

FARKLI TİP AYDINLATMA AYGITLARININ HARMONİK ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

EMRE GÖÇMEN
115171010@kocaeli.edu.tr

ŞULE ÖZDEMİR
sozaslan@kocaeli.edu.tr

Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Yerleşkesi , 41380 , Kocaeli

ÖZET

Bu makalede, aydınlatmada enerji tasarrufunun önemi vurgulanmakta ve farklı tip aydınlatma aygıtlarının şebekeye etkileri açısından birbirleriyle karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Yapılan çalışmada, farklı tipteki aydınlatma aygıtlarıyla oluşturulan deney düzeneği kullanılarak, aygıtlarının tek tek ve birlikte kullanılmaları durumunda şebekeden çektikleri akımlar, şebekeye olan harmonik etkileri incelenmektedir. Enerji verimliliği için önerilen kompakt flüoresan ve LED lambaların harmonik değerleri diğer lambalarla karşılaştırılmalı olarak verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Harmonik bozulma, Aydınlatmada enerji tasarrufu, Aydınlatma aygıtları

1.GİRİŞ

Enerji üretiminin tükenebilir kaynaklara dayalı olarak yapıldığı birçok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de maliyeti giderek artan ve bizi dış ülkelere bağımlı kılan elektrik enerjisinin tüketiminde en akılcı yolları kullanarak tasarruf edilmesi kaçınılmaz bir zorunluluktur. Kaliteli bir aydınlatma seviyesinin daha az enerji tüketimi ile sağlanması mümkündür. Bunun sonucunda verimli bir aydınlatma ile hem daha az elektrik enerjisi tüketimi hem de kaliteli aydınlatma sağlanabilecektir [1]. Enerji'nin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasını amaçlayan 5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu" 02 Mayıs 2007 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Enerji Verimliliği Kanunu'nun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji

kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır [2].

Aydınlatma enerjisi ihtiyaçları binanın enerji tüketimini önemli ölçüde etkileyen bir bileşendir. 5 Aralık 2008 27075 sayılı Resmi gazetede yayımlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğine göre; Binalarda elektrik enerjisinin verimli kullanılması amacıyla; zorunluluk olmadıkça akkor flamanlı lambaların kullanılmaması, renk sıcaklığının önemli olmadığı durumlarda A ve B sınıfı elektronik balastlı tüp biçimli flüoresan, kompakt tip flüoresan veya sodyum buharlı lambaların tercih edilmesi istenmektedir.

Enerji tasarrufu, enerji sistemlerinin planlanmasında, tasarımında ve işletilmesinde dikkate alınması gereken önemli bir konudur. Binalarda, aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisinin oranı göz önüne alındığında, aydınlatmada enerji tasarrufunun önemi daha iyi anlaşılmaktadır. İç aydınlatmada kullanılan

aydınlatma aygıtlarından akkor flamanlı lambalar, kısa süreli çalışmalarda ve genel amaçlı yerlerde, halojen lambalar yüksek yoğunluklu aydınlatmada ve iyi renk geri verimi gereken yerlerde kullanılır. Deşarj lambalardan, tüp flüoresan lambalar sürekli veya kesintili aydınlatmada ve genel amaçlar için, iyi renk geri verimi gereken yerlerde, kompakt flüoresan lambalar ise iç ortamlarda ve yüksek kaliteli aydınlatma gereken yerlerde kullanılırlar[3]. Kompakt flüoresan lambaların en önemli avantajı, çalışmaları sırasında ısı kayıplarının az olmasıdır. Akkor flamanlı lambalar elektrik enerjisinin sadece %10'unu görünür ışığa çevirirken, kompakt flüoresan lambalarda bu oran % 45'tir[4].

Son yıllarda LED lambalar, ışıksal verimlerinin yüksek olması ve civa içermemesi gibi nedenlerden dolayı diğer aydınlatma aygıtlarının yerini almaya başlamaktadır. LED'lerin ömürlerinin ortalama 100.000 saat olması da diğer bir avantajıdır. Tablo 1'de çeşitli lambaların güç, ışık akısı, renk sıcaklığı ve ışıksal verimleri verilmektedir.

Tablo 1. Akkor flamanlı, flüoresan ve LED lambaların özellikleri.

Tipi	Akkor Flamanlı		Flüoresan		LED
	Normal	Halojen	Tüp	Kompakt	Normal
Güç (Watt)	15-1000	20-2000	6-65	9-25	1-50
Verim (lm/W)	10-20	20-25	50-95	45-80	50-150
Ömür (saat)	1000	2000-3000	4000-7000	8000-10000	25000-100000
Işığın Rengi	Sıcak	Sıcak	Çeşitli renkler	Sıcak	Soğuk
Renk Geri Verimi	İyi	Çok İyi	Ortadan iyiye	Çok iyi	Çok iyi
Maliyet	Düşük	Orta	Orta	Orta	Yüksek

2.AYDINLATMA AYGITLARININ HARMONİK ETKİSİ

Güç kalitesinin en önemli bileşenlerinden biri harmoniktir. Aydınlatma aygıtlarının bir çoğu şebekeden doğrusal olmayan akım çekmekte ve harmonik üretmektedirler.

Deşarj lambaları küçük güçlü tek fazlı yüklerdir, fakat aynı baraya bağlandıklarında önemli bir harmonik kaynağı olabilirler. Böylece dağıtım sistemlerinde harmonik gerilim seviyesini artırırlar. Deşarj lambaları gaz dolu bir tüp

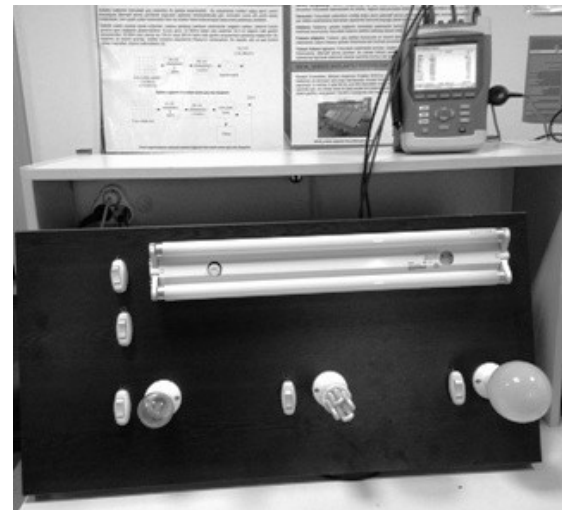
üzerinden elektrik deşarj yoluyla ışığı üretirler. Tüpteki akım akışını düzenlemek için endüktif ya da elektronik balast kullanılır[5].IEC 61000-3-2 standardı, her fazdan $\leq 16A$ akım çeken cihazlar için sınır değerleri belirlemektedir.Lambalar için harmonik sınırları aktif güçleri 25 W ve üzerindeki cihazlar için alt bölümlere ayrılmaktadır. Her harmonik derecesi için sınır değerler Tablo 2'de verilmektedir[6].

Tablo 2. $P \leq 25W$ için IEC 61000-3-2 limit standardı [6]

Harmonik [n]	Maksimum izin verilebilir harmonik akım (%)
3	30xPF
5	10
7	7
9	5
11	3
13	3
$15 \leq n \leq 39$	3

3.AYDINLATMA AYGITLARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE ALINAN ÖLÇÜMLER

Aydınlatma aygıtlarının karşılaştırılması için oluşturulan düzende 60W akkor flamanlı lamba, 18W kompakt flüoresan lamba, biri endüktif balastlı diğeri elektronik balastlı 2x18W flüoresan lamba ve 11W LED lamba kullanılmıştır. Kullanılan aydınlatma aygıtlarından oluşan ölçüm düzeneği Resim 1'de görülmektedir. Ayrıca Tablo 3'de ölçüm için kullanılan aydınlatma aygıtlarının özellikleri verilmektedir.

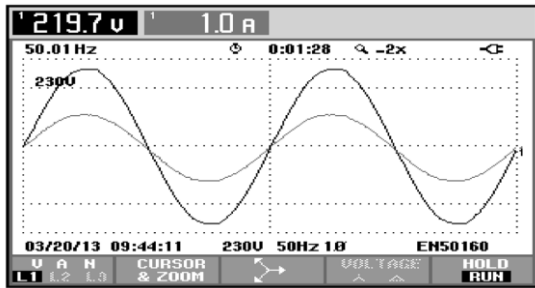


Resim-1. Ölçüm düzeneğinin fotoğrafı.

Tablo 3. Aydınlatma aygıtlarının özellikleri.

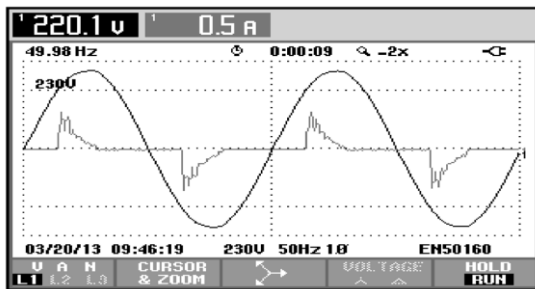
	Güç (W)	Işık Akısı (lm)	Renk Sıcaklığı (°K)	Fiyat (TL)
Akkor Flamanlı Lamba	60	806	2700	1
Kompakt Flüoresan Lamba	18	1040	6500	7
Elektronik Balastlı Flüoresan Lamba	18	1050	12000	30
Endüktif Balastlı Flüoresan Lamba	18	1050	12000	15
LED Lamba	11	900	6400	40

Lamba akımları çok küçük olduğundan, daha net ölçüm alınması için, faz kablosu güç kalitesi analizör'ünün pens ucuna 4 sipir sarılarak sonuçlar elde edilmiştir. İlk olarak 60W'lık akkor flamanlı lambanın çalışması incelendiğinde Şekil-1'de görülen ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Burada akımdaki toplam harmonik bozulma %1,2 olarak belirlenmiştir.

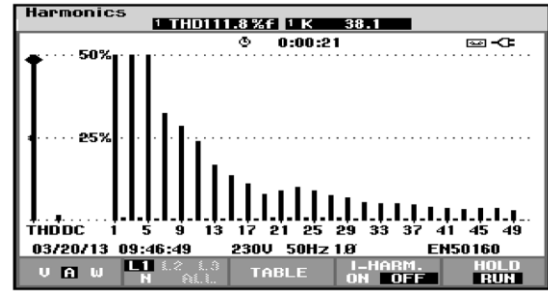


Şekil-1. 60W Akkor flamanlı lambalı aydınlatma aygıtının akım-gerilim dalga şekli.

Akkor flamanlı lambalı aydınlatma aygıtının devreden çıkartılıp 18W kompakt flüoresan lambalı aydınlatma aygıtı devreye alındığında Şekil-2'deki ve Şekil-3'deki ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Burada akımdaki THD miktarı % 111,8'dir.

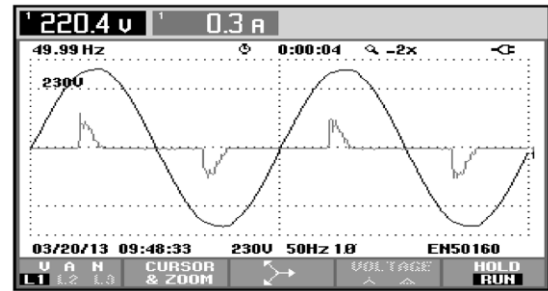


Şekil-2. 18W Kompakt flüoresan lamba aydınlatma aygıtının akım - gerilim dalga şekli.



Şekil-3. 18W Kompakt flüoresan lambalı aydınlatma aygıtının şebeke akım harmonik dağılımı

Kompakt flüoresan lamba aydınlatma aygıtının devreden çıkartılıp LED lamba aydınlatma aygıtının devreye alındığında Şekil-4'deki ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Şekil-5'de LED aydınlatma aygıtının şebeke akım harmonik dağılımı görülmektedir. Akımdaki THD miktarı %159 olarak ölçülmüştür.



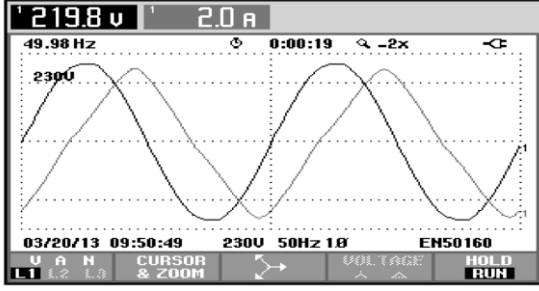
Şekil-4. 11W LED aydınlatma aygıtının akım-gerilim dalga şekli.

Amp	L1	N
THD%f	159.0	53.1
H3%f	93.0	9.9
H5%f	80.4	8.6
H7%f	64.4	9.5
H9%f	47.8	8.6
H11%f	33.8	8.9
H13%f	24.4	8.0
H15%f	19.8	7.8

Şekil-5. 11W LED aydınlatma aygıtının şebeke akım harmonik dağılımı

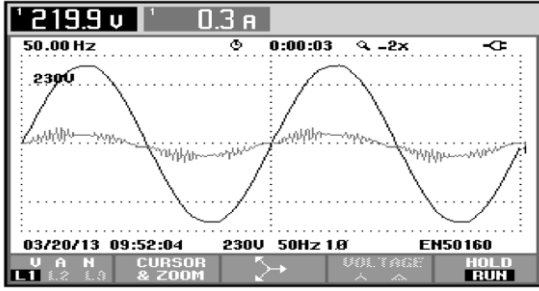
LED aydınlatma aygıtının devreden çıkartılıp 18W endüktif balastlı flüoresan lambalı aydınlatma aygıtı devreye alındığında Şekil-6'daki ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Akımdaki THD miktarı %9,6 olarak ölçülmüştür. Şekil-6'da görüldüğü gibi akım ve gerilim arasındaki faz farkı büyüktür.

Endüktif balastlı flüoresan lamba bağlı olduğu durumda $\text{Cos}\phi$ 0.35 olarak ölçülmüştür.



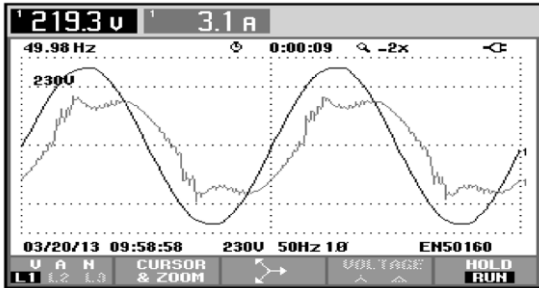
Şekil-6. 18W Endüktif balastlı flüoresan lamba aydınlatma aygıtının akım-gerilim dalga şekli.

Endüktif balastlı flüoresan lambalı aydınlatma aygıtının devreden çıkartılıp 18W elektronik balastlı aydınlatma aygıtı devreye alındığında Şekil-7'deki ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Burada akımdaki THD miktarı %7,8'dir.

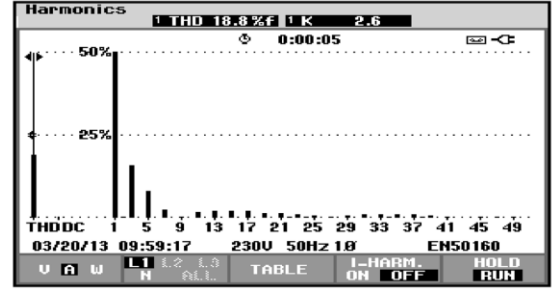


Şekil-7. 18W Elektronik balastlı flüoresan lamba aydınlatma aygıtının akım-gerilim dalga şekli.

Tüm aydınlatma aygıtları devreye alındığında Şekil-8-9-10'daki ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4' de verilmektedir.



Şekil-8. Tüm aydınlatma aygıtları devrede iken akım-gerilim dalga şekli.



Şekil-9. Tüm aydınlatma aygıtları devrede iken şebeke akım harmonik dağılımı.

HARMONICS TABLE		
Amp	L1	N
THD%f	18.8	50.2
H3%f	15.9	7.7
H5%f	8.0	7.1
H7%f	2.6	7.3
H9%f	0.4	7.7
H11%f	1.9	7.7
H13%f	2.2	7.3
H15%f	2.2	7.8

Şekil-10. Tüm aydınlatma aygıtları devrede iken şebeke akım harmonik bileşenleri.

Tablo 4. Aydınlatma aygıtlarının güç kalitesi sonuçları.

Lamba Tipi	Güç (W)	PF	$\text{Cos}\phi$	THD(%)
Akkor Flamanlı Lamba	60	1,00	1,00	1,2
Kompakt Flüoresan Lamba	18	0,59	0,92	111,8
LED Lamba	11	0,51	0,98	159
Endüktif Balastlı Flüoresan Lamba	18	0,35	0,35	9,6
Elektronik Balastlı Flüoresan Lamba	18	0,91	0,97	7,8
Tüm Lambalar Devrede	125	0,83	0,85	18,8

4.SONUÇ

Bu makalede; akkor, kompakt flüoresan lamba, endüktif ve elektronik balastlı flüoresan ile LED lambaların şebekeden çektiği harmonik akımlar incelenmektedir. Enerji verimliliği açısından

önerilen kompakt flüoresan lamba ve LED lamba tek başına çalıştırıldıklarında harmonikleri diğer aydınlatma aygıtlarına göre oldukça yüksektir. Buna karşın, kompakt floresan lambanın CosØ değeri 0.92 ve LED lambanın 0.98 iken endüktif balastlı floresan lambanın CosØ değeri 0.35 gibi çok küçük bir değerdedir. Tüm lambalar devrede iken toplam harmonik bozulma değeri %18.8 ve CosØ değeri 0.85 olarak ölçülmüştür.

5.KAYNAKLAR

- 1.Küçükdoğu M.Ş., “Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı”, II. Aydınlatma Sempozyumu, Diyarbakır, 2003.
- 2.Perdahçı C., Hanlı U., “Verimli Aydınlatma Yöntemleri” 3E Elektrotech, Mart 2010.
3. Gençoğlu, M.T., “İç Aydınlatmada Enerji Tasarrufu” II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, 141-150, ANKARA, 2005.
4. EliJosiute E., Balciukeviciute J., Denefos G., “Life Cycle Assesment of Compact Fluoresant and Incandescent Lamps:Comparative Analysis” Enviromental Research Engineering and Management, Vol:61, Issue 3, p:65-72 2012.
5. Mesaa, J.J., Sainz, L. And Ferrer A. “Discharge Lamp Harmonic Interaction Study by Monte Carlo Simulation and Experimental Measurements” p.303-308, POWERENG 2009.
6. Uddin, S., Shareef H., Mohamed A, A Hannan M. “Harmonics and thermal characteristics of low wattage LED Lamps” p.266-267, PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY 2012.