.

Tüketilen elektrik enerjisi içinde aydınlatmanın payını belirleyebilmek amacıyla, binalarda kullanılan tüm lamba, balast çeşit, güç ve sayıları saptanmıştır. Anket çalışmaları esnasında hacimlerin kullanım süreleri de belirlenmiştir. Tüm aydınlatma elemanlarının güçlerinin toplamından binaların aydınlatma kurulu güçleri (W), kullanım sürelerine göre de aydınlatma amaçlı tükettikleri yıllık elektrik enerjisi miktarları (kWh/yıl) hesaplanmış ve Çizelge 9.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 9.4 Aydınlatma amaçlı tüketilen elektrik enerjisi

| Bina | Kullanım amacı | Alan (m ²) | Aydınlatma gücü (W) | Yıllık aydınlatma tüketimi (kWh/yıl) | Aydınlatmanın payı (%) |
|------|----------------|------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------|
| 1 | Ofis | 9924 | 121858 | 275529 | 21,2 |
| 2 | Ofis | 12997 | 145523 | 341425 | 23,9 |
| 3 | Ofis | 10200 | 122100 | 997764 | 16,7 |
| 4 | Otel | 3332 | 8872 | 24662 | 7,1 |
| 5 | Gösteri | 52000 | 182780 | 391645 | 27,2 |
| 6 | Ofis | 18000 | 260239 | 654409 | 21,0 |
| 7 | Ofis | 17022 | 181483 | 605420 | 10,0 |
| 8 | Ofis | 35295 | 255535 | 710518 | 13,1 |
| 9 | Ofis | 25000 | 244071 | 779592 | 27,1 |
| 10 | Otel | 110000 | 392819 | 1246128 | 7,3 |

Gerçekleştirilen aydınlatmaların düzeyleri ve etkinlikleri hakkında fikir sahibi olabilmek için, lambaların yaydıkları toplam ışık akıları (lm) hesaplanmıştır. Her bina için birim alan m² başına şebekeden çekilen güç (W/m²), m² başına yayılan ışık akısı (lm/m²) ve çekilen güç başına yaratılan ışık akısı (lm/W) gibi karşılaştırma kriterleri hesaplanmış ve Çizelge 9.5'te toplu olarak verilmiştir.

İncelenen on binada da otomasyon sistemleri genelde ısıtma, soğutma, havalandırma ağırlıklı olup hiç bir binada kapsamlı aydınlatma otomasyonu bulunmamaktadır. Üç binada var olan aydınlatma otomasyonları ise, sadece belli merkezlerden ayarlanabilen açma – kapama fonksiyonludur. Yani standart dimmerlerle aydınlık seviyesi sağlanmakta, hareket yada gün ışığı sensörü bulunmamaktadır.

Çizelge 9.5 Aydınlatma kalitesini irdeleyen kriterler

| Bina | Kullanım amacı | W/m ² | lm/m ² | lm/W |
|------|----------------|------------------|-------------------|------|
| 1 | Ofis | 12,3 | 767,3 | 62,5 |
| 2 | Ofis | 11,2 | 796,6 | 71,2 |
| 3 | Ofis | 12,0 | 837,0 | 69,9 |
| 4 | Otel | 2,7 | 165,4 | 62,1 |
| 5 | Gösteri | 3,5 | 96,5 | 27,4 |
| 6 | Ofis | 14,5 | 861,1 | 59,6 |
| 7 | Ofis | 10,7 | 541,9 | 50,8 |
| 8 | Ofis | 7,2 | 345,4 | 47,7 |
| 9 | Ofis | 9,8 | 545,9 | 55,9 |
| 10 | Otel | 3,6 | 144,9 | 40,6 |

Yukarıdaki bilgilerden, binalarda aydınlatma amaçlı tüketilen elektrik enerjisi miktarının kullanım amaçlarına göre değiştiği görülmektedir. Toplam elektrik enerjisi tüketimi içinde aydınlatmanın payı otel amaçlı kullanılan binalarda yaklaşık %7 iken, ofis amaçlı kullanılan binalarda ortalama %19'a yükselmektedir. Bir binada aydınlatma amaçlı tüketilen elektrik enerjisi en basit olarak aşağıdaki denklem ile ifade edilebilir.

$$W = \sum_{i=1}^m N_{\text{arm},i} \cdot P_{\text{arm},i} \cdot T_i \quad (9.1)$$

Burada;

W : Tüketilen elektrik enerjisi (Wh)

$N_{\text{arm},i}$: i tipindeki armatür sayısı

$P_{\text{arm},i}$: i tipindeki her armatürün balast, trafo kayıpları dahil şebekeden çektiği güç (W)

T_i : i tipindeki armatürün yıllık kullanma süresi (h)

m : binadaki armatür tip sayısı

(9.1) denkleminde de görüleceği üzere aydınlatma amaçlı kullanılan elektrik enerjisini azaltmanın üç yolu vardır.

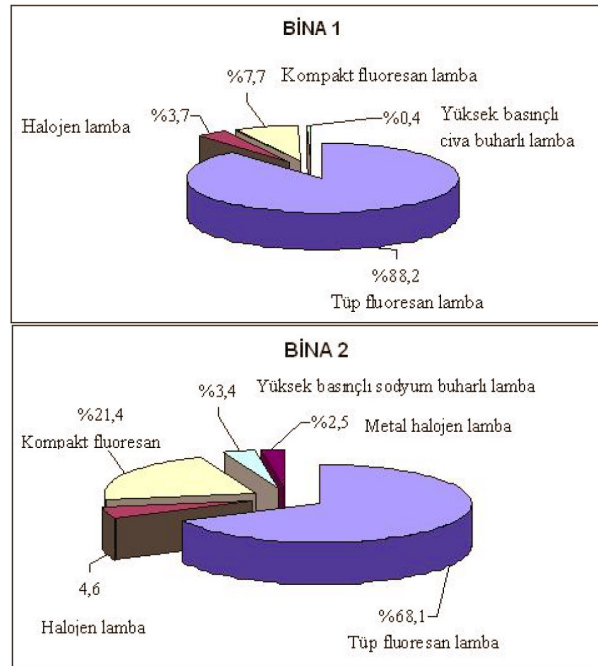
- En yeni teknolojik gelişmeler takip edilerek verimli lambalar ve yardımcı elemanlar (balast, trafo vs.) kullanılarak armatürlerin şebekeden çektiği güçler azaltılabilir.
- Işığı istenilen şekilde yayan kaliteli, verimi yüksek armatürler kullanılarak gerçekleştirilen aydınlatma tasarımları ile toplam armatür sayısı azaltılabilir.
- Kontrol sistemleri ile aydınlatmanın gerek duyulan saatlerde, gereken miktarlarda

kullanılması sağlanabilir.

Bu yaklaşım ile, on binadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, aydınlatma kriterlerinin ve eleman seçiminin farklılıkları görülebilmektedir. Örneğin Bina 2’de m² başına 796,6 lümen ışık akısı yaratılırken, Bina 8’de bu değer 345,4 lümene düşmektedir. Bu fark, Bina 2’de çalışma düzlemlerinde ortalama 750 lux aydınlık düzeyi yaratılırken, Bina 8’de ortalama 350 lux’lük değer sağlanmasından oluşmaktadır.

Düşük aydınlık düzeyleri kabulü ile, aydınlatmanın payı da %13'lere gerilemiştir. Ancak kullanılan lamba, balast ve trafolarla bağlı olarak Bina 2’de 71,2 lm/W olan etkinlik faktörü Bina 8’de 47,7 lm/W gibi daha düşük bir değerdir.

Birbirine yakın aydınlık düzeylerinin yaratıldığı Bina 1 ve Bina 2’nin dikkatli incelenmesi sonucunda da, lamba ve balast seçiminin etkisi anlaşılabilir. Her iki binada kullanılan lamba çeşitlerinin dağılımı Şekil 9.4’te gösterilmektedir.



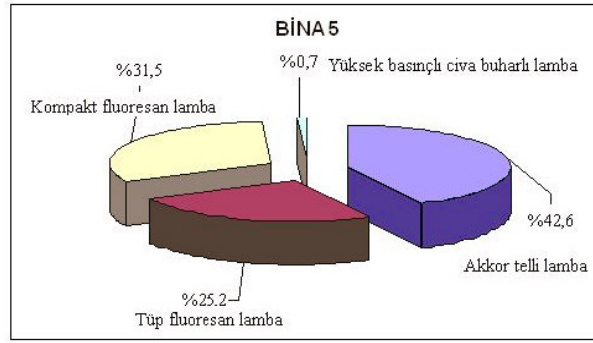
Şekil 9.4 Bina 1 ve Bina 2’deki lamba çeşitlerinin dağılımı

Günümüz teknolojik koşullarına göre, ofis amaçlı binalarda kullanılacak en verimli ışık kaynakları tüp floresan lambalardır. Bina 1 ve Bina 2’de kullanılan lambaların dağılımına bakıldığında, Bina 1’de kullanılanların %88,2’si, Bina 2’de ise %68,1’i tüp flüoresan lambalardır. Ancak tüp flüoresan lambaların çeşitlerine bakıldığında, Bina 1’de kullanılanların %84’ününün 18 W, %16’sının ise 36 W gücünde manyetik balastlı lambalar

olduğu görülmektedir. Bina 2'deki tüp flüoresan lambaların ise tamamı elektronik balastlı olup %80'i 14 W/T5, %14'ü 18 W ve %6'sı ise 36 W gücündedir.

Etkinlik faktörü yüksek ince tip flüoresan lambalar ve elektronik balastların kullanımının faydası, tüm kullanılan lambalar içinde tüp flüoresan lamba yüzdesi daha düşük olan (%68,1) Bina 2'deki sağlanan 71,2 lm/W değerinin, Bina 1'de sağlanan 62,5 lm/W değerinden yüksek olması ile açıkça ortaya çıkmaktadır.

Kullanım amacına uygun olarak daha düşük aydınlık düzeylerinin yaratıldığı gösteri amaçlı Bina 5'teki 27,7 lm/W değerindeki düşük etkinlik faktörü, çok sayıda akkor telli lamba kullanımından ileri gelmektedir.



Şekil 9.5 Bina 5'deki lamba çeşitlerinin dağılımı

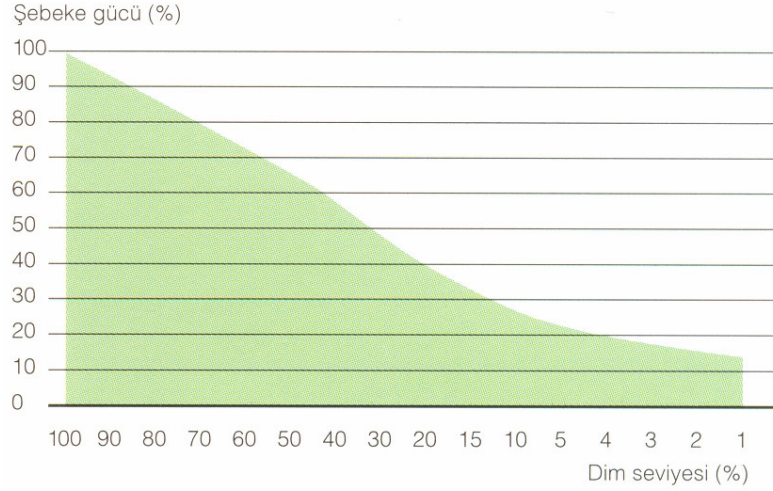
Şekil 8.5'te gösterilen Bina 5'teki kullanılan lamba çeşitlerinin dağılımına bakıldığında, %42,6 oranında akkor telli lamba kullanıldığı görülmektedir. Akkor telli lambaların yerlerine kullanabilecek etkin lambalarla (kompakt flüoresan lamba, tungsten halojen lamba, vs) değiştirilmesi sonucunda, bu binadaki elektrik enerjisi tüketimi içindeki aydınlatmanın payı da önemli ölçüde azabilecektir.

İncelenen binalarda, hareket ve gün ışığı algılayıcı gibi elemanların kullanıldığı kapsamlı aydınlatma otomasyonuna sahip bina olmadığından, kontrol sistemlerinin enerji tüketimindeki etkileri incelenememiştir (Onaygil vd.,2005).

Bu araştırmadan da anlaşılacağı üzere aydınlatma otomasyonunda hareket ve gün ışığı sensörleri kullanımı kaçınılmazdır. Sistemin temelini dimmerlenebilen balastlar oluşturuyor olsa da onlara kumanda elemanları olmadan bu balastlarda gerektiği kadar enerji tasarrufu sağlayamaz.

Aydınlatma otomasyon sistemlerinde kullanılan dimmer üniteleri sayesinde, aydınlatmanın

kısıldığı oranda enerjiden tasarruf etmek ve ışık kaynaklarının ömrünü uzatmak mümkündür. Aşağıda ki tablolarda enkandesan, halojen ve fluoressan ampullerin dimmer üniteleri ile ışık seviyelerinin ayarlanması durumunda elde edilen enerji tasarrufu oranları ve ampul ömürlerinin uzaması görülmektedir.



Şekil 9.6 Bir DALI balastın dimm seviyesine göre şebekeden çektiği güç (Tridonic)

Çizelge 9.6 Enkandesan ve halojen ampuller için enerji tasarrufu

| ENKANDESAN VE HALOJEN AMPULLER İÇİN DİMMER ÜNİTELERİ İLE ELDE EDİLEN ENERJİ TASARRUF TABLOSU | | |
|---|-------------------------|-------------------|
| IŞIK SEVİYESİ | ENERJİ TASARRUFU | AMPUL ÖMRÜ |
| % 90 | % 10 | x 2 |
| % 75 | % 20 | x 4 |
| % 50 | % 40 | x 20 |
| % 25 | % 60 | >x 20 |

Çizelge 9.7 Fluoressan ampuller için enerji tasarrufu

| FLÜORESAN AMPULLER İÇİN DİMMER ÜNİTELERİ İLE ELDE EDİLEN ENERJİ TASARRUF TABLOSU | | |
|---|-------------------------|-------------------|
| İŞIK SEVİYESİ | ENERJİ TASARRUFU | AMPUL ÖMRÜ |
| % 90 | % 10 | x 1 |
| % 75 | % 25 | x 1 |
| % 50 | % 50 | x 1 |
| % 25 | % 75 | x 1 |

Dimmer üniteleri ile elde edilen bu enerji tasarrufunu çalışma alanlarında maksimum düzeyde sağlayabilmek için, aydınlatma otomasyon sistemleri çok önemlidir. Gün ışığından maksimum seviyede yararlanmak için ışık sensörleri, içerisinde çalışan kimsenin bulunmadığı alanlarda enerji sarfiyatını önlemek amacı ile hareket dedektörleri, çalışma saatlerine göre aydınlatma kontrolünü düzenlemek için zaman saatleri ve çevre aydınlatmalarını ekonomik şekilde programlayabilmek amacı ile astrolojik zaman saatleri, aydınlatma otomasyon sistemi içerisinde entegre edilerek maksimum düzeyde enerji tasarrufu sağlanır. Ayrıca elektrik enerjisinin pahalı veya ucuz olduğu zamanlar için yapılacak farklı aydınlatma programlarının otomatik olarak devreye girmesi ile enerji tasarrufu yapmak mümkündür (Kadirbeyoğlu, 2002).



Şekil 9.7 Gün ışığı sensörüne bağlı dimmerleme (Luxmate)

Örneğin; Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı'nın (2000) yapmış olduğu bir çalışmaya göre, sadece hareket sensörü, sadece gün ışığı sensörü yada sadece zaman saati kullanılarak yapılan bir otomasyon ile bütünleşmiş toplam bir otomasyon ile yapılan enerji tasarrufu oranları karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirme tek kişilik ofis odası ve küçük ölçekli bir ofis alanı gerçekleştirilmiştir, enerji tasarrufu oranları bakımından bize genel bir bilgi vermektedir.

Çizelge 9.8 Tek kişilik ofis odasında yapılan enerji tasarrufu

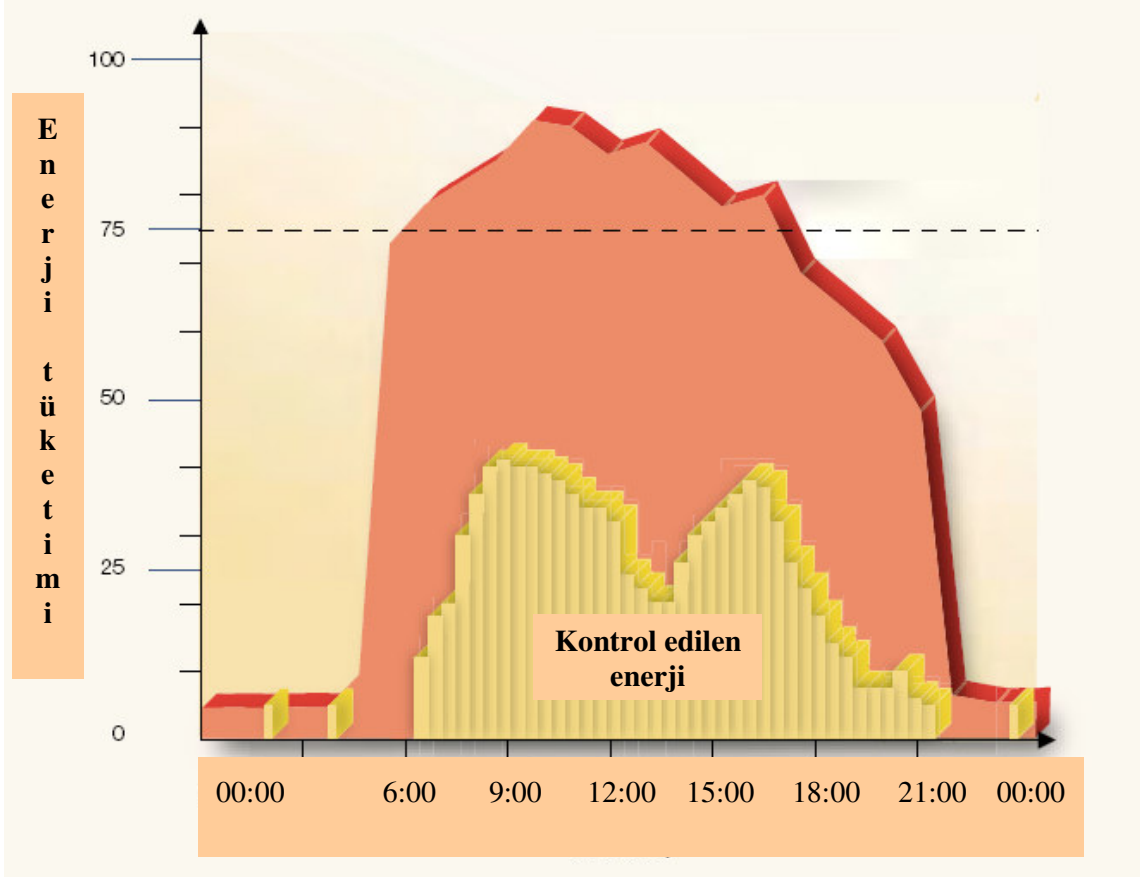
| Tek kişilik Ofis Odası | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | Manuel Kontrol | Hareket Sensörü | Gün ışığı Sensörü | Hareket + Gün ışığı |
| Yıllık Tüketim (kWh) | 450 | 340 | 330 | 250 |
| Yıllık Enerji Bedeli (YTL) | 56,11 | 42,39 | 41,15 | 31,17 |
| Yıllık Enerji Tasarrufu (YTL) | - | 13,72 | 14,96 | 24,94 |

Çizelge 9.9 Küçük ölçekli bir ofis alanı için yapılan enerji tasarrufu

| Küçük Ölçekli Bir Ofis Alanı | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Manuel Kontrol | Zaman Rölesi | Hareket Sensörü | Gün ışığı Sensörü | Zaman + Gün ışığı |
| Yıllık Tüketim (kWh) | 5700 | 5100 | 5000 | 4200 | 3700 |
| Yıllık Enerji Bedeli (YTL) | 710,79 | 635,97 | 623,5 | 523,74 | 461,39 |
| Yıllık Enerji Tasarrufu (YTL) | - | 74,82 | 87,29 | 187,05 | 249,4 |

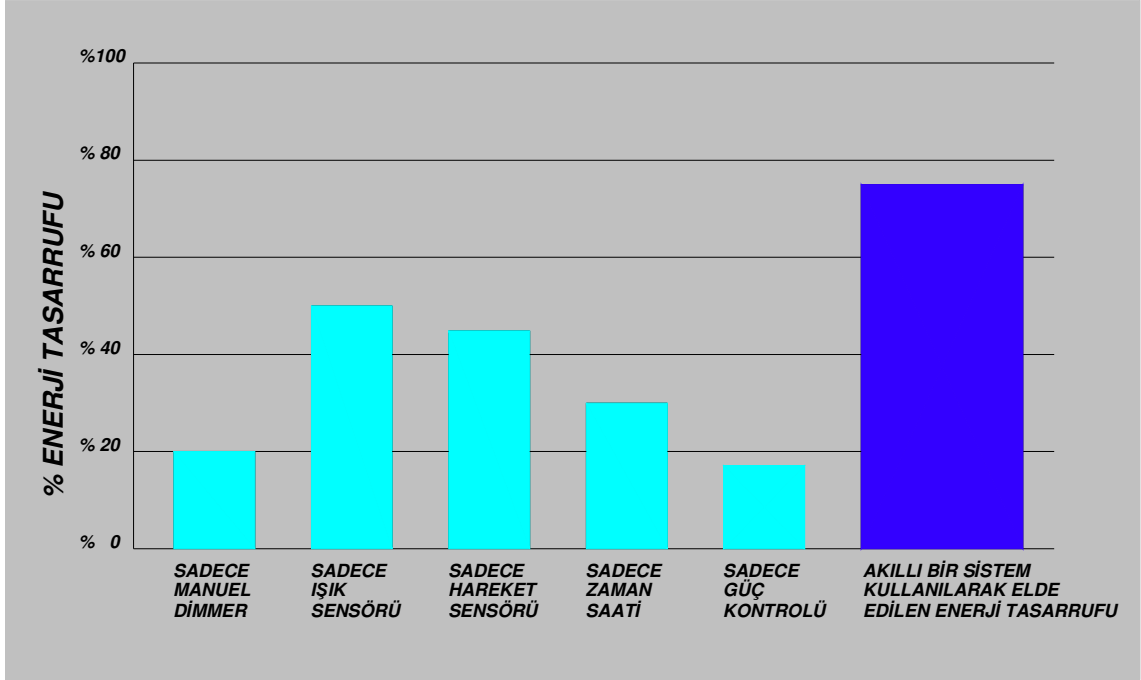
Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere aydınlatma sistemi bir veya birkaç lambadan oluşan mekanlarda farklı aydınlatma otomasyon sistemleri uygulandığında, yıllık enerji tüketiminin %11 ile %45 oranları arasında tasarruf etmek mümkün olmaktadır. ABD’de deki elektrik enerjisi birim fiyatı 0,09 YTL/kWh, ülkemizde ise vergilerle birlikte 0,16 YTL/kWh civarında olduğundan enerji tasarrufu ülkemiz açısından daha önemli bir hal almaktadır. Bu yüzden daha iyi fikir vermesi açısından tablolardaki elektrik birim fiyatları ülkemiz koşullarına göre güncel hale getirilmiştir (Federal Energy Management Program, 2000).

İşyerlerinde mesai saatleri içersinde tüm aydınlatma sistemi hava şartları ne olursa olsun genelde hep açık bırakılmaktadır. Bu sebepten dolayı genelde; kimsenin olmadığı ortamlarda dahi gün boyu lambalar açık kalır, gerektiğinden fazla aydınlatma seviyelerine çıkarılır, lambaların gereksiz yere çalışması sonucu da lamba çalışma ömürleri gereksiz yere kısılır. Böyle çok katlı ofis binalarında yapılan bütünleşmiş aydınlatma otomasyonu sonucu, toplam aydınlatma için harcanan enerji ile yapılan enerji tasarrufu arasındaki fark aşağıdaki grafikte daha da rahat anlaşılabilir.



Şekil 9.8 Çok katlı bir binanın bir günlük aydınlatma için harcadığı enerji (DynaLite)

Işık sensörleri, hareket detektörleri ve zaman saatleri tek başlarına kullanılarak da belirli oranlarda enerji tasarrufu elde edilebilir, fakat koşullu programlama yapabilen herhangi bir aydınlatma otomasyon sistemi ile hepsi birlikte kullanılarak enerji tasarrufu maksimum seviyeye çıkarılabilir. Böyle bir sistemin kullanıldığı binalarda gün ışığı seviyesi, çalışma saatleri, çalışma alanlarının yoğunluğu ve enerjinin pahalı olduğu saatler göz önüne alınarak yapılacak güç kontrolü ile en yüksek seviyede enerji tasarrufunun sağlanabileceği ışık programı kullanılır. Aşağıdaki tabloda böyle bir aydınlatma otomasyon sistemi ile elde edilebilecek enerji tasarrufu görülmektedir (Kadirbeyoğlu, 2002).



Şekil 9.9 Kullanılan kontrol sistemlerine göre enerji tasarrufu

DALI sistemlerinin en büyük özelliği enerji tasarrufunda aktif enerji yönetimi sağlayabilmesidir. Her bir dimmlenebilir balastın kendine ait adresi olduğundan enerjiyi istediğimiz gibi yönlendirebilme imkanı tanımaktadır. Bu yüzden aşağıdaki çalışma sonucu da göstermektedir ki, toplam 58W'lık 80 balasttan oluşan açık bir ofis katında bir gün içerisinde sağlanan enerji tasarrufu miktarı göz ardı edilemeyecek düzeydedir.

İlk olarak aydınlatma otomasyonu olmayan bir sistemden ölçüm sonuçları alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Bu tip sistemde herhangi bir dimmerleme sistemi olmadığından lambalar ya açık yada kapalı olarak kumanda edilebilmekte, bu da bize çalışanların lambaları kapatmadığı müddetçe enerji tasarrufu sağlama imkanı vermemektedir.

Daha sonra aynı mekana çalışanların davranışlarının ve çevre şartlarının aynı kalması koşulu ile hareket ve gün ışığı sistemlerinin de içinde bulunduğu bir DALI aydınlatma sistemi kurulduğunda %50'lere varan bir enerji tasarrufu yapıldığı görülmektedir. Yapılan hesaplamalar belli zaman aralıklarıyla alınmış değerlerin ortalaması alınarak tablolara aktarılmıştır (Oteri vd., 2005).

Çizelge 9.10 Aydınlatma otomasyonu olmaksızın harcanan enerji

| Güvenlik | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|-------|
| Balast Adedi | Güç % | Süre Saat | Enerji kWh | Güç % | Süre Saat | Enerji kWh | Güç % | Süre Saat | Enerji kWh | Güç % | Süre Saat | Enerji kWh | |
| Cam | 26 | 100 | 10 | 15,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 14 | 10,56 |
| Orta Oda | 22 | 100 | 10 | 12,76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 14 | 8,93 |
| Masa | 18 | 100 | 10 | 10,44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 14 | 7,30 |
| Koridor | 14 | 100 | 10 | 8,12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 14 | 5,68 |
| Toplam | 80 | | | 46,40 | | | 00,00 | | | 00,00 | | | 32,48 |
| Toplam Enerji Tüketimi: 78,88 kWh | | | | | | | | | | | | | |

Çizelge 9.11 Dalı aydınlatma otomasyonu ile kurulmuş sistem

| Güvenlik | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|-------|
| Balast Adedi | Güç % | Süre Saat | Enerji kWh | Güç % | Süre Saat | Enerji kWh | Güç % | Süre Saat | Enerji kWh | Güç % | Süre Saat | Enerji kWh | |
| Cam | 26 | 0 | 6 | 00,00 | 50 | 1 | 0,75 | 100 | 3 | 4,52 | 20 | 14 | 4,22 |
| Orta Oda | 22 | 50 | 6 | 3,82 | 100 | 4 | 5,10 | 0 | 0 | 0,00 | 20 | 14 | 3,57 |
| Masa | 18 | 100 | 10 | 10,44 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,00 | 20 | 14 | 2,92 |
| Koridor | 14 | 100 | 2 | 1,62 | 20 | 8 | 1,29 | 0 | 0 | 0,00 | 20 | 14 | 2,27 |
| Toplam | 80 | | | 15,89 | | | 7,16 | | | 4,52 | | | 12,99 |
| Toplam Enerji Tüketimi: 40,57 kWh | | | | | | | | | | | | | |

Tablolardan da anlaşılacağı üzere toplam enerji tasarrufu % 48,6 olarak belirlenmiştir. Çok katlı bir ofis binasında aydınlatma için tüketilen enerjinin %50'sinden tasarruf edilmesi ve bunun ülke genelindeki bu tip binalarda uygulanması düşünüldüğünde enerji tasarrufu bakımından aydınlatma otomasyon sistemlerinin önemi daha da arttırmaktadır.

Sistemin yatırım maliyetini göz önünde bulundurularak enerji tasarrufu bakımından ekonomik analizini yapmaya çalışalım. Yararlanılan kaynakta bu konu ile ilgili gerekli açıklamalar olmadığı için yaklaşık olarak sistem maliyetini kendimiz belirleyelim.

Toplam balast sayısı 64'den fazla olduğu için kullanılacak güç kaynağı sayısı 2 olmalıdır. Balast sayısı 80, hem hareket hem de gün ışığı sensörü özelliklerini taşıyan algılayıcı sayısı 5,

farklı tiplerde programlana bilen tuş takımı sayısının da 10 olarak kabul edelim.

Çizelge 9.12 Toplam sistem maliyeti

| | Adet | Birim Fiyatı (YTL) | Toplam (YTL) |
|-----------------------|-------------|---------------------------|---------------------|
| BALAST | 80 | 70 | 5600 |
| GÜÇ KAYNAĞI | 2 | 275 | 550 |
| SENSÖR | 5 | 185 | 925 |
| TUŞ TAKIMI | 10 | 135 | 1350 |
| Toplam Maliyet | | | 8425 |

Sistemin elektrik tüketimi göz önüne alınarak, haftada 5 gün bu iş yerinin açık olduğunu yani bir yıl içinde 260 iş günü aydınlatmanın çalıştırıldığını düşünelim. Buradan otomasyon sistemi kurulduktan sonraki yapılan enerji tasarrufu bedeline karşılık sistemin yatırım maliyetini kaç senede çıkaracağını bulalım.

Bir gün içinde yapılan enerji tasarrufu miktarı $78,88 - 40,57 = 38,31$ kWh'dir. Bir yıl içerisinde bu tasarruf miktarı $38,31 \times 260 = 9960,6$ kWh olmaktadır. Bu tasarruf miktarının bize bir yıl içerisinde $9960,6 \times 0,16 = 1593,69$ YTL'lik bir maddi kazanç sağladığı görülmektedir (elektrik birim fiyatı 0,16YTL/kWh). Toplam sistem maliyetini bir sene içerisinde yaptığımız enerji tasarrufu maliyetine bölersek, sistemin maliyetini kaç senede amorti ettiğini bulabiliriz. $8425 / 1593,69 = 5,28$ sene içinde, sistem yatırım maliyetini çıkarmakta ve geri kalan tüm çalışması boyunca günümüz şartlarındaki elektrik birim maliyetine bağlı olarak kullanıcılara bir yıl içinde 1500 YTL'ye yakın bir kazanç sağlamaktadır.

Görüldüğü üzere yatırım maliyeti bakımından, ilk başta çok çekici gelmeyen bir aydınlatma otomasyonu sonucunda ülke ekonomisine ne kadar katkı sağlanabileceği görülmektedir. Aynı zamanda DALI otomasyon sistemleri sayesinde; zaman içinde ofis odalarında değişiklikler (yeni ofis odaları oluşturmak, yeni duvarlar yada bölmeler yaratmak vs.) sonucu oluşacak aydınlatma sistemindeki değişiklikler, yeni kontrol elemanları veya balast eklentileri için yeniden elektrik tesisatında büyük değişiklikler hatta kimi zaman baştan sona yeniden yapılanmasına gerek kalmamaktadır. Basit ve küçük tesisat değişiklikleri ile bu sorunlar ortadan kalkmaktadır. Yenileme maliyeti sadece kullanılacak olan ekipmanların yatırım maliyeti ile sınırlı kalmaktadır. Yeni sistemdeki grup, senaryo ve yeni ekipmanların sisteme

tanıtımı bilgisayar programı tarafından kolayca gerçekleştirilebilir. Böylece sistem üzerindeki değişiklikler olabildiğince esnek, pratik ve maliyet açısından da olabildiğince asgari seviyede kalmaktadır. Örneğın, gelecekte ihtiyaç duyulması halinde uzaktan kumanda modülünün sisteme ilavesi son derece kolaydır.

Tüm bu noktalar düşünöldüğünde sistemin yatırım maliyetini daha kısa zaman için amorti etmesi söz konusudur. Ülkemizde henüz yeni yeni tanınmaya başlayan bu sistem, gelecek yıllarda firmalar arası rekabetten dolayı yatırım maliyetlerinin giderek düşmesi ile kullanımının artacağı düşünölmektedir.

10. SONUÇLAR

Küresel ısınmanın artan etkilerini hissettiğimiz şu günlerde; enerji kaynaklarının giderek azalması ve ihtiyaç duyulan enerjideki artış, gelecek yıllarda bir çok ülkeyi etkileyecek bir enerji dar boğazına sürüklemektedir.

Termik santrallerde kullanılan fosil yakıtlarının tükenebilir enerji kaynağı ve çevre kirliliğine yol açtığını düşünürsek, yakın gelecekte elektrik üretiminde alternatif enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmazdır. Yine de, alternatif enerji kaynaklarının hızla artan teknolojiyle birlikte gerek duyulan elektrik enerjisi talebini karşılamaları bir çözüm değildir. Önemli olan elektrik üretiminde çevreye olabildiğince az zarar vererek, üretilen enerjiyi de en yüksek verimde kullanmaktır. Enerji açığını karşılayabilmek için yeni bir santral yada alternatif enerji kaynaklarını kullanmak yerine elektrik enerjisini olabildiğince tasarruflu bir şekilde tüketilmesi ilk öncelik olmalıdır. Bunun anlamı lambaları kapatıp karanlıkta oturmak değil de, gerektiği yerde gerektiği kadar aydınlatma enerjisinin kullanılmasıdır. Buradaki en önemli sorumluluk tüketicilere düşmektedir.

Günümüzde üretilen enerjinin aydınlatma amaçlı tüketimi önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan araştırmalarda göstermiştir ki aydınlatma enerjisi verimli bir şekilde kullanılamamaktadır. Gün ışığının yeterli olduğu ortamlarda bile gün boyu lamba kullanımı, verimi düşük lambaların kullanımı ve açık unutulmuş lambalar gereksiz enerji tüketimine verilecek örneklerden sadece birkaçıdır.

İlk olarak yapılması gereken akkor flamanlı lambaların kompakt flüoresan lambalarla değiştirilmesidir. Tüketicilere lamba birim fiyatı kompakt flüoresan lambalara göre oldukça düşük olan akkor flamanlı lambalara yönelmemelerinin önemi belirtilmelidir. Zaman içinde yatırım maliyeti dahil olmak üzere 4-5 kat daha fazla elektrik enerjisi tasarruf edebilecekleri konusu üzerinde durulmalıdır. Bu şartlarda üretilen elektrik enerjiden %6-7 oranında tasarruf sağlanabileceği görülmüştür. Pasif enerji tasarrufu tek başına bir çözüm değildir. Lambaların tümünü kompakt flüoresan ampullerle değiştirip bütün gün açık bırakması, elektriğin verimli kullanıldığı anlamına gelmemektedir. Burada devreye aktif enerji tasarrufu girmektedir.

İş yerlerinin çok katlı binalarda yer alması bina otomasyon sistemlerinin kullanımını zorunluluk haline getirmektedir. Bu sayede bina içersinde tüketilen enerjinin kontrolü ve izlenmesi oldukça kolaylaşmıştır. Farklı türde aydınlatma özelliklerine ihtiyaç duyulan bu tür binalarda aydınlatmanın kontrolü önemli bir noktadır. Hem enerji tasarrufu hem de konfor

bakımından kullanılan hareket, gün ışığı sensörleri ve zaman saatlerini bir arada kullanarak optimum bir aydınlatma otomasyonu sağlamak her kat, hatta her ofis odası için düşünüldüğünde kurulum ve kullanım aşamasında bir takım güçlükler doğurabilmektedir. Bu yüzden aydınlatma firmaları bir araya gelerek; kurulumu basit, kullanımı kolay, esnek, geleceğe yönelik ve bina otomasyon sistemleri ile uyumlu ortak bir aydınlatma protokolünü (DALI) oluşturmuşlardır. Böylece standart aydınlatma otomasyonlarına göre birçok artı özelliği bulunan bu sistem ile konfordan ödün verilmeden enerji tasarrufu sağlamak basit bir hal almıştır. Fakat yatırım maliyeti bakımından ülkemiz şartlarına tam olarak adapte olabilmemiş değildir. Üretici firmalar arasındaki rekabet ve gelişen teknoloji ile birlikte yakın gelecekte yatırım maliyetlerinin düşmesi, geleceğe yönelik planlamalar yapan tüketicilerin giderek bu sisteme yönelmelerini sağlayacaktır.

Kurulum aşamasında iyi etüt edilip planlanmış bir aydınlatma otomasyonu ile %70'lere varan enerji tasarrufu sağlamak mümkün olmaktadır. Tabi ki bu değer farklı kullanım alanlarda farklılık göstereceği bilinmelidir. Genel olarak tüketilen aydınlatma enerjisinden %50 oranında tasarruf edilmesi ulaşılması zor bir nokta değildir.

Sonuç olarak, bu tez kapsamında aydınlatma sistemlerinin tanımı ve sağlanabilecek enerji tasarrufu konusunda genel olarak bilgi verilmeye çalışılmıştır. Ülke ekonomisi açısından enerji tasarrufunun önemine ve aydınlatma sistemlerindeki yeniliklere değinilmiştir. Bir çok farklı alanda yapılan enerji tasarrufunun, ileride ihtiyaç duyulacak olan enerji açığına katkıda bulunacağını unutmamamız gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Biricik, M., (2003), "Aydınlatma Otomasyonu", Dimel Ltd. Şti., Best Dergisi, Sayı: 22.
- Can, V., (2004), "EIB – DALI Bağlantısı", Siemens Seminer Notları.
- Contenti, C. ve Ribarrich, T., (2002), "Digitally Addressable DALI Dimming Ballast", Applications Engineer, International Rectifier, Lighting Group.
- Crisp, V.H.C., (1983), "Lighting Controls to Save Energy", International Lighting Review, 16-21.
- Çalbaş, Ö., (2002a), "Elektronik Balastların Faydaları", 3E Dergisi, Sayı: 99.
- Çalbaş, Ö., (2002b), "Aydınlatma Kontrolünde Son Nokta DALI", 3E Dergisi, Sayı : 96.
- Çalbaş, Ö., (2003), "Aydınlatma Sistemlerinde Dijital Kontrol", Best Dergisi, Sayı: 30.
- Çalbaş, Ö., (2004), "Enerji Verimliliği için Balastların Sınıflandırılması", 3E Dergisi, Sayı: 117.
- Çelik, A., (2006), "Flüoresan Lambaların Enerji Tasarrufu Açısından İncelenmesi", Elektrik Mühendisliği Dergisi, Şubat sayısı.
- Çolak, N., (2002a), "Hareket Sensörleri ile Aydınlatma Kontrolü", Seminer Notları, İstanbul.
- Çolak, N., (2003b), "Aydınlatma Kontrolü ve Faydaları", Best Dergisi, Sayı: 19.
- Çolak, N., (2003c), "Hareket Sensörleri ile Aydınlatma Kontrolü Oteller için Uygun mu?", 3E Dergisi, Sayı: 108.
- DALI AG, (2001), "DALI Manuel", Dijital Addressable Lighting İnterface Activity Group, Münih.
- Demirdeş, H., (1987), "Aydınlatma Elemanlarındaki Son Gelişmeler ve Enerji Tasarrufuna Katkıları", Seminer Notları, İstanbul.
- Dursun, B. ve Kocabey, S., (2004), "İç Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı ile İlgili Bir Uygulama", 3E Dergisi, Sayı: 127.
- Dursun, B., (2005), "Dahili Ortamlarda Aydınlatma Hesaplama Tekniklerinin Analizi ve Bir Uygulama Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dynalite, (2006), "Control Solutions Technical Binder".
- Federal Energy Managment Program, (2000), "How to Selecet Lighting Controls for Ofiice and Public Buldings", United States.
- Göksu, C., (2002), "Luxmate Dijital Aydınlatma Kontrol Sistemi", Best Dergisi, Sayı: 10.
- Lamp83, (2003), "Yeni Zamanların Aydınlatma Teknolojisi; Luxmate", Best Dergisi, Sayı: 22.
- Kadirbeyoğlu, M., (2002), "Aydınlatma Kontrol Sistemleri", Elektrik Tesisat Mühendisleri Derneği, Bizden Haberler, Sayı: 8.
- Kocabey, S., (1999), "Dahili Ortamlarda Aydınlik Seviyesinin Kontrolü ile Enerji Tasarrufunun Sağlanması", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsü, İstanbul.

Küçükdoğu, M.Ş., (2003), “Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı”, II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, Diyarbakır.

Oktay, M., (2003), “DALI MultiDim ile Renklerde Özgün Fikir”, Best Dergisi, Sayı :26.

Onat, H., (2000), “Elektronik Balastlı Flüoresan Lambaların Tekno-Ekonomik Bakımından İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Onaygil, S. ve Tenner, A.D., (1993), “Combination of Daylight and Architectal Lighting in Office Lighting”, Philips Study Report, No: 58.

Onaygil, S. ve Demir, N., (1995), “Kompleks Binalarda Aydınlatma Kontrolü”, Elektrik Mühendisleri VI. Ulusal Kongresi.

Onaygil, S. ve Demir, N., (1996), “Ofis Aydınlatmasında Enerji Tasarrufu”, Kaynak Dergisi, Ocak Sayısı: 87-92.

Onaygil, S., (2002), “Aydınlatmada Verimlilik ve Enerji Tasarrufu”, İzmir Aydınlatma Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Kasım, İzmir.

Onaygil, S., Güler, Ö., Erkin, E. ve Goralı, E., (2005), “Ticari Binaların Elektrik Enerjisi Tüketiminde Aydınlatma Payı”, III. Aydınlatma Sempozyumu, Ankara.

Osram, (2006), “Lighting Control System with DALI Interface”.

Oteri, P., Kirchenberger, U. ve Girardi, F., (2005), “Energy Saving With DALI” , Right Light 6, Energy Efficient International Conference, Shanghai China.

Philips Lighting, (2000), “DALI System Information Catalog”, Netherlands.

Philips Lighting, (2004), “MultiDim Installation and Desing Manual”, Netherlands.

Schneider Electric, (2006), “Aydınlatma Kontrolü Kataloğu”.

Sirel, Ş., (1991), “ Aydınlatmada Enerji Kaybı”, Yapı Fiziği Uzmanları Yayınları, İstanbul.

Tridonic, (2003), Seminer Notları, Er Elektronik, İstanbul.

Tridonic, (2005), “Aydınlatma Yönetimi İçin Açık Sistem”, Best Dergisi, Sayı : 48.

Uyanık, M. ve Sarıbaş, N., (2003), “Aydınlatmada Enerji Verimliliği – Balast İlişkisi”, II. Aydınlatma Sempozyumu, Diyarbakır.

Yılmaz, Ö. ve Erken, N., (2003), “İç Aydınlatma Sistemlerinde Enerji Tasarrufu”, 3E Dergisi, Sayı: 111.

Yılmaz, Ö., (2004), “İç Aydınlatma Sistemlerinde Enerji Tasarrufu”, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Öğretmenliği.

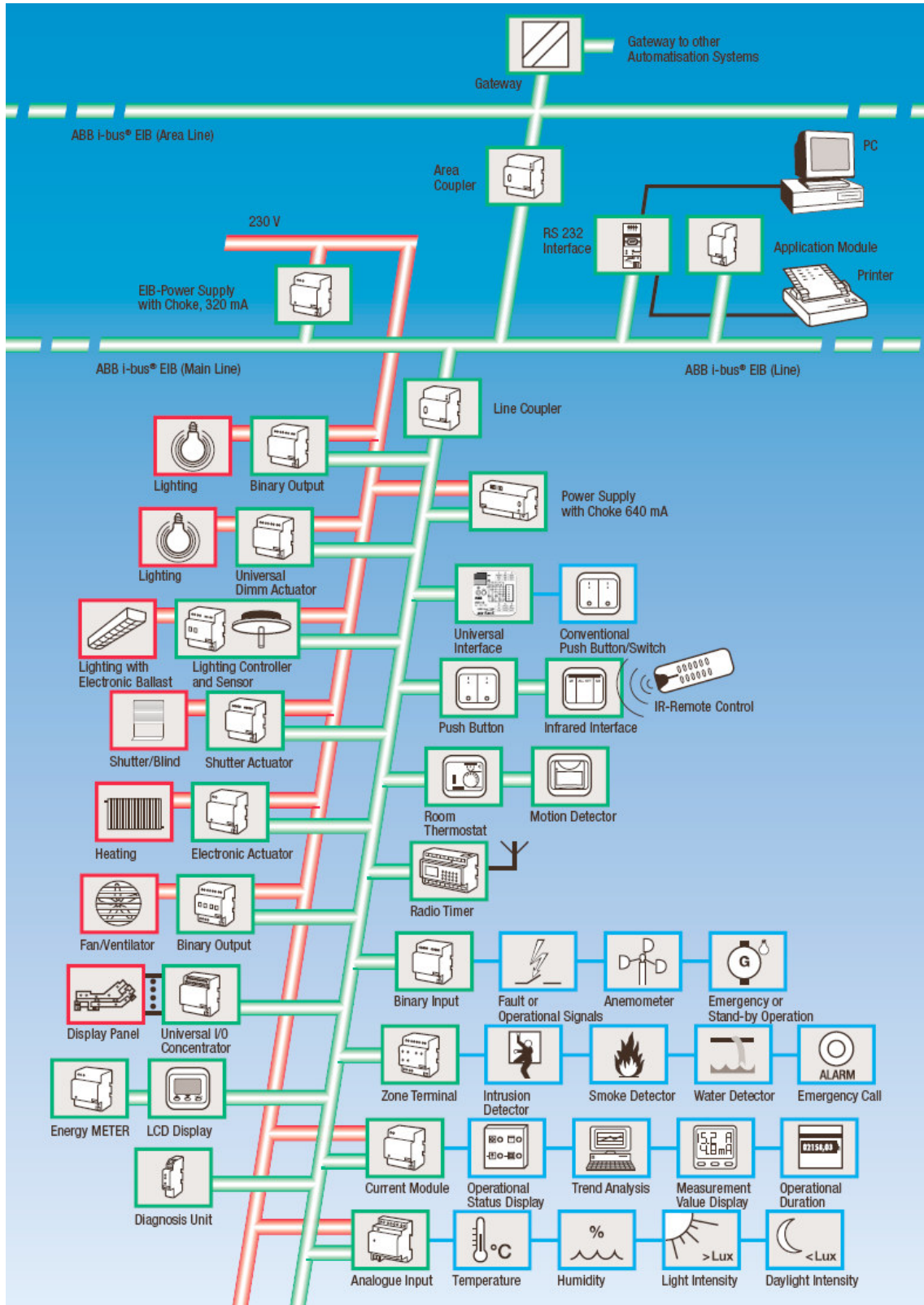
INTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.dali-ag.org
- [2] www.dimel.com.tr
- [3] www.dimming.philips.com
- [4] www.dynalite-online.com
- [5] www.eig.gov.tr
- [6] www.luxmate.com
- [7] www.osram.com
- [8] www.rightlight6.org/english
- [9] www.schneiderelectric.com.tr
- [10] www.tridonicatco.com

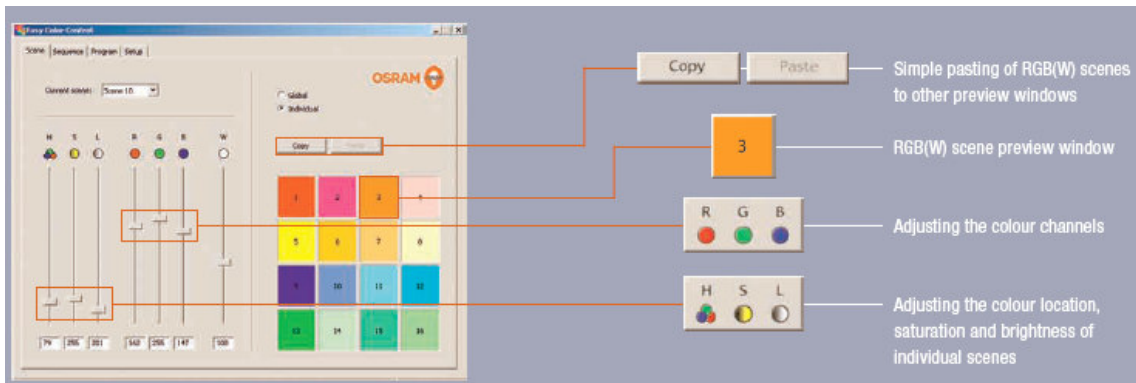
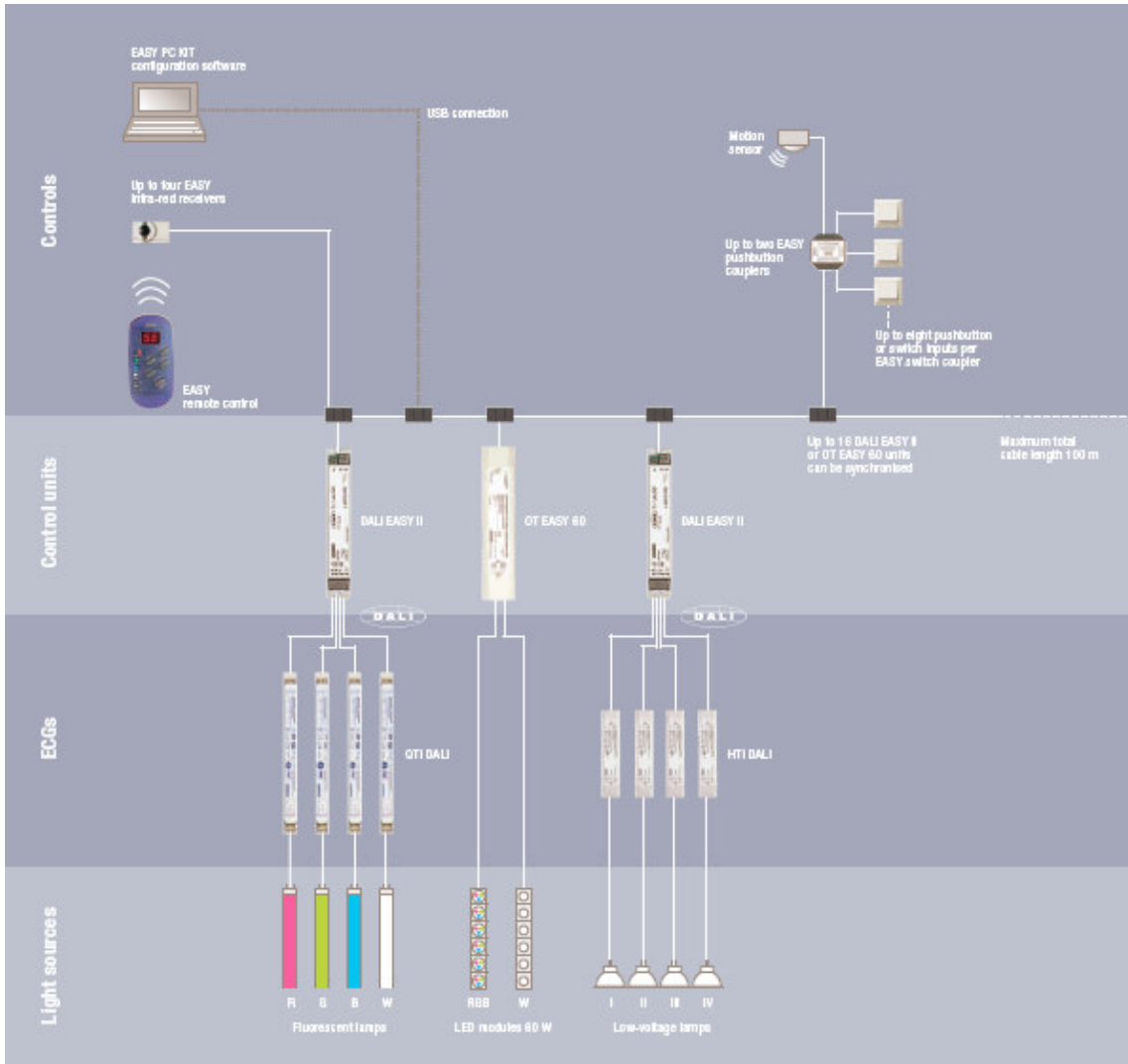
EKLER

- Ek 1 EIB Sistemi genel yapısı
- Ek 2 Renk kontrol sistemleri
- Ek 3 DALI protokolü sinyal kodları
- Ek4 DALI balast iç yapısı

Ek 1 EIB sistemi genel yapısı



Ek 2 Renk kontrol Sistemleri

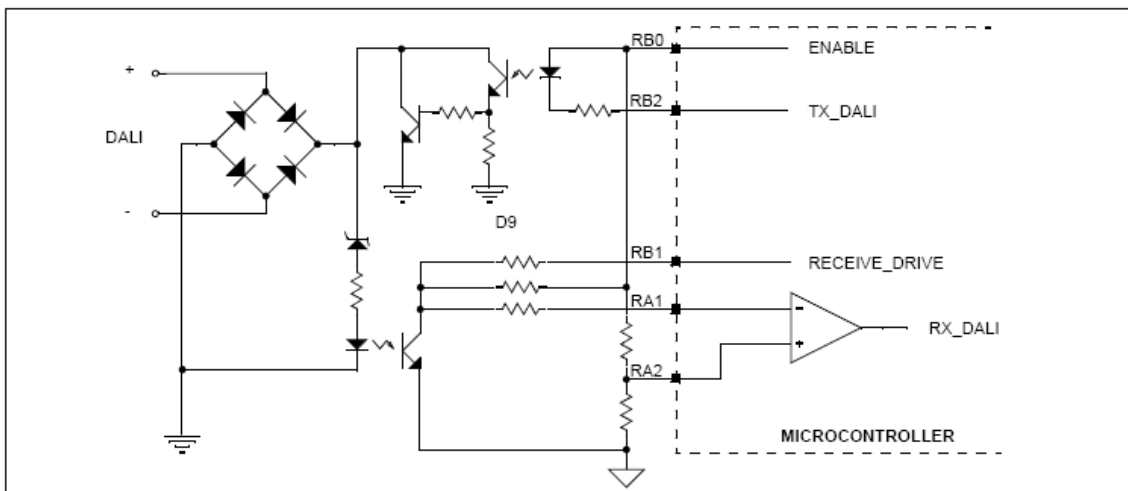
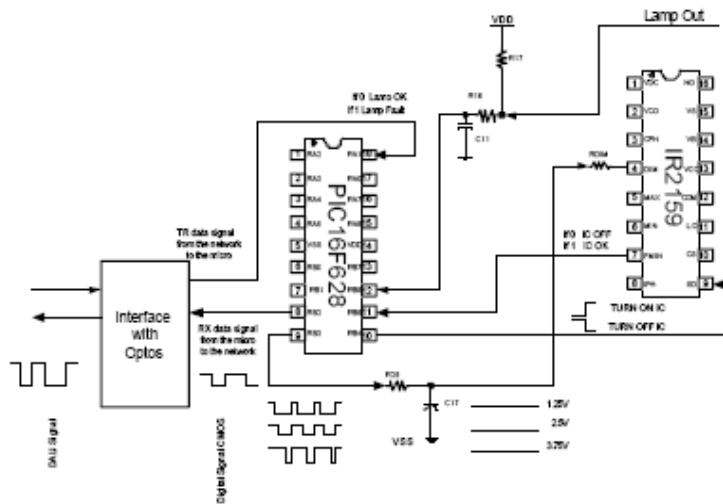
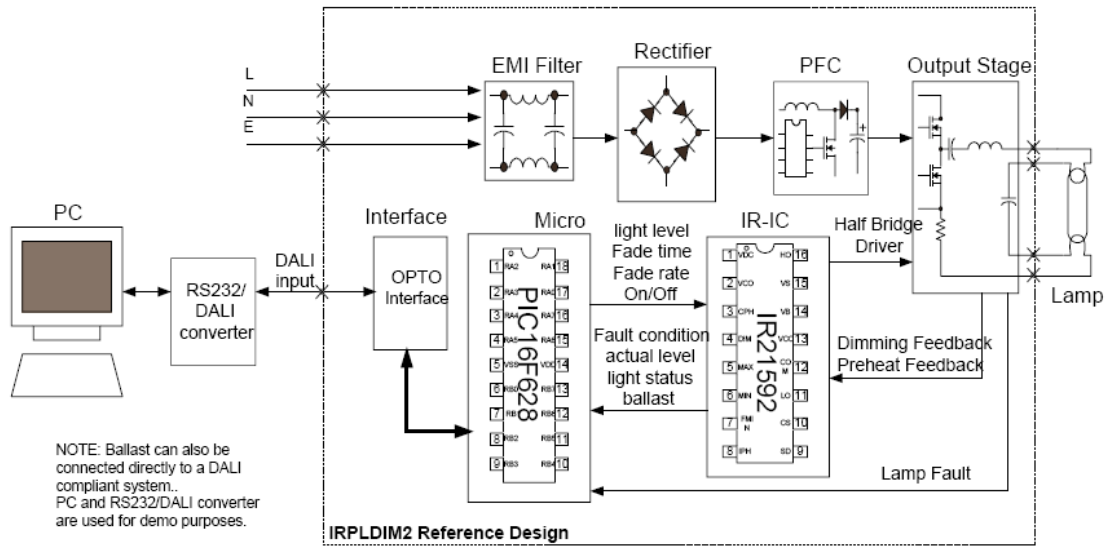


Ek 3 DALI protokolü sinyal kodları

| Command Number | Command Code | Command Name |
|----------------|---------------------|---------------------------------------|
| - | YAAA AAA0 XXXX XXXX | DIRECT ARC POWER CONTROL |
| 0 | YAAA AAA1 0000 0000 | OFF |
| 1 | YAAA AAA1 0000 0001 | UP |
| 2 | YAAA AAA1 0000 0010 | DOWN |
| 3 | YAAA AAA1 0000 0011 | STEP UP |
| 4 | YAAA AAA1 0000 0100 | STEP DOWN |
| 5 | YAAA AAA1 0000 0101 | RECALL MAX LEVEL |
| 6 | YAAA AAA1 0000 0110 | RECALL MIN LEVEL |
| 7 | YAAA AAA1 0000 0111 | STEP DOWN AND OFF |
| 8 | YAAA AAA1 0000 1000 | ON AND STEP UP |
| 9-15 | YAAA AAA1 0000 1XXX | RESERVED |
| 16 – 31 | YAAA AAA1 0001 XXXX | GO TO SCENE |
| 32 | YAAA AAA1 0010 0000 | RESET |
| 33 | YAAA AAA1 0010 0001 | STORE ACTUAL LEVEL IN THE DTR |
| 34 – 41 | YAAA AAA1 0010 XXXX | RESERVED |
| 42 | YAAA AAA1 0010 1010 | STORE THE DTR AS MAX LEVEL |
| 43 | YAAA AAA1 0010 1011 | STORE THE DTR AS MIN LEVEL |
| 44 | YAAA AAA1 0010 1100 | STORE THE DTR AS SYSTEM FAILURE LEVEL |
| 45 | YAAA AAA1 0010 1101 | STORE THE DTR AS POWER ON LEVEL |
| 46 | YAAA AAA1 0010 1110 | STORE THE DTR AS FADE TIME |
| 47 | YAAA AAA1 0010 1111 | STORE THE DTR AS FADE RATE |
| 48 – 63 | YAAA AAA1 0011 XXXX | RESERVED |
| 64 – 79 | YAAA AAA1 0100 XXXX | STORE THE DTR AS SCENE |
| 80 – 95 | YAAA AAA1 0101 XXXX | REMOVE FROM SCENE |
| 96 – 111 | YAAA AAA1 0110 XXXX | ADD TO GROUP |
| 112 – 127 | YAAA AAA1 0111 XXXX | REMOVE FROM GROUP |
| 128 | YAAA AAA1 1000 0000 | STORE DTR AS SHORT ADDRESS |
| 129 – 143 | YAAA AAA1 1000 XXXX | RESERVED |
| 144 | YAAA AAA1 1001 0000 | QUERY STATUS |
| 145 | YAAA AAA1 1001 0001 | QUERY BALLAST |
| 146 | YAAA AAA1 1001 0010 | QUERY LAMP FAILURE |
| 147 | YAAA AAA1 1001 0011 | QUERY LAMP POWER ON |
| 148 | YAAA AAA1 1001 0100 | QUERY LIMIT ERROR |
| 149 | YAAA AAA1 1001 0101 | QUERY RESET STATE |
| 150 | YAAA AAA1 1001 0110 | QUERY MISSING SHORT ADDRESS |
| 151 | YAAA AAA1 1001 0111 | QUERY VERSION NUMBER |
| 152 | YAAA AAA1 1001 1000 | QUERY CONTENT DTR |
| 153 | YAAA AAA1 1001 1001 | QUERY DEVICE TYPE |
| 154 | YAAA AAA1 1001 1010 | QUERY PHYSICAL MINIMUM LEVEL |
| 155 | YAAA AAA1 1001 1011 | QUERY POWER FAILURE |
| 156 – 159 | YAAA AAA1 1001 11XX | RESERVED |

| Command Number | Command Code | Command Name |
|----------------|---------------------|---------------------------------|
| 160 | YAAA AAA1 1010 0000 | QUERY ACTUAL LEVEL |
| 161 | YAAA AAA1 1010 0001 | QUERY MAX LEVEL |
| 162 | YAAA AAA1 1010 0010 | QUERY MIN LEVEL |
| 163 | YAAA AAA1 1010 0011 | QUERY POWER ON LEVEL |
| 164 | YAAA AAA1 1010 0100 | QUERY SYSTEM FAILURE LEVEL |
| 165 | YAAA AAA1 1010 0101 | QUERY FADE TIME/FADE RATE |
| 166 – 175 | YAAA AAA1 1010 XXXX | RESERVED |
| 176 – 191 | YAAA AAA1 1011 XXXX | QUERY SCENE LEVEL (SCENES 0-15) |
| 192 | YAAA AAA1 1100 0000 | QUERY GROUPS 0-7 |
| 193 | YAAA AAA1 1100 0001 | QUERY GROUPS 8-15 |
| 194 | YAAA AAA1 1100 0010 | QUERY RANDOM ADDRESS (H) |
| 195 | YAAA AAA1 1100 0011 | QUERY RANDOM ADDRESS (M) |
| 196 | YAAA AAA1 1100 0100 | QUERY RANDOM ADDRESS (L) |
| 197 – 223 | YAAA AAA1 110X XXXX | RESERVED |
| 224 – 255 | YAAA AAA1 11XX XXXX | APPLICATION EXTENDED COMMANDS |
| 256 | 1010 0001 0000 0000 | TERMINATE |
| 257 | 1010 0011 XXXX XXXX | DATA TRANSFER REGISTER (DTR) |
| 258 | 1010 0101 XXXX XXXX | INITIALISE |
| 259 | 1010 0111 0000 0000 | RANDOMISE |
| 260 | 1010 1001 0000 0000 | COMPARE |
| 261 | 1010 1011 0000 0000 | WITHDRAW |
| 262 | 1010 1101 0000 0000 | RESERVED |
| 263 | 1010 1111 0000 0000 | RESERVED |
| 264 | 1011 0001 HHHH HHHH | SEARCHADDRH |
| 265 | 1011 0011 MMMM MMMM | SEARCHADDRM |
| 266 | 1011 0101 LLLL LLLL | SEARCHADDRL |
| 267 | 1011 0111 0AAA AAA1 | PROGRAM SHORT ADDRESS |
| 268 | 1011 1001 0AAA AAA1 | VERIFY SHORT ADDRESS |
| 269 | 1011 1011 0000 0000 | QUERY SHORT ADDRESS |
| 270 | 1011 1101 0000 0000 | PHYSICAL SELECTION |
| 271 | 1011 1111 XXXX XXXX | RESERVED |
| 272 | 1100 0001 XXXX XXXX | ENABLE DEVICE TYPE X |
| 273 – 287 | 110X XXX1 XXXX XXXX | RESERVED |

Ek 3 DALI balast iç yapısı



ÖZGEÇMİŞ

| | | |
|---------------|------------|--|
| Doğum tarihi | 29.04.1982 | |
| Doğum yeri | İstanbul | |
| Lise | 1995-1998 | Fatih Vatan Lisesi |
| Ön Lisans | 1998-2000 | İstanbul Üniversitesi TBMYY Elektrik Bölümü |
| Lisans | 2000-2003 | Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü |
| Yüksek Lisans | 2005-2007 | Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. Anabilim Dalı, Elektrik Tesisleri Programı |