

Araştırma Makalesi / Research Paper**Binalarda Enerji Verimliliği Uygulamaları:
MAKU Mühendislik Mimarlık Fakültesi Örneği**İbrahim KIRBAŞ 

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, 15100 Burdur

Geliş Tarihi (Received): 15.06.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 16.10.2019✉ *Sorumlu Yazar (Corresponding author*):* ikirbas@mehmetakif.edu.tr

☎ +90 248 213 4585 📠 +90 248 213 4598

ÖZ

Enerji kaynaklarımızın hızlı bir şekilde tüketilmesini önlemek ve çevreye olan zararlarını en aza indirmek için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin bazı teşvikler ve düzenlemeler yapılmıştır. Fakat aslında kullandığımız enerjinin daha verimli olarak kullanılmasının daha da önemli olduğunun farkına varılmıştır. Birçok alanda enerji verimliliği ile çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada binalarda enerji verimliliği kapsamında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (MAKÜ) Mühendislik Mimarlık Fakültesi binası incelemeye alınmıştır. Binada yapılacak olan enerji verimliliği çalışmaları hızlı sonuç verecek ve ekstra maliyet çıkarmayacak türden kısa vadede yapılabilecek işlemlerden oluşmaktadır. Binada yapılan incelemeler sonucunda bazı konularda tavsiye ve önerilerde bulunulmuştur. Bina aydınlatılması ile ilgili olarak yapılan detaylı çalışma sonucunda floresan lamba yerine LED floresan lamba kullanılarak 8,5 Milyon TL den daha fazla tasarruf yapılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Binalarda enerji verimliliği, LED, Bina aydınlatılması**Energy Efficiency Applications in Buildings: The Sample of the MAKU Engineering and Architecture Faculty, Burdur-Turkey****ABSTRACT**

Some incentives and arrangements have been made with regard to the use of renewable energy sources in order to prevent the rapid consumption of our energy resources and to minimize their environmental damage. However, it was realized that it was more important to use the energy we used more efficiently. Energy efficiency studies have been carried out in many areas. In this study, the building of the Burdur Mehmet Akif Ersoy University (MAKÜ) Faculty of Engineering and Architecture has been examined. Energy efficiency studies in the building will consist of short-term transactions which will give quick results and do not cost extra. As a result of the inspections carried out in the building, some advice and suggestions were made. As a result of the detailed study, about the building lighting, it was determined that the LED fluorescent lamp could be saved more than 8.5 million TL instead of the fluorescent lamp.

Keywords: Energy, Energy efficiency in buildings, LED, Building lighting**GİRİŞ**

Enerji; iş yapabilme yeteneğidir (Bedeloğlu ve ark. 2010), değişikliklere neden olma yeteneğidir (Çengel ve Boles, 2008), sanayi sektörünün en önemli ve en temel

girdilerinden biridir (Çoban ve Kılınc, 2016), insanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için kullandığı veya kullanmak zorunda olduğu doğadan direkt olarak ya da türeterek kullandığı kaynaktır (Kırlı ve Kulu, 2016). Sanayi

devrimi ile birlikte kas gücünün yerini makine gücü almıştır. Artan sanayileşme ile enerjiye olan talepler artmıştır. Enerji taleplerimizin büyük çoğunluğu fosil kökenli kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu tür enerjilerin karbon emisyonları çevreye ciddi boyutlarda zarar vermektedir (Çoban ve Kılınç, 2015).

Enerjinin üretimi ve üretilen enerjinin verimli bir şekilde tüketilmesi son günlerde oldukça önem kazanmaktadır (Çetinbaş ve ark. 2017). İnsanoğlunun bütün faaliyetlerinin içinde çevreye en çok zarar vereni enerji üretimi ve tüketimidir. Hem enerji üreten hem de tüketen oluşan çevre kirliliğinin önüne geçmek, gelecek nesillere daha temiz ve yaşanılabilir bir çevre bırakmak için uluslararası platformlarda çeşitli çalışmalar ve anlaşmalar yapılmıştır.

Çevre sorunlarının ve çözümlerinin uluslararası işbirliği içerisinde yapılmasının daha doğru olacağı 1972 yılında Stockholm'de gerçekleştirilen Uluslararası İnsan Çevresi Konferansında ortaya çıkmıştır. Yaklaşık olarak 30 yıl süren veri toplama çalışmalarının ardından eylem stratejileri belirlenmiştir. İlk olarak sera gazı birikimlerinin iklim sistemi üzerindeki etkilerini önlemeyi hedefleyen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 1992 yılında Rio'da imzaya açılmıştır. 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. 1997 yılında imzalanan Kyoto Protokolü ile uygulama adımları belirlenerek kabul edilmiş ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Daha sonra uluslararası platformlarda sunulan ara raporlar ve değerlendirme raporları neticesinde yeni eylem planları ve yükümlülükler belirlenmiştir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Türkiye ise 2004 yılından beri Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine, 2009 yılından beri de Kyoto Protokolüne taraf olmuştur. Emisyon sınırlama ve azaltma konusunda herhangi bir taahhüt vermeyen Türkiye iki yılda bir rapor hazırlayarak BMİDÇS sekretaryasına sunmaktadır. Tüm bu gelişmeler neticesinde Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütünün de talebi üzerine 2008 yılında ISO bünyesinde enerji yönetim komitesi kurulmuş ve 9 Haziran 2011'de ISO-50001 Enerji Yönetim Sistemi standardı yayınlanmıştır.

ISO-50001 Enerji Yönetim Sistemi, işletmelerde sürdürülebilir sistematik bir yapı içinde Enerji Yönetim Politikalarını oluşturarak enerji tüketimlerini azaltmayı hedefler. Bu amaçla, Enerji Yönetim Sistemi ile işletmenin enerji kullanımına ve enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik yol haritası çizilir (URL-1, 2019). Başka bir ifade ile

Enerji yönetim sistemi, temel olarak enerji analiziyle başlar; enerji tüketiminin fazla olduğu noktaları tespit edip bunların tasarruf edilmesini ister, enerji verimliliğini artırmamızı bekler, sonunda da yenilenebilir enerji kaynaklarına geçilmesini ister (Pekaçar, 2011).

Enerji verimliliği; sanayi, ulaşım, tarım, konut gibi tüm sektörlerde üretim miktarı ve kalitesinde azalmaya neden olmadan birim ürün veya hizmet için daha az enerji kullanılmasını sağlamaktır. Böylece etkin enerji kullanımı ile çevreye olan olumlu etkilerinin yanı sıra, bireysel ve ülke ekonomisine de katkı sağlanacaktır.

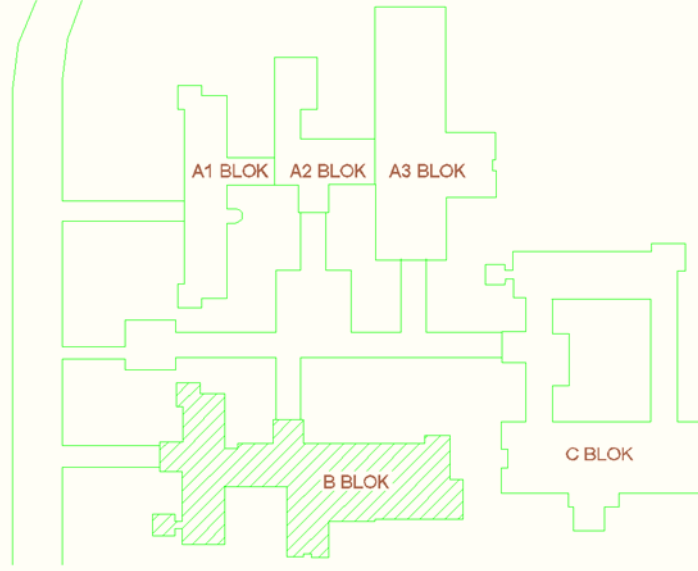
Bu çalışmada enerji verimliliği tanımına uygun olarak aynı kalitede hizmet ve ürün elde etmek için daha az enerji kullanma hedef ile Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (MAKÜ) Mühendislik Mimarlık Fakültesi binasında yapılabilecek uygulamalar belirlenmeye çalışılmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

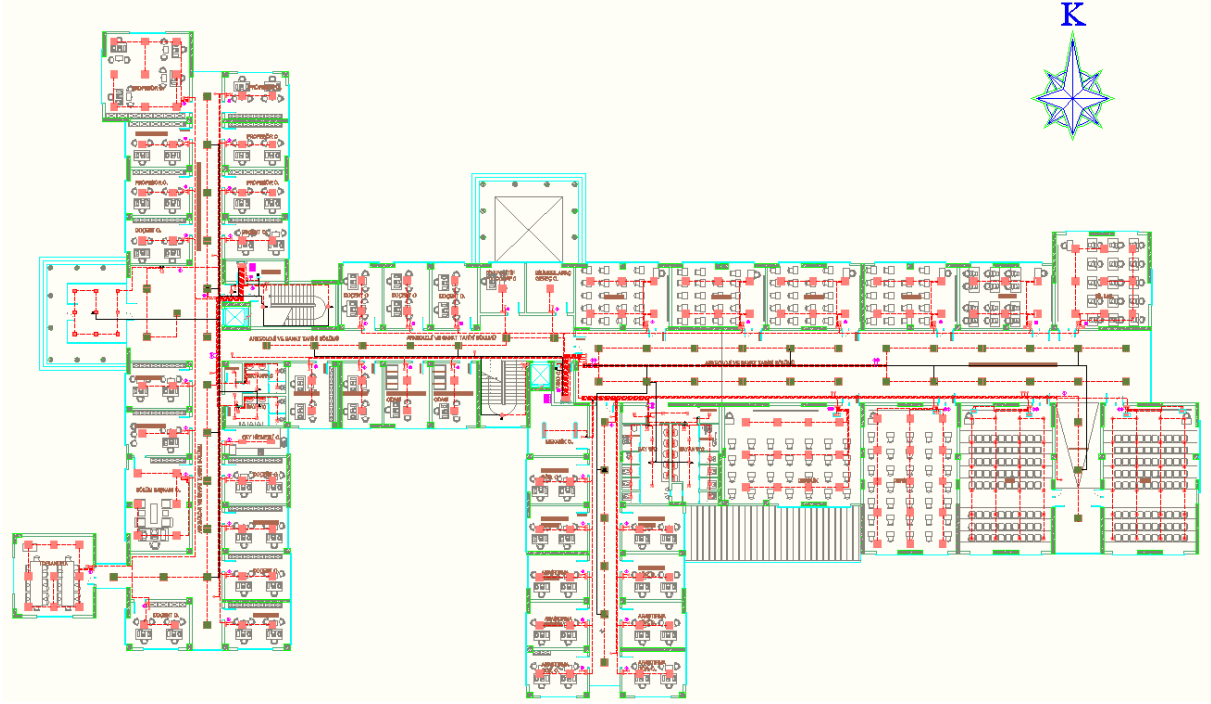
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (MAKÜ) Mühendislik Mimarlık Fakültesi olarak kullanılan Enlem: 37° 41' N, Boylam: 30° 20' E konumunda bulunan bina uygulama alanı olarak seçilmiştir. Enerji verimliliği bakımından yapılacak eylemler kısa vadede, orta vadede ve uzun vadede yapılmak üzere gruplandırılmalıdır. Kısa vadede yapılabilecek uygulamalar ve elde edilecek parasal kazanç miktarı bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Kısa vadede yapılabilecek uygulamalar;

- Enerji yönetim sistemi organizasyon şeması oluşturmak ve bina enerji yöneticisi belirlemek
- Isıtma ve havalandırmada alınacak önlemleri belirlemek
- Aydınlatmada yapılabilecek iyileştirmeleri belirlemek
- Ofis ekipmanları konusunda yapılabilecek enerji tasarruf önlemlerini belirlemek

Şekil 1'de verilen yerleşim planında Fen-Edebiyat Fakültesi B-Blok olarak isimlendirilen alan günümüzde geçici olarak Mühendislik Mimarlık Fakültesi olarak hizmet vermektedir. Bodrum zemin ve 4 adet normal kattan oluşan fakülte binasına ait normal kat planı Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 1. Mühendislik Mimarlık Fakültesi (B Blok) yerleşim planı



Şekil 2. Mühendislik Mimarlık Fakültesi normal kat planı

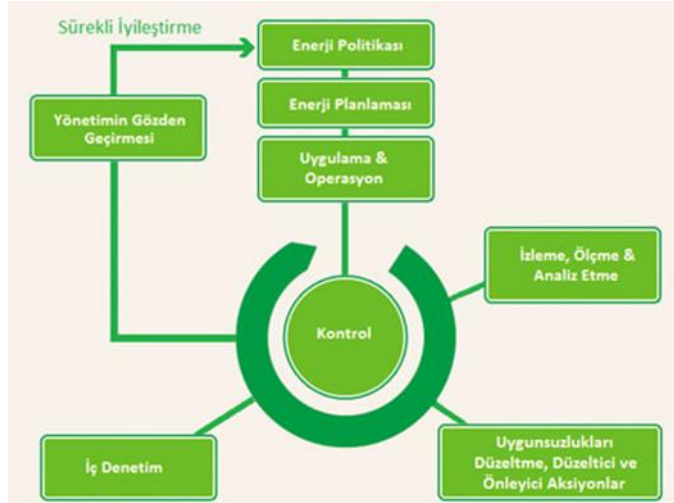
Enerji Yönetim Sistemi ve Bina Yöneticisi

Enerji Yönetim Sistemi, enerji yönetimini; birim maliyette kullanılan enerjiyi optimize edilmesi olarak tanımlıyor ve kuruluştan enerji verimliliğini sürekli iyileştirmesini istiyor. Bunun için enerji ile ilgili tüketim noktalarının tespit edilmesi ve bu tespitler sonucunda gerekli iyileştirmelerin yapılması ve bu işlemlere süreklilik kazandırılmasını sağla diyor (URL-2, 2019).

Öncelikli olarak enerji yönetim sisteminin organizasyon şeması oluşturulmalı, bir adet bina yöneticisi belirlenmelidir. Ayrıca binayı kullanan herkes sürecin içine dahil ederek özendirilmeli ve teşvik edilmelidir. Örnek olarak ISO 50001 Enerji Yönetim sisteminde kullanılan Şekil 3'deki gibi bir organizasyon şeması oluşturulabilir. Üniversitelerin genel işleyiş kuramları açısından fakülte-

lerde bulunan fakülte sekreterleri bu konuda bina yöneticisi olarak tanımlanabilir. Süreçte yapılacak çalışma ve uygulamalar, alınacak tedbirler hakkında bilgilendirme toplantıları yapılmalıdır. Afişler ve küçük uyarı levhaları

(odadan çıkarken ışıkları kapat, yazıcıyı kapalı konumda beklet, akşam giderken fişleri prizden çıkar vb.) ile yönlendirme yapılmalıdır.



Şekil 3. Örnek bir organizasyon şeması (Johnson ve ark., 2013; URL-1, 2019)

Isıtma ve Havalandırmada Alınacak Önlemler

Bina yalıtımı bakımından, ısıtıcılarda yapılacak önlemler, havalandırmada yapılacak önlemler bu kapsamda incelenebilir. 9 Ekim 2008 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan binalarda ısı yalıtım yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Bu kanun kapsamında bu tarihten itibaren yapılacak binalarda TS 825 standartlarında belirtilen hesap metoduna göre yetkili makine mühendisleri tarafından hazırlanan "ısı yalıtım projesi" hazırlanması zorunludur. Dolayısıyla uygulama alanı olarak seçilen Mühendislik-Mimarlık Fakültesi binası bu kanun kapsamında ısı yalıtım projesi hazırlanarak inşa edilmiştir. Bina içinde yapılan incelemelerde ısıtıcı olarak panel radyatörler kullanılmıştır. Bu radyatörler termostatik vana takılarak ısıtma sisteminde iyileştirmeler yapmak mümkündür. Ayrıca ısıtma sistemi çalışırken kapı ve pencerelerin kapalı konumda olması yine ısı kaybını azaltmakta fayda sağlayacaktır.

Havalandırma işlemi yapılırken pencerelerin açılma işlemi kontrol altına alınmalıdır. Pencereleri havalandırırken kısa süreliğine açmak ve sonuna kadar açmak hızlı bir havalandırma sağlayacaktır. Aralıklı şekilde açılan pencerelerde havalandırma süresi uzayacak buda hem sağlıklı havalandırma yapmamızı engelleyecek hem de ısı kaybını artıracaktır. Pencereler açıldıktan sonra yeterince havalandırma yapılıncaya kadar kapatılması önemlidir. Çünkü havalandırma esnasında aynı zamanda ısı kaybı da olacaktır. Sıcaklığın 1 oC düşmesi sonucu yeniden ısıtmak için ısıtma giderinde %7 lik bir artış olacaktır (Bayraktar, 2013).

Aydınlatmada Yapılabilecek İyileştirmeler

Ülkemizde tüketilen toplam elektrik enerjisinin %20'lik kısmını aydınlatma amaçlı kullanılmaktadır. Dünya genelinde de bu şekilde olan bu durum karşısında konutlarda aydınlatma enerjisi giderleri konusunda çalışmaların yapılarak gerekli iyileştirmelerin yapılması kaçınılmaz olmuştur (Sümengen ve Yener, 2015).

Kullanılmayan lambaların kapatılması en büyük tasarruftur. Sınıflardaki aydınlatma için kullanılan floresan lambaların LED aydınlatma sitemleri ile yenilenmesi %80 gibi daha az elektrik enerjisi tüketilmesini sağlayacaktır (URL3, 2015). Sınıflarda kullanılan anahtar gruplarının artırılması ile lambaların daha etkin kontrolü sağlanır. Sınıftaki öğrenci sayısına göre lamba açılarak aydınlatma yapılabilir. Projeksiyon çalışırken karanlık bölge ve aydınlık bölge ayarlaması daha kolay ve etkili yapılabilir.

Ofis Ekipmanları Enerji Tasarruf Önlemleri

Ofislerde ihtiyaç duyduğumuz enerjiyi genellikle bilgisayar, yazıcı, fotokopi makinesi, çay kahve makineleri, televizyon vb. cihazlarda ve aydınlatmada kullanılabilmektedir. Bu cihazların kullanımında ve kullanılmadıkları zamanlarda alınabilecek önlem ve uygulamalarla enerjinin verimli kullanılması sağlanabilir.

Ayrıca bu tür cihazların seçiminde enerji sınıfları, çalışırken ve bekleme modundaki güç tüketimleri gibi unsurlar göz önüne alınarak yapılması da enerjiyi verimli kullanmak adına bir yöntem olabilir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

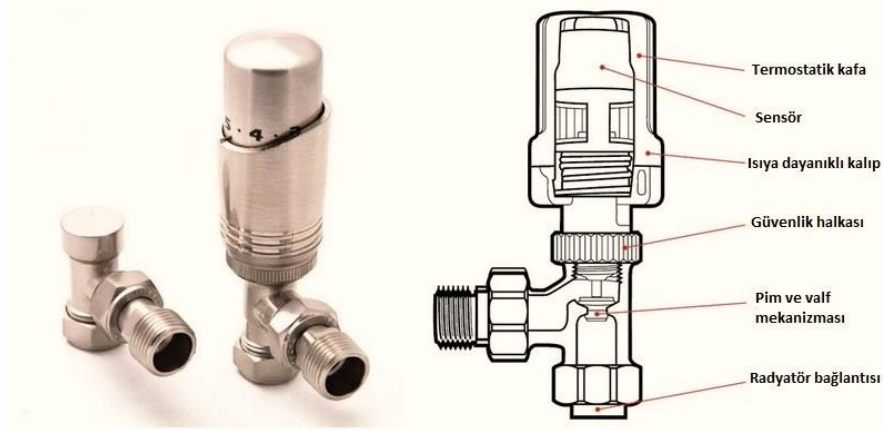
Materyal ve yöntem bölümünde sıraladığımız eylemler veya uygulamalar kısa vadede yapılabilecek türden ve maddi kazanç sağlayacak unsurlardır.

Isıtma ve Havalandırma Sistemi

Daha öncede belirttiğimiz üzere Mühendislik Mimarlık Fakültesi binası uygun ısı yalıtım projesi inşa edilmiştir. Bu yüzden ısı yalıtımı bakımından yapılacak bir iyileştirme kayda değer bir oranda olmayacaktır. Ayrıca bu tür bir iyileştirmeyi kısa vadede yapılacak işlemler arasında değerlendirmek doğru değildir. Daha çok orta ve uzun

vade de yapılacak işlemler arasında değerlendirilmesi daha doğru olacaktır.

Isıtıcılarda (radyatör) yapılan incelemeler sonucunda termostatik vana olmadığı tespit edilmiştir. Termostatik radyatör vanası (Şekil 4) ısıtıcıların sıcak su girişine takılarak odanın hava sıcaklığı kontrolünü yapar. Çalışma prensibi ise oda sıcaklığı skalada ayarlanmış olan dereceye geldiği zaman üzerinde bulunan termostatik kafa pimi iterek vananın kapatılmasını ve sıcak suyun radyatöre geçişini önler. Odaya gereksiz ısının yayılmasını önler. Bu şekilde de kazandan gelecek olan sıcak su miktarı azalmış olur ve dolayısıyla kazanda ısıtılacak suyun azalması yakıt tasarrufu sağlamaktadır (Akyurt, 2003; Arısoy ve Çetegen, 2003).



Şekil 4. Termostatik vana (URL-4, 2019)

Aydınlatma

Elektrik enerjisi tüketiminde ısıtma ve soğutma sistemlerinden sonra en çok enerji tüketim alanı aydınlatmadır. Ülkemizde tüketilen enerjinin 1/5 aydınlatmada tüketilmektedir. Aydınlatma amaçlı tüketilen elektrik enerjisinin dağılım oranlarına bakacak olursak %20'si endüstriyel işletmelerde, %30'u mağazalarda, yaklaşık %40'ı ise ofislerde harcanmaktadır (Gençoğlu ve Özbay, 2007; Mutlu ve ark., 2011). Bu rakamlar aydınlatma sistemlerinde enerjinin verimli kullanımı konusunda dikkatleri üzerine çekmiştir. Aynı aydınlatma şiddetine daha az enerji harcayarak ve daha ekonomik olarak ulaşmak gerekmektedir. Aydınlatmada, etkin ışık kaynakları ve verimli armatürlerin kullanılması ile önemli enerji tasarrufu sağlanabilir. Ancak, gerektiği yerde, gerektiği zaman, gerektiği kadar bir aydınlatma yapma yeteneğine sahip olmayan yani kontrol edilmeyen bir aydınlatma sistemi günümüz ekonomik ve teknolojik koşullarına uygun değildir (Çolak, 2003).

Akor flamanlı lambalara göre kompakt floresan lambalar ortalama %75 daha az enerji sağlar. LED'ler ise akkor

lambalar ve normal floresan lambalara göre ortalama %80 daha az elektrik enerjisi tüketir (URL-3, 2015).

Perdahçı (2018) metal işleme tesis aydınlatmasında LED lamba ve floresan lamba karşılaştırılması ile ilgili senaryolar belirlemiş ve LED lambaların %61,5 enerji tasarrufu sağladığını belirlemiştir.

Bina aydınlatması

Mühendislik Mimarlık Fakültesi aydınlatma sistemi, bina ve çevre aydınlatması olarak iki kısımda incelenmiştir. Bina içi kısımların aydınlatmasında ATY2-4x18 W çift parabolik reflektörlü tavan armatürlerinden 1156 adet, ATY8-2x18 W çift parabolik reflektörlü tavan armatürlerinden 10 adet, 1x8 W downlight spot armatüründen 584 adet, 1x8 W ayna üstü aydınlatma armatüründen 84 adet, 1x8 W acil kitli aydınlatma armatüründen 18 adet kullanılmıştır. Bu armatürlerde çeşitli miktarlarda (4 adet veya 2 adet) floresan lamba bulunmaktadır. Binada kullanılan floresan lamba ve ampullere ait özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Mühendislik Mimarlık Fakültesi bina içi aydınlatma sisteminde kullanılan lambalar (web1)

Cins	Adet	Lamba gücü (W)	Lambanın ışık akısı (Lm)	Lamba ömrü (saat)
ATY2-4x18 W çift parabolik reflektörlü tavan armatürü (1156x4=4624 adet floresan)	1	18	1350	15000
ATY8-2x18 W çift parabolik reflektörlü tavan armatürü (10x2=20 adet floresan)	1	18	1350	15000
1x8 W Downlight spot armatürü (584 adet ampul)(Beyaz ışık)	1	8	480	8000
1x8 W ayna üstü aydınlatma armatürü (84 adet ampul)(Sıcak beyaz ışık)	1	8	480	8000
1x18 W acil kitli aydınlatma armatürü (18 adet ampul)	1	8	480	8000

Bir ATY2-4x18 W armatür içerisinde 4 adet, ATY8-2x18 W armatür içinde 2 adet aynı özellikte floresan lamba bulunmaktadır. Armatür üzerindeki bir adet floresan lamba ile bunun yerine kullanılacak olan LED floresan lambanın özellikleri Tablo 2’te verilmiştir. Burada seçimi yapılmış olan LED lamba (GE LED8ET8/G/2/840) sistemde

kullanılan floresan lamba ile doğrudan değiştirilebilir özelliğine sahiptir. Boyut (60 cm), duy olarak G13 duy kullanan bir LED floresandır. Bu yüzden herhangi bir armatür ve balast değiştirmeye gerek kalmayacaktır. Sadece lamba değiştirme işlemi yapılacaktır.

Tablo 2. Floresan lamba ve LED floresanın karşılaştırılması

Ürün	Polylux XLR Floresan lamba (FT8/18W/840/GE/SL1/25) (URL5, 2019)	LED Floresan (GE LED8ET8/G/2/840) (URL6, 2019)
Toplam Tüketilen Güç	18 W	8 W
Işık Akısı	1350 lümen	1350 lümen
Ömür	15000 saat	70000 saat
Enerji Tüketimi (kWh/1000 sa)	22,45 kWh	8,9 kWh
Etkinlik Faktörü (lm/W)	75	169

Mühendislik-Mimarlık Fakültesi binasında ATY2-4x18 W (4624 adet) ve ATY8-2x18 W (20 adet) olmak üzere armatürlerde toplam 4644 adet floresan lamba bulunmaktadır. Bir LED floresanın ömrü 70000 saattir. 70000 saat üzerinden hesap yapılacak olursa 1 LED floresan 4,66 adet normal floresan lambaya eş değerdir. 4644 LED floresanın karşılığı olarak 4,66 x 4644 = 21672 adet floresan lamba kullanılacaktır.

Lambaların maliyeti ve bu dönemdeki enerji harcamalarını da hesaplanacak olursa,

a) Floresan lamba için

Bir floresan lamba fiyatı 16,56 TL (URL-7, 2019).

Maliyet hesabı

$$21.672 \times 16,56 = 358.888,32 \text{ TL}$$

70000 saatteki enerji tüketimi ise, (lamba sayısı x 1000 saatteki enerji tüketimi x 70)

$$21.672 \times 22,45 \times 70 = 34.057.548 \text{ kWh}$$

b) LED floresan lamba için

Bir LED floresanın lamba fiyatı 6,75 dolar (URL-8, 2019). 1 dolar = 6,0766 TL (URL-9, 2019).

Maliyet hesabı

$$4.644 \times 6,75 \times 6,0766 = 190.483,18 \text{ TL}$$

70000 saatteki enerji tüketimi ise, (lamba sayısı x 1000 saatteki enerji tüketimi x 70)

$$4.644 \times 8,9 \times 70 = 2.893.212 \text{ kWh}$$

Sadece armatürlerde kullanılan lambaların maliyeti açısından 168.405,14 TL enerji tüketimi açısından 31.164.336 kWh tasarruf yapılmış olacaktır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu’nun (EPDK) 27/03/2019 tarihli toplantısında alınan 8518 nolu kararına göre 01.04.2019 tarihinden itibaren perakende elektrik satış Birim Fiyat (TL/kWh) = 0,2669 TL şekilde belirlenmiştir (URL-10, 2019).

Enerji tasarrufunun TL olarak karşılığı ise;

$$31.164.336 \times 0,2669 = 8.317.761,27 \text{ TL}$$

Toplam olarak yapılacak tasarrufun TL olarak karşılığı

168.405,14 + 8.317.761,27 = 8.486.166,41 TL

Yaklaşık 8,5 Milyon Türk Lirası olacaktır.

Binada amfilerde kullanılan downlight spot armatürlerde, WC'lerde kullanılan ayna üstü aydınlatma armatüründe

ve merdivenlerde kullanılan acil kitli aydınlatma armatürde aynı cins ampul kullanılmıştır. Sadece ışık rengi olarak downlight spot armatürde beyaz ışık, ayna üstü aydınlatma armatüründe ve acil kitli aydınlatma armatürde sıcak beyaz ışık (sarı ışık) kullanılmıştır. Kullanılan ampul ve yerine kullanılacak olan LED ampul için değerler Tablo 3'te verilmiştir

Tablo 3. Floresan lamba ve LED floresanın karşılaştırılması

Ürün	Philips EconomyTwister (8W CDL E27 220-240V 1PF/6) (URL11, 2019)	LED Mum ampul (URL12, 2019)
Toplam Tüketilen Güç	8 W	5,5 W
Işık Akısı	475 lümen	470 lümen
Ömür	6000 saat	10000 saat
Enerji Tüketimi (kWh/1000 sa)	8 kWh	5,5 kWh
Etkinlik Faktörü (lm/W)	59	85,45

Mühendislik Mimarlık Fakültesi binasında Downlight spot armatür 1x8 W (584 adet), ayna üstü aydınlatma armatüründe 1x8 W (84 adet) ve acil kitli aydınlatma armatürde 1x8 W (18 adet) olmak üzere armatürlerde toplam 686 adet tasarruf ampülü bulunmaktadır.

Bir LED ampulün ömrü 10000 saattir. 10000 saat üzerinden hesap yapılacak olursa 1 LED Mum ampul 1,66 adet normal ampule eş değerdir. 686 LED Mum ampulün karşılığı olarak 1,66 x 686 = 1139 adet tasarruf ampülü kullanılacaktır.

Ampullerin maliyeti ve bu dönemdeki enerji harcamalarını da hesaplanacak olursa,

a) Enerji Tasarruflu ampul için

Bir Philips Economy Twister enerji tasarruflu ampul fiyatı 13,30 TL (URL13, 2019).

Maliyet hesabı
1139 x 13,30 = 15.148,70 TL

10000 saatteki enerji tüketimi ise, (lamba sayısı x 1000 saatteki enerji tüketimi x 10)
1199 x 8 x 10 = 91.120 kWh

b) LED Mum Ampul için

Bir LED Mum Ampul fiyatı 13,19 TL (URL-14, 2019).

Maliyet hesabı
686 x 13,19 = 9.048,34 TL

10000 saatteki enerji tüketimi ise, (lamba sayısı x 1000 saatteki enerji tüketimi x 10)
686 x 5,5 x 10 = 37.730 kWh

Sadece ampullerin maliyeti açısından 6.100,36 TL enerji tüketimi açısından 53.390 kWh tasarruf yapılmış olacaktır.

EPDK'ya göre 01.04.2019 tarihinden itibaren perakende elektrik satışı için Birim Fiyat (TL/kWh) = 0,2669 TL şeklindedir (URL-10, 2019).

Enerji tasarrufunun TL olarak karşılığı ise; 53.390 x 0,2669 = 14.249,79 TL

Toplam olarak yapılacak tasarrufun TL olarak karşılığı
6.100,36 + 14.249,79 = 20.350,15 TL

20 Bin Türk Lirasından daha fazla olacaktır.

Ofis Ekipmanları

Bekleme modunda bırakılan televizyon, video vb. ile uyku modunda bırakılan bilgisayar ve genellikle açık bıraktığımız yazıcı aygıtlar bu şekilde sürekli elektrik tüketirler. Bu tür aygıtları kullanmadığımız zaman kapalı konumda tutmak enerji kayıplarını azaltacaktır. Ayrıca dizüstü bilgisayarımızı masaüstü bilgisayar olarak kullanmak istediğimiz zaman pili takılı iken şebekeye bağlamadan yapmak daha akıllıca olacaktır. Bilgisayarın pili takılı iken aynı zamanda şebekeye bağlı olarak kullanmak pilin kapasitesini düşürecektir. Pili her zaman tam şarj (%100) durumda tutmak isteyen bilgisayar şebeke yük çekecektir. Bu yüzden pil dolu komunda iken şebeke ile bağlantısını kesilerek kullanılması enerji tasarrufu yapmamızı sağlayacaktır. İkinci bir yöntem olarak pili bilgisayardan tamamen çıkarıp sadece şebeke üzerinden bilgisayar kullanılabilir.

Ofislerde kullanılan çay/kahve makinesi gibi cihazları sürekli prize takılı olarak kullanmak su sıcaklığı düştüğü zaman makinelerin devreye girmesini sağlayacaktır. Bu

durum sıcak suya ihtiyaç olmadığı zamanlarda devam edeceğinden enerji kaybına neden olacaktır. Çay veya sıcak suya ihtiyaç duyulduğu zaman ve makinenin hazinesinde gerektiği kadar su ısıtarak enerjiyi verimli kullanılabilir.

Son olarak aygıt kapalı olsa bile, güç kaynakları ve şarj aletleri sürekli olarak enerji tüketirler. Bu nedenle bu tür aygıtların enerji hattı ile ilişkisini kesmek (fişi çekmek) veya anahtarlı uzatma kablosu kullanarak ihtiyaç olmadığı zamanlarda (özellikle akşam eve giderken) anahtar vasıtası ile bağlantıyı kesmek enerji kayıplarını azaltmak için iyi bir yöntemdir (URL-15, 2019).

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (MAKÜ) Mühendislik Mimarlık Fakültesi binasında kısa vadede yapılacak iyileştirmeler ve alınacak önlemler ile enerji verimliliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Öncelikli olarak bina enerji yöneticisinin belirlenmesi ile başlanmalıdır. Bina ısıtılması ve ofis ekipmanlarının kullanımında enerji verimliliği bakımından rakamlar ile ifade edilen sonuçlar olmasa da bazı önerilerde bulunulmuştur. Bunların yapılması bile enerji tasarrufunu sağlayacağı literatürde yapılan çalışmalarla ile ortaya konulmuştur. Bina aydınlatılması ayrıntılı olarak incelenmiştir. Eski lamba ve ampullerin yerine takılacak olan LED özellikli lambaların seçimi yapılırken herhangi bir armatür ve duy değişimi yapılmadan bu işlemlerin yürütülebilmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak, bina aydınlatılması konusunda sadece binada uygulanacak lamba ve ampul değişimi ile yapılacak tasarruf miktarı 8,5 Milyon TL den daha fazla olduğu hesaplanmıştır.

KAYNAKLAR

- Akyurt, F. (2003). Isıtma ve soğutma sistemlerinin hidrolik dengelenmesi. VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir.
- Arikan, Y., Özsoy, G. (2008). A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi, Editor, Çağlayan Y.A. Bölgesel Çevre Merkezi - REC Türkiye, 29-32.
- Arisoy, A., Çetegen, E. (2003). Binalarda ısı yalıtımı ve ısıtma sisteminin birlikte optimizasyonu. VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir.
- Bayraktar, E. (2013). Çevre ve Şehircilik Bakanı Erdoğan Bayraktar, Elektrik Mühendisliği'nin Sorularını Yanıtladı. Elektrik Mühendisliği, (446): 32-35.
- Bedeloğlu, A.Ç., Demir, A., Bozkurt, Y. (2010). Fotovoltaik Teknolojisi: Türkiye ve Dünyadaki Durumu, Genel Uygulama Alanları ve Fotovoltaik Tekstillere. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(2): 43-58.
- Çengel Y. A., Boles, M. A. (2008). Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla. İzmir Güven Kitabevi.

- Çetinbaş, İ., Tamyürek, B., Demirtaş, M. (2017). Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Akıllı Bir Ev İçin Enerji Yönetimi Uygulaması. 9. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Antalya.
- Çoban, O., Kılınc, N. Ş. (2015). Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Karbon Emisyonu ilişkisi: Tr Örneği. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 38: 195-208.
- Çoban, O., Kılınc, N. Ş. (2016). Enerji Kullanımının Çevresel Etkilerinin İncelenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi, 33: 589-606.
- Çolak, N. (2003). Hareket Sensörleri ile Aydınlatma Kontrolü Oteller için Uygun mu? 3e Electrotech Dergisi, 5(108): 90-91.
- Gençoğlu, M.T., Özbay, E. (2007). Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri. Ulusal kongre, İzmir.
- Johnson, H., Johansson, M., Andersson, K., Södaht, B. (2013). Will the ship energy efficiency management plan reduce CO2emissions? A comparison with ISO 50001 and the ISM code. Maritime Policy & Management, 40(2): 177-190.
- Kırlı, M., Kulu, T. (2016). Enerji yönetimi ve enerji muhasebesi. Journal of Human Sciences, 13(3): 4891-4905.
- Mutlu, M., Kaynaklı, Ö., Kılıç, M. (2011). Elektrikli Ev Aletlerinin Enerji Etiketlemesinin İncelenmesi. Ulusal İklimlendirme Kongresi (İklim 2011), Antalya.
- Pekaçar, M. (2011). ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi. II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi, İZMİR.
- Perdahçı, C. (2018). Metal İşleme Tesis Aydınlatmasında Led Lamba Ve Floresan Lamba Karşılaştırılması. Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi, 30(3): 105-113.
- Sümengen, Ö., Yener, K. (2015). Binalarda Aydınlatma Enerji Performansının Belirlenmesinde Günışığına İlişkin Değişkenlerin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30(3): 135-148.
- URL-1 (2019). <http://emarevd.com.tr/hizmetler/enerji-verimligi-hizmetlerimiz/iso-50001-danismanligi>. (Erişim Tarihi:16.05.2019)
- URL-2 (2019) TMMOB. <http://www.emo.org.tr/index.php>. (Erişim Tarihi: 06.05.2019)
- URL-3 (2015). <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/aydinlatma-sistemlerinde-enerji-verimligi-icin-en-iyi-3-teknik/16828#ad-image-0>. (Erişim Tarihi: 16.05.2019)
- URL-4 (2019). <https://dogalgaz.net/termostatik-radyator-vasisi/>. (Erişim Tarihi: 16.05.2019)
- URL-5 (2019). https://catalog.tungsr.com/files/sheet/t8-polylux-xlr-g13-cap_62558_ft8-18w-840-ge-sl1-25_0_emea.pdf. (Erişim Tarihi: 24.05.2019)
- URL-6 (2019). <https://commercial.gelighting.com/catalog/p/35778>. (Erişim Tarihi: 24.05.2019)
- URL-7 (2019). <https://ampulmarket.net/polylux-18w-840-floresan-ge>. (Erişim Tarihi: 24.05.2019)
- URL-8 (2019). <https://www.lighting-spot.com/led8et8-g-2-840.html>. (Erişim Tarihi: 24.05.2019)
- URL-9 (2019). <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Istatistikler/Doviz+Kurlari/Gosterge+Niteligindeki+Merkez+Bankasi+Kurlarii/>. (Erişim Tarihi: 24.05.2019)
- URL-10 (2019). <https://www.enerjiportali.com/elektrik-fiyatları-8/>. (Erişim Tarihi: 24.05.2019)
- URL-11 (2019). http://www.lighting.philips.com.tr/prof/gele-gele-enerji-saver-twister-shape/economy-twister/929689218401_EU/product. (Erişim Tarihi: 28.05.2019)

Binalarda Enerji Verimliliği Uygulamaları: MAKÜ Mühendislik Mimarlık Fakóltesi Örneği

URL-12 (2019). <https://www.lighting.philips.com.tr/consumer/p/led-mum/8718696774250/ozellikler>. (Erişim Tarihi: 28.05.2019)

URL-13 (2019). <https://www.hepsiburada.com/philips-econ-twister-8w-cdl-e27-beyaz-isik-p-HRPRO929689868406>. (Erişim Tarihi: 28.05.2019)

URL-14 (2019). <https://www.hepsiburada.com/philips-5-5-w-led-mum-ampul-e14-2700k-sari-isik-p-HBV00000BHXUF>. (Erişim Tarihi: 28.05.2019)

URL-15 (2019). <https://aaenerji.com/tasarruf-yontemleri/>. (Erişim Tarihi: 28.05.2019).
