



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 1, Article Number: 1A0139

ENGINEERING SCIENCES

Received: October 2010

Accepted: January 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Hayrettin Toylan

Reşit Erçetin

Kirklareli University

hayrettintoylan@kirklareli.edu.tr

Kirklareli-Turkey

**LABORATUVAR İÇ AYDINLATMASININ PLC İLE OTOMASYONU: MARMARA ÜNİVERSİTESİNDE
BİR UYGULAMA**

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Aydınlatma laboratuvarında, gelişen aydınlatma programları ve otomasyon sistemleri yardımıyla optimal enerji tüketimi sağlayarak aydınlatma otomasyonu dizayn ve geliştirilmesidir. Bilgisayar aydınlatma programı(Dialüx) ile tipi ve konumu belirlenen lambalar, Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC) vasıtasıyla kademeli olarak kontrol edilmektedir. Bu kontrol yardımıyla lambaların açma kapama durumları, gün içerisinde gün ışığının değişimine bağlı olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak geleneksel method olan manuel kontrollü aydınlatma sistemi ile bu çalışmadaki otomasyon sistemi mukayese edilmiş dikkate değer bir enerji tasarrufunun elde edildiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tasarrufu, Aydınlatma Otomasyonu,
Aydınlatma, Aydınlatma Programı, PLC

**AUTOMATION OF THE LABORATORY INDOOR LIGHTING BY MEANS OF PLC: AN
APPLICATION IN MARMARA UNIVERSITY**

ABSTRACT

The aim of this study is to design and develop lighting automation with the help of developing lighting programmes and automation systems using optimal energy use at Marmara University Technical Education Faculty Laboratory. The lamps that are determined in types and positions by computer lighting programme (DIALUX) are controlled by PLC (Programmable Logic Control) step by step. With the help of this control system the on/off of the lamps are determined depending on the day light amount changes. As a conclusion, illumination systems manually controlled and the automation system in this study are compared and a noticeable profit of energy is observed.

Keywords: Energy Saving, Lighting Automation, Illumination,
Lighting Programme, PLC

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde enerji kaynakları hızla tükenmektedir bu nedenle bunların etkin kullanılması son derece önem arz etmektedir. Yapılan istatistiksel analizlere bakıldığında elektrik enerjisinin %20 ile %25 arasında aydınlatma amacı ile değişik sektörlerde tüketilmekte olduğu görülmektedir. Doğru bir aydınlatma sistemi tasarımı yapmak hem etkin görme koşullarının sağlanması açısından hem de enerji tasarrufu bakımından yararlı olacaktır [1].

Son zamanlarda çok farklı aydınlatma kontrol sistemleri geliştirildi. Bunların amacı aydınlatma konforunu yüksek seviyede tutarak aydınlatmada kullanılan enerji tüketimini indirmektir[2]. Jennings ve diğerlerine göre, sabit sensörler ile özel ofislerde kullanılan aydınlatma enerjisinde ortalama %20-%23 arasında tasarruf edilmiştir[3]. Knight günışığı kontrol sistemi kullanarak %44 ile %76 arasına kazanç elde etmiştir[4]. Onaygil ve Önerin çalışmasında, Günışığı duyarlı aydınlatma kontrol sistemi tarafından elde edilen enerji tasarrufu mevsimlere ve aylara göre farklılıklar gösterir. Enerji tasarrufu aralık ayında yalnızca %20 iken haziran ve temmuz aylarında %47'ye yükselir. Mevsimsel farklılıklar göz önüne alındığında, enerji tasarrufu kış aylarında %21 iken bahar aylarında %35 ve yaz aylarında %45'e yükselmektedir[5]. Bu çalışmalar incelendiğinde farklı oranlarda enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Bu farklılık, ortamda kullanılan aydınlatma kontrol sistemine, lamba ve armatür tipine, aydınlatılması yapılan ortama, ortamda istenilen ışık akısı miktarına, ortamın coğrafi konumuna, mevsimlere, aylara vb. birçok parametreye bağlıdır.

Bu çalışmada, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Aydınlatma laboratuvarında, gelişen aydınlatma programları ve otomasyon sistemi yardımıyla optimal enerji tüketimi sağlanarak aydınlatma otomasyonu dizayn edilerek geliştirilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmanın temel objektifliği, 2 farklı kontrol sistemine göre laboratuvar aydınlatmasının enerji tüketimi açısından etkilerinin incelenmesidir. Kullanılan 1.kontrol sistemi geleneksel yöntem olarak tanımladığımız manuel kontroldür. Diğer kontrol sistemi bir endüstriyel bilgisayar olarak tanımlayabileceğimiz Programlanabilir Lojik Kontrolör ile yapılan otomatik kontroldür. Aralık ayında güneşli ve bulutsuz günlerde yapılan deneyler sonucunda her iki sisteminde enerji tasarrufu verileri elde edildi.

Aynı zamanda laboratuvarın rasgele yerleştirilmiş armatürler, aydınlatma programı Dialüx yardımı ile sayısı ve konumları tekrar gözden geçirilip düzenlenmiştir. Ortamın aydınlık düzeyinin istenilen düzeyde (CIE kriterlerine göre belirlenen) sabit kalması da Programlanabilir Lojik Kontrolör ile sağlanmıştır.

3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL SETUP)

Bu çalışma için Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Eğitim binasında bulunan Aydınlatma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan ortamın ölçüleri(Fig1);

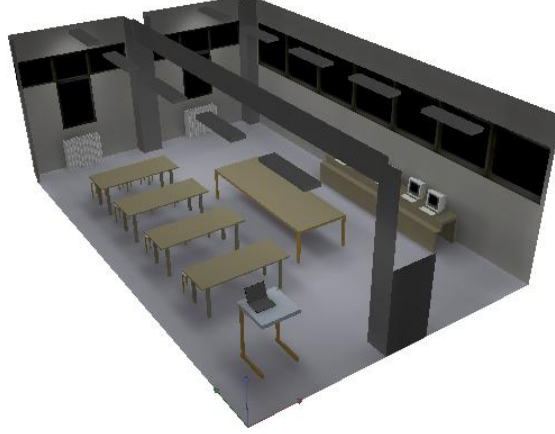
Uzunluk	; 10,685 m
Genişlik	; 6,825 m
Yükseklik	; 3,75 m
Çalışma yüksekliği	; 0,85 m

Her ortamda aynı aydınlatma türü ve elemanın kullanılması düşünülemez. Bunun nedeni ise, farklı ortamlarda farklı aydınlık seviyesine gereksinim duyulmasıdır. Bu, o ortamda yapılan işin niteliğine ve ortamın mimarisine göre şekillenecek bir olgudur.

Eğitim kurumlarında bulunan sınıf ve laboratuvar gibi ortamların aydınlatılmasında (Commission Internationale de L'Eclairage) CIE'nin

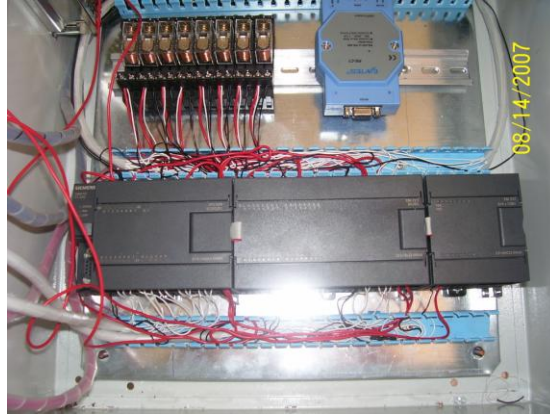
belirlediği standartlar bulunmaktadır. Bu standartlara göre laboratuvar ortamında istenilen aydınlık seviyesi 500 lüks olarak belirlenmiştir.

Ortama konulması gereken lamba âdeti ve konumu DIALUX programı sonuçları doğrultusunda bulunmuştur(fig1).



Şekil 1. Laboratuvar ortamının dialux modellemesi
(Figure 1. Dialux modeling of laboratory environment)

Lamba ve spotların kontrolü PLC ile sağlanır. Ancak PLC tek başına bu işlemi yapmak için yeterli değildir. PLC yanında yardımcı donanımlar da gerekmektedir. Bu donanımların bir kısmı(Röle, Sviç Anahtar, LED ve Güç Analizör) pano içerisinde toplanmıştır(Şekil 2).

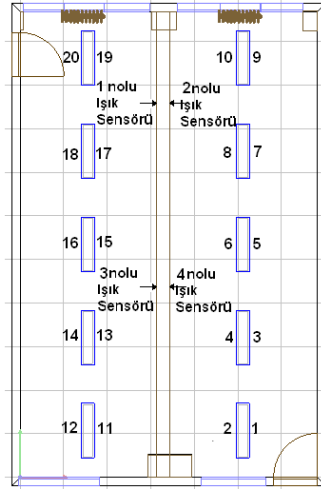


Şekil 2. PLC ve diğer donanımların pano içerisindeki görüntüsü
(Figure 2. The view on the board of PLC and other equipment)

Ortamdaki ışık miktarı doğrultusunda kontrol ünitesine sinyal yollamak üzere ışık sensörleri laboratuvara konumlandırılmıştır(Şekil 3). Işık sensörleri tarafından kontrol ünitesine gönderilen sinyaller doğrultusunda lambaların açık/ kapalı durumlarını belirler.

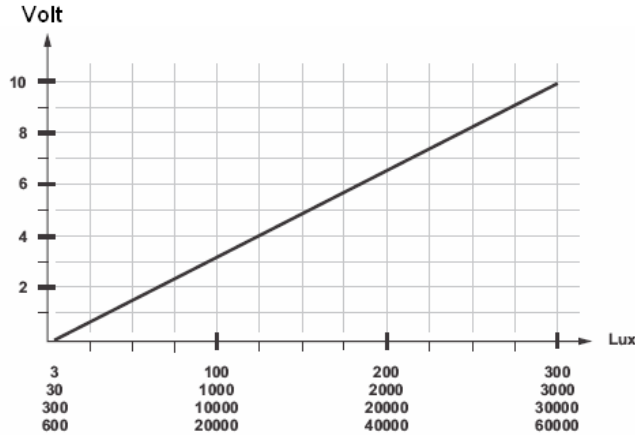
Çalışmada 4 adet sensör kullanılmıştır. Tavan yüksekliğinin 3,75 metre, kirişin 0,64 metre olduğu düşünülürse, sensörlerin yerden yüksekliği de yaklaşık 3,11 metre olmaktadır. Sensörlerin çalışma düzlemi olan masalara konumlandırılması gerektiği ilk olarak akla gelmektedir. Fakat öğrencilerin gölgesi, sensörle oynaması ve bunun gibi geçici durumlar lambalarda kararsızlığa neden olabilmektedir. Bu nedenle sensörlerin kirişe koyulması uygun bulunmuştur. 1'nolu ışık sensörü 17,18,19,20'nolu lambaların kontrolünü, 2'nolu ışık sensörü 7, 8, 9, 10'nolu lambaların kontrolünü, 3'nolu ışık sensörü 11, 12, 13, 14, 15, 16'nolu lambaların kontrolünü, 4'nolu ışık sensörü 1, 2, 3, 4, 5, 6'nolu lambaların kontrolünü

sağlamak amacıyla, o noktalarındaki aydınlık seviyesine göre kontrol ünitesine (PLC-Analog modül) sinyal yollamaktadır.



Şekil 3. Laboratuvar ortamında lamba ve ışık sensörü konumları
(Figure 3. Lamp and the light sensor locations in the laboratory)

Sensörler 24V DC ile beslenirler. Buna karşılık aydınlık seviyesine göre 0-10 V aralığına kontrol ünitesine Analog sinyal verirler. 4 farklı kademe seçeneği olan sensörün aydınlık seviyesine göre çıkış eğrisi Fig.4 de verilmiştir.



Şekil 4. Aydınlık sensörü çıkış eğrisi
(Figure 4. Light sensor output curve)

Işık sensöründe çalışmaya en uygun çıkış sinyali verebilecek kademe 2. kademedir. Bu kademenin seçilmiş olmasının nedeni, ortamın aydınlık seviyesinin 0 ile 1500 lüks arasında değişmesinden kaynaklanmaktadır. Buna göre sensör 30 ile 3000 lüks arasında 0-10V aralıklı sinyal üretebilmektedir.

4. PLC PROGRAMLAMA (PLC PROGRAMMING)

4.1. PLC Analog Girişi (PLC Analog Input)

Analog büyüklükler; Isı, basınç, hız ve sistemde kullanılan ışık şiddeti gibi fiziksel büyüklüklerdir. Bu fiziksel büyüklükleri ikili sayı sistemindeki eşdeğerine dönüştüren analog giriş modülü bulunmaktadır. Çalışmada uygulanan sistemde analog modüle, ışık sensörlerinden gelen sinyaller 0-10 V aralığındadır. Bu da tek kutuplu sinyal kategorisindedir.



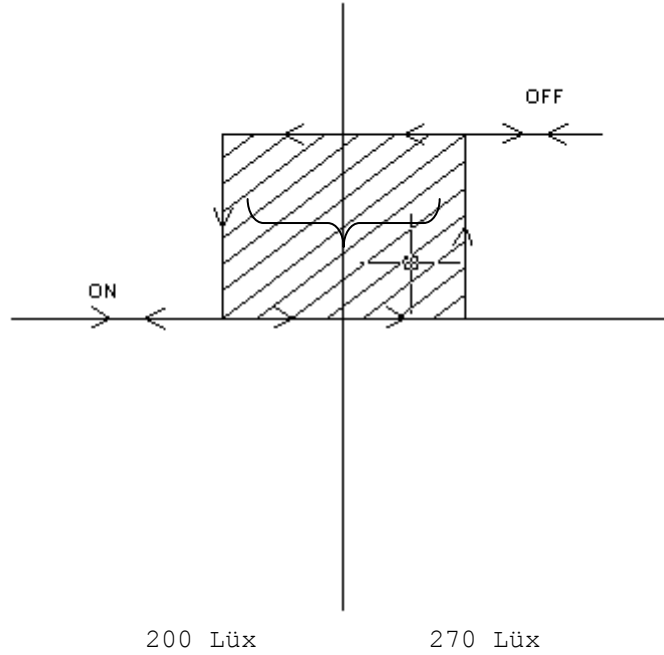
Şekil 5. Tek kutuplu veri formatı
(Figure 5. Unipolar data format)

MSB 16 bitlik registerin en önemli biti olup LSB de en önemsiz biti'dir.

Analog modülün tam skala girişi dip sviçlerle 0-10V aralığına ayarlandığında duyarlılık; $10V / 2^{12}-1 = 2,44mV$ olmaktadır.

Bu modülün hissedebileceği en küçük gerilim değerinin 2.44mV olduğunu ifade eder. AIWxx registerin 0-10 V aralığında beslenirse, 0 ile 32760 arasında değer alır. Böylelikle 0V karşılık 0, 10 V karşılık 32760 değerleri alınır.

Sistemin kontrolünde ortamın ışık seviyesini 500 lüks dolaylarında tutabilmek için sensörlerin bulunduğu yer de göz önüne alınır. Çalışma yüksekliğindeki ışık seviyesi 500 lüks dolaylarında olduğunda odanın tavanında bulunan kirişte kaç lüks oluyor, sorusuyla yapılan ölçümlerden elde edilen değerler doğrultusunda(200lüks-270lüks) sistemin kontrolü sağlanır. Sistemin otomatik kontrolünde ON/OFF kontrolör kullanılır. ON/OFF kontrolörde sistemin 2 konumu vardır. Bunlar bir ya da sıfırdır. Bu tip kontrolörlerde mutlaka bir histerisiz bantı oluşturmak gereklidir. Histerisiz bandının genişliği arttıkça sistemin açılıp/kapanması seyrekleşecek, genişlik azaldıkça da açılıp/kapanmalar artacaktır.

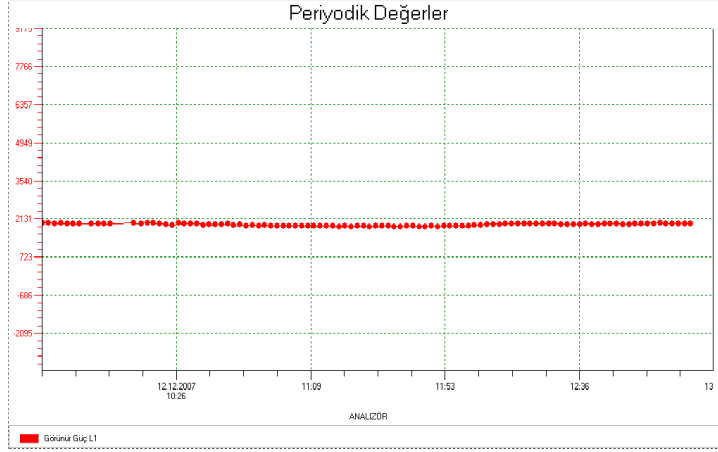


200 Lüks 270 Lüks
Histeresiz Bantı
Şekil 6. Sistemin ON/OFF kontrolü
(Figure 6. ON/OFF Control of the system)

5. LABORATUAR AYDINLATMA OTOMASYONUNUN ENERJİ SARFIYATINA ETKİSİ (THE EFFECT OF LABROTORY LIGHTING AUTOMATION TO ENERGY CONSUPTION)

Çalışma ortamı olan Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümünde bulunan Aydınlatma Laboratuvarında dersler sabah 9:00 ile akşam 21:00 arasında uygulamalı ve teorik olarak yapılmaktadır. Sabah derslere girişte aydınlık seviyesinin yetersiz olmasından dolayı lambalar yakılmaktadır. Öğle saatlerine doğru gün ışığından dolayı aydınlık

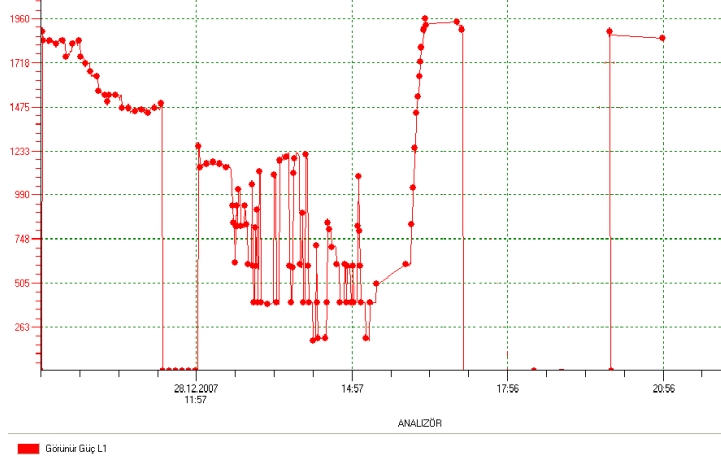
seviyesinin artması ve bunun bir şekilde fark edilmemesi, ders çıkışı lambaları kapatmayı unutma, yeni giren sınıfın bunu fark etmemesi ve bunun gibi olasılıklar lambaların gün boyunca açık kalmasına ve böylelikle enerji kaybına neden olmaktadır. Söz edilen hatalardan dolayı 20 adet floresant lambanın gün boyu açık kalması durumunda ortalama saatte 1067 Watt güç harcanmaktadır. Sabah 9:00'dan akşam 21:00'a kadar 12 saatte 12805 Watt harcanır (Şekil 7).



Şekil 7. Lambaların tümü açık durumda görünür gücün zamana göre değişimi (Figure 7. changes of apparent power according the time while the all lamps are open)

Diğer taraftan Aydınlatma Laboratuvarında, otomatik moda alınan veriler doğrultusunda 28.12.2007 günü (Aralık Ayının Güneşli bir günü) saatte ortalama yaklaşık 550 Watt harcanmış olduğu görülmektedir. Bu da gün boyunca yaklaşık 6670 Watt harcanmış olduğunu gösterir (Şekil 8).

Aydınlatma Otomasyonunun Otomatik Modunda istenilen aydınlık düzeylerine ulaşılırken görünür güç değişimi Şekil 8'te verilmektedir.



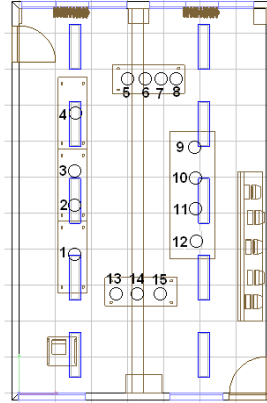
Şekil 8. Aydınlatma otomasyonu otomatik mod görünür gücün zamana göre değişimi

(Figure 8. Changes of apparent power according to the time, illumination automation automatic mode)

Şekil 8 gün içerisinde sabah 9:00 dan akşam 21:00 arasında alınan değerler doğrultusunda çizilmiştir. 11:30-12:00 öğle arası olmasından dolayı, 17:00-19:00 arası da ders olmamasından dolayı hareket detektörü sistemi çalıştırmaz. Bu nedenle lambalar kapalı konumdadır ve güç tüketimi de yoktur. Sistemde bunların dışında da hareket algılanmadığı durumlarda lambaların tümü kapalı konuma gelmektedir. Diğer zaman dilimlerinde sensörlerden gelen bilgiye göre lambaların kontrolü sağlanmıştır.

Aydınlatma laboratuvarında yapılan Aydınlatma Otomasyonunun Otomatik Modu devreye alınır, 20 adet floresant lambanın tümü direkt olarak yanmayacaktır. Lambaların yanmaları için ilk şart, ortamda hareketin algılanmasıdır. Sistem hareketi algıladıktan sonra; PLC, 4 adet ışık sensörünün sağladığı ortamın aydınlık seviyelerini bildiren veriler yardımıyla, lambaların açık/kapalı konumlarını belirler.

28.12.2007 tarihinde Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Aydınlatma Laboratuvarında yapılan Aydınlatma Otomasyonu Sistemi Otomatik çalışma moduna alındığında ortamdaki aydınlık düzeyinin zamana göre almış olduğu değerler Tablo 1 de verilmiştir.



Şekil.9 Aydınlatma laboratuvarı otomatik mod lüksmetre ölçüm noktaları
(Figure.9 Automatic mode luxmeter measurement points of lighting laboratory)

Tablo.1 Aydınlatma laboratuvarı otomatik mod aydınlık değerleri
(Table.1 Automatic mode brightness values of lighting laboratory)

Saat	09:00	10:00	11:00	12:30	13:30	14:00	15:00	16:00	17:00
Konum									
1	496	570	555	640	598	570	582	600	568
2	490	568	500	631	606	566	580	599	574
3	511	570	480	670	600	571	578	594	580
4	510	648	450	504	555	567	570	580	530
5	523	555	563	527	548	550	520	587	483
6	501	510	580	518	467	500	470	494	444
7	524	520	550	590	490	579	482	450	452
8	550	574	418	599	600	604	502	433	463
9	577	600	421	560	580	602	531	540	518
10	584	599	552	577	587	584	570	549	554
11	580	597	510	602	584	561	584	550	560
12	566	583	512	600	540	490	481	570	558
13	589	511	581	540	486	470	493	512	470
14	454	490	470	533	480	460	490	508	488
15	429	480	476	530	490	458	486	486	464

Tablo 1’de gün içerisinde 15 noktadan alınan aydınlık seviyeleri Lüks cinsinden verilmiştir(28.12.2007 tarihli). Görülüyor ki sistem sabah saat 9:00 ile akşam 17:00 arasında otomatik modda çalışırken genel olarak aydınlık seviyesini ortalama 500-600 lüks arasında tutma başarısını gösterebilmiştir(Aralık ayı olması göz önüne alınarak saat:17:00 den sonra hava tamamen kararır).

6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü Aydınlatma Laboratuvarının elektrik enerjisi tasarrufuna yönelik optimum aydınlatma çözümü sağlamak amacıyla aydınlatma otomasyonu yapılmıştır.

Bu çalışmada uygulama yapılacak laboratuvarın çalışma yüzeylerindeki aydınlık seviyeleri yetersiz olduğundan, DIALUX aydınlatma programında laboratuvarın aydınlatma hesapları yapılarak lamba sayısı ve konumları yeniden belirlendi. Bu sayede laboratuvardaki aydınlık seviyesinin ortalama 390 Lüksten 520 Lüks dolaylarına çıkarıldığı gözlemlendi. Diğer aşamada gün ışığından en etkin şekilde yararlanılarak 20 adet lambanın 4 adet sensör ve hareket dedektörü yardımıyla PLC tarafından kontrolü sağlandı. Gün içerisinde pencerelerden gelen günışığı değişimlerine sistem tepki verdi. İçerideki lambaları kademeli olarak gerektiğinde yakıp gerektiğinde söndürmesiyle hem laboratuvarın aydınlık seviyesi 500-600 lüks aralığında tutuldu hem de enerji tasarrufu sağlandı. Aralık ayında güneşli ve bulutsuz günlerde yapılan deneyler sonucunda hareket dedektörünün sistemi kapatmadığı durumlarda enerji tasarrufunun %30 ve %40 arasında olduğu gözlemlendi. Aralık ayında güneşin en etkisiz konumda olduğu düşünülürse bahar ve yaz aylarına doğru, enerji tasarrufunun artacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Küçükdoğu, M.Ş., (2003). Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı, 2. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, Diyarbakır.
2. Roisin, B., Bodart, M., Deneyer, A., and D'Herdt, P., (2008). Lighting energy savings in offices using different control systems and their real consumption, Energy and Buildings 40, 514-523
3. Jennings, J.D., Rubinstein, F.M., DiBartolomeo, D., and Blanc, S.L., (2000). Comparison of control options in private offices in an advanced lighting controls testbed, Journal of the Illuminating Engineering Society.
4. Knight, I.P., (1999). Measured energy savings due to photocell control of individual luminaire, Lighting Research Technology 31 (1) (1999) 19-22.
5. Onaygil, S. ve Güler, O. (2003). Determination of the energy saving by daylight responsive lighting control systems with an example from Istanbul, Building and Environment 38, 973-977.