



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 3, Article Number: 2A0057

TECHNOLOGICAL APPLIED SCIENCES

Received: May 2010
Accepted: July 2010
Series : 2A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Adnan Kakilli
Sinan Çelik
Marmara University
kakilli@marmara.edu.tr
Istanbul-Turkey

**AYDINLATMA KONTROL YÖNTEMLERİ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

ÖZET

Enerji politikalarının uygulanabilmesi için önemli yatırımlar gerekmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre değişen bu yatırımlar, enerji planlaması ve yönetimi açısından çok önemlidir. Bu çalışmada aydınlatma kontrolünde kullanılan yöntemler ve enerji tasarrufuna etkileri incelenmiştir. Örnek olarak ele alınan 3000 m² kapalı alana sahip bir alışveriş merkezinin aydınlatılması için kontrol ekipmanları ve armatür seçimleri yapılmış ve yıllık olarak ne kadar enerji tasarrufu sağlanabileceği hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, klasik aydınlatma yöntemi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Son olarak yatırım maliyeti ile işletme maliyeti üzerinde durulmuş ve sistemin kendisini ne zaman amorti edeceği hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aydınlatma Kontrolü, Enerji Verimliliği, Sensör, Gün Işığı, Armatür

**STUDY ON THE CONTROL METHODS OF ILLUMINATION AND ITS IMPACTS ON THE
ENERGY EFFICIENCY**

ABSTRACT

In order to energy policies to be applied important investments are needed. These investments, which vary according to the countries' stage of development, are very important for planning and managing energy. In this study, methods used in controlling illumination and their effects on energy conservation are examined. Control equipments and armature selection for a shopping mall, chosen as an example, having 3000m² closed area have been done and annual energy conservation which can be achieved has been calculated. Results observed have been compared with the results of traditional illumination method. Finally, investment cost and operating cost are considered and amortisation time of the system is calculated.

Keywords: Illumination Control, Energy Efficiency, Sensor, Daylight, Armature

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ulusal enerji ajansı tarafından yapılan çalışmalar küresel enerji talebinin 2030 yılına kadar yıllık 1.7 artışla yaklaşık olarak %60 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Dünyada bilinen petrol rezervlerinin ömrü 40 yıl, doğal gazın 61 yıl, kömürün ise 227 yıl olarak belirtilmiştir. Bu bağlamda gerek makro ekonomik ölçekte, gerekse enerji konusunda ülkemizin büyük ölçüde dışa bağımlı olduğu bilinmektedir. Ülkemizde birincil enerji tüketiminin sadece %35'i yerli kaynaklar ile karşılanmaktadır, geriye kalan %70'lik pay ithal edilmektedir. Geçtiğimiz yıllarda ortalama %8 büyüyen elektrik enerjisi talebi, 2008 yılında ekonomide görülen daralma nedeniyle %3.4 artış göstererek 198 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. 2009 yılı için gerçekleşmesi beklenen tüketim 204 milyar kWh olup, beklentinin %3 altında kalması muhtemeldir. Enerji üretiminin tükenbilir kaynaklara dayalı olarak yapıldığı ülkemizde, tüketimde en akılcı yöntemleri kullanarak tasarruf edilmesi ve optimum enerji ile maksimum verimli enerji dengesini sağlayan en uygun yöntem kullanılması kaçınılmaz olacaktır [1,2].

Aydınlatmada enerjinin etkin kullanımı, kuruluş maliyetini minimize ederek, armatür, aygıt kontrol elemanları, aygıtların yerleştirme yükseklikleri ve gün ışığı gibi parametrelerin birlikte değerlendirilmesiyle sağlanabilir.

Dimmer üniteleri ile elde edilen enerji tasarrufunu çalışma alanlarında maksimum düzeyde sağlayabilmek için, aydınlatma kontrol sistemleri çok önemlidir. Gün ışığından maksimum seviyede yararlanmak için gün ışığı sensörleri, içerisinde çalışan kimsenin bulunmadığı alanlarda enerji sarfiyatını önlemek amacı ile hareket detektörleri, çalışma saatlerine göre aydınlatma kontrolünü düzenlemek için zaman saatleri aydınlatma kontrol sistemi içerisinde entegre edilerek maksimum düzeyde enerji tasarrufu sağlanır.

Işık sensörleri, hareket detektörleri, zaman saatleri, dimlenebilir balastlar 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. Bu çalışmada yukarıda bahsedilen yöntemler kullanılarak gün ışığının etkili bir şekilde kullanımı ile mağazanın aydınlatma performansının arttırılması ve enerji tasarrufu yapılması hedeflenmiştir [3,4].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada farklı aydınlatma kontrol yöntemlerinin enerji verimliliğine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Örnek uygulama olarak orta büyüklükteki bir Alışveriş Merkezi ele alınmıştır. Konvansiyonel aydınlatmada gün ışığı kullanımı ve otomasyon teknolojilerinden faydalanılmamaktadır. Klasik aydınlatma sistemlerinde her yerde aynı ışık düzeyi elde edilir ve on/off mantığıyla çalışır. Enerji kaynaklarının sınırlı olduğu dünyamızda bu durum gereksiz enerji tüketilmesi anlamına gelmektedir. Bu çalışmada ele alınan örnek bir AVM üzerinde, enerjinin aydınlatma sektöründe nasıl verimli kullanılabileceği irdelenmiştir.

Örnek uygulamada Alışveriş Merkezi ışık konfor düzeyi ve gün ışığı alımı dikkate alınarak 6 farklı bölgeye ayrılmıştır. Armatür seçimi yapılırken verimi yüksek ve ışık düzeyi ayarlanabilir tipte armatürler seçilmiştir. Kullanılan aydınlatma yöntemi ile ışık alan kısımlarda gün ışığından maksimum seviyede faydalanma yoluna gidilmiş, ihtiyaç olması halinde armatürlerin devreye alınması sağlanmıştır. Uygulanan kontrol yöntemi sayesinde gün ışığından maksimum seviyede faydalanmanın, AVM'yi farklı bölgelere ayırıp gereksinime göre armatür devreye almanın elektrik enerjisi tasarrufu sağladığı görülmüştür.

Enerji kaynaklarının verimli kullanılmasının kaçınılmaz hale geldiği günümüzde, klasik aydınlatma yöntemleri yerine bu tür yöntemlerin kullanılması bu çalışmada önerilmektedir. Yapılan örnek uygulamada tasarrufa yönelik katkılar somut olarak görülmektedir.

3. ÖRNEK UYGULAMA (CASE STUDY)

Ülkemizde son yıllarda açılan Alışveriş Merkezlerinin (AVM) sayılarının artmasıyla birlikte enerji tüketiminde ciddi oranda bir artış meydana gelmiştir. Cadde mağazaları dahil sektörün yıllık enerji faturasasının 1,5 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Bu araştırmada bir mağazanın dinamik aydınlatma denetimi gerçekleştirilmiştir. Aydınlatmanın istenilen aydınlık düzeylerine göre ayarlanabilmesi için kontrol sistemleri ve dimlenebilir armatürler kullanılmış ve algılayıcılara bağlı olarak çalışan aydınlatma lineye hatlarının denetimi sağlanmıştır. Örnek çalışma olarak ele alınan sistemin yapısal özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Kapalı Alan:2667,70 m²
- Yükseklik:3.50 m²
- Gün Işığı Kullanımı: Var

3.1. Mağaza Aydınlatması (Illumination of Mall)

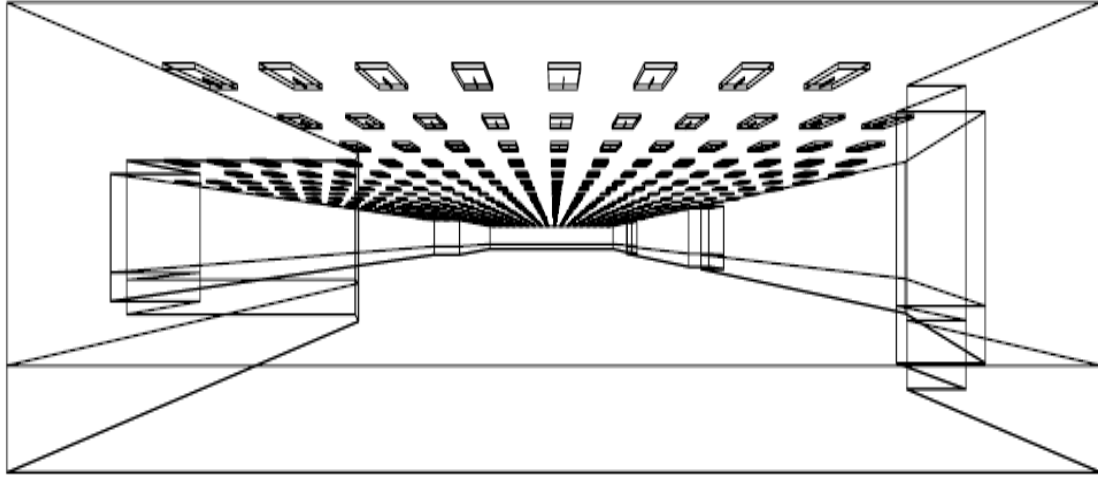
Kasa önlerinde ve kasa üzerinde kullanılan özel lambalar, ürün geçerken barkodun iyi okunabilmesi, paranın alınıp verilirken daha rahat görünmesi, tüketicinin ürünün üzerindeki bilgileri rahat okuyabilmesi için bu alanların aydınlatılmasında yönlendirilebilir spot armatürleri tercih edilmiştir. Aydınlatma sistemi mağazanın değişik bölümlerinde farklı ışık aklılarının elde edilebilmesi için 6 bölgeye ayrılmıştır. Mağazaya ait bölgeler Şekil 1'de, aydınlatma sistemine ait vaziyet planı ise Şekil 2'de görülmektedir.

| | | |
|------|----------------------------|------|
| ZON5 | ZON3 | ZON1 |
| ZON6 | MAĞAZA SATIŞ ALANI ZON4 | ZON2 |

Şekil 1. AVM Bölgeleri
(Figure 1. Mall Zones)

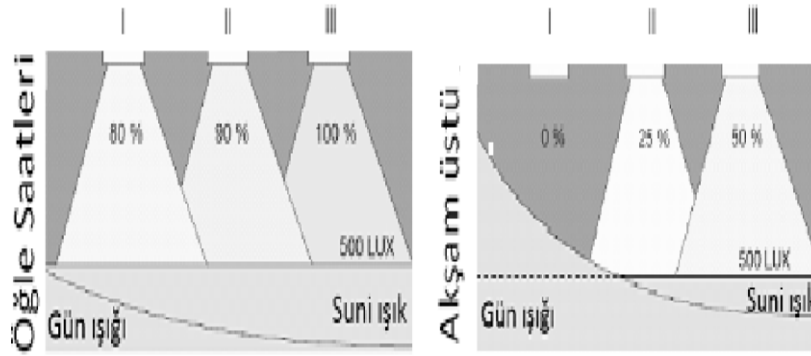
3.2. Doğal Aydınlatma Sistemi (Natural Illumination System)

Kurulu sistem incelendiğinde, bulunduğumuz enlemde güneş yükseklik açısının kuzey enlemlere göre daha yüksek olmasından dolayı pencerelerden ve binaların yan taraflarından içeri giren ışık miktarının kısıtlı olduğu görülmektedir. Günlük ortalama güneşlenme süresinin 7,2 saat olduğu ülkemizde güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açılarına göre 32-56° kuzey enlemlerinde yer alan yapıların güney yüzleri, kışın doğu ve batı yüzlerine göre üç kat daha fazla güneş ışığı alabileceği söylenebilir.



Şekil 3. Aydınlatma Görünüşü
(Figure 3. Illumination View)

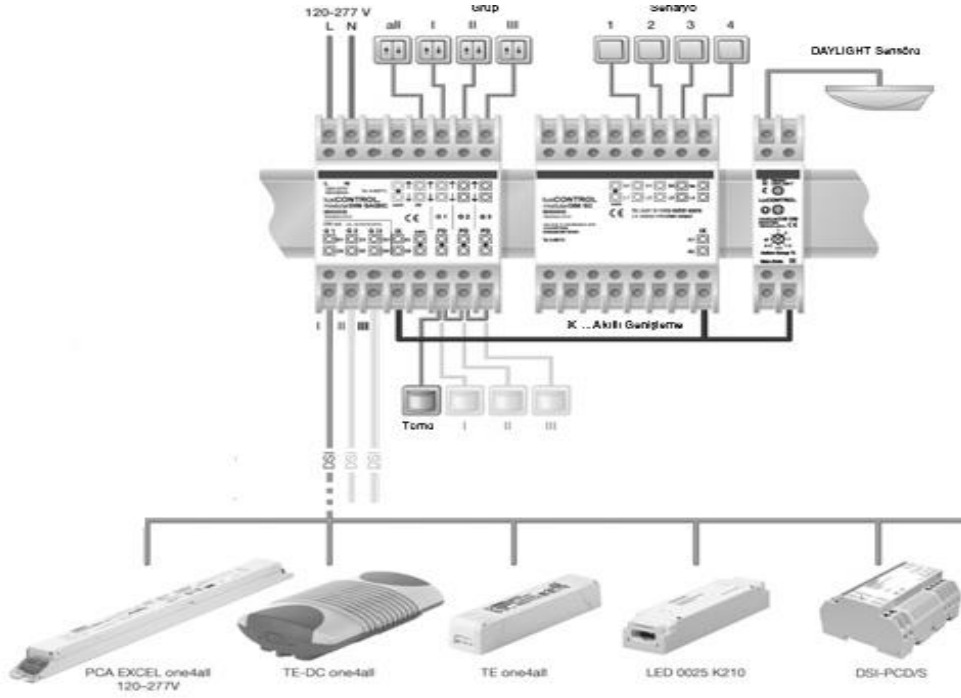
Pencerelere paralel uzanan armatür sıralarının uygun anahtarlama düzenekleri ile bağımsız olarak yakılıp söndürülebilmeleri büyük enerji tasarrufu sağlar. Bu sayede, gün ışığı yeterli olduğunda o bölümdeki armatür sıralarında dimleme işlemi yapılabilmektedir [5].



Şekil 4. Gün Işığı-Suni Işık İlişkisi
(Figure 4. Relationship Between Day Light and Artificial Light)

3.3. Yapay Aydınlatma Sistemi (Artificial Illumination System)

Herhangi bir mekanın aydınlatma sisteminin tasarlanmasında temel amaç, kullanıcının aydınlatma yönünden konforlu olması ve eylem süresince konforluluk durumunun sürdürülmesi olmalıdır. Fizyolojik ve psikolojik açılardan sağlanması amaçlanan görsel konforluluk, aynı zamanda en az enerji tüketen, en az bakım ve işletme maliyeti gerektiren özellikleri taşımalıdır. Bu nedenle, sistemin tasarımında, ilk yatırım ve kullanım (enerji, bakım ve işletme) maliyetleri mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 5. Kontrol Sistemine Ait Blok Diyagramı
(Figure 5. Control System Block Diagram)

Aydınlık düzeyi algılayıcılı ve zaman kontrollü tesisatlar ile aydınlatmanın gerek duyulan zamanlarda gerektiği kadar kullanılabilmesi sağlanmaktadır. Balastlı olarak dim etme ve anahtarlama şebeke gerilimi kontrol sinyali olarak kullanılmaktadır. Balast içinde şebeke geriliminin logaritmik bir kısma eğrisiyle dijital sinyallere dönüştürülmesi ile istenilen ışık akısı değerinde kontrol sağlanmaktadır. İlave olarak sistemdeki gün ışığı sensörü balasta bağlanarak ortamdan alınan aydınlık düzeyine göre istenilen kontrolün yapılmasında sistemdeki verileri (Aydınlık Şiddeti) toplamaktadır[6,7]. Gerçekleştirilecek Tasarımda Aşağıdaki Yöntemler İzlenmiştir;

Armatür sayısı çok,
Gölgeler yumuşak,
Renk ve boyut seçeneği fazla,
Düzensizlik iyi,
Işık akıları ortam sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir.

Armatürlerde gerilim kontrolü mekandaki aydınlık düzeyi algılayıcı aygıtlardan gelen aydınlık düzeyi değerine göre aydınlatma koşullarına uygun aydınlatma senaryoları belirlenmiştir. Günün değişik saatlerinde mağazada farklı senaryolar uygulanmıştır.

Tablo 1. Önerilen Aydınlatma Sistemi
(Table 1. Proposed Illumination System)

| | Mevcut Aydınlatma (4x18 W TL-D+2(2x14 W TL-5) | Önerilen Aydınlatma (4x14 W TL-5+1x49 W TL-5) |
|--|---|---|
| Mağaza Alanı Genel Armatür Sayısı (AD) | 705 | 609 |
| Mağaza Alanı Genel Aydınlatma Gücü (W) | 50.624 kW | 36.326 kW |
| Önerilen Ayd. Gücü Oranı (%) | - | 28% |
| Yatırım Maliyeti Oranı (%) | - | -7% |
| Enerji Maliyeti (TL) | 0.186 | 0.186 |
| Günlük Enerji Maliyeti (TL) | 113 | 113 |
| Enerji Maliyeti Karlılık Oranı (%) | - | 28% |
| Yıllık Enerji Maliyeti (360 gün) (TL) | 40.667 | 29.189 |
| İlk Yatırım Maliyeti (TL) | 103.277 | 110.616 |
| Geri Ödeme Süresi (YIL) | - | 0.64 |

- **Senaryo 1:** Sabah saat 10:00 da mağazanın açıldığı düşünülürken sabahları mağazada fazla müşteri olmayacaktır ve mağaza genelinde 734 lüks değerindeki aydınlık şiddetimiz gereksiz yere güç harcayacaktır. Bunu önlemek için program modumuz sayesinde bu saatlerde mağazanın yapay aydınlatma aydınlık şiddeti değerini 400-500 lüks arasında ayarlayabiliriz.
- **Senaryo 2:** Öğlen 12:00-02:00 saatleri arasında güneş en dik açıyla yansıdığından dolayı (90°) güneş ışığından maksimum seviyede yararlanılarak ortamdaki aydınlık şiddeti değerine göre mağaza genelinde 500-600 lüks değerinde aydınlık şiddeti elde edilerek gerilim kontrolü sağlanabilmektedir.
- **Senaryo 3:** Akşam 16:00-18:00 saatlerinden sonra mağazada daha fazla müşteri olacağından aydınlık şiddeti değeri maksimum seviyede tutularak (734 lüks) en uygun aydınlık düzeyi elde edilmiş olur.

Sistemin tamamı lokal kontrol amaçlı olarak 6 farklı zona (bölgelere) ayarlanmıştır. Bunun nedeni yıllık mevsim değişimleri, binanın bulunduğu enlem ve boylam değerine göre gün ışığının geliş açıları değişiklik göstermektedir. Bu şekilde günün hangi saatinde, yapının hangi tarafında gün ışığı yoğunluğu daha fazla ise mağaza içinde o bölgenin bulunduğu kısımda daha az elektrik enerjisi kullanılarak aydınlatma gerçekleştirilecektir. Sistemde ışık sensörü aydınlık şiddeti belirli değerlerin altında ise armatürü otomatik olarak çalıştırır[8].

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

2 Alternatifin karşılaştırılmasında dimlenebilir balastlı TL-5 serisi armatürlerin diğer armatürlere göre daha verimli olduğu görülmektedir. Mevcut sistemde 4x18 W kare tipi genel aydınlatma armatürü ile 2(2x14 W) raf aydınlatma armatürleri kullanılmaktadır.

Önerilen aydınlatma sisteminde 4x14 W genel aydınlatma armatürü ile raf aydınlatmasında 1x49 W armatür önerilmiştir. Yatırım maliyeti %7 artmasına karşın %28 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Armatür tiplerinin uygun görülmesi halinde enerji tasarrufu için uygun bir

çözüm olarak önerilmektedir. Armatürlerin maliyeti farkının geri ödeme süresi 0,64 yıldır

Bu armatür asma tavan altına sarkıtıldığından montaj problemlerinin pratikte incelenmesi gerekmektedir. Armatür boyunun raf boyuna uygunluğu, son sıradaki armatürlerin farklı ebatlarda kullanılması ile ayarlanabilir. Armatür gücünden sadece raf aydınlatmada % 13.5 enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca daha az sayıda kullanılmaktadır

İnsan gözü %0 ile %10 arası değişimlere karşı son derece hassastır. Düzensiz ya da ani değişimler dikkat çekmektedir. Sistemin aydınlatma tasarımında logaritmik kısma eğrisine dayanan DİM kavramı ile %1'den %100'e kadar istenilen seviyede ışık modülasyonu sağlanabilmektedir.

Önerilen alternatif aydınlatmada gün ışığı kullanılarak bahar aylarında %25, kış aylarında %19.5, yaz aylarında %11.4 olmak üzere yıllık ortalama %20 civarında enerji tasarrufu sağlanabileceği görülmüştür [9,10].

Tablo 2. Karşılaştırmalı Aydınlatma Düzeni
(Table 2. Comparative Illumination Desing)

| Aydınlatma Hesapları | Genel Hacim Ortalama Ayd. Seviyesi (Lux) | Raf Araları Ortalama Ayd. Seviyesi (Lux) | Ortalama Ayd. Düzeyi (Lux) | Sistem Gücü (kW) | 1 Lux İçin Harcanan Güç (W/Lux) |
|----------------------|--|--|----------------------------|------------------|---------------------------------|
| Mevcut | 412 | 355 | 383.5 | 50.624 | 132.00 |
| Önerilen | 778 | 690 | 734 | 36.326 | 49.49 |

Armatür sayısı 705 ten 609'a düşürülmüştür.

Aydınlık düzeyi 383.5 lux ten 734 lux değerine yükseltilmiştir.

Aydınlatmanın kalitesi iyileştirilerek elektrik enerjisi tüketimi azaltılmıştır.

Verimli armatür+verimli balast+gün ışığı ilişkisi ile tassaruf oranı %40'lara kadar arttırılmıştır.

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Aydınlatmada etkin enerji kullanımının lamba söndürerek değil, gözün görme yeteneğinden ve görsel konforundan taviz vermeden gerekli minimum düzeyde aydınlık şiddetlerinin oluşturulmasıyla sağlanabileceği herkes tarafından bilinmelidir.

Gerçekleştirilen uygulama ile önerilen çözümlerin önemli boyutlarda enerji tasarrufu sağladığı açıkça görülmektedir. Bu nedenle AVM merkezlerinde bu tür yöntemlerin kullanılması teşvik edilmeli hatta zorunlu hale getirilmelidir. Kuşkusuz bu sistemler biraz daha pahalı ilk yatırım maliyeti getirmektedir, ancak süreç içerisinde işletme ve bakım maliyetindeki azalma ve bu kapsamda enerji tüketiminde sağlanacak tasarruf sayesinde kısa sürede yatırım maliyeti amorti edebilecektir.

Bu çalışmada klasik aydınlatma yerine işyerine uygun aydınlatma tasarlanmıştır. İş yeri ve kullanıcılarına daha esnek ve gün ışığından maksimum seviyede faydalanılabilir bir aydınlatma sistemi tasarlanmıştır. Bu tasarımlar iş yerlerinin yapısal özelliklerine ve yapılan işin durumuna göre farklılıklar arz edebilir. Maksimum seviyede aydınlatma konforunun sağlanması mümkün olup bu çözümler işyerlerine özgü özel çözümlerdir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. <http://www.iea.org>, IEA) International Energy Agency, (Erişim tarihi 30.12.2009)
2. <http://www.teiaş.gov.tr>, Türkiyenin 10 Yıllık Enerji Projeksiyonu, (Erişim Tarihi: 05.08.2009)
3. Küçükdoğu, Ş.M., (2005). Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı, III.Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, Ankara
4. Kazanasmaz, Z.T., Günaydın, M., Binol, S., (2009). Bürolarda Gün Işığı Aydınlik Değelerinin Öngörülmesi" IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, sayfa 811-822, İzmir.
5. Gençoğlu, M.T., (2005). İç Aydınlatmada Enerji Tasarrufu, III. Aydınlatma Sempozyumu, ss:141-150, Ankara
6. Yılmaz, C., (2007). Bina İçi Mekanlarda Profibus-Dp Ağı Üzerinden Dinamik Aydınlatma Denetimi, Journal of Engineering Sciences Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, cilt 13, Sayı 1, ss:7-13
7. <http://www.tridonicatco.com>, Lighting Control Systems Tridonic Atco Catalogue (Erişim Tarihi: 11.10.2009)
8. Onaygil, S., (2009). Endüstri Tesislerinin Aydınlatmasında Enerji Tasarrufu , İ.T.Ü. Enerji Enstitüsü, İstanbul
9. Çetegen, D., Enarun, D., Yenel, K.A. ve Batman, A., (2004). Gün Işığı-Yapay Işık Entegrasyonunu Sağlayan Işık Rafı Sisteminin incelenmesi, 5. Ulusal Aydınlatma Kongresi, ss:15-22, İstanbul.