

OFİSLERDE AYDINLATMA KONTROL SİSTEMİNİN ENERJİ VE ÇEVRE PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yasin Bektaş^{1*}, Taner Dindar², Aykan Mutlu³ ve Ali Samet SARKIN³

¹Aksaray Technical Sciences Vocational High School, Aksaray University, Aksaray

²Nallıhan Vocational High School, Ankara University, Ankara

³Energy Engineering department, Kırklareli University, Kırklareli

⁴Kadirli Vocational High School, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye

¹(yasinbektas@aksaray.edu.tr), ²(tanerdindar@ankara.edu.tr), ³(aykanmutlu22@gmail.com), ⁴(ismetsarkin@osmaniye.edu.tr)

ÖZET

Bina otomasyonu ve kontrol sistemleri (BAC'ler), binaların içindeki alanların kontrol edilmesini ve yönetilebilmesini sağlar, böylece kullanıcıların konforunu artırır ve işletme, bakım maliyetlerini düşürür. Aydınlatma hizmetleri ile ilgili olarak, kontrol sistemleri, gün ışığı ve elektrikli aydınlatma arasındaki bütünleşme yöntemi kullanılması ve alanların dolaşımına dayalı stratejiler sayesinde, aydınlatma sistemlerini yönetmek ve enerji tüketimini azaltmak için önemli bir fırsat sunar. Bu makalede, aydınlatma tesisatlarını ve iklimlendirme sistemini kontrol etmek üzere özel tasarım bina otomasyon ve kontrol sisteminin tasarlandığı on ofisli bir bina çalışmasının sonuçları sunulmuştur. Çalışma, aydınlatma kontrol sisteminin enerji verimliliğini değerlendirmek ve bu teknolojinin uygulanmasıyla elde edilen çevresel aydınlık koşulları gerçek bir duruma analiz etmek için yürütülmüştür. Olası enerji tasarrufu (% 17'den% 32'ye) ile ilgili elde edilen sonuçlar, izlenen yıllık elektrik enerjisi tüketimi (işletim için) ve mevcut aygıtlar (armatür balastları, sensörler ve denetleyiciler) nedeniyle parazit enerji tüketimi dikkate alınarak değerlendirildi.

EVALUATE THE ENERGY AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCES OF A LIGHTING CONTROL SYSTEM IN OFFICES

Abstract – Building automation and control systems (BACs) allow plants in buildings to be controlled and managed, thus increasing the users' comfort and reducing the operation and maintenance costs. As far as the lighting services are concerned, control systems offer an important opportunity of managing lighting systems and reducing energy consumption, due to the use of integration strategies between daylight and electric lighting and strategies based on the occupancy of spaces. The results of study of ten offices, in which a custom-design building automation and control system has been designed to control both the lighting plants and the air conditioning system, are presented in this paper. The study was carried out in order to evaluate the energy efficiency of the lighting control system and to analyse the environmental luminous conditions obtained through the application of this technology to a real case. The environmental and energy performances, together with the degree of users' satisfaction and acceptance of this control system, were analysed after a year of activity to verify the potentiality and operation of this lighting control system. The obtained results regarding the potential energy savings (from 17% to 32%) were evaluated taking into account both the monitored annual electric energy consumption (for operation) and the parasitic energy consumption due to the installed devices (luminaire ballasts, sensors and controllers).

Keywords: BACS lighting control system Energy consumption

I. GİRİŞ

Son on yılda, aydınlatma teknolojilerinde, hem aydınlatma aygıtlarında hem de aydınlatma kontrol sistemleri alanlarında büyük gelişmeler olmuştur. Ticari ve konutlarda aydınlatmada, aydınlatma kontrol sistemleri kullanılarak elde edilebilecek enerji tasarrufu, bu teknolojilere olan ilginin artmasına neden olmuştur. Aydınlatma kontrol sistemleri, gün ışığı ve elektrik aydınlatması arasındaki uyum stratejileri ve mekânların uygun aydınlatılmasına dayalı stratejiler sayesinde aydınlatma sistemlerini yönetmek ve enerji tüketimini

azaltmak için önemli bir fırsat sunmaktadır [1-8]. Bu teknolojiler, doğru bir şekilde programlanırsa ve uygun dönüt sağlanırsa çevre şartları için doğru miktarda ışık sağlayabilir ve enerji tasarrufu sağlanabilir. [2] Aydınlatmanın bina enerji tüketimi üzerindeki rolü çok iyi bilinmektedir [3] ve aydınlatma tesisatları enerji tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. [4,6]. Seksenlerden beri aydınlatma kontrolü konutlarda gün ışığından yararlanılarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte teknik bilgi eksikliği, gerçek enerji kazanımlarının hesaplanmasında yaşanan zorluklarla ilişkili

yüksek maliyetler ve bu sistemlerin teknik sorunları, bu sistemlerin yaygınlaşmasını engellemiştir.

Enerji performansının doğru bir şekilde tahmini ve dolayısıyla bir aydınlatma kontrol sisteminin etkinliği, binanın belirli özellikleriyle ve sistemin karakteristik özelliklerine bağlantılı olan çeşitli faktörlere bağlıdır (kontrol sisteminin mimarisi, kontrol stratejileri, kontrol cihazlarının tipi vb.) [7]. Bu makalede, özel olarak tasarlanmış bir kontrol sisteminin kullanılmasından kaynaklanan enerji tüketimi ve çevresel koşullarla ilgili muhtemel sonuçlar hesaplanmıştır.

II. SİSTEMİN TANIMI

BİNA VE AYDINLATMA SİSTEMİNİN TANIMI

Akıllı ev ve bina otomasyonu sistemleri dört ana başlık altında toplanabilir:

1. Aydınlatma Otomasyonu
2. Güvenlik Otomasyonu
3. Isıtma – Soğutma – Havalandırma Otomasyonu
4. Ses ve Görüntü Sistemleri Otomasyonu

Biz bu çalışmada aydınlatma otomasyonu kontrolü otomatik sağlandığında sağlanacak enerji tasarrufunu hesaplayacağız.

Mevcut aydınlatma sistemi, 2 veya 1 asılı armatürden (boyut boyutuna bağlı olarak) doğrudan / dolaylı ışık dağılımı içeren yeni bir aydınlatma sistemi ile değiştirilmektedir. Her bir armatürde iki adet 35 W (Armatür bağlantı gücüyle yaklaşık 38W) doğrusal flüoresan lamba bulunur ve A1 enerji verimliliği endeksine (EEI) sahip yansıtıcı panjurlar ve dijital karartma balastı (DALI) bulunur.

Aydınlatma sistemi, standartlara göre şu şekilde tasarlanmıştır:

- Ortalama Sürdürülen Aydınlatma: $E_m = 500 \text{ lx}$,
- Çalışma düzlemindeki tekdüzelik: $U \geq 0.7$,
- Birleştirilmiş Glare Değerlendirme: $UGR \leq 19$,
- Renk Oluşturma Endeksi: $CRI \geq 80$.

Armatürlerin ofis içerisindeki pozisyonları Şekil 1'de gösterilmiştir. Yeni ışıklandırma ve kontrol sistemleri kurulurken elle kontrol sistemin üzerine kurulacaktır. Özel tasarlanmış "bina otomasyonu" sistemi, klima sistemi ve armatürleri kapalı döngüsel bir strateji ile kontrol eder ve dağıtılmış düğümlerinden oluşur ("bağımsız moda" gerçekleştirebilir) ve karşılıklı iletişim için özel bir protokol kullanarak iletişim kurulur. Sistem tüm armatürleri kontrol eder ve verileri kaydeder. Armatürler için hem otomatik hem de elle kontrol mümkündür. Sağlanan eylemler şunlardır:

- Armatürlerin açılıp kapatılması,
- Armatürlerin ışık çıkışının karartılması.

Binanın otomasyon sistemi, biri HVAC tesisi için (TAC Xenta) ve diğeri aydınlatma sistemi için (DALI protokolü) olmak üzere birbirinden bağımsız iki alt kontrol sisteminden oluşur.

Binanın otomasyon sistemi, aşağıdaki sistem değişkenlerinin izlenip kayıt edilmesine de izin verir:

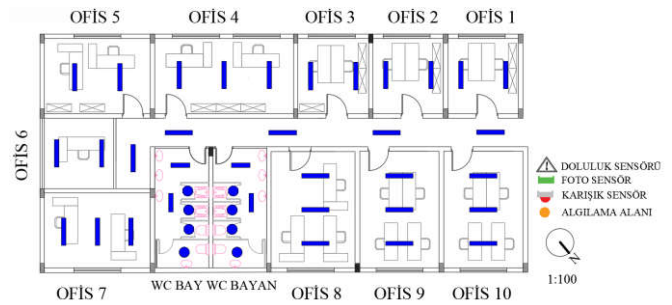
- Her armatür için karartma yüzdesi (%), +9
- Her fotosensör (lx) tarafından ölçülen aydınlatma,
- Sistemlerin durumu (otomatik veya manuel)

- Her alt kontrol sistemi için enerji tüketimi (aydınlatma) (kWh).

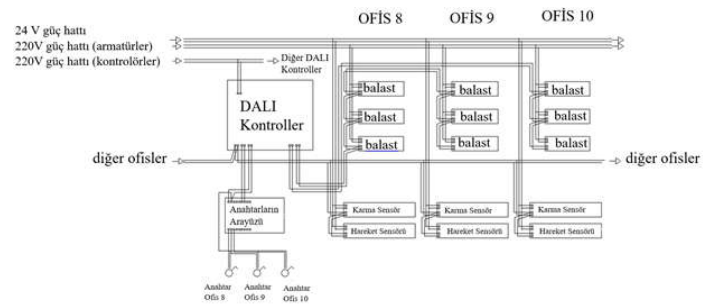
Aydınlatma sistemi; armatürleri fotosensörler, doluluk sensörleri ve anahtarlar vasıtasıyla kontrol etmek için özel bir dijital adresli aydınlatma arabirimi (DALI) kullanan bir alt kontrol sistemi ile yönetilmektedir. Aydınlatma kontrol alt sisteminin eylemleri şunlardır:

- Doluluk sensörlerinden (otomatik kontrol) veya duvara monte edilen şalterlerden (elle kontrol) gelen girişe yanıt olarak açma / kapama anahtarı.
- Fotosensörlerden gelen sinyallere yanıt olarak karartma.

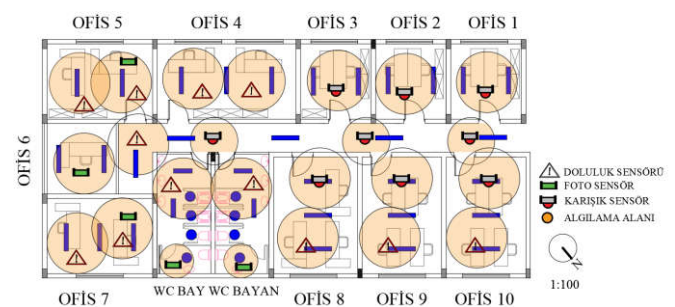
Kontrol sistemi ışık düzeyini 500 lx ortalama bir değerde otomatik olarak tutar. Kontrol cihazları armatür yüksekliğine monte edilir (3 m akış noktasından) ve aşağıdakilerden oluşur:



Şekil 1. Ofis ve Armatürlerin Pozisyonu.



Şekil 2. Aydınlatma kontrol sisteminin mimarisi



Şekil 3. Kontrol Aygıtları Konumlarıyla Birlikte Plan Kesiti.

III. HESAPLAMALAR

Tablo 1. Ortalama günlük enerji tüketimi.

	HAFFTA İÇİ	HAFTASONU
AY	Ortalama Günlük Enerji Tüketimi [kWh/ Gün]	Ortalama Günlük Enerji Tüketimi [kWh/ Gün]
NİSAN	9,85	4,35
MAYIS	9,75	3,17
HAZİRAN	8,40	2,85
TEMMUZ	8,43	2,65
AĞUSTOS	7,15	2,63
EYLÜL	9,20	2,68
EKİM	11,81	3,01
KASIM	14,99	2,05
ARALIK	15,40	6,75
OCAK	10,85	3,32
ŞUBAT	13,11	5,39
MART	12,90	4,15
YILLIK	10,09	3,57

Tablo 2. Aylık ve Yıllık LENI değerleri.

Aylık Enerji Tüketimi [KWh/Ay]		Mevsimlik Enerji Tüketimi [KWh/Ay]	
Ocak	1,48	İlkbahar	3,50
Şubat	1,40	Yaz	2,75
Mart	1,52	Sonbahar	4,45
Nisan	1,20	Kış	4,58
Mayıs	1,12	Yıllık LENI Değeri (kWh/m ² Yıl)	
Haziran	0,98	Yıllık	15,43
Temmuz	1,00		
Ağustos	0,80		
Eylül	1,06		
Ekim	1,30		
Kasım	1,50		
Aralık	1,88		

Tablo 3. Manuel kontrol için hesaplanan LENI.

Manuel kontrol için Avrupa EN 15193/2007 Standardına göre yıllık LENI değeri		
Kontrol Sistemi	Toplam Enerji Talebi [KWh/Yıl]	Yıllık LENI değeri [kW / m ² yıllık]
Manuel	3960	18.60



Resim 1. Gün Işığından Yararlanma

Resim 1'de Aydınlatma hesabı ile yapılan gün ışığından yararlanıldığında armatürlerin durumu görülmektedir. Tablo 1'deki hesaplamalar aydınlatma sisteminin ortalama günlük tüketimini göstermektedir. Tablo 2'deki hesaplamalarda ise otomatik aydınlatma kontrolü sağlandığında muhtemel enerji tüketimini göstermektedir. Sistem eğer elle kontrol yapılsaydı yıllık tüketim metre kareye 18.60 kW / m² olacaktı. Otomatik kontrol ile elle kontrol arasında 3.17 kW / m² bir fark vardır. Bu değerde yaklaşık %17'lik bir enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Tablo 4. Armatör Güç Hesabı

AYDINLATMA ARMATÜR HESABI		
TL5-35W/840	55*38	2090W
TL5-18W/840	8*20	160W
PL-18W	8*20	160W
	TOPLAM	2410W

IV. TARTIŞMA

Akıllı evlerde aydınlatma otomasyon sistemlerinde şirketlerin reklam amaçlı tasarruf olayını abarttıkları görülmektedir. Asıl sistem gerçek zamanlı çalıştırıldığında sağlanabilecek tasarruf miktarı %10 - %17 arasında olduğu düşünülmektedir. Aydınlatma sisteminde kullanılacak led armatürlerle tasarruf miktarı daha da artırılabilir.

V. SONUÇ

Enerji performansı ile ilgili olarak Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi değerleri, yılın aylarında tüketimde doğal ışığın kullanımına ve kontrol sistemi tarafından gerçekleştirilen elektrik aydınlatma düzenlemesine göre değişen önemli bir katkı sağlamıştır. Ayrıca, parazit tüketim (aydınlatma armatürlerinin balastları ve kontrol sistemi neredeyse ¼'e karşılık geldiğinden, oldukça yüksek tasarruf sağlayacaktır. Açıklanan aydınlatma kontrol sisteminin kurulmasıyla elde edilebilecek enerji tasarrufunu tahmin etmek için yıllık elektrik enerjisi tüketimi, aynı aydınlatma tesisi için ancak manuel kontrol ile Avrupa EN 15193: 2007 standardında verilen tahmin prosedürü kullanılarak hesaplanmıştır. Kontrol edilen enerji tüketimini (otomatik kontrol ile) karşılaştırarak hesaplanan tasarruf, aynı ofisler için elle kontrol edilen enerji talebine göre yaklaşık % 17'dir.

Çevresel aydınlatma performansları ile ilgili olarak izleme sonuçları elle çalışma düzlemi üzerindeki aydınlıkların genellikle referans değerinden yüksek olacaktır.

REFERENCES

- [1] W.R. Ryckaert, C. Lootens, J. Geldof, P. Hanselaer, Criteria for energy efficient lighting in buildings, Energy Build. 42 (2010) 341–347.
- [2] Directive 2002/91/EU of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, 2002.
- [3] IEA Annex 45, Guide book on energy efficient electric lighting for buildings, 2010.
- [4] M. Ronchetti, G. Giammartini, P. Deiana, A. Calabrò, V. Motola, S. Monti, A. Moreno, M. Citterio, G. Fasano, I. Bertini, E. Ferrero, Research of Sistema Elettrico, Result of the first year of research, ENEA (Italian National Agency for new Technologies, Energy and sustainable economic development), 2010.
- [5] F. Gugliemetti, F. Bisegna, Saving energy in residential buildings: the use of fully reversible windows, Energy 32 (7) (2007) 1235–1247.

- [6] EN 15232, Energy performance of buildings, Impact of building automation, Controls and building management, 2008. (July 2007).
- [7] C. Aghemo, L. Blaso, A. Pellegrino, V. Serra, Improving energy performance of buildings through the use of lighting control systems: an overview of assessment tools, Proceedings of the 26th Session of the CIE, Beijing, China, 2007, (D3-275-D3-278).
- [8] F. Gugliermetti, F. Bisegna, Saving energy in residential buildings: the use of fully reversible windows, Energy 32 (7) (2007) 1235–1247.