

**AYDINLATMA ELEMANLARININ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Kamil Ozan ÇOBAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2010
ANKARA**

Kamil Ozan ÇOBAN tarafından hazırlanan AYDINLATMA ELEMANLARININ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Şevki DEMİRBAŞ
Tez Danışmanı, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ramazan BAYINDIR
Enerji Tesisleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Şevki DEMİRBAŞ
Enerji Tesisleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Nurettin TOPALOĞLU
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih:14.01.2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Kamil Ozan ÇOBAN

AYDINLATMA ELEMANLARININ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Kamil Ozan ÇOBAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2010

ÖZET

Bu tezde günümüzde kullanılan aydınlatma elemanlarının verimliliği ve enerji kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada değişik aydınlatma elemanlarının aydınlık düzeyi ışıktan yalıtılmış karanlık bir odada ölçülmüş ve bulunan aydınlatma düzeyi değeri lambanın gücüne oranlanarak aydınlatma verimliliği hesaplanmıştır. Ayrıca bir güç analizatörü yardımı ile lambanın şebekeden çektiği akım dalga şekli incelenmiştir. Böylece lambaların enerji kalitesi üzerine olan etkileri de incelenmiştir.

Çalışmanın sonucunda aydınlatma verimlilikleri ve enerji kalitesi üzerine etkileri dikkate alınarak değişik ortamlar için uygun aydınlatma elemanları önerilmiştir.

Bilim Kodu	: 703.3.016
Anahtar Kelimeler	: Aydınlatma, aydınlatma verimliliği, harmonik
Sayfa Adedi	: 52
Tez Yöneticisi	: Yrd. Doç. Dr. Şevki DEMİRBAŞ

**INVESTIGATION OF THE ILLUMINATION EQUIPMENTS
EFFICIENCY AND EFFECTS ON POWER QUALITY
(M.Sc.Thesis)**

Kamil Ozan ÇOBAN

GAZİ UNIVERSITY

**INSTITUTE SCIENCE AND TECHNOLOGY
January 2010**

ABSTRACT

In this thesis efficiency of currently used lighting equipment and effect on the energy quality has been investigated. In the study, illumination level of the different illumination equipments has been measured in a room isolated from light sources. Measured value of the illumination level has been divided to lamb power and then efficiency of the illumination equipments has been calculated. In addition, current waveforms of the illumination equipments have been analyzed by using a commercial power analyzer. Therefore effects of the illumination equipments on the energy quality have been examined.

As a result suitable illumination equipments has been suggested for different environment based on illumination efficiency and effects on energy quality.

Science Code	: 703.3.016
Key Words	: Illumination, illumination efficiency, harmonic
Page Number	: 52
Adviser	: Assist. Prof. Dr. Şevki DEMİRBAŞ

TEŞEKKÜRLER

“Günümüzde kullanılan aydınlatma elemanlarının incelenmesi” konulu tez çalışmamın tüm aşamalarında danışmanlığını, yol göstericiliğini esirgemeyen, edindiği engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen, değerli danışmanım Yrd. Doç. Dr. Şevki DEMİRBAŞ’ a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim sevgili aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. AYDINLATMA YÖNTEMLERİ	5
2.1. Aydınlatma Tekniğinin Temel Büyüklükleri	5
2.1.1. Işık akısı	5
2.1.2. Işık şiddeti	5
2.1.3. Aydınlik düzeyi	6
2.2. Aydınlatma Elemanları	7
2.2.1. Akkor flamanlı lamba	7
2.2.2. Flüoresan lamba	8
2.2.3. Halojen lamba	9
2.2.4. Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba	10
2.2.5. Metal halide lamba	11
2.2.6. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba	12
2.2.7. LED lamba	12

Sayfa

2.3. Aydınlatma Ortamları	14
2.3.1. Ev ve ofis aydınlatması	14
2.3.2. Perakende ve alışveriş merkezi aydınlatma	14
2.3.3. Dış mekân aydınlatması	14
2.3.4. Sağlık sektöründe aydınlatma	15
2.3.5. Otel, restoran ve kâffe aydınlatması	15
2.3.6. Endüstride aydınlatma	15
2.3.7. Yol aydınlatması	15
2.3.8. Spor ve saha aydınlatması	15
2.4. Aydınlatmada verimliliği etkileyen faktörler	16
2.5. Harmonik ve harmonik üreten kaynaklar	18
2.5.1. Harmonik kaynakları ve etkileri	19
2.5.2. Harmonik üreten kaynaklar	20
3. AYDINLIK DÜZEYİNİN ÖLÇÜLMESİ	23
3.1. Sistemin Çevre Şartları	23
3.1.1. Kaçak akı	23
3.1.2. Karanlık oda	23
3.2. Armatürlerin Aydınlik Düzeyi Ölçümleri	24
3.2.1. Akkor flemalı lamba	24
3.2.2. Kompakt flüorasan lamba (çubuk tip)	25
3.2.3. Kompakt floraslan lamba (helezon tip)	26
3.2.4. Halojen lamba	28
3.2.5. Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba	29

Sayfa

3.2.6. Metal halide lamba	30
3.2.7. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba	32
3.8. LED lambala.....	33
4. FARKLI AYDINLATMA ELEMANLARININ ENERJİ KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ.....	37
4.1. Akkor flemalı lamba.....	37
4.2. Kompakt flüorasan lamba (çubuk tip)	37
4.3. Kompakt flüorasan lamba (helezon tip)	38
4.4. Halojen lamba.....	39
4.5. Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba	40
4.6. Metal halide lamba	40
4.7. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba	41
4.8. LED lamba	42
5. ÇALIŞMA ORTAMINA GÖRE AYDINLATMA ELEMANI SEÇİMİ	44
5.1. Ev ve ofis aydınlatması.....	44
5.2. Perakende ve alışveriş merkezi aydınlatma	44
5.3. Dış mekân aydınlatması	45
5.4. Sağlık sektöründe aydınlatma	45
5.5. Otel, restoran ve kâffe aydınlatması	45
5.6. Endüstride aydınlatma	45
5.7. Yol aydınlatması	46
5.8. Spor ve saha aydınlatması.....	46
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	47

Sayfa

KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ	52

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Lambaların ışık etkinliği.....	17
Çizelge 3.1. Ölçülen aydınlık düzeyleri	35
Çizelge 4.1 Ölçülen aydınlık düzeyleri ve harmonik değerleri.....	43

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Aydınlik düzeyi ve ışıık akısı	6
Şekil 2.2. Akkor flemenlı lamba	7
Şekil 2.3. Flüoresan lamba	8
Şekil 2.4. Çeşitli flüoresan lambalar	9
Şekil 2.5. Halojen lamba	10
Şekil 2.6. Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba	11
Şekil 2.7. Metal halide lamba	12
Şekil 2.8. LED lamba	13
Şekil 2.9. Temel dalga, harmonikli dalgalar	18
Şekil 2.10. Lineer olmayan yükler	19
Şekil 3.1. Aydınlik düzeyi ölçüm ortamı	23
Şekil 3.2. Akkor flemenlı lambanın aydınlık düzeyi ve aydınlık düzeyinin zamanla değışimi	25
Şekil 3.3. Kompakt flüoresan lambanın aydınlık düzeyi oranı ve aydınlık düzeyinin zamanla değışimi	26
Şekil 3.4. Kompakt flüoresan lambanın aydınlık düzeyi oranı ve aydınlık düzeyinin zamanla değışimi	27
Şekil 3.5. Halojen lambanın aydınlık düzeyi oranı ve aydınlık düzeyinin zamanla değışimi	28
Şekil 3.6. Yüksek basınçlı cıva buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı ve aydınlık düzeyinin zamanla değışimi	30
Şekil 3.7. Metal halide lambanın aydınlık düzeyi oranı ve aydınlık düzeyinin zamanla değışimi	31
Şekil 3.8. Yüksek basınçlı (Y.B.) sodyum buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı ve aydınlık düzeyinin zamanla değışimi	32

Şekil	Sayfa
Şekil 3.9. LED lambanın aydınlık düzeyi oranı ve aydınlık düzeyinin zamanla değişimi	34
Şekil 3.10. Lambaların aydınlık düzeyi oranları.....	36
Şekil 4.1. Akkor flamanlı lamba harmonik, akım,gerilim eğrileri	37
Şekil 4.2. Kompakt flüoresan lamba (çubuk tip) harmonik, akım, gerilim eğrileri	38
Şekil 4.3. Kompakt flüoresan lamba (helezon tip) harmonik, akım,gerilim eğrileri	39
Şekil 4.4. Halojen lamba harmonik, akım,gerilim eğrileri.....	39
Şekil 4.5. Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba harmonik, akım, gerilim eğrileri	40
Şekil 4.6. Metal halide lamba harmonik, akım,gerilim eğrileri	41
Şekil 4.7. Y. B. sodyum buharlı lambanın harmonik, akım,gerilim eğrileri..	41
Şekil 4.8. LED lambanın harmonik, akım,gerilim eğrileri	42

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Akkor flemalı lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi	24
Resim 3.2. Kompakt florasın lambanın (çubuk tip) aydınlık düzeyinin ölçülmesi	25
Resim 3.3. Kompakt florasın lamba (Helezon tip) aydınlık düzeyinin ölçülmesi	27
Resim 3.4. Halojen lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi.....	28
Resim 3.5. Y.B. Civa buharlı lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi	29
Resim 3.6. Metal halide lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi	30
Resim 3.7. Y.B. sodyum buharlı lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi....	32
Resim 3.8. LED lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi.....	33

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan enerji ihtiyacı elektrik enerjisine olan talebi artırmaktadır. Talepteki bu artışı karşılayabilmek için yeni yatırımların yanı sıra verimliliğin artırılmasına ve enerji tasarrufuna da önem verilmesi gerekmektedir. Böylece sınırlı olan mevcut enerji kaynakları daha verimli bir şekilde kullanılabilir. Günümüzde elektrik enerjisi kullanımının ve enerji talebinin artması ile birlikte kayıp enerjilerin azaltılması ve enerjinin etkin kullanılması büyük önem arz etmektedir. Elektrik enerjisi endüstride, evlerde, mağazalarda, ofislerde mekanik enerjiye, ısı enerjisine veya ışık enerjisine dönüştürülerek kullanılmaktadır. Bu dönüşüm işleminin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi elektrik enerjisinin verimli kullanılmasını sağlayacaktır.

Verimlilik enerji kaynaklarının üretimden tüketime tüm safhalarda en yüksek etkinlikte değerlendirilmesi, enerji kayıplarının azaltılması, üretimde yeni teknolojiler kullanılarak kalite ve performansı artırılması olarak tanımlanabilir [1]. Bu tanımlar ışığında düşünüldüğünde, “enerji verimliliği” karşı çıkılması mümkün olmayan, tüm enerji politikaları içinde yer alan bir çalışma haline gelmektedir. Ülkelerin sanayileşme ve refah düzeyleri kişi başı enerji tüketimlerinin yanı sıra, enerjiyi verimli kullanmaları ile de doğrudan ilişkilidir.

Enerji verimliliği ile ilgili önemli göstergelerden biri, gayri safi yurt içi milli hâsılat başına tüketilen enerji miktarı olarak ifade edilen “enerji yoğunluğudur”. Ülkemizde kişi başına enerji tüketimi gelişmekte olan ülkeler ortalamasının yaklaşık beşte biri iken, enerji yoğunluğu bu ülkelerin ortalamasının iki katıdır. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre enerji yoğunluğu değerinin genel ortalaması 0.19 olarak verilirken, Japonya için 0.09, Türkiye için ise 0.38 değerleri açıklanmaktadır. Bu göstergeler ülkemizin enerjiyi hem az, hem de verimsiz kullandığını göstermektedir. Türkiye, bir yandan kişi başına enerji tüketimini artırmak, bir yandan da enerji yoğunluğunu azaltmak zorundadır. Bu da ancak enerjinin verimli kullanılması ile mümkün olacaktır [2].

Enerji tasarrufu, iyileştirme yöntemlerini uygulayarak veya yeni teknolojiler kullanarak, üretimi ve kaliteyi düşürmeden enerjiyi daha etkin kullanmakla mümkün olmaktadır. Aydınlatmada enerji tasarrufu, aydınlatmanın kalitesini düşürmeden iyi bir aydınlatma yapılırsa elde edilmiş olur. İyi bir aydınlatma, daha verimli aydınlatma elemanlarının kullanılması ile sağlanacağından, aynı aydınlatma seviyesine ulaşmak için daha az enerji tüketen armatürlerin tercih edilmesi gerekir. Sağlıklı bir aydınlatma ile hem daha az elektrik enerjisi tüketimi olacak hem de göz sağlığının korunmasına yardımcı olacaktır.

Ülkemizde tüketilen elektrik enerjisinin endüstriyel işletmelerde %20' si, mağazalarda %30'u, ev ve ofislerde ise yaklaşık %40' ı aydınlatma amaçlı harcanmaktadır. Bu rakamlar aydınlatma sistemlerinde ekonomik çözümlerin gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır [3]. Türkiye de aydınlatma amacıyla kullanılan toplam tüketimin yaklaşık % 25' ine karşılık gelmektedir. Enerji verimliliği üzerine yapılan çalışmalara göre aydınlatmada yapılacak enerji tasarrufu ile toplam enerji tüketiminde en az %15 oranında azalma mümkün olabilecektir [4].

Aydınlatmada kullanılacak akkor flamanlı lamba yerine aynı ışık akısını veren kompakt florasan lamba kullanıldığında aylık tüketim %80' e kadar düşebilmektedir. Türkiye' de toplam elektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık % 25 'inin aydınlatma amaçlı olarak kullanıldığı düşünüldüğünde, bu küçük değişiklik Türkiye genelinde ayda 1.120.000.000 kWh 'lık bir tasarruf sağlanabilir [5]. II Enerji verimliliği ve kalitesi sempozyumun da akkor flamanlı lamba yerine kompakt flüoresan lamba kullanılır ise önemli miktarlarda enerji tasarrufu sağlanabileceği belirtilmiştir [6]. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, enerjinin etkin ve verimli kullanılması ile ilgili yaptığı çalışmada bahçe ve çevre aydınlatmasında yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar yerine, alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar tercih edilirse, aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık % 70 enerji tasarrufu elde edilebileceği ifade edilmektedir [7].

LED 10 watt'lık bir akkor flamanlı ampulle karşılaştırıldığında 16 kat daha az enerji, tüketimine, 25 kat daha fazla ömüre sahiptirler. Sabit renkli LED ampullerden farklı olarak belirli aralıklarla renk değiştiren tipleri de mevcuttur [9].

Aydınlatma elemanlarının verimliliği kadar enerji kalitesi açısından da incelenmesi gerekmektedir. Adak yaptığı çalışmada enerji sistemlerindeki harmonik distorsiyonunun azaltılması incelenmiş ve aydınlatma armatürlerinin yaratmış olduğu harmoniklerin enerji kalitesini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir [10]. Bilge yaptığı çalışmada elektrik sistemlerinde harmoniklerin pasif filtreler ile yok edilmesi incelenmiş olup, enerjinin üretilmesi, iletilmesi ve dağıtımı sırasında akım ve gerilim sinüs formundan uzaklaşma nedenleri gösterilmiştir. Aydınlatmada kullanılan elektronik balastın yaratmış olduğu harmonikler enerji kalitesini bozduğunu göstermiştir [11]. Sucu' nun çalışmasında enerji sistemlerinde oluşan harmoniklerin kaynağının bir kısmı aydınlatma elemanları olduğunu belirtilmiştir [12].

Bu çalışmada; aydınlatma elemanları genel olarak tanıtılmış, aydınlatma ortamları hakkında genel bilgi verilmiştir. Armatürlerin aydınlık şiddeti ölçümleri ve ışık etkinlikleri hesaplanarak gösterilmiştir. Armatürlerin güç sistemi üzerinde oluşturduğu akım ve gerilim eğrileri, harmonikler grafik hale getirilmek suretiyle gösterilmiştir. Aydınlatmada, enerji tasarrufu ve enerji verimliliğinin önemi üzerinde durularak, aydınlatmada yapılacak enerji tasarrufunun sağlayacağı katkılar anlatılmıştır. Doğru ve verimli bir aydınlatma için yapılması gerekenler ve aydınlatmada enerji tasarrufu yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir.

Tez altı bölümden oluşmaktadır. Tezin ikinci bölümünde aydınlatma ortamları, aydınlatma elemanları, aydınlatmada verimliliği artırmak için yapılması gerekenler üzerinde durulmuş ve bu kavramlar incelenmiştir.

Üçüncü bölümde aydınlatma elemanlarının lüksmetre yardımı ile aydınlık düzeyinin ölçülmesi işlemi gerçekleştirilmiş ve bu elemanların aydınlık düzeyi oranları çıkartılmıştır.

Dördüncü bölümde farklı aydınlatma elemanlarının enerji kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiş ve güç sistemi üzerinde oluşturduğu harmonikler ve akım gerilim eğrileri ölçülerek grafik haline getirilmiştir.

Beşinci bölümde aydınlık düzeyi değerleri ve çalışma ortamına göre aydınlatma elemanı seçimi üzerinde durulmuştur.

Altıncı bölüm olan sonuç ve öneriler bölümünde ise gerçekleştirilen ölçümler sonucunda elde edilen verilerden yararlanarak doğru aydınlatma ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

2. AYDINLATMA YÖNTEMLERİ

Bu bölümde, aydınlatmada kullanılan tanımlar, aydınlatmada kullanılan elemanların ve ortamlarının tanıtılması verimliliğin artırılması ile ilgili konular başlıklar halinde ele anlatılmıştır. Ayrıca harmonik ve harmonik üreten kaynaklar kısaca anlatılmıştır.

2.1. Aydınlatma Tekniğinin Temel Büyüklükleri

Aydınlatma tekniği, ölçme ve değerlendirme yapabilmek için aşağıdaki temel büyüklükleri tanımlamış ve kabul etmiştir [1].

2.1.1. Işık akısı

Işık akısı ϕ harfi ile gösterilir. Birimi lümen' dir. Bir ışık kaynağının ışık akısı, bu ışık kaynağından çıkan ve normal gözün spektral duyarlılık eğrisine göre değerlendirilen enerji akısına denir.

$$\phi = K_0 \cdot F \cdot V_\lambda \quad (3.1)$$

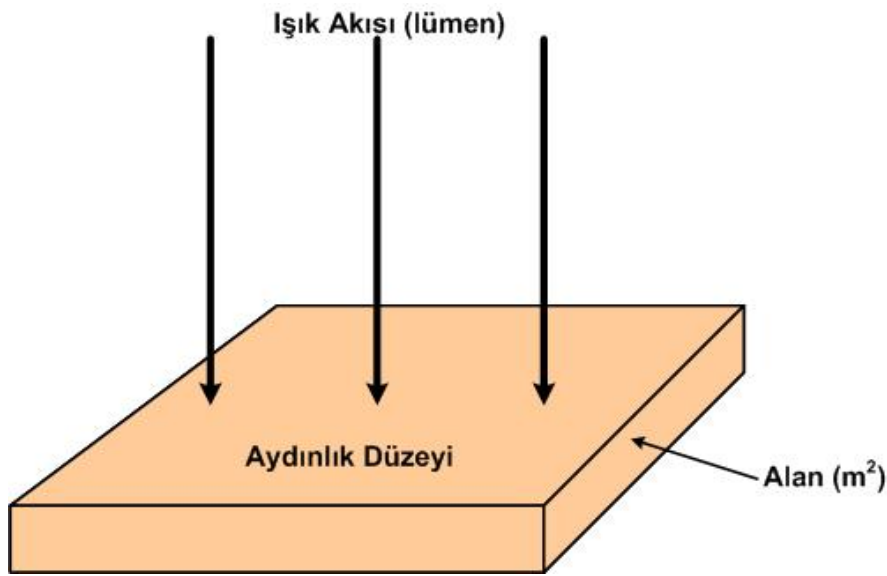
Burada F enerji akısını, K_0 da enerji akısını için fotometrik değerini gösterir .

2.1.2. Işık şiddeti

Işık şiddeti I harfi ile gösterilir ve birimi “candela “dır. Noktasal ışık kaynakları için tanımlanır ve doğrultuya bağlı bir büyüklüktür. Tanım olarak ışık şiddeti platinin katılaşma sıcaklığında (2042 ° K) bulunan siyah cismin 1 cm² lik delik yüzeyine dik doğrultuda doğurduğu ışık şiddetinin 60 da birine denir. Candela, Hefner mumu ile uluslararası mum arasında bir değere sahiptir [1].

2.1.3. Aydınlık düzeyi

Aydınlık düzeyi E harfi ile gösterilir. Birimi lüks' tür. Bir yüzeyin bir m noktasındaki ortalama aydınlık düzeyi bu noktayı içine alan bir Δs yüzeyine düşen $\Delta \phi$ ışık akısının Δs yüzeyine bölümüne eşittir. Δs yüzeyi sıfıra yaklaşırsa $\Delta \phi / \Delta s$ oranının limiti, bu noktadaki aydınlık düzeyini verir. Şekil 2.1 de aydınlık düzeyi ve ışık akısı gösterilmektedir [1].



Şekil 2.1. Aydınlık düzeyi ve ışık akısı

Aydınlık düzeyi eşitliği 3.2 de olduğu gibi ifade edilebilir.

$$E = \phi / S \quad (3.2)$$

ϕ lümen ve S metrekare cinsinden alınırsa E lüks cinsinden bulunur.

$\phi = 1lm$ ve $S = 1m^2$ için $E = 1lx$ olur. Yani

$$1lx = 1lm / 1m^2$$

olur.

Aydınlatma doğal aydınlatma ve yapay aydınlatma olarak ikiye ayrılmaktadır.

Bu bölümde yapay aydınlatma hakkında bilgi verilmekte olup, bu konu;

aydınlatma elemanları, aydınlatmada kullanılan ortamlar ve aydınlatma verimliliğın artırılması alt başlıkları halinde aşağıda anlatılmıştır.

2.2. Aydınlatma Elemanları

Günümüzde aydınlatmada çok sayıda armatür kullanılmaktadır. Bu armatürler arasında yapısal farklılık olduğu gibi, çalışma şekilleri ve çalışma ortamlarında da farklılıklar bulunmaktadır. Aydınlatmada kullanılan bu aydınlatma elemanları aşağıda incelenmiştir.

2.2.1. Akkor flamanlı lambalar

Akkor Flamanlı lamba, elektrik akımı içersinden geçtiğinde flaman telinin ısınması ile ışık veren ve içindeki hava boşaltılmış camla çevrili bir ışık kaynağıdır. Günümüzde kullanılan akkor flamanlı lambalarda ışık kaynağı olarak kullanılan tel tungsten olup, elektrik akımıyla 2600°C' ye kadar ısındığında ışık vermektedir. Tungsten metali 3382°C gibi çok yüksek bir erime noktasına sahip olduğu için, saatlerce erimeden ve kopmadan ışık vermeye devam edebilmektedir. Şekil 2.2' de akkor flamanlı lambanın dış görünümü verilmiştir.



Şekil 2.2. Akkor flamanlı lamba

Flamanın bulunduğu cam kısmın içi boşaltılmış ve azot-argon karışımı bir gaz doldurulmuştur. Bu karışım flamanla kimyasal reaksiyona girmez ve basıncı ile lamba ışık verirken flamanın erimesini önler. Ayrıca azot- argon karışımı buharlaşmanın meydana gelmesini engellediği için lambanın iç kısmının siyahlanma olmasına engel olur ve lamba ömrünün uzamasını sağlar. Akkor flamanlı lamba; kolaylıkla elektrik sistemlerine bağlanabilmesi,

düşük voltajlarda çalışabilmesi, çeşitli boyutlarda üretilbilmesi ve düşük maliyetinden dolayı tercih edilmektedir. Aynı zamanda elektrik enerjisinin %10 kadarını ışığa, geri kalanını ise ısı enerjisine çevirmesinden dolayı verimleri düşüktür.

2.2.2. Flüoresan lambalar

Flüoresan lambalar çalışma şekli, lambanın iki ucuna yerleştirilmiş elektrotların cıva gazını iyonize etmesi sonucunda uçlar arasında oluşan elektrik deşarjı ile çalışmaktadır. Cıva atomları iyonize olduktan sonra normal enerji seviyesine geri dönerken, ultraviyole fotonlar yayarlar. Bu fotonlar lambanın fosfor kaplamalı iç yüzeyine çarptığında, flüoresanları absorbe eder ve görünür ışık elde edilir. Şekil 2.3' de yuvarlak tip flüoresan lambanın şekli verilmiştir.



Şekil 2.3. Flüoresan lamba

Tüplü flüoresan lambaların çalışması için manyetik balast ve startere ihtiyaç vardır. Tüpün tutuşma gerilimi 300V civarında olduğu için kullanılan balast gerilimi yükseltmeye ve starterde ateşleme yapmaya yardımcı olur. Balast sargılı bobin olup endüktif etki sağlar. Starter ise içi argon veya neon gazı ile doldurulmuş cam bir balon içinde iki elektrotu bulunan silindir şeklinde bir eleman olup elektrot uçlarına şebeke gerilimi uygulandığında elektrotların ısınıp birbirine değmesi ile üzerinden akım geçiren bir elemandır. Starterin kısa devre olması ile birlikte flüoresan uçlarına yerleştirilmiş elektrotlar ısınır ve flüoresan lamba ışık verir [15].

Kompakt flüoresan lambalar çalışma şekli ve yapı olarak klasik flüoresan lambalardan farklıdır. Yapısal farklılığı ateşlemede elektronik elemanların

kullanılmasıdır. Şekil 2.4’ de çeşitli tiplerde kompakt flüoresan lambaların şekilleri verilmiştir.



Şekil 2.4. Çeşitli flüoresan lambalar

Flüoresan lambaların verimlerinin yüksek olması, işletme giderlerinin düşük olması, çalışırken çevreye fazla ısı yaymamaları ve gözde kamaşma yapmamaları sebebiyle ev ve iş yerlerinde tercih edilirler.

2.2.3. Halojen lamba

İçinde halojen gaz bulunan lambalara halojen lamba denir. Bu gazlar, normal akkor lambadan farklı olarak flamanın daha yüksek sıcaklıkta çalıştırılmasını sağlar. Halojen lambalar, tungsten halojen ve metal halojen olmak üzere iki grupta toplanırlar. Metal halojenler, yüksek basınçlı civa buharlı ve halojen gazlı ortamda deşarj yoluyla ışık üreten lambalardır. Tungsten halojen lambalar ise içinde gaz halinde halojenler bulunan akkor telli lambalardır. Akkor halojen lamba, akkor lambanın atmosferindeki gaz karışımının değiştirilmesi (halojen eklenmesi) ile oluşturulmuş bir ısıtıcı kaynaktır. Bu tür lambaların atmosferinde kullanılan halojen moleküllerinin tungsten teli yenilemeleri nedeniyle, tel sıcaklığı artabilmektedir. Bunun sonucunda da, aynı güçteki akkor lambaya göre, hem ışık verimi hem de renk sıcaklığı biraz yükseltilebilmektedir. Şekil 2.5’ de değişik tipte ve ebatta halojen lambaların şekilleri verilmiştir.



Şekil 2.5. Halojen lamba

Halojen lambalar farklı tasarımlarda yapılabilir ve boyutları küçük olarak imal edilirler. Çalışma ömürleri oldukça uzundur. Ömrünün kısalması için çıplak elle temas edilmemelidir. Elektrik enerjisinin kesilmediği uygulamalarda kullanılabilirler.

Halojen lamba; mobilya içersinde dekoratif amaçlı, masa üstü ışık kaynağı olarak, avizelerde, teknelerde, güneş enerjisi ile beslenen aydınlatmalarda ve özel emniyet gerektiren durumlarda kullanılır.

Çubuk tip halojen lamba projektörlerin iç lambasıdır ve çevre aydınlatmasında daha çok kullanılır.

2.2.4.Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba

Bu lâmbalar kuvars camından yapılmış olan, içerisinde deşarjın gerçekleştiği bir deşarj tüpü ve bunun dışında bulunan bir dış muhafaza camından oluşmaktadır. Deşarj tüpü içerisinde, bir miktar cıva ile lâmbanın ilk tutuşma ve yanması esnasında işlev gören bir miktar alçak basınçlı argon gazı bulunur. Tüpün iki ucunda birer ana elektrotla, ayrıca küçük tiplerde bir, büyük tiplerde de iki adet yardımcı elektrot vardır. Lâmbaya akım verildiği zaman şebeke gerilimi ana ve yardımcı elektrotlar arasına uygulanmış olur. Bu elektrotlar arasındaki mesafe atlama meydana gelecek derecede küçüktür. Bu şekilde oluşan deşarj, elektron ve iyon meydana getirir ve bunlar ana elektrotlar arasındaki gaz ve buhar kitlesini iyi iletken bir hale

getirerek ana deşarjin tutuşmasını sağlar. Şekil 2.6’ da yüksek basınçlı cıva buharlı lambanın şekli verilmiştir.



Şekil 2.6. Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba

Gün ışığına yakın ışık sağlaması, veriminin yüksek olması ve çalışma ömrünün oldukça uzun olması sebebiyle yüksek basınçlı cıva buharlı lambanın yaygın kullanım alanı vardır.

Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba fabrikalarda, depolarda, bürolarda tavandan aydınlatmalarda ve genel aydınlatma sistemlerinde, kırsal kesim ve şehir sokaklarının aydınlatılmasında, maden yatakları ve taş ocaklarının aydınlatılmasında, kamuya ait okul, tren istasyonu, resmi daireler gibi binaların aydınlatılmasında çelik-kâğıt fabrikalarının aydınlatılmasında kullanılır.

2.2.5. Metal halide lamba

Metal halide lambalar cıva buharlı lambaların içersine bazı tuzlar eklenmesiyle ve camlarının kırmızı fosforla kaplanmasıyla yapılan lambalardır. Metal halide lambalar renksel ve ışıksal geri verimleri yapılan bu eklemelerle artırılmıştır [17]. Şekil 2.7’ de metal halide lambanın değişik tipteki şekilleri verilmiştir.



Şekil 2.7. Metal halide lamba

Metal halide lambalar mağaza, vitrin ve müze, dekoratif maksatlı iç mekân aydınlatması, tarihi eserlerin ve bina dış yüzeylerinin aydınlatılması, spor sahalarının aydınlatılması, liman ve inşaat alanlarının aydınlatılması, endüstriyel sergi alanlarının ve hipermarketlerin aydınlatılması, yüksekliği fazla olan ve üstü kısmen kapalı alanların aydınlatılmasında kullanılmaktadır.

2.2.6.Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba

Bu lambaların yapı ve çalışma şekli yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar ile aynı olup içersine cıva buharı yerine sodyum buharı eklenmiştir. Mevcut cıva buharlı lambanın armatürlerinde hiçbir eleman değişikliği yapmadan sadece lamba değiştirilerek kullanılabilir. Parlak sarı renkte ışık yaymaktadır. Yol aydınlatmalarında cıva buharlı lambalara oranla verimleri daha yüksek olduğu için yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılabilir [18].

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanım alanları yol aydınlatması, platform ve araç parklarının aydınlatılması, sanayi alanlarının aydınlatılması, spor tesislerinin aydınlatılması, binaların dış kısımlarıdır.

2.2.7. LED lambalar

Elektronik devrelerde kullanılan LED diyotlar son yıllardaki teknolojik ilerlemelerle beraber ışık verimliliklerinin artmasıyla aydınlatma amacıyla da

kullanılmaya başlanmıştır. Şekil 2.8' de LED lambanın dış görünümü verilmiştir.



Şekil 2.8 LED lambalar

Led' ler çeşitli renklerde üretilebilmektedir. Bu renkler Beyaz, Sarı, Yeşil, Mavi ve Kırmızı dır. Standart duylara uygun olduğundan akkor flamanlı ampullerle direkt olarak değiştirilebilmektedir. Isı üretmediklerinden her türlü ortamda güvenlikle kullanılabilir. LED lambalar akkor flamanlı lambalara oranla 16 kat daha az enerji harcarlar ve 25 kat daha fazla ömüre sahiptirler [9]. Teorik olarak yapılan hesaplamalar LED' lerin ömürleri 100 000 saatin üzerindedir [19].

LED lambalar çevre düzenlemelerinde ve dış mekan aydınlatmalarında, yürüyen ışıklarda kullanılabilir, mağaza vitrinlerinde, sahne dekorasyonda, trafik ışıklarında kullanılırlar. Çocuk odalarında gece lambası olarak veya dekoratif amaçlarla, gece kulüplerinde, barlarda, çay bahçelerinde ve reklâm tabelalarında kullanılabilirler. Günümüzde yaygın olarak trafik sinyalizasyonunda ve yeni model araçlarda kullanılmaktadır. Güneş panelleriyle çalışabilme özelliğine sahiptirler, dolayısıyla elektrik olmayan yerlerde rahatlıkla kullanılabilirler. Standart lamba duylarıyla üretildiklerinden ek eleman kullanılmadan akkor flamanlı lambaların yerine kullanılabilirler.

2.3. Aydınlatma Ortamları

Verimli bir aydınlatma için öncelikle amacına uygun aydınlatma yapılmalıdır. Aydınlatmada amaç belirli bir aydınlatma düzeyinin elde edilmesi ve iyi görme koşullarının sağlanmasıdır. Yapıların mimari ve işlevsel özellikleri incelenmeli, ortamın aydınlık düzeyi ihtiyacı belirlenmeli ve bu ihtiyaçlara göre armatürler seçilmelidir.

2.3.1. Ev ve ofis aydınlatması

İnsanlar zamanlarının büyük kısmını evlerinde dinlenerek veya ofislerde çalışarak geçirirler. Yaşamında önemli yer tutan bu ortamlarda insanların kendilerini rahat hissetmesi gereklidir. Rahatlık motivasyonunu artırır ve insanların daha verimli çalışmasına yol açabilir. Her gün aynı masada oturan insanların çevresindeki aydınlatmadan etkilendiği bir gerçektir. Bu aydınlatma ne kadar gün ışığına yaklaştırılırsa çalışma ortamını o kadar verimli hale getirilebilir.

2.3.2. Perakende ve alışveriş merkezi aydınlatması

Mağaza ve alışveriş merkezlerinin aydınlatılmasında ışığın miktarı kadar farklı renklerde kullanılması da önemlidir. Işık miktarı aydınlatma ortamındaki görme miktarını artırırken renkler ise sergilenen ürünlerin daha cazip ve albenili görünmesini sağlayabilir. Bu sayede insanlar mağazalarda daha uzun süre kalırlar ve daha çok harcama yapabilirler. Tüketici tecrübesinin etrafında tasarlanmış alışveriş merkezleri çok daha başarılı olabilirler.

2.3.3. Dış mekân aydınlatması

Günümüzde pek çok bina, köprü, heykel, park ve benzeri yerler çeşitli aydınlatma teknikleri kullanılarak geceleri aydınlatılmaktadır. Bu dış mekânların aydınlatılmasında binaların sergilenmesinin ve güzel görünmesinin yanı sıra güvenliğin artması da etkilidir.

2.3.4. Sağlık sektöründe aydınlatma

Sağlık sektöründe aydınlatma mekanlara göre farklılık gösterebilir. Hastaların dinlendiği yerlerde daha huzur verici renkler tercih edilebilirken, operasyonel faaliyetlerin olduğu yerlerde daha aydınlık ortamlar istenebilir. Bu tip yerlerde amaca uygun aydınlatma son derece önemlidir. Uygun bir aydınlatma ile hastaların fiziksel ve duygusal rahatlığı artırılabilir ve iyileşme sürecine olumlu katkı sağlanabilir.

2.3.5. Otel restoran kafeterya aydınlatması

Otellerin aydınlatılmasında ışığın etkin ve yerinde kullanılması önemlidir. Otellerin lobilerinde rahat ve ferah etki bırakabilecek gün ışığına yakın ışık veren armatürler tercih edilebilirken kafeterya kısımlarında insanların albenilerini artıracak renkli armatürler kullanılabilir.

2.3.6. Endüstride aydınlatma

İş yerlerinde ve fabrikalarda doğru aydınlatma ile çalışanların daha hızlı üretmeleri, ortamın daha güvenli olması ve daha verimli bir çalışma ortamı yaratılabilir.

2.3.7. Yol aydınlatması

İyi bir yol aydınlatması görmeyi artırmasından dolayı kazaların sayısında azalmaya yol açabilir. Yol aydınlatmasında armatürlerin yerleştirilmesi, çeşitleri, ve sıklıkla dış kısımlarının temizlenmesi verimliliği artırabilir.

2.3.8. Spor ve saha aydınlatması

Spor sahalarının aydınlatılmasında ışık etraftaki alanlara dağıtmadan tam ihtiyaç duyulan yere yöneltilerek yüksek ve eşit bir ışık düzeyi sağlanmalıdır. Bunu elde edebilmek için armatürlerin yeterli sayıda kullanılması ve uygun yüksekliğe yerleştirilmesi gereklidir.

2.4. Aydınlatmada Verimliliği Etkileyen Faktörler

Tam ışık etkinliğine ulaşma süresi

Aydınlatma elemanına gerilim uygulandığı andan normal aydınlık düzeyine ulaşincaya kadar geçen süredir.

Renk

Akkor flamanlı lambalar sıcak sarı-beyaz bir renk vermektedirler. Halojen lambaların rengi beyaza yakındır. Flüoresan lambaların ise sıcak sarıdan soğuk beyaza kadar farklı renkleri vardır. Civa buharlı lamba beyaza yakın ışık verir. Sodyum buharlı lamba sarı ışık verir.

Saatlik Maliyet Verimliliği

Ortamda kullanılan lamba sayısı arttıkça, daha uzun ömürlü olan lambaları kullanmak tasarrufu artırabilir.

Armatürün Yerleştirilmesi

Lambalar tavana monte edilirken ortamın büyüklüğü dikkate alınmalı ve uygun ekipmanlar ile tavana asılmalıdır.

Akıllı Sistemler

Otomatik çalışan akıllı sistemlerin kullanımı lambaları belirli saatte açıp kapatır. Buna en iyi örnek sokak lambalarının karanlık ile yanmaya başlamasıdır.

Fiyat

Fiyat satın almada önemli bir etkidir. Ucuz fiyatlı armatürün alınması uzun vadede kar getirmeyebilir.

Etkinlik Faktörü

Lamba seçiminde, etkinlik faktörü (lümen/Watt) yüksek olan lambalar tercih edilmelidir. Bir lambanın 1 Watt harcayarak ürettiği ışık akısının değeri lambanın ışıksal etkinlik değeridir. Fakat dış ortam ısı, balast özellikleri, lambanın yanma pozisyonu, şebeke gerilimindeki değişimler, kullanım süresi gibi faktörler lamba veriminde değişimlere neden olabilir. Standart çalışma koşullarında lambanın ortalama kullanım süresine lamba ömrü denir. Şebeke gerilimindeki dalgalanmalar, toz, nem, sarsıntı, açma-kapama sıklığı, ortam sıcaklığı, kullanılan starter, balast gibi elemanların özellikleri lamba ömrünü etkiler. Çizelge 2.1’de lambaların etkinli faktörleri görülmektedir.[20]

Çizelge 2.1. Lambaların ışık etkinliği

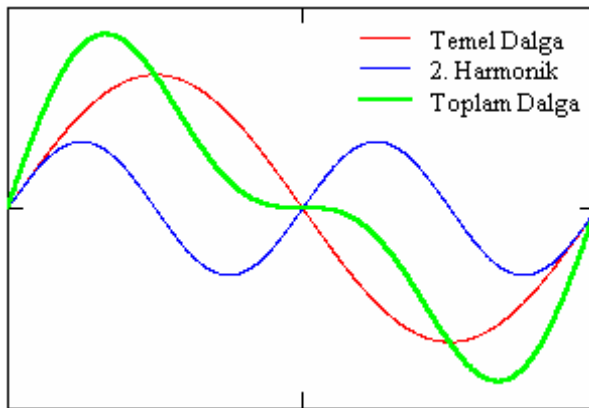
Lamba türü	Işık etkinliği (lm/W)	Ömür (Saat)
Akkor lamba	8 - 16	1 000
Halojen lamba	12 - 26	2 000 – 4 000
Floresan lamba	45 - 100	6 000 – 15 000
Yb Civa Buharlı lamba	36 - 60	6 000 – 8 000
Metal Halide lamba	71 - 98	5 600 – 6 500
YB Sodyum Buharlı lamba	66 - 142	10 000 – 15 000
AB Sodyum Buharlı lamba	100 - 198	11 500 – 20 000

2.5. Harmonik ve Harmonik Üreten Kaynaklar

Harmonikler, sabit akım çekmeyen yüklerin sinüzoidal şebeke geriliminin şeklini değiştirmesiyle oluşmaktadır. Şebeke gerilimindeki temel dalga dışındaki sinüzoidal dalgalara “harmonik” adı verilir [14].

Sabit akım çekmeyen elemanların etkisiyle akım ve gerilim dalga biçimleri, uyumlu olmakla birlikte temel sinüzoidal dalganın frekans ve genliği diğer sinüzoidal dalgaların toplamından meydana gelmektedir. Bu toplama sonucunda sinüzoidal dalganın şeklinde bozulma meydana gelmektedir.

Temel dalga, harmonikli dalgalar ve bunların bileşkesi olan toplam dalgalar ile ilgili örnekler Şekil 2.9’ da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Temel dalga, harmonikli dalgalar

Elektrik enerji sistemlerinde değişken akım çeken devre elemanları harmoniklerin ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Harmoniklerin oluşması ile sinüzoidal dalga şekli bozulmaktadır. Buna sebep olan yükler floresan lambalar, civa arkı, civa buharı, neon, ksenon ve yüksek basınçlı sodyum buharı ile çalışan lambalar gibi gaz deşarjlı aydınlatma elemanları, akü ve fotovoltaik sistemler sayılabilir. Ayrıca DC çevirici, DC evirici, motor kontrol devreleri, statik VAR generetörleri, anahtarlamalı güç kaynakları gibi güç

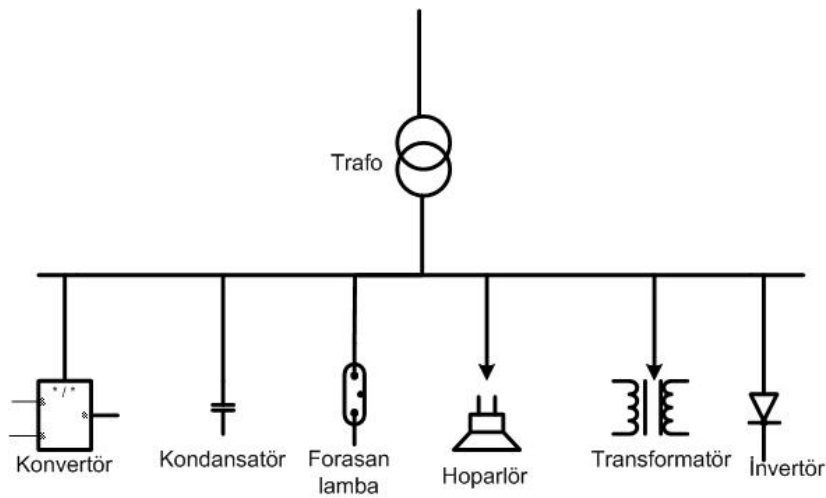
elektroniği elemanlı devreler ve elektrikli ulaşım sistemleri gibi sistemlerde harmonik yaratmaktadır.

Şebeke geriliminin bozulmasında manyetik devre değişkenliği de etkilidir. Bunun sebebi demir çekirdekli bobin, transformatör, jeneratör gibi elemanların doymaya giderek manyetik bakımdan doğrusal olmayan bir olayın meydana gelmesidir.

Akım ve gerilimde oluşan bu bozulma elektrik tesisleri ve bu tesislere bağlı güç sistemlerine zarar vermekte ve hatta bazen sistemleri çalışamaz hale getirmektedir.

2.5.1. Harmonik kaynakları ve etkileri

Elektrik enerjisinin kalitesi son derece önemlidir. Bu kaliteyi olumsuz olarak etkileyen en önemli etmenlerden biriside harmoniklerdir Güç kalitesi olarak belirtilen enerjinin belli şartları taşıma gerekliliği, artık vazgeçilmez bir olgudur. Harmoniklere değişken akım çeken yükler neden olurlar. Şekil 2.10 da lineer olmayan yüklerden bazıları göstermektedir.[35]



Şekil 2.10 Lineer olmayan yükler

2.5.2. Harmonik üreten kaynaklar

Transformatörler güç elektroniği elemanları kesintisiz güç kaynakları elektrik motorlarının diş ve olukların meydana getirdiği harmonikler, , doğru akım ile enerji nakli, statik VAR generatörleri, ark fırınları, kesintisiz güç kaynakları, gaz deşarjlı aydınlatma lambaları. elektronik balastlar, fotovoltaiik sistemler, bilgisayarlar, şebekedeki nonlineer yükler; doğrultucular, eviriciler, kaynak makineleri, gerilim regülatörleri, frekans çeviriciler ve motor hız kontrol düzenekleri olarak sıralanabilir.

Transformatörler

Enerji sisteminde nüvesi bulunan bobinlerin, nüvesi doyuma ulaştığında harmoniklere yol açarlar. Bu tür elemanların başında güç sistemindeki en önemli elemanlardan transformatörler gelir. Bunların harmonik üretme özelliği, nüvenin mıknatıslanma karakteristiğinin lineer olmamasından, yani transformatörün nüvesinin doymasından kaynaklanmaktadır. Transformatör çekirdeğinin mıknatıslanma karakteristiği belli bir bölgeden sonra lineer özelliğe sahip olmadığından, uygulanan sinüsoidal gerilim sonucu sinüsoidal akım ve akı oluşmamaktadır [14].

Transformatörler tasarlanırken normal şartlarda sinüsoidal gerilim altında lineer mıknatıslama karakteristiği bölgesinde sinüsoidal çıkış büyüklüğü verecek şekilde tasarlanırlar. Şebekeden sinüsoidal bir gerilim uygulandığında uyarma akısı da sinüsoidal şekilde olacaktır. Fakat transformatörlerin uyarma akısının normal değerlerinin dışında çalışması durumunda nüvenin daha çok doymasına ve harmonik akımlarının oluşmasına sebep olabilmektedir.

Mıknatıslanma akımındaki harmoniklerin şebekeye geçip geçmemesi primerin yıldız bağlı olması halinde, yıldız noktasının şebekenin nötrüne bağlı

olup olmaması, transformatörün bağlantı grubu ve transformatördeki manyetik devrenin geometrik yapısına bağlıdır.

Güç Elektroniği Elemanları

Günümüzde güç elektroniği elemanları güç kaynağı ve benzeri küçük uygulamalardan çevirici gibi büyük endüstriyel uygulamalara kadar bir çok alanda kullanılmaktadır. Çalışma verimlerinin çok yüksek olması ve istenilen çalışma durumlarına sahip olmaları nedeni ile geniş kullanım alanı bulmuşlardır.

Kesintisiz güç kaynakları, doğrultucular, eviriciler televizyon alıcıları, bilgisayarlar ve diğer elektronik uygulamaları kapsayan küçük güçlü tek fazlı elektronik güç dönüştürücülerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu elemanlar, akım doğrultma, frekans kontrolü, gerilim kontrolü, dalga şeklini değiştirme işlemlerinde de kullanılmaktadır.

Aydınlatma Elemanları

Flüoresan lambalar, cıva buharlı lambalar, ark yaparak çalışan neon v.b. ve yüksek basınçlı sodyum lambalar gibi gaz deşarjlı aydınlatma elemanları şebekeden harmonikler içeren akımların çekilmesine neden olurlar. Cıva buharlı lambalar ve yüksek basınçlı sodyum lambalar büyük şehirlerde kullanılır ve özellikle hissedilen harmonikler meydana getirirler. Ev ve işyerlerinde yaygın olarak kullanılan flüoresan lambalar balastlarından ve gaz deşarjlarından kaynaklanan harmonik bileşenlerin meydana gelmesine sebep olmaktadır. Kompakt flüoresan lambalarda kullanılan elektronik balastlar da önemli harmonik kaynaklarıdır. Filtreli ve filtresiz olarak imal edilen bu balastlar eğer filtreli ise harmonik etkinliği daha azdır.

Bilgisayarlar

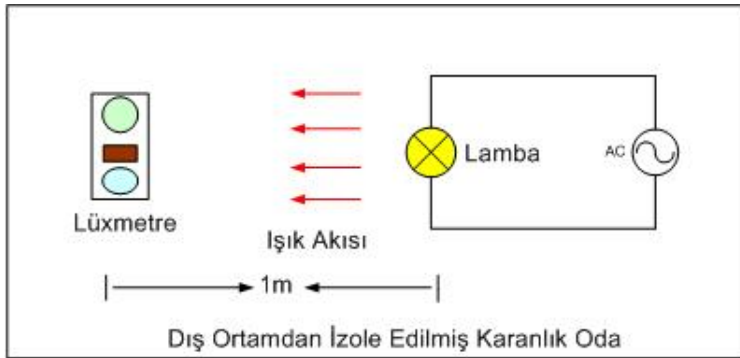
Bilgisayar ve bilgisayar sistemleri oldukça fazla harmonik üretirler ve harmonik bileşenlerinden son derece etkilenirler.

Fotovoltaik Sistemler

Bu sistemler elektrik enerjisini güneş pilleriyle elde eden sistemler olup, ürettikleri doğru akımı alternatif akıma dönüştürmek için eviriciler kullanırlar. Fotovoltaik sistemler harmonik üretme bakımından genel olarak eviricilerden kaynaklanan harmonik etkinliğine sahiptirler. Dönüşümü yarı iletken elemanlardan faydalanarak yaptıklarından yarı iletken elemanların harmonik etkisi ile aynı etkiyi göstermektedir.

3. AYDINLIK DÜZEYİNİN ÖLÇÜLMESİ

Bu bölümde farklı özellikteki lambaların aydınlık düzeyi ölçümleri gerçekleştirmiştir. Aydınlık düzeyi ölçümünde dışarıdan ışık almayan bir odada, armatürler normal çalışma ısılarına ulaşıncaya kadar ve ulaştıktan sonra belli bir süre, 1m mesafeden, lüksmetre ile yapılmıştır. Şekil 3.1' de aydınlık düzeyi ölçümünde kullanılan araçlar ve ortam gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Aydınlık düzeyi ölçüm ortamı

3.1. Sistemin Çevre Şartları

3.1.1. Kaçak ışık

Kaçak ışık, ışık kaynağından direkt olarak çıkan ve lüksmetrenin ölçüm alanına ulaşamayan tüm ışık şiddetidir. Işık kaynağı ile arka fon arasındaki mesafe mümkün olduğunca geniş tutulmalıdır. Bunu sağlamak için ölçüm yapılan odanın tavan yüksekliği ve genişliği fazla olmalıdır [26].

3.1.2. Karanlık oda

Sistemin uygulaması dışardan ışık almayan karanlık bir odada yapılmalıdır. Bu odada yansıma ve parlama gibi ölçülen değerleri etkileyecek malzemeler bulunmamalıdır. Odanın duvarları yansımayı en aza indirecek mat renklerde olmalıdır. Flüoresan lamba gibi deşarjlı lambaların 15 C ile 35 C arasında

çalıştırılmaları gerekmektedir. Bu derecelerin altında ve üstünde çok farklı değerler verdiği görülmüştür. Ayrıca odanın nem oranı en fazla % 20 olmalıdır [27].

3.2. Armatürlerin Aydınlık Düzeyi Ölçümleri

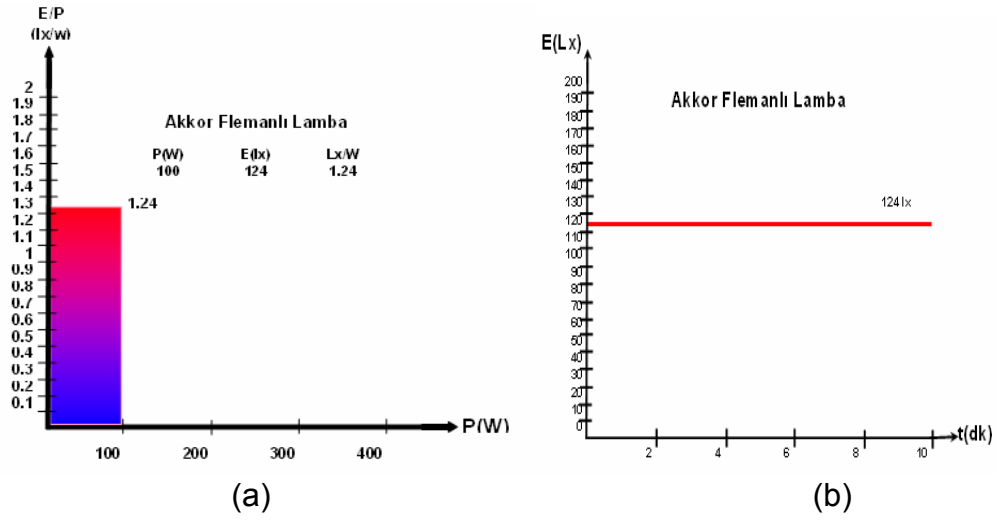
3.2.1. Akkor flemenli lamba

Resim 3.1' de akkor flemenli lambanın çalışma esnasında görüntüsü görülmektedir. 100 W lık akkor flemenli lambanın 1m mesafeden ölçülen aydınlık düzeyi 124 lx dır.



Resim 3.1. Akkor flemenli lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi

Şekil 3.2 (a)' da akkor flemenli lambanın ışık etkinliğine ait grafik verilmiştir. Bu grafikte 100 W lık akkor flemenli lambanın aydınlık düzeyi oranı 1,24 lx/W olarak hesaplanmıştır ve diğer armatürlere göre verimliliğinin düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 3.2. Akkor flemalı lamba a) Aydınlik düzeyi oranı, b) Aydınlik düzeyinin zamanla değışimi

Şekil 3.2 (b)' de akkor flemalı lambanın aydınlık düzeyinin zamanla değışimi gösterilmiştir. Akkor flemalı lamba beş dakikalık ölçüm süresince enerji verildiğİ anda 124 lx aydınlık düzeyine erişmiştir.

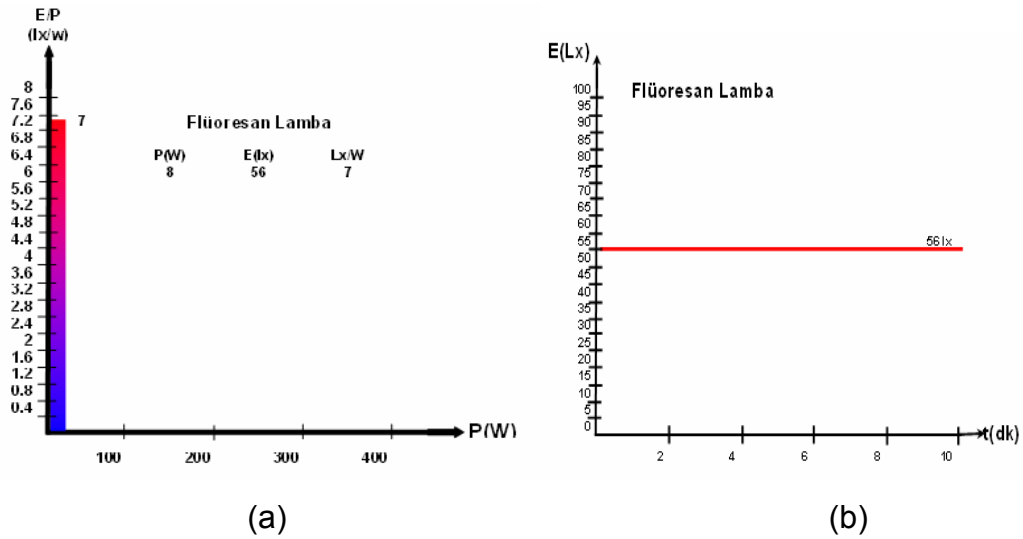
3.2.2. Kompakt flüorsan lamba (çubuk tip)

Resim 3.2' de kompakt flüoresan lambanın (çubuk tip) çalışma esnasında görüntüsü görölmektedir. 8 W lık flüoresan lambanın 1m mesafeden ölçülen aydınlık düzeyi 56 lx dır.



Resim 3.2. Kompakt floraslan lambanın (çubuk tip) aydınlık düzeyinin ölçölmesi

Şekil 3.3 (a)' da kompakt flüoresan lambanın ışık etkinliğine ait grafik verilmiştir. Bu grafikte 8 W lık kompakt flüoresan lambanın aydınlık düzeyi 56 lx ölçüldüğünden aydınlık düzeyi oranı 7 lx/W olarak hesaplanmıştır ve buna göre grafik çizilmiştir. Aydınlık düzeyi oranının akkor flemanlı lambaya oranla altı kat daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 3.3. Kompakt flüoresan lamba (çubuk tip) a) Aydınlık düzeyi oranı, b) Aydınlık düzeyinin zamanla değişimi

Şekil 3.3 (b)' de kompakt flüoresan lambanın aydınlık düzeyinin zamanla değişimi gösterilmiştir. Kompakt flüoresan lamba beş dakikalık ölçüm süresince enerji verildiği anda 56 lx aydınlık düzeyine erişmiştir. Bu aydınlık düzeyinde zamanla bir değişim saptanamamıştır.

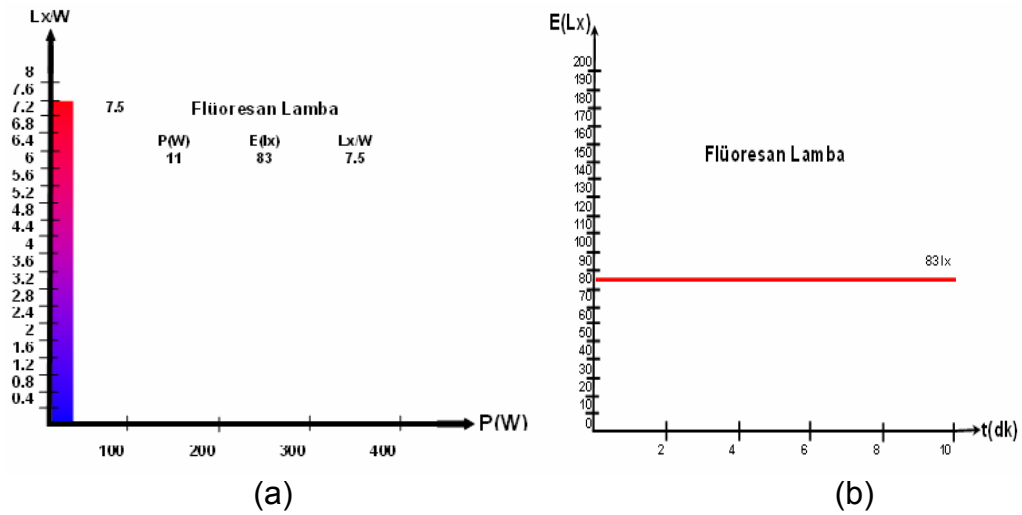
3.2.3. Kompakt florasan lamba (helezon tip)

Resim 3.3' de kompakt florasan lambanın (helezon tip) çalışma esnasında görüntüsü görülmektedir. 11 W lık kompakt florasan lambanın 1m mesafeden ölçülen aydınlık düzeyi 83 lx dır.



Resim 3.3. Kompakt floresan lambanın (helezon tip) aydınlık düzeyinin ölçülmesi

Şekil 3.4 (a)' da kompakt flüoresan lambanın ışık etkinliğine ait grafik verilmiştir. Bu grafikte 11 W lık kompakt flüoresan lambanın aydınlık düzeyi 83 lx ölçüldüğünden aydınlık düzeyi oranı $7,5 \text{ lx/W}$ olarak hesaplanmıştır ve buna göre grafik çizilmiştir. Aydınlık düzeyi oranının akkor flemanlı lambaya oranla altı buçuk kat daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 3.4. Kompakt flüoresan lamba (helezon tip) a) Aydınlık düzeyi oranı, b) Aydınlık düzeyinin zamanla değişimi

Şekil 3.4 (b)'de kompakt flüoresan lambanın aydınlık düzeyinin zamanla değişimi gösterilmiştir. Kompakt flüoresan lamba beş dakikalık ölçüm süresince enerji verildiği anda 83 lx aydınlık düzeyine erişmiştir. Bu aydınlık düzeyinde zamanla bir değişim saptanamamıştır

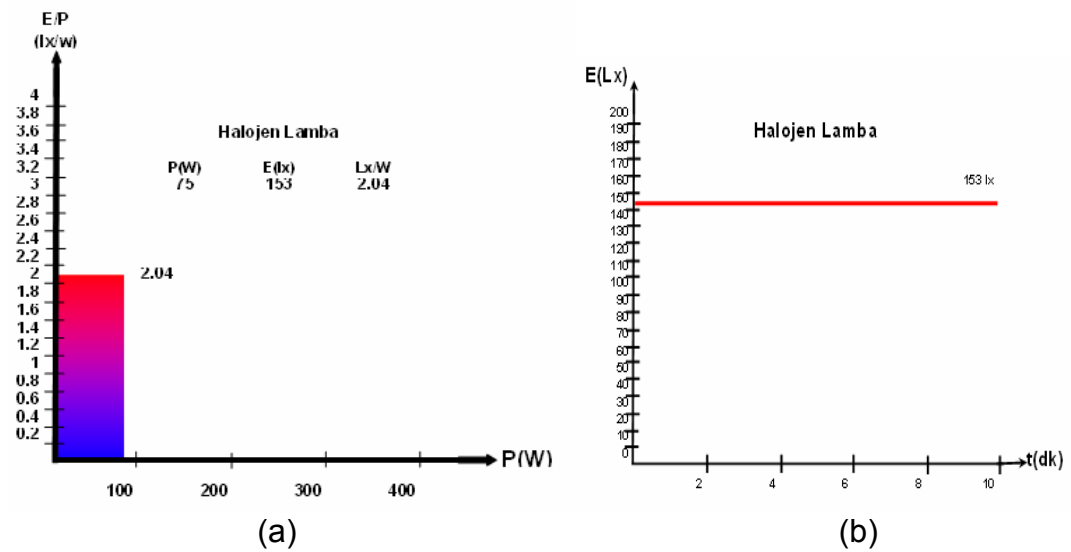
3.2.4. Halojen lamba

Resim 3.4' de halojen lambanın çalışmaya başlamada önceki ve çalışma esnasında görüntüsü görülmektedir. 75 W lık lambanın 1m mesafeden ölçülen aydınlık düzeyi 153 lx dır.



Resim 3.4. Halojen lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi

Şekil 3.5 (a)' da halojen lambanın ışık etkinliğine ait grafik verilmiştir. Bu grafikte 75 W lık halojen lambanın aydınlık düzeyi 153 lx ölçüldüğünden Aydınlık düzeyi oranı $2,04 \text{ lx/W}$ olarak hesaplanmıştır ve buna göre grafik çizilmiştir. Aydınlık düzeyi oranının akkor flemanlı lambaya oranla iki kat daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 3.5. Halojen lamba a) Aydınlık düzeyi oranı, b) Aydınlık düzeyinin zamanla değişimi

Şekil 3.5 (b)'de halojen lambanın aydınlık düzeyinin zamanla değişimi gösterilmiştir. Halojen lamba beş dakikalık ölçüm süresince enerji verildiği anda 153 lx aydınlık düzeyine erişmiştir ve bunu korumuştur. Bu aydınlık düzeyinde zamanla bir değişim saptanamamıştır

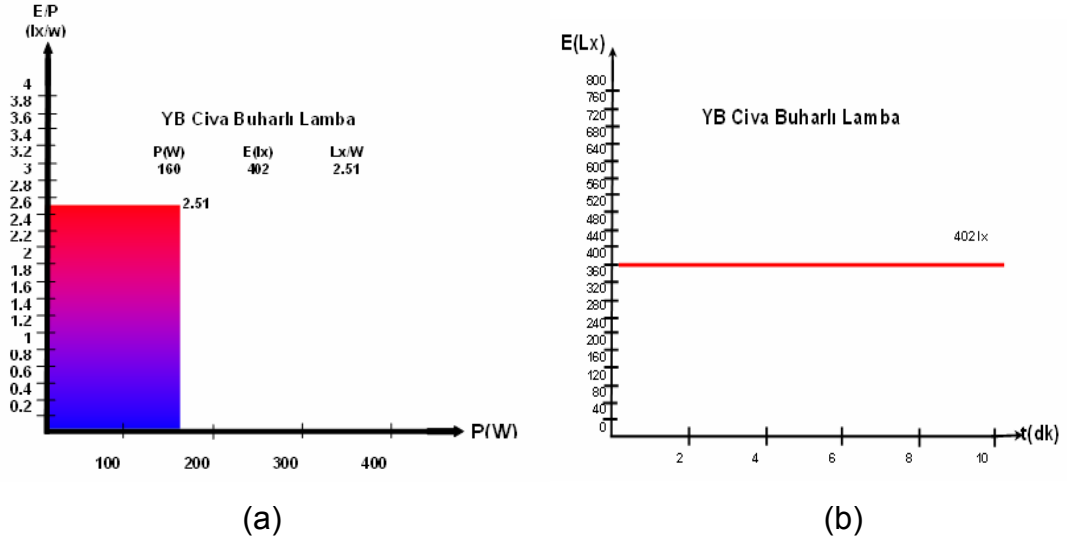
3.2.5. Yüksek basınçlı civa buharlı lamba

Resim 3.5' de yüksek basınçlı civa buharlı lambanın çalışma esnasında görüntüsü görülmektedir. Deneyde balastsız tip yüksek basınçlı civa buharlı lamba kullanılmıştır. 160 W lık lambanın 1m mesafeden ölçülen aydınlık düzeyi 402 lx dır.



Resim 3.5. Y.b. civa buharlı lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi

Şekil 3.6 (a)' da yüksek basınçlı civa buharlı lambanın ışık etkinliğine ait grafik verilmiştir. Bu grafikte 160 W lık yüksek basınçlı civa buharlı lambanın aydınlık düzeyi 402 lx ölçüldüğünden, aydınlık düzeyi oranı $2,51 \text{ lx/W}$ olarak hesaplanmıştır ve buna göre grafik çizilmiştir. Yüksek basınçlı civa buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı akkor flemalı lambaya oranla iki buçuk kat daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 3.6 Yüksek basınçlı civa buharlı lamba a) Aydınlik düzeyi oranı, b) Aydınlik düzeyinin zamanla değişimi

Şekil 3.6 (b)' de yüksek basınçlı civa buharlı lambanın aydınlık düzeyinin zamanla değişimi gösterilmiştir. Yüksek basınçlı civa buharlı lamba beş dakikalık ölçüm süresince, enerji verildiği anda 402 lx aydınlık düzeyine erişmiştir ve bunu korumuştur. Bu aydınlık düzeyinde zamanla bir değişim saptanamamıştır.

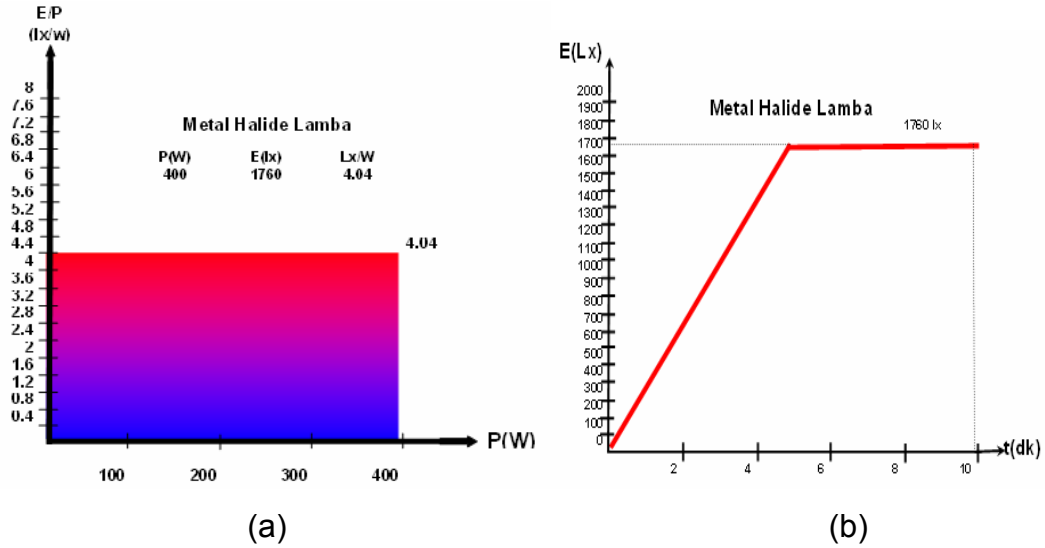
3.2.6. Metal halide lamba

Resim 3.6' da metal halide lambanın çalışma esnasında görüntüsü görülmektedir. 400 W lık metal halide lambanın 1m mesafeden ölçülen aydınlık düzeyi 1 760 lx dır. Maksimum ışık akısı alınabilmesi için 5 dk beklenmiştir. Ayrıca ek eleman olarak ateşleyiciye ve balasta ihtiyaç duymaktadır.



Resim 3.6. Metal halide lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi

Şekil 3.7 (a)' da metal halide lambanın ışık etkinliğine ait grafik verilmiştir. Bu grafikte 400 W lık metal halide lambanın aydınlık düzeyi 1 760 lx ölçüldüğünden, aydınlık düzeyi oranı 4,04 lx/W olarak hesaplanmıştır ve buna göre grafik çizilmiştir. Metal halide lambanın aydınlık düzeyi oranı akkor flemenli lambaya oranla üç buçuk kat daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 3.7. Metal halide lamba a) Aydınlık düzeyi oranı, b) Aydınlık düzeyinin zamanla değişimi

Şekil 3.7 (b)'de metal halide lambanın aydınlık düzeyinin zamanla değişimi gösterilmiştir. Metal halide lamba beş dakikalık ölçüm süresince, enerji

verildiği anda yavaş yavaş ışık şiddetini artırarak beşinci dakikada 1760 lx aydınlık düzeyine erişmiştir ve bunu korumuştur.

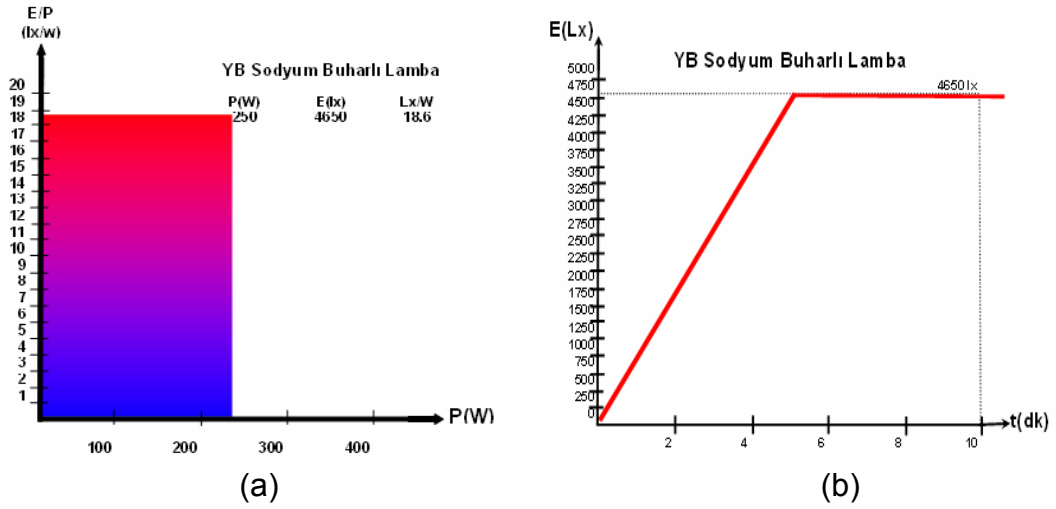
3.2.7. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba

Resim 3.7' de yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın çalışma esnasında görüntüsü görülmektedir. 250 W lık yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın 1m mesafeden ölçülen aydınlık düzeyi 4 650 lx dır. Maksimum ışık akısı alınabilmesi için 5 dk beklenmiştir. Aydınlatması sarıya yakın bir ışıktır. Ayrıca ek eleman olarak ateşleyiciye ve balasta ihtiyaç duymaktadır.



Resim 3.7. Y.b. sodyum buharlı lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi

Şekil 3.8 (a)' da yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın ışık etkinliğine ait grafik verilmiştir. Bu grafikte 250 W lık yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın aydınlık düzeyi 4 650 lx ölçüldüğünden, aydınlık düzeyi oranı $18,6 \text{ lx/W}$ olarak hesaplanmıştır ve buna göre grafik çizilmiştir. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı akkor flemenli lambaya oranla on beş kat daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 3.8. Y.b. sodyum buharlı lamba a) Aydınlik düzeyi oranı, b) Aydınlik düzeyinin zamanla değışimi

Şekil 3.8 (b)' de yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın aydınlık düzeyinin zamanla değışimi gösterilmiştir. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba beş dakikalık ölçüm süresince, enerji verildiği anda yavaş yavaş ışık şiddetini artırarak beşinci dakikada 4 650 lx aydınlık düzeyine erişmiştir ve bunu korumuştur.

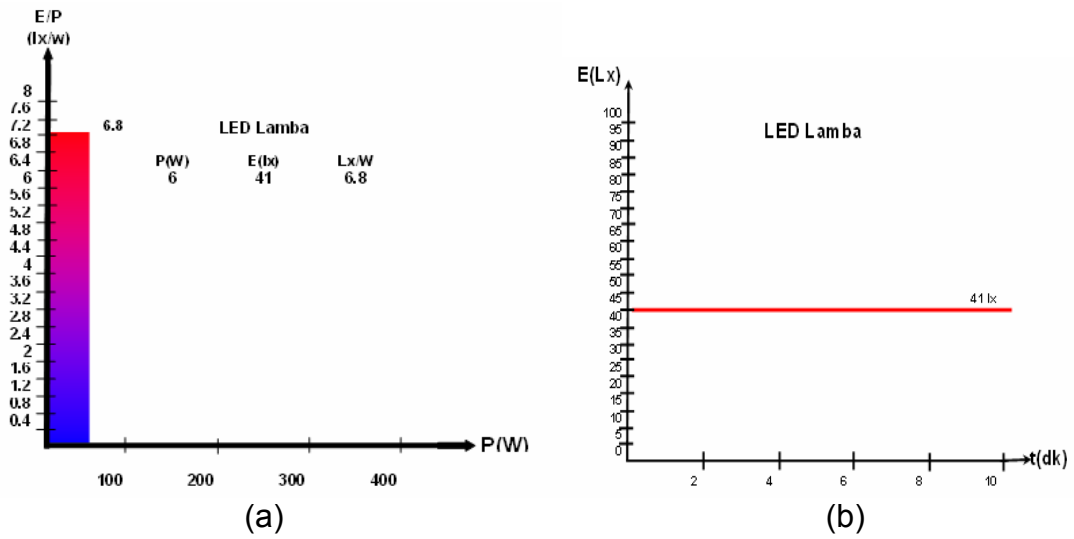
3.2.8. LED lambalar

Resim 3.8' de LED lambanın çalışma esnasında görüntüsü görülmektedir. 6 W lık LED lambanın 1m mesafeden ölçülen aydınlık düzeyi 41 lx dür. LED lamba şebekeye bağlanırken ek eleman kullanılmamıştır.



Resim 3.8. LED lambanın aydınlık düzeyinin ölçülmesi

Şekil 3.9 (a)' da LED lambanın ışık etkinliğine ait grafik verilmiştir. Bu grafikte 6 W lık LED lambanın aydınlık düzeyi 41 lx ölçüldüğünden, aydınlık düzeyi oranı 6,8 lx/W olarak hesaplanmıştır ve buna göre grafik çizilmiştir. LED lambanın aydınlık düzeyi oranı akkor flemanlı lambaya oranla altı kat daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 3.9. LED lambanın aydınlık a) Aydınlık düzeyi oranı, b) Aydınlık düzeyinin zamanla değişimi

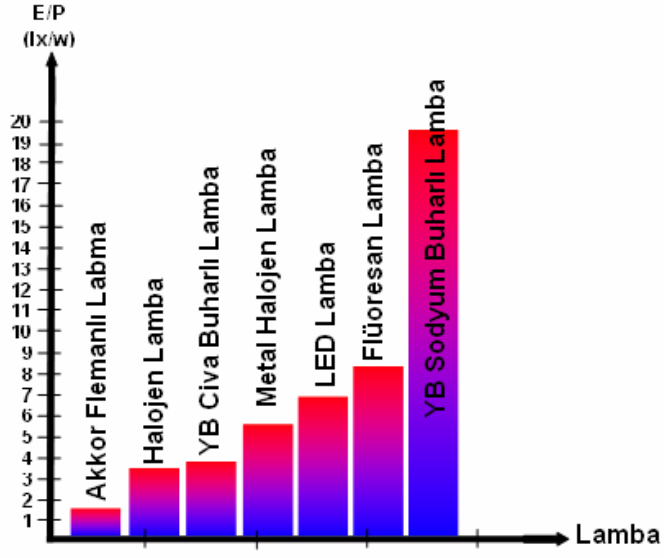
Şekil 3.9 (b)'de LED lambanın aydınlık düzeyinin zamanla değişimi gösterilmiştir. LED lamba beş dakikalık ölçüm süresince, enerji verildiği anda 41 lx aydınlık düzeyine erişmiştir ve bunu korumuştur.

Çizelge 3.1' de lambaların aydınlık düzeyi ve gücünü oranladığımızda en düşük değer akkor flemanlı lambaya, en yüksek değer yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaya aittir. Ev ve ofis uygulamalarında en uygun lambaların; gün ışığına yakın aydınlatma sağlamaları sebebiyle floresan ve LED armatürler olduğu, çevre ve sokak aydınlatmalarında en verimli armatürün sodyum buharlı lambalar olduğu görülmektedir. Sodyum buharlı lambaların ve metal halide lambaların normal çalışma aydınlık düzeylerine gelmeleri zaman almaktadır. Ayrıca ateşleyiciye ve balasta ihtiyaç duymaları kurulum maliyetlerini artırmaktadır. Çizelge 3.1' de lambaların ölçülen aydınlık düzeyleri ve güçleri verilmiştir.

Çizelge 3.1. Ölçülen aydınlık düzeyleri ve oranları

Lamba türü	Gücü(W)	Aydınlık düzeyi (lx)	Aydınlık Düzeyi oranı (lx/W)
Akkor flamanlı lamba	100	124	1,24
Halojen lamba	75	153	2,04
Flüoresan lamba	11	83	7,5
YB Cıva Buharlı lamba	160	402	2,51
Metal Halojen lamba	400	1 760	4,4
YB Sodyum Buharlı lamba	250	4 650	18,6
LED lamba	6	41	6,8

Şekil 3.10' da ölçülen lambaların aydınlık düzeyi oranlarına göre düzenlenmiş grafik gösterilmiştir. Aydınlık düzeyi oranı en yüksek lamba yüksek basınçlı sodyum buharlı lambadır. En düşük aydınlık düzeyi olan ise akkor flamanlı lambadır. Ev ve iş yerlerinin aydınlatılmasında verimlilik açısından en uygun lambaların; gün ışığına yakın aydınlatma sağlamaları sebebiyle floresan lamba olduğu, çevre ve sokak aydınlatmalarında en verimli armatürün ise sodyum buharlı lambalar olduğu görülmektedir.



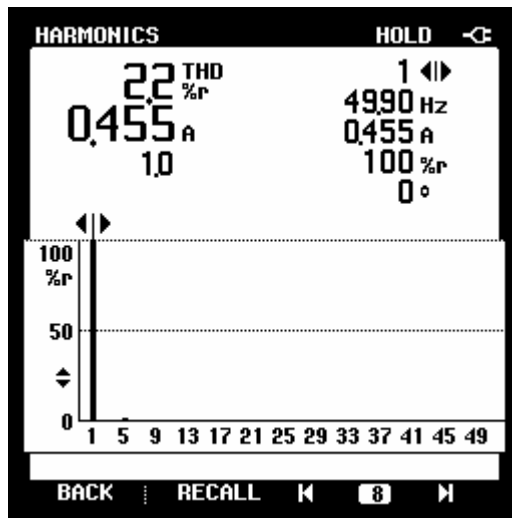
Şekil 3.10. Lambaların aydınlık düzeyi oranları

4. FARKLI AYDINLATMA ELEMANLARININ ENERJİ KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

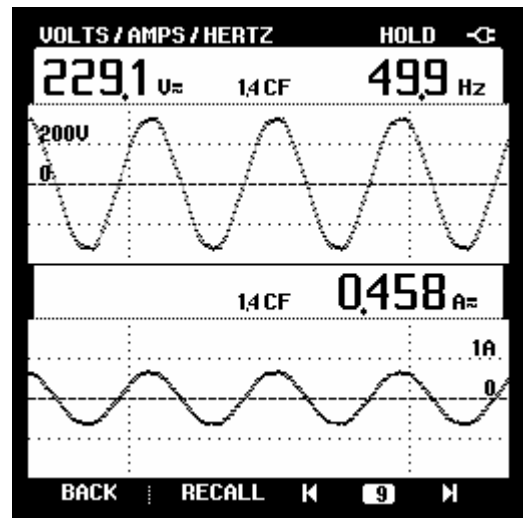
Aydınlatma elemanlarının harmonik değerlerinin ölçülmesinde fluke ölçüm cihazından faydalanılmıştır. Ölçü aleti yardımıyla ölçülen akım, gerilim ve harmonik değerleri grafik hale getirilip bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

4.1. Akkor Flemanlı Lamba

100 W lık akkor flemalı lambanın 229,1 V gerilim değerinde çektiği akım 0,458 A olmuştur. Oluşturduğu harmonik değeri ise yok denecek kadar azdır. Şekil 4.1' de gösterilen harmonik değeri şebekeden kaynaklanmakta olup bu değer 2,2 THD dir.



(a)



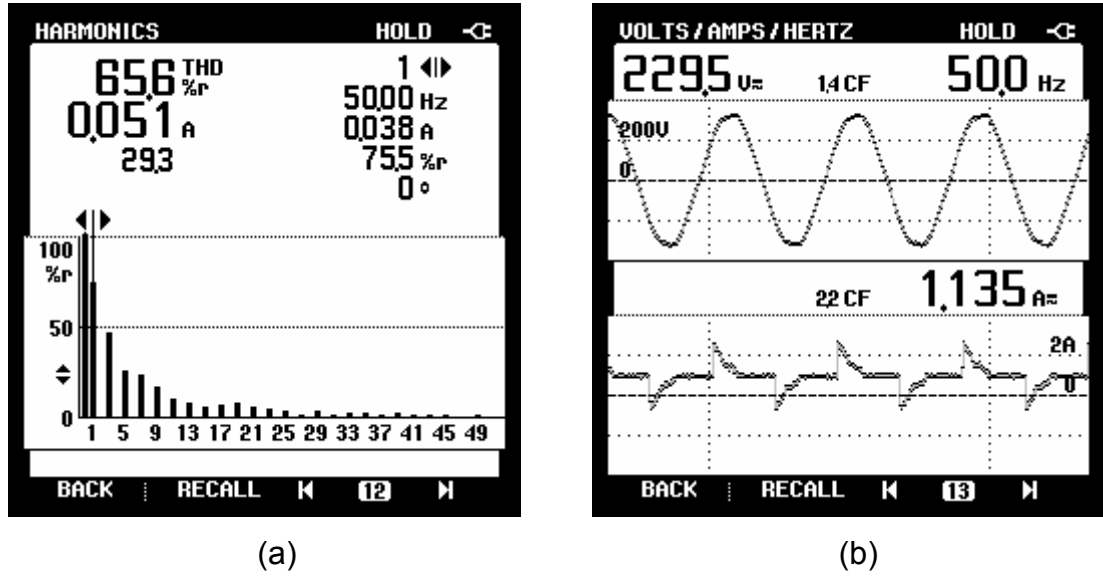
(b)

Şekil 4.1. Akkor flamanlı lamba a) Harmonik eğrisi, b) Akım,gerilim eğrileri

4.2. Kompakt Florasan Lamba (çubuk tip)

8 W kompakt floraslan lambanın harmonik, akım ve gerilim dalga şekilleri şekil de gözükmetedir. Harmonik değeri 65,6 olarak ölçülmüştür. Lamba akımının dalga şeklinin sinüzoidal dan çok uzak olduğu görülmüştür. Şekil

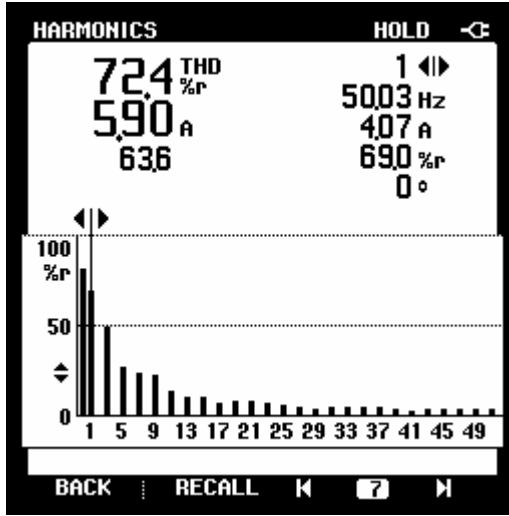
4.2' de kompakt floraslan lamba (ubuk tip) harmonik, akım,gerilim eğrileri gösterilmiştir.



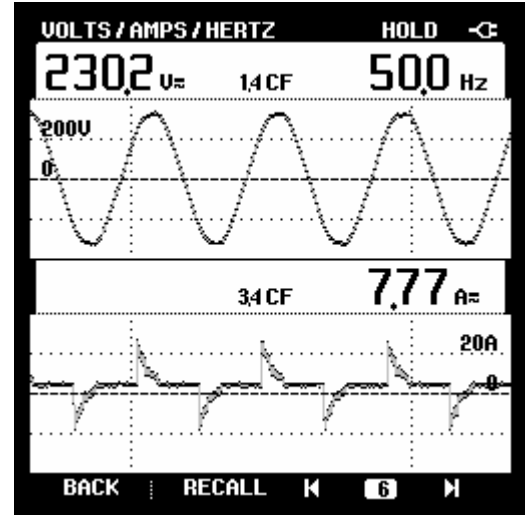
şekil 4.2. Kompakt floraslan lamba (ubuk tip) a) Harmonik eğrisi, b) Akım, gerilim eğrileri

4.3. Kompakt Florasan Lamba (helezon tip)

11 W kompakt floraslan lambanın harmonik, akım ve gerilim dalga şekilleri şekil de gözükmektedir. Oldukca yüksek olan harmonik değeri 72,4 olarak ölçülmüştür. Lamba akımının dalga şeklinin sinüzoidal dan çok uzak olduğu görülmüştür. şekil 4.3' de kompakt floraslan lamba (Helezon tip) harmonik, akım, gerilim eğrileri gösterilmiştir.



(a)

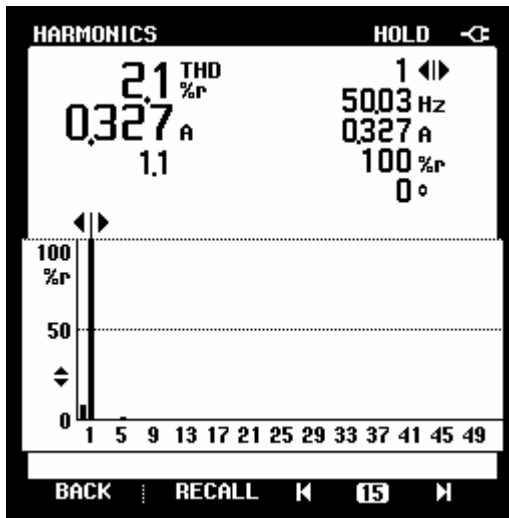


(b)

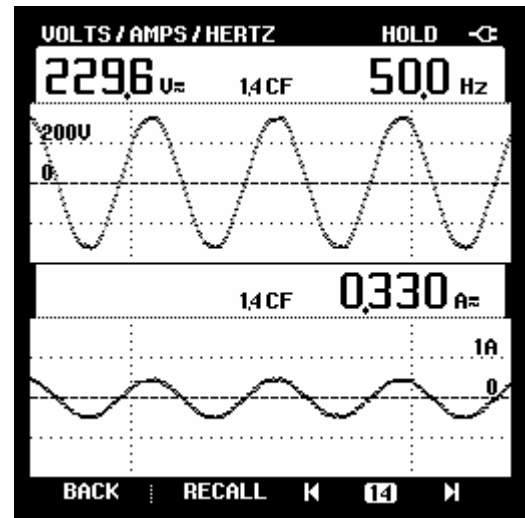
Şekil 4.3. Kompakt floresan lamba (helezon tip a) Harmonik eğrisi, b) Akım, gerilim eğrileri

4.4. Halojen Lamba

75 W lık halojen lambanın 229,6 V gerilim değerinde çektiği akım 0,33 A olmuştur. Oluşturduğu harmonik değeri ise yok denecek kadar azdır. Akkor flemanlı lamba ile benzeşmektedir. Şekil 4.4' de halojen lamba harmonik, akım,gerilim eğrileri gösterilmiştir.



(a)

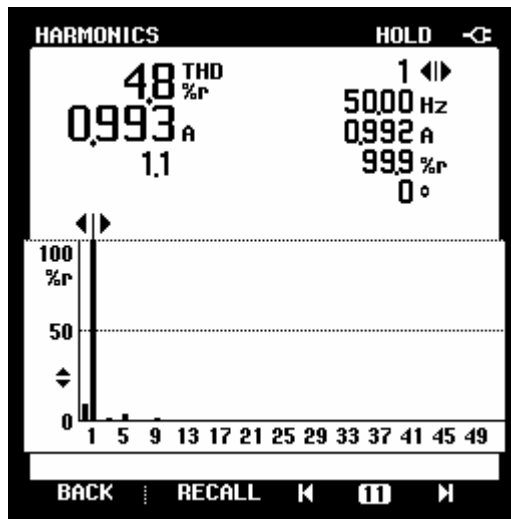


(b)

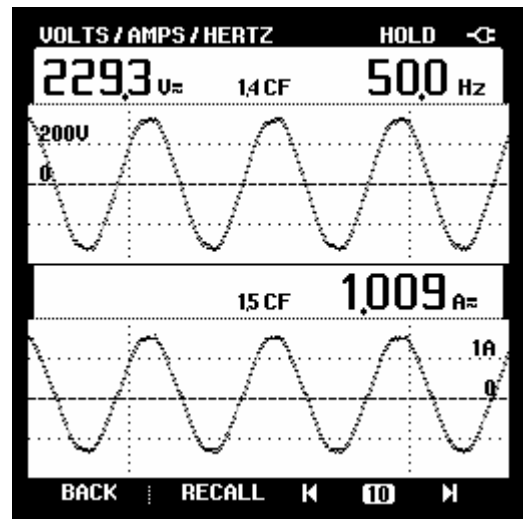
Şekil 4.4. Halojen lamba a) Harmonik eğrisi, b) Akım,gerilim eğrileri

4.5. Yüksek Basınçlı Cıva Buharlı Lamba

160 W ılık Yüksek Basınçlı Cıva Buharlı lambanın 229,3 V gerilim değerinde çektiği akım 1,009 A olmuştur. Oluşturduğu harmonik değeri ise ek bir elektronik eleman kullanılmadığı için düşüktür. Şekil 4.5 de yüksek basınçlı cıva buharlı lambanın harmonik, akım, gerilim eğrileri gösterilmiştir.



(a)

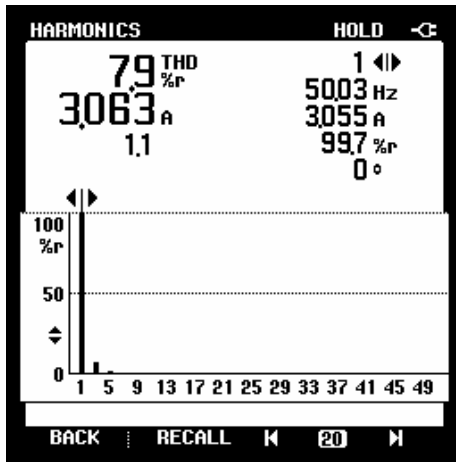


(b)

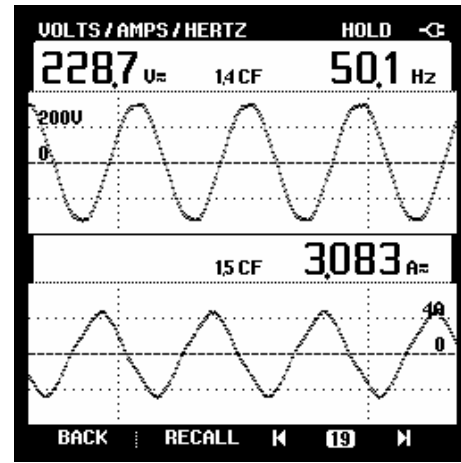
Şekil 4.5. Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba a) Harmonik eğrisi, b) Akım, gerilim eğrileri

4.6. Metal Halide Lamba

400 W metal halide lambanın harmonik, akım ve gerilim dalga şekilleri şekil de gözükmemektedir. Oluşturduğu harmonik değeri balast ve ateşleyici kullanıldığı halde oldukça azdır. Akımın dalga şekline bakıldığında lamba endüktif yük özelliği göstermektedir. Yani akım gerilimin gerisindedir. Şekil 4.6' da metal halide lambanın harmonik, akım, gerilim eğrileri verilmiştir.



(a)

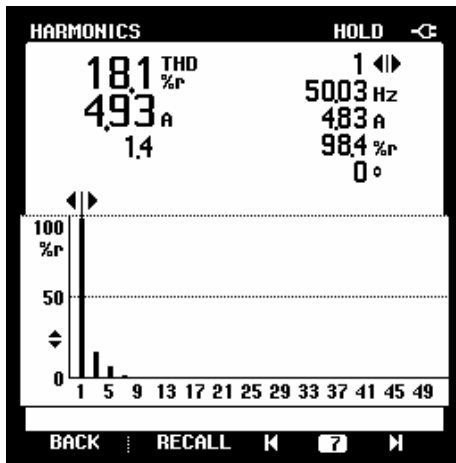


(b)

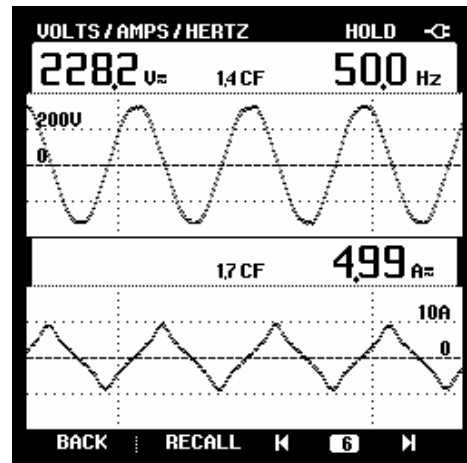
Şekil 4.6. Metal halide lamba a) Harmonik eğrisi, b) Akım,gerilim eğrileri

4.7. Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lamba

250 W Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lambanın harmonik, akım ve gerilim dalga şekilleri şekil de gözükmemektedir. Oluşturduğu harmonik değeri balast ve ateşleyici lambadan kaynaklı 18,1 değerini bulmaktadır. Akımın dalga şekline bakıldığında lamba endüktif yük özelliği göstermekte ve dalga şekli bozulmaktadır. Şekil 4.7' de yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın harmonik, akım, gerilim eğrileri gösterilmiştir.



(a)

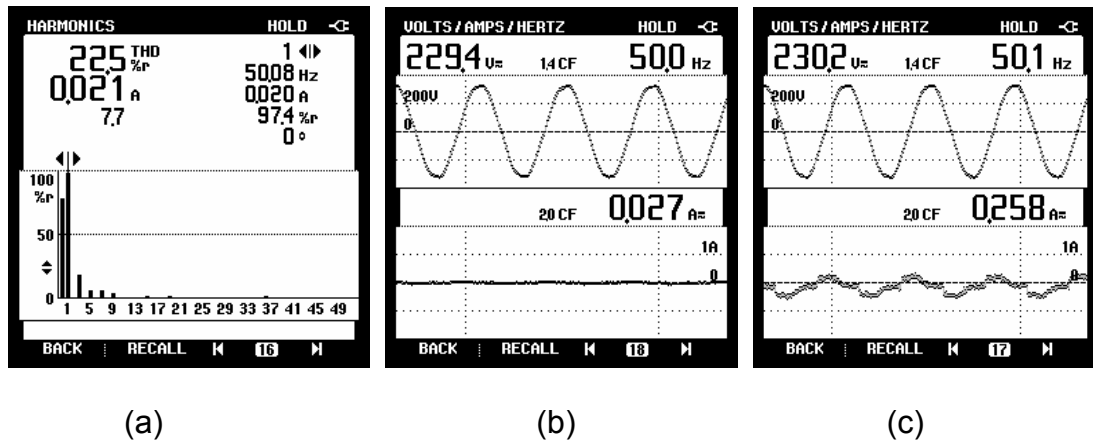


(b)

Şekil 4.7. Y. b. sodyum buharlı lamba a) Harmonik eğrisi, b) Akım,gerilim eğrileri

4.8.LED Lambalar

6 W LED Lambanın harmonik, akım ve gerilim dalga şekilleri şekil de görülmektedir. Oluşturduğu harmonik lambanın yapısında kullanılan elektronik malzemeler nedeni ile 22,5 değerini bulmaktadır. Akımın dalga şekline bakıldığında titreşimli ve bozuk olduğu görülmektedir. Şekil 4.8 de LED lambanın harmonik, akım, gerilim eğrileri gösterilmektedir. İkinci şekilde akım çarpanı on ile çarpılarak üçüncü şekil de akım daha görünür hala getirilmiştir.



Şekil 4.8. LED lamba a) Harmonik eğrisi, b) Akım,gerilim eğrileri, c) 10 kat abartılı akım, gerilim eğrileri

Çizelge 4.1' de lambaların gücü, ölçülen aydınlık düzeyleri, ışık etkinliği ve harmonik değerleri gösterilmiştir. Harmonik değeri en yüksek olan lamba 72,4 THD ile flüoresan lamba, en düşük olan 2,1 ile halojen lambadır. Flüoresan lambanın gücü düşük olduğundan şebeke üzerindeki etkisinin az olacağı düşünülse de kullanımının yaygın olması sistemde harmonik oluşuna sebebiyet vermektedir. Halojen lambadan ölçülen harmonik değeri şebekenin sahip olduğu harmonik olup mevcut bu değerin yüksek olması sistem üzerinde çalışan elektronik elemanların ve elektrik makinelerinin verimlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Çizelge 4.1. Ölçülen aydınlık düzeyleri ve harmonik değerleri

Lamba türü	Gücü(W)	Aydınlık düzeyi (lx)	Oranı (lx/W)	Harmonik (THD)
Akkor flemenli lamba	100	124	1,24	2,2
Halojen lamba	75	153	2,04	2,1
Flüoresan lamba	11	83	7,5	72,4
YB Cıva Buharlı lamba	160	402	2,51	4,8
Metal Halojen lamba	400	1760	4,4	7,9
YB Sodyum Buharlı lamba	250	4650	18,6	18,1
LED lamba	6	41	6,8	22,5

5. ÇALIŞMA ORTAMINA GÖRE AYDINLATMA ELEMANI SEÇİMİ

Aydınlatma armatürlerine karar vermeden önce yapıların mimari ve işlevsel özellikleri incelenmeli, ortamın aydınlık düzeyi ihtiyacı belirlenmeli ve bu ihtiyaçlara göre armatürler belirlenmelidir. Aydınlatmada amaç belirli bir aydınlatma düzeyinin elde edilmesi ve iyi görme koşullarının sağlanmasıdır. Ticarethane ve evlerde hem aydınlatma kalitesini artırmak, hem de enerji tasarrufu sağlamak için, flüoresan lamba kullanımının yaygınlaştırılması, gerekmektedir. İç aydınlatmada enerji tasarrufunun birinci ve en büyük adımı, uygun mekânlarda flüoresan lamba kullanmaktır.

5.1. Ev ve Ofis Aydınlatması

Evlerde aydınlatmada tasarruf için kompakt flouresan lambalar önerilebilir. Yapmış olduğum çalışmada akkor flamanlı lambanın aydınlık düzeyi oranı 1,24 (lx/W) iken flüoresan lambanın aydınlık düzeyi oranı 7,5 lx/W olarak bulunmuştur. 60 W lık bir akkor flamanlı lamba yerine 10 W lık bir kompakt flouresan lamba kullanılsa aynı aydınlık düzeyini elde edilebilir. Evlerde ve ofislerde en uygun aydınlatma kompakt flüoresan lambalarla yapılabilir. Ancak yapılan bir araştırmada, okullarda sıkça kullanılmaya başlanan flüoresan ışığın öğrencilerin sağlık sorunlarını tetiklediği ortaya çıkarmıştır. Uzmanlar, göz kaslarının aşırı kasılmasına ve beraberinde baş ağrısına neden olan aydınlatma sistemlerinin kullanımında dikkatli davranılması uyarısında bulunmuşlardır [25].

5.2. Alışveriş Merkezlerinin Aydınlatılması

İnsanlar mağazada aydınlatmasına içgüdüsel olarak yanıt verir. Atmosfer ihtiyaçlarımıza uyarsa veya özel bir hava oluştursa daha uzun süre mağazada kalır ve daha çok harcama yaparlar. Alışveriş merkezlerinde halojen lamba yerine, verimlilikleri daha yüksek olan flüoresan lamba ya da LED lambalar tercih edilmelidir. Flüoresan lamba ve LED ler sağladıkları

tasarrufun yanı sıra gün ışığına çok yakın ışık vermeleri ve özellikle LED ler çok değişik renklerde üretilmeleri sebebiyle tercih edilmelidir.

5.3. Dış Mekân Aydınlatması

Bahçe ve çevre aydınlatmasında aynı güce sahip yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine, yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba tercih edilirse yaklaşık yedi kat enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Buda yüzde 85 enerji tasarrufu anlamına gelmektedir.

5.4. Sağlık Sektöründe Aydınlatma

Sağlık merkezlerinde halojen lamba ve akkor lamba yerine, verimlilikleri daha yüksek olan flüoresan lamba ya da LED lambalar tercih edilmelidir. Flüoresan lamba akkor flamanlı lambaya göre % 84 daha verimli olduğu ve LED lerinde % 80 verimli olduğu görülmüştür. Sağladıkları tasarrufun yanı sıra gün ışığına çok yakın ışık vermeleri ve özellikle LED ler çok değişik renklerde üretilmeleri sebebiyle tercih edilebilir.

5.5. Otel Restoran Kâffe Aydınlatması

Otel restoran ve kaffelerde halojen lamba yerine, verimlilikleri daha yüksek olan flüoresan lamba ya da LED lambalar tercih edilmelidir. Flüoresan lamba ve LED ler sağladıkları tasarrufun yanı sıra gün ışığına çok yakın ışık vermeleri ve özellikle LED ler çok değişik renklerde üretilmeleri sebebiyle tercih edilmelidir.

5.6. Endüstride Aydınlatma

Elde ettiğim verilerde yüksek basınçlı civa buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı $2,51 \text{ lx/W}$, metal halide lambanın aydınlık düzeyi oranı $4,4 \text{ lx/W}$ dir. Aynı aydınlık düzeyinde ulaşmak için metal halide lamba kullanılırsa yaklaşık yüzde %60, yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine yüksek basınçlı

sodyum buharlı lamba kullanılırsa aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık yüzde 88 tasarruf sağlanabilir.

5.7. Yol Aydınlatması

Ölçülen değerlere göre yüksek basınçlı civa buharlı lamba aydınlık düzeyi oranı $2,51 \text{ lx/W}$ yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı $18,6 \text{ lx/W}$ dir. Yol aydınlatmasında yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılırsa aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık yüzde 88 tasarruf sağlanır.

5.8. Spor ve Saha Aydınlatması

Ölçümlerde yüksek basınçlı civa buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı $2,51 \text{ lx/W}$, metal halide lambanın aydınlık düzeyi oranı $4,4 \text{ lx/W}$ dir. Spor ve saha aydınlatmasında aynı aydınlık düzeyinde ulaşmak için metal halide lamba kullanılırsa yaklaşık yüzde %60 tasarruf sağlanabilir.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Aydınlatma armatürlerini seçerken, etkinlik faktörü değerleri dikkate alınmalı ve mümkün olan en yüksek verimlilik sınıflandırmasına sahip lambalar tercih edilmelidir. Böylece düşük enerji kullanımı ile yüksek yüksek aydınlık seviyesi elde edilebilir.

Evlerde, okullarda, fabrikalarda, kullanılan aydınlatma armatürlerinin periyodik bakımları yapılmalıdır. Kirli ve tozlu armatürler ışığın bir kısmını yutarak verimsiz aydınlatmaya neden olurlar. Duvar, tavan ve dekorasyon malzemeleri mümkün olduğunca açık renkli seçilmelidir

Yeni yapılan binalarda aydınlatma armatürleri takılırken ya da lambaları değiştirilirken yüksek verimli olanlar tercih edilmelidir. Binalarda akıllı aydınlatma sistemlerine geçilmeli zamanlayıcılar, fotoseller ya da yaklaşım sensörleri vasıtasıyla ve kullanılmayan alanlar lüzumsuz aydınlatılmamalıdır

Evlerde aydınlatmada tasarruf için kompakt flouresan lambalar önerilebilir. Yapmış olduğum çalışmada akkor flamanlı lambanın aydınlık düzeyi oranı 1,24 (lx/W) iken flüoresan lambanın aydınlık düzeyi oranı 7,5 lx/W olarak bulunmuştur. 60 W lık bir akkor flamanlı lamba yerine 10 W lık bir kompakt flouresan lamba kullanılsa aynı aydınlık düzeyini elde edilebilir. Evlerde ve ofislerde en uygun aydınlatma kompakt flüoresan lambalarla yapılabilir.

İş yerlerinde halojen lamba ve akkor lamba yerine, verimlilikleri daha yüksek olan flüoresan lamba ya da LED lambalar tercih edilmelidir. Flüoresan lamba akkor flamanlı lambaya göre % 84 daha verimli olduğu ve LED lerinde % 80 verimli olduğu görülmüştür. Sağladıkları tasarrufun yanı sıra gün ışığına çok yakın ışık vermeleri ve özellikle LED ler çok değişik renklerde üretilmeleri sebebiyle tercih edilebilir.

Bahçe ve çevre aydınlatmasında aynı güce sahip yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine, yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba tercih edilirse yaklaşık yedi kat enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Buda yüzde 85 enerji tasarrufu anlamına gelmektedir.

Elde ettiğim verilerde yüksek basınçlı civa buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı $2,51 \text{ lx/W}$, metal halide lambanın aydınlık düzeyi oranı $4,4 \text{ lx/W}$ dir. Endüstride aynı aydınlık düzeyinde ulaşmak için metal halide lamba kullanılırsa yaklaşık yüzde %60, yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılırsa aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık yüzde %88 tasarruf sağlanılır.

Ölçülen değerlere göre yüksek basınçlı civa buharlı lamba aydınlık düzeyi oranı $2,51 \text{ lx/W}$ yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı $18,6 \text{ lx/W}$ dir. Yol aydınlatmasında yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılırsa aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık yüzde 88 tasarruf sağlanır.

Ölçümlerde yüksek basınçlı civa buharlı lambanın aydınlık düzeyi oranı $2,51 \text{ lx/W}$, metal halide lambanın aydınlık düzeyi oranı $4,4 \text{ lx/W}$ dir. Spor ve saha aydınlatmasında aynı aydınlık düzeyinde ulaşmak için metal halide lamba kullanılırsa yaklaşık yüzde %60 tasarruf sağlanabilir.

Yaptığım çalışmada harmonik düzeyi en yüksek olan lamba $72,4 \text{ tdh}$ ile flouresandır. Harmonik düzeyi yüksek olan diğer lambalar LED $22,5 \text{ tdh}$, yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba $18,1 \text{ tdh}$, metal halojen lamba $7,9 \text{ tdh}$, yüksek basınçlı civa buharlı lamba $4,8 \text{ tdh}$ dir. Bu lambaların kullanımı şebeke geriliminin şeklini bozucu etki yapmaktadır. Özellikle şehirlerde çok fazla kullanılıyor olmalarından şehir şebekeleri bundan fazla etkilenmekte ve enerjinin kalitesi düşmektedir.

Enerjide tasarruf için mevcut sistemler verimlilik ve ışık kirliliği açısından gözden geçirilmelidir. Yeni yapılacak tesisatlarda ise en verimli sistemler kullanılmalıdır. Görme koşullarının iyileşmesini sağlamak üzere aydınlık düzeyleri belirlenmeli, fazladan enerji harcaması gerektirmeyecek olan, uygun nitelikte aydınlık elde edilmesine özellikle önem verilmelidir.

Enerjide tasarruf bilinci oluşturulmalı ve bu konuda eğitici programlar hazırlanmalıdır. Elektrik enerjisinin verimli kullanımı konusunda merkezi projeler geliştirilmeli, özellikle elektrik enerjisinin yoğun olarak kullanıldığı sektörlerde az elektrik tüketen teknolojiler geliştirilmelidir. Elektrikli ev aletlerinde ve aydınlatmada az enerji tüketen modellere geçilmelidir. Enerji tasarrufu, mevcut aydınlık düzeyini düşürerek yapılacak bir uygulama, olmayıp ihtiyaçlar ve konfor şartları içinde, fazladan tüketilen enerjinin tasarruf edilmesi anlamını taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Özkaya, M., "Aydınlatma Tekniği", **Birsan Yayınevi**, Yedinci baskı, 27-39 (1998).
2. Onaygil, S., Güler, O., Erkin, E., Saygın, H., "Konutlarda Kompakt Floresan Lamba Kullanımı", **5. Ulusal Aydınlatma Kongresi**, İstanbul 31-37, (2004).
3. Çolak, N., "Hareket Sensörleri İle Aydınlatmanın Kontrolü", **3E Electrotech Dergisi**, 105: 21-24 (2003).
4. Çağlar, M., "Dünya ve Türkiye'de Enerji Verimliliği'ne Bakışımız", **İTÜ Enerji Çalıştayı**, İstanbul 34-37 (2007).
5. İnternet: ntvmsnbc haber sitesi "2007 Enerji Verimliliği" http://www.ntvmsnbc.com/enerji_verimliliği.htm (2007).
6. Haliloğlu, B., Burhan, S., Boyrazoğlu, B., "Elektrik İletim Sistemlerinde Güç Kalitesi Bozulmalarının Tespiti ve Ölçülmesi", **II. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu**, Kocaeli, 114-119 (2007).
7. Çolak, N., "Aydınlatma Kontrolü ve Faydaları", **Best Dergisi**, 19: 17-18 (2003).
8. İnternet: Donanım Haber Sitesi "Aydınlatmada Enerji Tasarrufu", http://forum.donanimhaber.com/m_6475074/tm.htm (2009).
9. İnternet: Tefken Endüstri Sitesi "Aydınlatma Armatürleri" <http://www.tekfenendustri.com.tr/turkce/armaturler.html> (2009).
10. Adak, S., "Enerji sistemlerinde harmonik distorsiyonunun azaltılması" Doktora tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul 22-24, (2003).
11. Bilge, M., "Güç Sistemlerinde Harmoniklerin Pasif Filtrelerle Filtrelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kahramanmaraş, 27-29 (2008).
12. Sucu, M., "Elektrik enerji sistemlerinde oluşan harmoniklerin filtrelenmesinin bilgisayar destekli modellenmesi ve simülasyonu " Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul 17-21(2003).
13. İnternet: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müd., "Enerji Tasarrufu" http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas_bina_ay.html (2005).

14. Onaygil, S., "Kent İçi Aydınlatma" **Elektrik Dergisi**, 67: 21-24 (2001).
15. Gan, F., Grabosky, P., Improved Street Lighting and Crime Reduction, **The Promise of Crime Prevention**, ISSN 1326-6004 Canberra: Australian Institute of Criminology, 55-59 (2000).
16. Grabosky, P., James, M., **Crime Prevention and Fear Reduction through Enhanced Street Lighting**, ISBN 0 642 22768 3 ; ISSN 1326-6004 Canberra: Australian Institute of Criminology, 112-115 (1995).
17. Meyer, C., Nienhuis, H., **Discharge Lamps**, Kluwer Technische Boeken B.V., 22-29 (1988).
18. Helms, R.N., Belcher, M.C., "Lighting for Energy-Efficient Luminous Environments", **Prentice Hall**, 112-115 (1991).
19. Gençoğlu M.T., Özbay E. "Aydınlatmada enerji verimliliği yöntemleri" **Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü**, 23119 Elazığ 15-18 (2005).
20. Barros, J., Diego, R.I., "Analysis of Harmonics in Power Systems Using the Wavelet-Packet Transform", **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, 57 (1) 63-70 (2008).
21. Kadirbeyoğlu, M., "Aydınlatma Kontrol Sistemlerinin Önemi", **3E Electrotech Dergisi**, 98: 24-27 (2002).
22. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, **Enerjinin Etkin ve Verimli Kullanılmasının Ana Hatları**, İstanbul, 21-22. (2006).
23. Ağan, Y., "LED Teknolojisi İle Aydınlatma Sanatı", **İnşaat Dünyası Dergisi**, 34: 35-36 (2005).
24. Oktay, M., "Led' lerdeki Yeniliklerle Artan İmkanlar", **Elektrik Dergisi**, 102: 45-47 (2004).
25. İnternet: ntvmsnbc haber sitesi "sağlık ve aydınlatma" <http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/419221.asp#storyContinues> (2009).
26. Üncü, İ.S., "Işık şiddet eğrilerinin bilgisayar yardımı ile çıkartılması" Yüksek lisans tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 55-56 (1999).
27. Üncü, İ.S., "Işın izleme ve ışın etkinlik yöntemleriyle aydınlatmanın bilgisayar ortamında benzetimi" Doktora tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 61-62 (2004).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÇOBAN, Kamil Ozan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 03.03.1979 Giresun
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 546 450 05 96
e-mail : kozan13@mynet.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi / TEF Elektrik Eğitimi Bölümü	2001
Lise	Giresun Teknik Lisesi / Elektrik Bölümü	1996

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görevi
2002-Halen	Kara Kuvvetleri Komutanlığı (Ankara)	Astsubay

Yabancı Dil

İngilizce